

Gilbert Simondon

L'individu et sa genèse  
physico-biologique

*Collection Krisis*

MILLON



Gilbert Simondon

L'individu  
et sa genèse  
physico-biologique

Préface  
de JACQUES GARELLI

JÉRÔME MILLON

Du même auteur :

- *Du mode d'existence des objets techniques*, Aubier, 1989
- *L'évaluation psychique et collective : à la lumière des notions de forme, information, potentiel et métastabilité*, Aubier, 1989

## Avertissement de l'Éditeur

La thèse de Doctorat de Gilbert Simondon intitulée : *L'Individuation à la Lumière des Notions de Forme et d'Information*, a paru partiellement en deux ouvrages séparés aux PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE, (Collection «Epiméthée», 1964) sous le titre : *L'Individu et sa Genèse Physico-Biologique*. Et aux Editions AUBIER : (Res L'Invention Philosophique, 1989) sous le titre : *L'Individuation Psychique et Collective*.

La présente réédition de l'ouvrage publié initialement par les PUF comprend deux nouveautés :

I) L'introduction d'un important chapitre et de plusieurs paragraphes de la Thèse de Doctorat, qui ne figuraient pas dans les publications précédentes, qui sont directement incorporés au texte. Parmi les paragraphes nouvellement insérés figure une méditation sur les Dialogues de *Parménide* et du *Philèbe* de Platon, (Première partie, II, II, 2) et une longue discussion épistémologique sur les notions de *Forme* et de *Substance*, qui constitue le Chapitre III de la Première Partie, lequel comprend trois sections se décomposant en trois et quatre paragraphes :

I) *Continu et Discontinu*.

- 1) Rôle fonctionnel de la discontinuité.
- 2) L'antinomie du continu et du discontinu.
- 3) La méthode analogique.

II) *Particule et Energie*.

- 1) Substantialisme et Energétisme.
- 2) Le processus déductif.
- 3) Le processus inductif.

III) *L'Individu non-substantiel. Information et Compatibilité*.

- 1) Conception relativiste et notion d'individuation physique.
- 2) La théorie quantique : notion d'opération physique élémentaire intégrant les aspects complémentaires de continu et de discontinu.
- 3) La théorie de la double solution en mécanique ondulatoire.
- 4) Topologie, chronologie et ordre de grandeur de l'individuation physique.

Ce chapitre correspond à quatre-vingt-cinq pages de la thèse de Doctorat. Il clôtüre la première partie, qui ne comportait que deux chapitres dans l'édition PUF, 1964.

Nous avons pris le parti d'insérer ces fragments inédits entre crochets, directement au sein du texte, qui est leur lieu premier, pour les signaler à l'attention du lecteur.

II) La seconde nouveauté comprend l'adjonction de deux additifs ou suppléments, placés en fin d'ouvrage, dont les incidences épistémologiques sont importantes pour la connaissance de la genèse de cette oeuvre.

L'un concerne : *L'Analyse des Critères de l'Individualité*.

L'autre : *Le problème de l'Allagmatique*, ou théorie des opérations.

L'ouvrage comprend, d'autre part une introduction due à nos soins et une Note de Françoise Balibar, qui porte sur les thèses épistémologiques du Chapitre III de la

Première partie du livre. Au-delà de l'épistémologie et de la question des objets techniques, cette oeuvre concerne la pratique de la philosophie dans son ensemble.

Nos remerciements vont aux membres de la famille de Gilbert Simondon, pour la production et l'établissement des documents inédits, qui ont permis la réédition revue et augmentée de cet ouvrage.

J. G.

# INTRODUCTION À LA PROBLÉMATIQUE DE GILBERT SIMONDON

Jacques Garelli

## I) L'horizon philosophique et scientifique de la méthode

Saluée comme une œuvre majeure, dès la parution partielle de sa thèse de doctorat, en 1964, sous le titre : *L'Individu et sa genèse physico-biologique*,<sup>1</sup> la pensée de Gilbert Simondon n'a pas connu le retentissement que son originalité pouvait laisser présager. Aussi, lors du Colloque International, qui lui fut consacré à la Cité des Sciences, au printemps 1992, Hubert Curien, en son discours d'ouverture, affirmait que «cette pensée, si nécessaire, si féconde pour notre temps, si exemplairement actuelle, doit être tirée d'un injuste oubli.»<sup>2</sup> C'est pour répondre à cette attente, partagée par plusieurs philosophes, que nous publions aujourd'hui une réédition de ce premier ouvrage, revue et augmentée de textes inédits.

Si l'on a noté que cette œuvre se trouve de manière paradoxale à la confluence d'une méditation inspirée par les physiologues ioniens sur la notion de *Physis*, la pensée d'Anaximandre de l'illimité : ἄπειρον, celle de Platon sur l'Un et la dyade indéfinie du Grand et du Petit, tel que ce principe apparaît, en particulier, dans les discussions des livres *M* et *N* de la *Métaphysique* d'Aristote, la critique du principe hylémorphique aristotélicien et atomiste substantialiste de Leucippe et de Démocrite et d'autre part les théories les plus récentes de la thermodynamique, de la physique quantique et de l'information<sup>3</sup>, on a rarement souligné que *L'Individu et sa genèse physico-biologique* fut dédié «A la mémoire de Maurice Merleau-Ponty». Fil conducteur essentiel, pour autant que la «mémoire» implique reconnaissance, donc fidélité et souvenir. – De quoi ? – De la pensée merleau-pontienne du Préindividuel dans sa liaison aux formations individualisantes, de son invitation à méditer la pensée présocratique de l'«élément», de sa critique de la théorie de la Forme, du dualisme hylémorphique et symétriquement de l'atomisme matérialiste développé par plusieurs courants de la psychologie contemporaine, enfin, d'une critique radicale du Néant et de la dialectique, dans le sens où cette notion et cette démarche manifestent une sorte de positivisme renversé de la négation, qui détourne la philosophie de la dimension préindividuelle du Monde.

1. Paris, Presses Universitaires de France, Collection «Epiméthée», 1964.

2. Actes du Colloque «Gilbert Simondon. Une pensée de l'individuation et de la technique», Bibliothèque du Collège international de philosophie, Albin Michel, Paris, 1994.

3. Cf. à ce sujet : J. F. Marquet, «Gilbert Simondon et la pensée de l'individuation», in *Actes du Colloque de la Cité des Sciences*, édités par la Bibliothèque du Collège international de philosophie, Albin Michel, 1994. Et note de présentation de F. Laruelle, à *L'Individuation psychologique et collective*, Paris, Aubier, 1989.

d'une discussion métaphysique subordonnée à la logique aristotélicienne, commandée elle-même par le dualisme hylémorphique et la théorie des quatre causes. Ainsi, dès la «Question I» de l'*Ordinatio II*, distinction 3, partie I, dont l'intitulé est : «*La substance matérielle est-elle individuelle ou singulière de soi, c'est-à-dire par sa nature ?*», Duns Scott s'exprime en ces termes :

«(1) Dans la troisième distinction, nous avons à nous enquérir de la distinction des anges en personnes. Or pour voir ce qu'il en est de cette distinction chez les anges, il faut commencer par s'enquérir de la distinction des substances matérielles en individus, car de la façon dont on conçoit cette dernière dépend la façon de concevoir la pluralité des individus dans une même espèce angélique.»<sup>9</sup>

Or, la question (2) manifeste l'origine substantialiste de la discussion dans la contestation qu'Aristote adresse à Platon. Elle s'énonce en ces termes :

«(2) Pour l'affirmative :

Au livre VII de la *Métaphysique*, le philosophe établit contre Platon que "la substance de chaque chose est propre à ce dont elle est substance et n'appartient à aucune autre".<sup>10</sup>

C'est cette pensée de la substance, non remise en question, comme les processus logiques et métaphysiques de la discussion, qui requièrent critique, sitôt que le problème de l'individuation se pose.

Le deuxième présupposé non questionné est que l'individuation a un principe, qui lui serait antérieur et qui permettrait d'expliquer la formation de l'individu singulier. Le fait que cette structure hiérarchique à trois étages, individu, individuation, principe d'individuation, est polarisée par le privilège ontologique non questionné, accordé à l'individu, qui constitue la finalité ultime de la recherche, s'aggrave du fait que la quête du principe d'individuation, en tant que tel, relève d'un paralogisme qui cristallise dans la double nature accordée au principe. A cet égard, deux attitudes historiques accomplissent ce faux parcours. L'une, substantialiste, atomiste, moniste, découvre dans l'atome de Leucippe et de Démocrite, le principe élémentaire absolu permettant d'expliquer la formation de l'individu et de l'univers individué. La théorie du *clinamen*, chez Epicure, explique la formation fortuite des structures individualisées plus complexes, à partir de l'atome unitaire. Le matérialisme atomiste moderne qui, à l'encontre des mises en garde de Heisenberg et de Bohr, continue à concevoir les particules quantiques comme des substances infinitésimales premières, ayant une réalité autonome, en tant que formation de la matière, poursuivent le cours de cette même illusion.<sup>11</sup> Le paralogisme consiste à conférer à l'atome déjà individué le statut de principe qui est censé expliquer la formation même de l'individu en tant que tel. En d'autres termes et de manière contradictoire, l'individu est érigé en objet de la recherche en même temps que tenu pour principe de sa propre explication. Mais l'attitude dualiste hylémorphique de style aristotélicien n'échappe guère à la même contradiction, puisque *la forme et la matière*, en tant que conditions et principes de

9. *Le Principe d'Individuation*, p. 87. Trad. française G. Sondag, Paris, Vrin, 1992.

10. Aristote, *Métaphysique*, Z, c 13, 1038b 10-11.

11. Werner Heisenberg, *La Nature dans la physique contemporaine*, Paris, Gallimard, Collection «Idées», 1962. *La Partie et le tout*, Paris, Albin Michel, 1972. Cf. à ce sujet J. Garelli, *Rythmes et mondes*, Grenoble, J. Millon, Collection «Krisis», 1991.

formation du *σύνολον*, sont en fait traités comme des termes unitaires, des «causes» déjà individuées. Or, il ne suffit pas d'expliquer que c'est exclusivement par abstraction et a posteriori que ces principes peuvent être dégagés de la seule réalité concrète qu'est le *σύνολον*, car, d'une part, elles sont érigées en causes métaphysiques suprêmes, donc, principielles et premières. Mais d'autre part, la nouveauté de Gilbert Simondon est de démontrer sur des exemples concrets empruntés à la formation des individualités naturelles, telles que les îles dans un fleuve, les dunes de sable sous la pression du vent, les ravines d'un chemin creusées par les eaux de ruissellement, la formation des cristaux, mais aussi sur des exemples technologiques, tels que la fabrication d'une brique ou la coupe d'un tronc d'arbre, que jamais la formation d'un individu naturel ou technique ne se solde dans l'application d'une forme à une matière. Le schéma hylémorphique laisse inmanquablement échapper les conditions énergétiques de la prise de forme, qui résident dans les potentiels énergétiques déjà déposés dans la structure de la matière, que les conditions naturelles dues au hasard ou le travail de l'homme peuvent libérer, orienter, canaliser dans la formation d'un individu. D'autre part, il n'y a pas de forme structurante, qui, à l'autre bout de la demi-chaîne de la prise de forme ne repose sur une certaine structure matérielle de la forme permettant à l'énergie potentielle, incluse dans la forme, de structurer la matière. Problème d'une extrême complexité qui rend le principe d'individuation hylémorphique caduque. Or, sur le plan de la création artistique, c'est-à-dire de la formation d'individualités matérielles qui, par l'agencement de leur structure, suscitent la pensée, on peut montrer que la formation d'un poème, dans son individualité irréductible à un autre poème, d'un tableau ou d'une statue, ne relève jamais d'un principe d'individuation moniste ou hylémorphique. Mais d'un processus de différenciation, développé à partir d'un champ de tensions préindividuelles, qui constitue l'horizon métastable du Monde de l'œuvre. Dès lors, la quête du principe d'individuation, qu'il soit atomiste, substantialiste ou dualiste, hylémorphique est conduit à la contradiction de chercher dans l'individu déjà formé en atomes ou particularisé selon les termes fixes d'une forme et d'une matière, érigées en causes, ce qui aurait précisément dû expliquer la formation de l'individu en tant que tel. Cette situation conduit Simondon à poser les questions suivantes :

Ne peut-on concevoir l'individuation comme étant sans principe, parce qu'elle-même processus intrinsèque aux formations des individus, jamais achevés, jamais fixes, jamais stables, mais toujours accomplissant en leur évolution, une individuation qui les structure sans qu'ils éliminent pour autant la charge de préindividualité associée, constituant l'horizon d'Être transindividuel d'où ils se détachent ?

#### **IV) Conséquences méthodologiques de cette contestation**

Telle est la nouveauté radicale de la problématique de Gilbert Simondon, qui va permettre de concevoir en terme de transduction les processus de différenciations qui se déploient à partir d'un système préindividuel métastable, travaillé de tensions, dont l'individu est l'une des phases de déploiement. C'est dans ce contexte que les notions de charge potentielle, de tensions orientées, de sursaturation, de déphasage, empruntées à la thermodynamique, mais aussi de résonance interne au système, interviennent. Selon cette perspective, au lieu de réduire l'ontogenèse à la dimension restreinte et

dérivée de la genèse de l'individu, il s'agit de lui conférer le caractère plus ample de «devenir de l'être, ce par quoi l'être devient en tant qu'il est, comme être.»<sup>12</sup> La dimension ontologique du problème se renforce dans le souci avec lequel Simondon souligne la non compétence du principe d'identité et du tiers exclu, forgé dans une perspective de logique à caractère substantialiste et identitaire de l'être individué pour aborder la problématique de l'être préindividué. Ainsi, Gilbert Simondon peut-il déclarer :

«L'unité, caractéristique de l'être individué, et l'identité, autorisant l'usage du principe du tiers exclu, ne s'appliquent pas à l'être préindividuel, ce qui explique qu'on ne puisse recomposer après coup le monde avec des monades, même en rajoutant d'autres principes, comme celui de raison suffisante, pour les ordonner en univers.»<sup>13</sup>

Cette référence à Leibniz, comme celles aux philosophes présocratiques, à Platon et à Aristote, attestent l'ampleur philosophique du débat irréductible à une attitude strictement physicaliste. Non seulement, Gilbert Simondon justifie l'usage philosophique des notions empruntées à la thermodynamique, à titre de paradigmes, mais il rend compte avec précision des raisons historiques méthodologiques qui ont bloqué les Anciens dans les alternatives tranchées, établies entre être et devenir, mouvement et repos, stabilité substantielle et instabilité chaotique.<sup>14</sup>

Or, trois données interviennent dans la compréhension de l'équilibre métastable à laquelle la thermodynamique nous a familiarisés et que Simondon introduit de manière originale dans sa problématique.

Il s'agit, premièrement de l'énergie potentielle d'un système.

Deuxièmement, de la notion d'ordre de grandeur et d'échelle différente au sein du système.

Troisièmement, de l'augmentation de l'entropie, qui correspond à la dégradation énergétique du système et implique la résolution des potentialités initiales. La prise en formes individualisantes, dès lors, est corrélative de la dégradation progressive de l'énergie potentielle. Une forme, dite achevée, étant une énergie stabilisée, correspondant au plus haut degré de négentropie.

Guidé par ce paradigme, emprunté à la thermodynamique, et non à la physique des substances fixes, qui ignore les problèmes de l'énergie, comme l'attestent les concepts de la philosophie classique, en particulier l'idée de *res extensa*, Simondon va tenter de penser l'ordre de la préindividualité de l'être, en terme de charge potentielle sursaturée au sein d'un système métastable, à partir duquel la dégradation de l'énergie consécutive à un état de surtension du système, va produire des processus de différenciations et d'individuations. Dès lors, c'est en se déphasant qu'un système métastable, chargé d'un potentiel énergétique sursaturé, s'individualise en même temps qu'il fait jaillir, de ses tensions internes non encore individualisées, une profusion de formes individualisantes, qui, par la suite, sont capables de se structurer en systèmes ulté-

12. *L'Individu et sa Genèse Physico-Biologique*, p. 23.

13. *Ibid.*, p. 23.

14. «Les Anciens ne connaissaient que l'instabilité et la stabilité, le mouvement et le repos, ils ne connaissaient pas nettement et objectivement la métastabilité... Il est ainsi possible de définir cet état métastable de l'être, très différemment de l'équilibre stable et du repos, que les Anciens ne pouvaient faire intervenir dans la recherche du principe d'individuation, parce qu'aucun paradigme physique net ne pouvait pour eux en éclairer l'emploi.» *Ibid.*, p. 24.

rieurs et de se reformer en équilibres métastables renouvelés. Ainsi, selon l'expression de Simondon :

«... toute opération, et toute relation à l'intérieur d'une opération, est une individuation, qui dédouble, déphase l'être préindividuel, tout en corrélant des valeurs extrêmes, des ordres de grandeur primitivement sans médiation. »<sup>15</sup>

Situation qui confère aux relations une charge d'être qui excède et déborde l'ordre de la connaissance et des significations strictement logiques. Ce qui permet d'éviter le dualisme entre acte de connaissance intellectuel, abstrait et objets inertes sur lesquels porte l'acte cognitif.

Comment cet écueil est-il évité ?

Premièrement, en conférant aux relations traditionnellement traitées en termes strictement logiques, comme c'est le cas dans les théories classiques de la déduction et de l'induction, une dimension d'être.

Deuxièmement, en traitant l'opération de transduction, conjointement à celle de prise de forme individualisante, qui manifeste le passage du champ métastable préindividuel aux individuations en formation. Examinons le premier point. Les relations entre les champs de tensions extrêmes du système métastable, chargé de potentialité ont rang d'être, dans la mesure où les valeurs différentielles entre ce qui ne peut plus être qualifié de termes préexistants, ne sont pas encore individualisées, mais correspondent à des «dimensions» et des «échelles de tensions» à partir desquelles se dégage l'énergie résolutive du système. Selon cette perspective :

«La relation ne jaillit pas entre deux termes qui seraient déjà des individus ; elle est un aspect de la *résonance interne d'un système d'individuation* ; elle fait partie d'un état de système. Ce vivant qui est à la fois plus et moins que l'unité comporte une *problématique intérieure et peut entrer comme élément dans une problématique plus vaste que son propre être*. La participation, pour l'individu, est le fait d'être élément dans une individuation plus vaste par l'intermédiaire de la charge de réalité préindividuelle que l'individu contient, c'est-à-dire grâce aux potentiels qu'il recèle.»<sup>16</sup> (Souligné par l'auteur).

Selon le deuxième point, la transduction, étroitement solidaire de la décharge de l'énergie potentielle sursaturée d'un système métastable, va apparaître comme prise de forme et, à ce titre, au double sens topologique et noétique conjugué, «in-formation». Car, du même mouvement où un processus de transduction, corrélatif de la décharge de l'énergie potentielle préindividuelle d'un système métastable «in-forme» topologiquement une structure, qui se donne à voir et à penser, on peut reconnaître qu'elle «informe» noétiquement de ce qu'elle fait apparaître et selon sa charge préindividuelle associée, de l'horizon d'être préindividuel dont elle se détache. Ce qui fait que la transduction, contrairement à l'induction et la déduction, qui n'ont pas rang d'être, mais sont des relations strictement logiques extérieures aux termes préexistants qu'elles relient, se révèle, selon une double dimension d'être et de pensée, jamais extérieure aux termes qu'elle fait apparaître. Mouvement individualisant du savoir, mais aussi, mouvement d'être, la transduction est une prise de forme solidaire de la décharge énergétique du système métastable, qui se révèle comme étant autre qu'unité et autre qu'identité. A ce titre,

15. *Ibid.*, p. 24.

16. *Ibid.*, p. 27.

«la transduction n'est donc pas seulement démarche de l'esprit ; elle est aussi intuition, puisqu'elle est ce par quoi une structure apparaît dans un domaine de problématique comme apportant la résolution des problèmes posés. Mais à l'inverse de la *déduction*, la transduction ne va pas chercher ailleurs un principe pour résoudre le problème d'un domaine : elle tire la structure résolutrice des tensions mêmes de ce domaine, comme la solution sursaturée se cristallise grâce à ses propres potentiels et selon l'espèce chimique qu'elle renferme, non par apport de quelque forme étrangère.»

C'est dans ce sens que la transduction est

«une découverte de dimensions dont le système fait communiquer celles de chacun des termes, et telles que la réalité complète de chacun des termes du domaine puisse venir s'ordonner sans perte, sans réduction, dans les structures nouvelles découvertes». <sup>17</sup>

Aussi, la bonne forme n'est-elle plus la forme stabilisée, fixe, que croyait repérer la Gestaltthéorie, mais celle riche d'un potentiel énergétique, chargé de transductions à venir. La bonne forme ne cesse de faire penser, et en ce sens d'engendrer des individuations ultérieures, dans le sens où elle permet d'anticiper des individuations à venir. Dès lors, l'information portée par les mouvements transducteurs n'est plus à concevoir comme la transmission d'un message codé déjà établi, envoyé par un émetteur et transmis à un récepteur, mais comme la prise de forme : (information topologique) , qui, à partir d'un champ travaillé de tensions préindividuelles, du même mouvement où la forme s'individualise, informe au sens noétique de cela même qui apparaît topologiquement et dont elle se détache. «Rayon de temps», «rayon de Monde», qui pointe vers une préindividualité de l'être, qui en est la source et l'origine. En ce sens, l'information est un «théâtre d'individuations». Il s'agit d'une situation qui ne peut se comprendre que dans le cadre du passage d'une problématique énergétique d'états métastables à des états en voie de stabilisation, qui, dès lors, sont en situation de résolution, mais aussi d'appauvrissement énergétique, comme les roches volcaniques, dans la splendeur de leurs formes individuelles, manifestent la mort énergétique d'une coulée de lave antérieure. Aussi, la forme pure, la bonne forme des Gestaltistes est-elle une énergie stabilisée qui est arrivée au terme de tous ses processus d'individuation et de transformation. On peut en dire autant de la forme picturale pure et achevée, qui se profile à l'horizon de l'enchevêtrement quasi illisible des esquisses antérieures, tels les admirables dessins préparatoires des peintres dessinateurs qui laissent courir la plume formant l'écheveau préindividuel à de futures naissances. A ce titre, le dessin est un champ métastable travaillé de tensions d'où émergent progressivement des lignes où les formes individualisantes se stabilisent. Toutefois, ces formes pourront redevenir puissance énergétique , si on les couple avec d'autres formes et si on les intègre à une structure plus complexe dans laquelle elles composeront à titre de potentiel énergétique en phases de tensions et en quête de résolution. Le geste du peintre en prise directe sur ce champ de métastabilité linéaire et colorée est théâtre d'individuations.

Telle est la situation, par exemple, d'un fragment de buste de statue photographié dans un «collage», qui, en lui-même possède une forme fixe de fragment de réalité stable, répertorié et défini par un nom, mais qui, une fois intégré au nouveau «système», prend une valeur de charge potentielle, dont la dimension d'énigme est relative à l'ensemble métastable de la composition. Or, dans ce système métastable en phase

17. *Ibid.*, p. 32.

de résonance interne, c'est le caractère énigmatique de la prise de forme introduite par un élément étranger, qui remodèle l'ensemble en faisant surgir des questions. Ce qui indique que le questionnement est croisé en chiasme sur la structure méta-unitaire de la composition, chargée d'un potentiel de formes et de sens inépuisables.<sup>18</sup> Dès lors, la prise de forme au sens topologique du terme, de par sa métastabilité structurelle, chargée de tensions non résolues, se révèle «information» topologique et noétique étroitement entrelacées et prises en chiasme l'une sur l'autre.<sup>19</sup>

Aussi, est-ce à un Monde non-identitaire, où les individuations en formation renvoient toujours à un champ de préindividualité sous-jacent, le plus souvent inapparent et oublié, que la méditation de Gilbert Simondon se réfère, comme l'énigme inépuisable à méditer.

## V) La Crise du comprendre dans les sciences physiques et ses incidences dans la conception philosophique de l'étant

Toutefois, une interrogation demeure quant à l'usage des théories empruntées à la thermodynamique et à la physique quantique, dans la problématique philosophique du pré-individuel et la conception contemporaine de l'étant. Sans discuter l'aspect proprement technique du problème, il est cependant nécessaire de rappeler la complexité du débat et il importe de réfléchir à la prudence exemplaire de Niels Bohr et de Werner Heisenberg, chaque fois qu'ils ont abordé la question du statut philosophique, mais on pourrait aussi dire du «mode d'être» de la particule quantique. Cette question, à incidence ontologique fut au cœur des méditations de ces physiciens. Aussi, n'est-il pas inutile de rappeler la fin de l'entretien entre ces deux savants, qui concerne *La Notion de comprendre dans la physique moderne*.<sup>20</sup> Problème qui est aussi le nôtre, non seulement sitôt que se pose la question de l'étant, mais sitôt que le philosophe, prenant acte que l'état dominant de la nature n'est pas la matière, mais l'énergie, s'interroge sur la capacité de notre esprit à «comprendre» les composantes de ce phénomène.

Ainsi, à la question pressante formulée par Heisenberg :

«Si la structure interne de l'atome est aussi peu accessible à une description visuelle que vous le dites, et si au fond nous ne possédons même pas de langage qui nous permette de discuter de cette structure, y a-t-il un espoir que nous comprenions jamais quelque chose aux atomes ?»

Bohr hésita un instant, rapporte Heisenberg, puis dit :

«Tout de même, oui. Mais c'est seulement ce jour-là que nous comprendrons ce que signifie le mot "comprendre"».<sup>21</sup>

18. Nous avons montré ailleurs, sur de nombreux exemples poétiques et picturaux, comment se déployaient les phénomènes de résonance interne aux systèmes créés par les images et le jeu des lignes, des masses et des couleurs. Cf. *Rythmes et Mondes*, IV<sup>e</sup> Section. «L'Entrée en Déméure» in *La Déméure*, Revue *Epokhè* n° 5, J. Millon, 1995.

19. Cf. notre description phénoménologique du tableau de Breughel l'Ancien : «Dulle Greet», in *L'Entrée en démesure*, op. cit.

20. Ouvrage cité en note 11.

21. *La Partie et le Tout*, p. 66.

C'est en ayant présent à l'esprit cette attitude de circonspection que l'on peut tenter d'évaluer celle, non moins prudente de Gilbert Simondon, quand il se réfère à la théorie des quanta et à l'usage possible de la mécanique ondulatoire, dans l'éclaircissement de la problématique préindividuelle. La crise du sens, qui a secoué les problématiques scientifiques et philosophiques du XX<sup>e</sup> siècle ne peut faire l'économie de ces questions.

Ainsi, après avoir contesté le mécanisme et l'énergétisme qui demeurent des théories de l'identité, qui, à ce titre, ne peuvent rendre compte de la réalité de manière complète,<sup>22</sup> Simondon note le caractère insuffisant de la théorie des champs, ajoutée à celle des corpuscules, comme de la conception de l'interaction entre champs et particules, du fait que ces attitudes demeurent partiellement dualistes. Toutefois, elles permettent, selon Simondon, de s'orienter vers une théorie renouvelée du préindividuel.<sup>23</sup>

C'est alors qu'il tente une autre voie, qui reprend, sous une forme neuve, les thèses que Bohr avait élaborées quant à la complémentarité de la théorie des quanta et de la mécanique ondulatoire et qu'il tente de «faire converger ces deux théories jusque-là impénétrables l'une à l'autre.»<sup>24</sup>

En fait, il s'agit d'«envisager ces deux théories comme *deux manières d'exprimer le préindividuel* à travers les différentes manifestations où il intervient comme préindividuel.»<sup>25</sup>

Selon cette approche méthodologique, Simondon note que

«... par une autre voie, la théorie des quanta saisit *ce régime du préindividuel* qui dépasse l'unité : un échange d'énergie se fait par quantités élémentaires, comme s'il y avait une individuation, que l'on peut en un sens considérer comme des individus physiques.»<sup>26</sup>

C'est dans le cadre de cette hypothèse intégrée à ce qu'il nomme : «une philosophie analogique du "comme si"», que ce philosophe propose de concevoir, sous l'ordre du continu et du discontinu, «le quantique et le complémentaire métastable (le plus qu'unité) qui est le préindividuel vrai.»<sup>27</sup>

Réfléchissant à la nécessité dans laquelle se trouve la physique de corriger et de coupler les concepts de base, Simondon suggère l'hypothèse selon laquelle cette nécessité «traduit peut-être le fait que *les concepts sont adéquats à la réalité individualisée seulement* et non à la réalité préindividuelle.»<sup>28</sup> S'il en est ainsi, aucune certitude physique positive ne peut donner une solution objective à un problème philosophique, tel que celui posé par la dimension préindividuelle d'un «il y a» originaire, d'où se dégagera, par la suite, une problématique élaborée de l'étant en phase d'individuation, précisément parce que l'acte du «comprendre» est croisé en chiasme sur le champ physique et que cette structure conjointe d'être et de connaissance pose un pro-

22. *L'Individu et sa Genèse Physico-Biologique*, p. 24.

23. *Ibid.*, p. 24-25.

24. *Ibid.*, p. 25.

25. *Ibid.*, p. 25.

26. *Ibid.*, p. 25.

27. *Ibid.*, p. 25.

28. *Ibid.*, p. 25.

blème philosophique qui excède par sa structure entrelacée de «chiasme», un simple problème de style positif, quelle que soit l'actualité de la théorie scientifique envisagée.

C'est dans ce cadre de pensée que la réévaluation du principe de complémentarité, énoncé par Niels Bohr et la signification à accorder à la double approche de la physique des corpuscules et de la mécanique ondulatoire, telle que Louis de Broglie l'a reformulée, à la fin de sa vie, après sa présentation simplifiée au *Conseil Solvay*, en 1927, qui avait été critiquée par les fondateurs de la physique quantique, sont présentés sous un jour neuf. A ce titre, Simondon suggère, en plus de la réévaluation du principe de complémentarité de Niels Bohr, une interprétation originale du principe d'indétermination de Heisenberg, ainsi qu'une réévaluation de l'introduction du calcul statistique dans la formulation mathématique de ce principe<sup>29</sup>. C'est dans ce cadre de réforme que Simondon présente sa conception de la transduction comme l'effort de penser dans la même unité, «l'objet» de la recherche et le mouvement de connaissance qui y conduit<sup>30</sup>.

La question qui se pose, dès lors, est de savoir si, compte tenu de cette réforme de méthode, la distinction opérée par Heisenberg entre la réalité effective de la particule quantique et la connaissance que le physicien en a, n'apparaît pas comme entachée d'un dualisme, qui serait commandé par le privilège méthodologique accordé à l'unité individuelle de la particule quantique, considérée initialement comme la «réalité» à expliquer, alors qu'elle n'apparaît, peut-être, que comme un processus possible d'individuation, venant d'une préindividualité, qui serait dans une relation de discontinuité par rapport au champ de sa manifestation.

Tel est l'enjeu philosophique et non simplement épistémologique du questionnement de Gilbert Simondon. En fait, cette conception non-identitaire de l'étant, qui requiert d'être restitué dans un champ de métastabilité originaire, dépasse le cadre d'une physique subatomique, d'une problématique de l'objet technique et de l'individuation vitale<sup>31</sup>. Elle s'impose selon trois axes de recherche différents, 1) à la perception de la chose dans le monde, 2) à la question de la création artistique dans son ensemble, 3) à celle toujours actuelle de la différence ontologique, pour autant que la question de l'Être, comme l'enseigne Heidegger, demeure celle de l'Être de l'étant.<sup>32</sup>

Or, la dimension non-identitaire de l'étant, à l'égard duquel se marque la différence ontologique, interdit de poser cette question selon les termes utilisés par Heidegger, en chacun de ses ouvrages.<sup>33</sup> Car, ce que ce philosophe tenait pour une réalité individuelle à caractère unitaire fixe et stable d'étant «intramondain» se révèle d'emblée comme un non-étant : non ens, «no-thing». Ce qui introduit de manière inattendue la problématique du Néant au cœur même de la structure de l'étant, qui, dès lors, n'en

29. Voir les titres des sections, des chapitres et des paragraphes, qui figurent dans la nouvelle édition, qui permettent de situer d'emblée l'enjeu méthodologique de cette discussion dont les incidences épistémologiques et philosophiques sont majeures.

30. Voir également l'ouvrage déjà cité *L'Individuation psychique et collective*.

31. *Rythmes et Mondes*. «Irréductibilité et Plétérologie» in *L'Irréductible*, revue *Epokhè*, n° 3, 1993. *L'Entrée en Déméasure*, op. cit.

32. «Temps et Être. Le Séminaire de Zahringen», in *Question. IV*, Paris, Gallimard, 1976.

33. *Être et Temps. Problèmes fondamentaux de la Phénoménologie. Qu'est-ce qu'une chose. Temps et Être*. Nous avons longuement analysé ces textes dans *Rythmes et mondes*, III<sup>e</sup> Section.

est plus un ! Paradoxe qui requiert de dépasser la question de la différence ontologique, telle que Heidegger l'a conçue.<sup>34</sup>

Dès lors, tout un champ de la recherche philosophique contemporaine est invité à renouveler fondamentalement le mode de questionnement de la chose dans son rapport à la préindividualité du monde. Ce n'est pas le moindre mérite de Gilbert Simondon, au-delà du caractère strictement épistémologique de sa démarche, d'avoir sensibilisé l'attention philosophique à l'ampleur de ces bouleversements.

34. Cette démonstration fut longuement développée dans *Rythmes et Mondes*, dans *L'Entrée en Déesure*, et dans *Irréductibilité et Hétérologie*. Textes cités précédemment.

L'INDIVIDU  
ET SA GENÈSE PHYSICO-BIOLOGIQUE

*A la mémoire de  
Maurice Merleau-Ponty*

## Introduction

Il existe deux voies selon lesquelles la réalité de l'être comme individu peut être abordée : une voie substantialiste, considérant l'être comme consistant en son unité, donné à lui-même, fondé sur lui-même, inengendré, résistant à ce qui n'est pas lui-même ; une voie hylémorphique, considérant l'individu comme engendré par la rencontre d'une forme et d'une matière. Le monisme centré sur lui-même de la pensée substantialiste s'oppose à la bipolarité du schème hylémorphique. Mais il y a quelque chose de commun en ces deux manières d'aborder la réalité de l'individu : toutes deux supposent qu'il existe un principe d'individuation antérieur à l'individuation elle-même, susceptible de l'expliquer, de la produire, de la conduire. A partir de l'individu constitué et donné, on s'efforce de remonter aux conditions de son existence. Cette manière de poser le problème de l'individuation à partir de la constatation de l'existence d'individus recèle une présupposition qui doit être élucidée, parce qu'elle entraîne un aspect important des solutions que l'on propose et se glisse dans la recherche du principe d'individuation : c'est l'individu en tant qu'individu constitué qui est la réalité intéressante, la réalité à expliquer. Le principe d'individuation sera recherché comme un principe susceptible de rendre compte des caractères de l'individu, sans relation nécessaire avec d'autres aspects de l'être qui pourraient être corrélatifs de l'apparition d'un réel individué. *Une telle perspective de recherche accorde un privilège ontologique à l'individu constitué.* Elle risque donc de ne pas opérer une véritable ontogénèse, de ne pas replacer l'individu dans le système de réalité en lequel l'individuation se produit. *Ce qui est un postulat dans la recherche du principe d'individuation, c'est que l'individuation ait un principe.* Dans cette notion même de principe, il y a un certain caractère qui préfigure l'individualité constituée, avec les propriétés qu'elle aura quand elle sera constituée ; la notion de *principe d'individuation* sort dans une certaine mesure d'une genèse à rebours, d'une ontogénèse *renversée* : pour rendre compte de la genèse de l'individu avec ses caractères définitifs, il faut supposer l'existence d'un terme premier, le principe, qui porte en lui ce qui expliquera que l'individu soit individu et rendra compte de son eccéité. Mais il resterait précisément à montrer que l'ontogénèse peut avoir comme condition première un terme premier : un terme est déjà un individu ou tout au moins quelque chose d'individualisable et qui peut être source d'eccéité, qui peut se monnayer en eccéités multiples ; tout ce qui peut être support de relation est déjà du même mode d'être que l'individu, que ce soit l'atome, particule insécable et éternelle, la matière prime, ou la forme : l'atome peut entrer en relation avec d'autres atomes par le *clinamen*, et il constitue ainsi un individu, viable ou non, à travers le vide infini et le devenir sans fin. La matière peut recevoir une forme, et dans cette relation matière-forme gît l'ontogénèse. S'il n'y avait pas une cer-

taine inhérence de l'écécité à l'atome, à la matière, ou bien à la forme, il n'y aurait pas de possibilité de trouver dans ces réalités invoquées un principe d'individuation. *Rechercher le principe d'individuation en une réalité qui précède l'individuation même, c'est considérer l'individuation comme étant seulement ontogénèse.* Le principe d'individuation est alors source d'écécité. De fait, aussi bien le substantialisme atomiste que la doctrine hylémorphique évitent la description directe de l'ontogénèse elle-même ; l'*atomisme* décrit la genèse du composé, comme le corps vivant, qui n'a qu'une unité précaire et périssable, qui sort d'une rencontre de hasard et se dissoudra à nouveau en ses éléments lorsqu'une force plus grande que la force de cohésion des atomes l'attaquera dans son unité de composé. Les forces de cohésion elles-mêmes, que l'on pourrait considérer comme principe d'individuation de l'individu composé, sont rejetées dans la structure des particules élémentaires qui existent de toute éternité et sont les véritables individus ; le principe d'individuation, dans l'atomisme, est l'existence même de l'infinité des atomes : il est toujours déjà là au moment où la pensée veut prendre conscience de sa nature : l'individuation est un fait, c'est, pour chaque atome, sa propre existence donnée, et, pour le composé, le fait qu'il est ce qu'il est en vertu d'une rencontre de hasard. Selon le *schème hylémorphique*, au contraire, l'être individué n'est pas déjà donné lorsque l'on considère la matière et la forme qui deviendront le  $\sigma\upsilon\nu\omicron\lambda\omicron\nu$  : on n'assiste pas à l'ontogénèse parce qu'on se place toujours avant cette prise de forme qui est l'ontogénèse ; le principe d'individuation n'est donc pas saisi dans l'individuation même comme opération, mais dans ce dont cette opération a besoin pour pouvoir exister, à savoir une matière et une forme : le principe est supposé contenu soit dans la matière soit dans la forme, parce que l'opération d'individuation n'est pas supposée capable d'*apporter* le principe lui-même, mais seulement de le *mettre en œuvre*. La recherche du principe d'individuation s'accomplit soit après l'individuation, soit avant l'individuation, selon que le modèle de l'individu est physique (pour l'atomisme substantialiste) ou technologique et vital (pour le schème hylémorphique) . Mais il existe dans les deux cas *une zone obscure* qui recouvre l'opération d'individuation. Cette opération est considérée comme chose à expliquer et non comme ce en quoi l'explication doit être trouvée : d'où la notion de principe d'individuation. Et l'opération est considérée comme chose à expliquer parce que la pensée est tendue vers l'être individué accompli dont il faut rendre compte, en passant par l'étape de l'individuation pour aboutir à l'individu après cette opération. Il y a donc supposition de l'existence d'une succession temporelle : d'abord existe le principe d'individuation ; puis ce principe opère dans une opération d'individuation ; enfin l'individu constitué apparaît. Si, au contraire, on supposait que l'individuation ne produit pas seulement l'individu, on ne chercherait pas à passer de manière rapide à travers l'étape d'individuation pour arriver à cette réalité dernière qu'est l'individu : on essaierait de saisir l'ontogénèse dans tout le déroulement de sa réalité, et de *connaître l'individu à travers l'individuation plutôt que l'individuation à partir de l'individu.*

Nous voudrions montrer qu'il faut opérer un retournement dans la recherche du principe d'individuation, en considérant comme primordiale l'opération d'individuation à partir de laquelle l'individu vient à exister et dont il reflète le déroulement, le régime, et enfin les modalités, dans ses caractères. L'individu serait alors saisi comme une réalité relative, une certaine phase de l'être qui suppose avant elle une réalité pré-individuelle, et qui, même après l'individuation, n'existe pas toute seule, car l'indivi-

duction n'épuise pas d'un seul coup les potentiels de la réalité préindividuelle, et d'autre part, ce que l'individuation fait apparaître n'est pas seulement l'individu mais le couple individu-milieu<sup>1</sup>. L'individu est ainsi relatif en deux sens : parce qu'il n'est pas tout l'être, et parce qu'il résulte d'un état de l'être en lequel il n'existait ni comme individu ni comme principe d'individuation.

*L'individuation est ainsi considérée comme seule ontogénétique, en tant qu'opération de l'être complet.* L'individuation doit alors être considérée comme résolution partielle et relative qui se manifeste dans un système recélant des potentiels et renfermant une certaine incompatibilité par rapport à lui-même, incompatibilité faite de forces de tension aussi bien que d'impossibilité d'une interaction entre termes extrêmes des dimensions.

Le mot d'ontogénèse prend tout son sens si, au lieu de lui accorder le sens, restreint et dérivé, de genèse de l'individu (par opposition à une genèse plus vaste, par exemple celle de l'espèce), on lui fait désigner le caractère de devenir de l'être, ce par quoi l'être devient en tant qu'il est, comme être. L'opposition de l'être et du devenir peut n'être valide qu'à l'intérieur d'une certaine doctrine supposant que le modèle même de l'être est la substance. Mais il est possible aussi de supposer que le devenir est une dimension de l'être, correspond à une capacité que l'être a de se déphaser par rapport à lui-même, de se résoudre en se déphasant ; *l'être préindividuel est l'être en lequel il n'existe pas de phase* ; l'être au sein duquel s'accomplit une individuation est celui en lequel une résolution apparaît par la répartition de l'être en phases, ce qui est le devenir ; le devenir n'est pas un cadre dans lequel l'être existe ; il est dimension de l'être, mode de résolution d'une incompatibilité initiale riche en potentiels<sup>2</sup>. *L'individuation correspond à l'apparition de phases dans l'être qui sont les phases de l'être* ; elle n'est pas une conséquence déposée au bord du devenir et isolée, mais cette opération même en train de s'accomplir ; on ne peut la comprendre qu'à partir de cette sursaturation initiale de l'être sans devenir et homogène qui ensuite se structure et devient, faisant apparaître individu et milieu, selon le devenir qui est une résolution des tensions premières et une conservation de ces tensions sous forme de structure ; on pourrait dire en un certain sens que le seul principe sur lequel on puisse se guider est *celui de la conservation d'être à travers le devenir* ; cette conservation existe à travers des échanges entre structure et opération, procédant par sauts quantiques à travers des équilibres successifs. Pour penser l'individuation il faut considérer l'être non pas comme substance, ou matière, ou forme, mais comme système tendu, sursaturé, au-dessus du niveau de l'unité, ne consistant pas seulement en lui-même, et ne pouvant pas être adéquatement pensé au moyen du principe du tiers exclu ; l'être concret, ou être complet, c'est-à-dire l'être préindividuel, est un être qui est plus qu'une unité. L'unité, caractéristique de l'être individué, et l'identité, autorisant l'usage du principe du tiers exclu, ne s'appliquent pas à l'être préindividuel, ce qui explique que l'on ne puisse recomposer après coup le monde avec des monades, même en rajoutant d'autres principes, comme celui de raison suffisante, pour les ordonner en univers ; l'unité et l'identité ne s'appliquent qu'à une des phases de l'être, postérieure à l'opé-

1. Le milieu peut d'ailleurs ne pas être simple, homogène, uniforme, mais être originellement traversé par une tension entre deux ordres extrêmes de grandeur que médiatise l'individu quand il vient à être.
2. Et constitution, entre termes extrêmes, d'un ordre de grandeur médiateur ; le devenir ontogénétique lui-même peut être en un certain sens considéré comme médiation.

ration d'individuation ; ces notions ne peuvent aider à découvrir le principe d'individuation ; elles ne s'appliquent pas à l'ontogénèse entendue au sens plein du terme, c'est-à-dire au devenir de l'être en tant qu'être qui se dédouble et se déphase en s'individuant.

L'individuation n'a pu être adéquatement pensée et décrite parce qu'on ne connaissait qu'une seule forme d'équilibre, l'équilibre stable ; on ne connaissait pas l'équilibre métastable ; l'être était implicitement supposé en état d'équilibre stable ; or, l'équilibre stable exclut le devenir, parce qu'il correspond au plus bas niveau d'énergie potentielle possible ; il est l'équilibre qui est atteint dans un système lorsque toutes les transformations possibles ont été réalisées et que plus aucune force n'existe ; tous les potentiels se sont actualisés, et le système ayant atteint son plus bas niveau énergétique ne peut se transformer à nouveau. Les Anciens ne connaissaient que l'instabilité et la stabilité, le mouvement et le repos, ils ne connaissaient pas nettement et objectivement la métastabilité. Pour définir la métastabilité, il faut faire intervenir la notion d'énergie potentielle d'un système, la notion d'ordre, et celle d'augmentation de l'entropie [la notion d'information d'un système ; à partir de ces notions et tout particulièrement de la notion d'information que la physique et la technologie pure moderne nous livrent (notion d'information reçue comme négentropie), ainsi que la notion d'énergie potentielle qui prend un sens plus précis quand on la rattache à la notion de négentropie] ; il est ainsi possible de définir cet état métastable de l'être, très différent de l'équilibre stable et du repos, que les Anciens ne pouvaient faire intervenir dans la recherche du principe d'individuation, parce qu'aucun paradigme physique net ne pouvait pour eux en éclairer l'emploi<sup>3</sup>. Nous essayerons donc d'abord de présenter *l'individuation physique comme un cas de résolution d'un système métastable*, à partir d'un *état de système* comme celui de la surfusion ou de la sursaturation, qui préside à la genèse des cristaux. La cristallisation est riche en notions bien étudiées et qui peuvent être employées comme paradigmes en d'autres domaines ; mais elle n'épuise pas la réalité de l'individuation physique. [Ainsi devons-nous nous demander si on ne peut interpréter au moyen de cette notion de devenir de l'être en état métastable certains aspects de la microphysique, et en particulier le caractère de complémentarité des concepts que l'on y utilise sous forme de couples (onde-corpuscule, matière-énergie). Peut-être cette dualité provient-elle du fait que le conceptualisme scientifique suppose l'existence d'un réel fait de termes entre lesquels existent des relations, les termes n'étant pas modifiés par les relations dans leur structure interne.]

Or, on peut supposer aussi que la réalité est primitivement, en elle-même, comme la solution sursaturée et plus complètement encore dans le régime préindividuel, *plus qu'unité et plus qu'identité*, capable de se manifester comme onde ou corpuscule, matière ou énergie, parce que toute opération, et toute relation à l'intérieur d'une opération, est une individuation qui dédouble, déphase l'être préindividuel, tout en corrélant des valeurs extrêmes, des ordres de grandeur primitivement sans médiation. La complémentarité serait alors le retentissement épistémologique de la métastabilité primitive et originelle du réel. Ni le *mécanisme*, ni l'*énergétisme*, théories de l'identité, ne rendent compte de la réalité de manière complète. La théorie des champs, ajoutée

3. Il a existé chez les Anciens des équivalents intuitifs et normatifs de la notion de métastabilité ; mais comme la métastabilité suppose généralement à la fois la présence de deux ordres de grandeur et l'absence de communication interactive entre eux, ce concept doit beaucoup au développement des sciences.

à celle des corpuscules, et la théorie de l'interaction entre champs et corpuscules, sont encore partiellement dualistes, mais *s'achèment vers une théorie du préindividuel*. Par une autre voie, la théorie des quanta saisit *ce régime du préindividuel* qui dépasse l'unité : un échange d'énergie se fait par quantités élémentaires, comme s'il y avait une individuation de l'énergie dans la relation entre les particules, que l'on peut en un sens considérer comme des individus physiques. Ce serait peut-être en ce sens que l'on pourrait voir converger les deux théories nouvelles restées jusqu'à ce jour impénétrables l'une à l'autre, celle des quanta et celle de la mécanique ondulatoire : elles pourraient être envisagées comme *deux manières d'exprimer le préindividuel* à travers les différentes manifestations où il intervient comme préindividuel. Au-dessous du continu et du discontinu, il y a le quantique et le complémentaire métastable (le plus qu'unité), qui est le préindividuel vrai. La nécessité de corriger et de coupler les concepts de base en physique traduit peut-être le fait que *les concepts sont adéquats à la réalité individuée seulement*, et non à la réalité préindividuelle.

On comprendrait alors la valeur paradigmatique de l'étude de la genèse des cristaux comme processus d'individuation : elle permettrait de saisir à une échelle macroscopique un phénomène qui repose sur des états de système appartenant au domaine microphysique, moléculaire et non molaire : elle saisirait l'activité qui *est à la limite* du cristal en voie de formation. Une telle individuation n'est pas la rencontre d'une forme et d'une matière préalables existant comme termes séparés antérieurement constitués, mais une résolution surgissant au sein d'un système métastable riche en potentiels : *forme, matière, et énergie préexistent dans le système*. Ni la forme ni la matière ne suffisent. Le véritable principe d'individuation est médiation, supposant généralement dualité originelle des ordres de grandeur et absence initiale de communication interactive entre eux, puis communication entre ordres de grandeur et stabilisation.

En même temps qu'une énergie potentielle (condition d'ordre de grandeur *supérieur*) s'actualise, une matière s'ordonne et se répartit (condition d'ordre de grandeur *inférieur*) en individus structurés à un ordre de grandeur *moyen*, se développant par un processus médiat d'amplification.

C'est le régime énergétique du système métastable qui conduit à la cristallisation et la sous-tend, mais la forme des cristaux exprime certains caractères moléculaires ou atomiques de l'espèce chimique constituante.

Dans le domaine du vivant, la même notion de métastabilité est utilisable pour caractériser l'individuation ; mais l'individuation ne se produit plus, comme dans le domaine physique, d'une façon seulement *instantanée*, quantique, brusque et définitive, laissant après elle une dualité du milieu et de l'individu, le milieu étant appauvri de l'individu qu'il n'est pas et l'individu n'ayant plus la dimension du milieu. Une telle individuation existe sans doute aussi pour le vivant comme origine absolue ; mais elle se double d'une individuation perpétuée, qui est la vie même, selon le mode fondamental du devenir : *le vivant conserve en lui une activité d'individuation permanente* ; il n'est pas seulement résultat d'individuation, comme le cristal ou la molécule, mais théâtre d'individuation. Aussi toute l'activité du vivant n'est-elle pas, comme celle de l'individu physique, concentrée à sa limite ; il existe en lui un régime plus complet de *résonance interne* exigeant communication permanente, et maintenant une métastabilité qui est condition de vie. Ce n'est pas là le seul caractère du vivant, et on ne peut assimiler le vivant à un automate qui maintiendrait un certain nombre d'équi-

libres ou qui chercherait des compatibilités entre plusieurs exigences, selon une formule d'équilibre complexe composé d'équilibres plus simples ; le vivant est aussi l'être qui résulte d'une individuation initiale et qui amplifie cette individuation, ce que ne fait pas l'objet technique auquel le mécanisme cybernétique voudrait l'assimiler fonctionnellement. Il y a dans le vivant *une individuation par l'individu* et non pas seulement un fonctionnement résultant d'une individuation une fois accomplie, comparable à une fabrication ; le vivant résout des problèmes, non pas seulement en s'adaptant, c'est-à-dire en modifiant sa relation au milieu (comme une machine peut faire), mais en se modifiant lui-même, en inventant des structures internes nouvelles, en s'introduisant lui-même complètement dans l'axiomatique des problèmes vitaux<sup>4</sup>. *L'individu vivant est système d'individuation, système individuant et système s'individuuant* ; la résonance interne et la traduction du rapport à soi en information sont dans ce système du vivant. Dans le domaine physique, la résonance interne caractérise la limite de l'individu en train de *s'individuer* ; dans le domaine vivant, elle devient le critère de tout l'individu en tant qu'individu ; elle existe dans le système de l'individu et non pas seulement dans celui que l'individu forme avec son milieu ; la structure interne de l'organisme ne résulte plus seulement (comme celle du cristal) de l'activité qui s'accomplit et de la modulation qui s'opère à la limite entre le domaine d'intériorité et le domaine d'extériorité ; l'individu physique, perpétuellement excentré, perpétuellement périphérique par rapport à lui-même, actif à la limite de son domaine, n'a pas de véritable intériorité ; l'individu vivant a au contraire une véritable intériorité, parce que l'individuation s'accomplit au-dedans ; l'intérieur aussi est constituant, dans l'individu vivant, alors que la limite seule est constituante dans l'individu physique, et que ce qui est topologiquement intérieur est génétiquement antérieur. L'individu vivant est contemporain de lui-même en tous ses éléments, ce que n'est pas l'individu physique, qui comporte du passé radicalement passé, même lorsqu'il est encore en train de croître. Le vivant est à l'intérieur de lui-même un nœud de communication informative ; il est système dans un système, comportant *en lui-même* médiation entre deux ordres de grandeur<sup>5</sup>.

Enfin, on peut faire une hypothèse, analogue à celle des quanta en physique, analogue aussi à celle de la relativité des niveaux d'énergie potentielle : on peut supposer que l'individuation n'épuise pas toute la réalité préindividuelle, et qu'un régime de métastabilité est non seulement entretenu par l'individu, mais porté par lui, si bien que l'individu constitué transporte avec lui une certaine charge associée de réalité préindividuelle, animée par tous les potentiels qui la caractérisent ; une individuation est relative comme un changement de structure dans un système physique ; un certain niveau de potentiel demeure, et des individuations sont encore possibles. Cette nature préindividuelle restant associée à l'individu est une source d'états métastables futurs d'où pourront sortir des individuations nouvelles. Selon cette hypothèse, il serait possible de *considérer toute véritable relation comme ayant*

4. C'est par cette introduction que le vivant fait œuvre informationnelle, devenant lui-même un nœud de communication interactive entre un ordre de réalité supérieur à sa dimension et un ordre inférieur à elle, qu'il organise.
5. Cette médiation intérieure peut intervenir comme relais par rapport à la médiation externe que l'individu vivant réalise, ce qui permet au vivant de faire communiquer un ordre de grandeur cosmique (par exemple l'énergie lumineuse solaire) et un ordre de grandeur infra-moléculaire.

*rang d'être, et comme se développant à l'intérieur d'une individuation nouvelle ; la relation ne jaillit pas entre deux termes qui seraient déjà des individus ; elle est un aspect de la résonance interne d'un système d'individuation ; elle fait partie d'un état de système. Ce vivant qui est à la fois plus et moins que l'unité comporte une problématique intérieure et peut entrer comme élément dans une problématique plus vaste que son propre être. La participation, pour l'individu, est le fait d'être élément dans une individuation plus vaste par l'intermédiaire de la charge de réalité préindividuelle que l'individu contient, c'est-à-dire grâce aux potentiels qu'il recèle.*

Il devient alors possible de penser la relation intérieure et extérieure à l'individu comme participation sans faire appel à de nouvelles substances. Le psychisme et le collectif sont constitués par des individuations venant après l'individuation vitale. *Le psychisme est poursuite de l'individuation vitale chez un être qui, pour résoudre sa propre problématique, est obligé d'intervenir lui-même comme élément du problème par son action, comme sujet ; le sujet peut être conçu comme l'unité de l'être en tant que vivant individualisé et en tant qu'être qui se représente son action à travers le monde comme élément et dimension du monde ; les problèmes vitaux ne sont pas fermés sur eux-mêmes ; leur axiomatique ouverte ne peut être saturée que par une suite indéfinie d'individuations successives qui engagent toujours plus de réalité préindividuelle et l'incorporent dans la relation au milieu ; affectivité et perception s'intègrent en émotion et en science qui supposent un recours à des dimensions nouvelles. Cependant, l'être psychique ne peut résoudre en lui-même sa propre problématique ; sa charge de réalité préindividuelle, en même temps qu'elle s'individualise comme être psychique qui dépasse les limites du vivant individualisé et incorpore le vivant dans un système du monde et du sujet, permet la participation sous forme de condition d'individuation du collectif ; l'individuation sous forme de collectif fait de l'individu un individu de groupe, associé au groupe par la réalité préindividuelle qu'il porte en lui et qui, réunie à celle d'autres individus, s'individualise en unité collective. Les deux individuations, psychique et collective, sont réciproques l'une par rapport à l'autre ; elles permettent de définir une catégorie du transindividuel qui tend à rendre compte de l'unité systématique de l'individuation intérieure (psychique), et de l'individuation extérieure (collective). Le monde psycho-social du transindividuel n'est ni le social brut ni l'interindividuel ; il suppose une véritable opération d'individuation à partir d'une réalité préindividuelle, associée aux individus et capable de constituer une nouvelle problématique ayant sa propre métastabilité ; il exprime une condition quantique, corrélatrice d'une pluralité d'ordres de grandeur. Le vivant est présent comme être problématique, supérieur et inférieur à la fois à l'unité. Dire que le vivant est problématique, c'est considérer le devenir comme une dimension du vivant : le vivant est selon le devenir, qui opère une médiation. Le vivant est agent et théâtre d'individuation ; son devenir est une individuation permanente ou plutôt une suite d'accès d'individuation avançant de métastabilité en métastabilité ; l'individu n'est ainsi ni substance ni simple partie du collectif : le collectif intervient comme résolution de la problématique individuelle, ce qui signifie que la base de la réalité collective est déjà partiellement contenue dans l'individu, sous la forme de la réalité préindividuelle qui reste associée à la réalité individualisée ; ce que l'on considère en général comme relation, à cause de la substantialisation de la réalité individuelle, est en fait une dimension de l'individuation à travers laquelle l'individu devient : la relation, au monde et au col-*

lectif, est une *dimension de l'individuation* à laquelle participe l'individu à partir de la *réalité préindividuelle* qui s'individue étape par étape.

Aussi, psychologie et théorie du collectif sont liées : c'est l'ontogénèse qui indique ce qu'est la participation au collectif et qui indique aussi ce qu'est l'opération psychique conçue comme résolution d'une problématique. L'individuation qu'est la vie est conçue comme découverte, dans une situation conflictuelle, d'une axiomatique nouvelle incorporant et unifiant en système contenant l'individu tous les éléments de cette situation. Pour comprendre ce qu'est l'activité psychique à l'intérieur de la théorie de l'individuation comme résolution du caractère conflictuel d'un état métastable, il faut découvrir les véritables voies d'institution des systèmes métastables dans la vie ; en ce sens, aussi bien la notion de *relation adaptative de l'individu au milieu*<sup>6</sup> que la notion critique de *relation du sujet connaissant à l'objet connu* doivent être modifiées ; la connaissance ne s'édifie pas de manière abstraite à partir de la sensation, mais de manière problématique à partir d'une *première unité tropistique, couple de sensation et de tropisme, orientation de l'être vivant dans un monde polarisé* ; ici encore il faut se détacher du schème hylémorphique ; il n'y a pas une sensation qui serait une matière constituant un donné *a posteriori* pour les formes *a priori* de la sensibilité ; les formes *a priori* sont une première résolution par découverte d'axiomatique des tensions résultant de l'affrontement des *unités tropistiques primitives* ; les formes *a priori* de la sensibilité ne sont ni des *a priori* ni des *a posteriori* obtenus par abstraction, mais les structures d'une axiomatique qui apparaît dans une opération d'individuation. Dans l'unité tropistique il y a déjà le monde et le vivant, mais le monde n'y figure que comme *direction*, comme polarité d'un gradient qui situe l'être individué dans une *dyade indéfinie* dont il occupe le point médian, et qui s'étale à partir de lui. La perception, puis la science, continuent à résoudre cette problématique, non pas seulement par l'invention des cadres spatio-temporels, mais par la constitution de la notion d'objet, qui devient *source* des gradients primitifs et les ordonne entre eux selon un *monde*. La distinction de l'*a priori* et de l'*a posteriori*, retentissement du schème hylémorphique dans la théorie de la connaissance, voile de sa zone obscure centrale la véritable opération d'individuation qui est le centre de la connaissance. La notion même de série qualitative ou intensive mérite d'être pensée selon la théorie des phases de l'être : elle n'est *pas relationnelle* et soutenue par une préexistence des termes extrêmes, mais elle se développe à partir d'un état moyen primitif qui localise le vivant et l'insère dans le gradient qui donne un sens à l'unité tropistique : la série est une vision abstraite du sens selon lequel s'oriente l'unité tropistique. Il faut partir de l'individuation, de l'être saisi en son centre selon la spatialité et le devenir, non d'un *individu* substantialisé devant un *monde* étranger à lui<sup>7</sup>.

6. Particulièrement, la relation au milieu ne saurait être envisagée, avant et pendant l'individuation, comme relation à un milieu unique et homogène : le milieu est lui-même *système*, groupement synthétique de deux ou plusieurs échelons de réalité, sans intercommunication avant l'individuation.
7. Nous voulons dire par là que l'*a priori* et l'*a posteriori* ne se trouvent pas dans la connaissance : ils ne sont ni forme ni matière de la connaissance, car ils ne sont pas connaissance, mais termes extrêmes d'une dyade préindividuelle et par conséquent prénoétique. L'illusion de formes *a priori* procède de la préexistence, dans le système préindividuel, de *conditions de totalité*, dont la dimension est supérieure à celle de l'individu en voie d'ontogénèse. Inversement, l'illusion de l'*a posteriori* provient de l'existence d'une réalité dont l'ordre de grandeur, quant aux modifications spatio-temporelles, est inférieur à celui de l'individu. Un concept n'est ni *a priori* ni *a posteriori* mais *a praesenti*, car il est une communication informative et interactive entre ce qui est plus grand que l'individu et ce qui est plus petit que lui.

La même méthode peut être employée pour explorer l'affectivité et l'émotivité, qui constituent la résonance de l'être par rapport à lui-même, et rattachent l'être individué à la réalité préindividuelle qui est associée à lui, comme l'unité tropistique et la perception le rattachent au milieu. Le psychisme est fait d'individuations successives permettant à l'être de résoudre les états problématiques correspondant à la permanente mise en communication du plus grand et du plus petit que lui.

Mais le psychisme ne peut se résoudre au niveau de l'être individué seul ; il est le fondement de la participation à une individuation plus vaste, celle du collectif ; l'être individuel seul, se mettant en question lui-même, ne peut aller au-delà des limites de l'angoisse, opération sans action, émotion permanente qui n'arrive pas à résoudre l'affectivité, épreuve par laquelle l'être individué explore ses dimensions d'être sans pouvoir les dépasser. *Au collectif pris comme axiomatique résolvant la problématique psychique correspond la notion de transindividuel.*

Un tel ensemble de réformes des notions est soutenu par l'hypothèse d'après laquelle une information n'est jamais relative à une réalité unique et homogène, mais à deux ordres en état de *disparation* : l'information, que ce soit au niveau de l'unité tropistique ou au niveau du transindividuel, n'est jamais déposée dans une forme pouvant être donnée ; elle est la tension entre deux réels disparates, elle est *la signification qui surgira lorsqu'une opération d'individuation découvrira la dimension selon laquelle deux réels disparates peuvent devenir système* ; l'information est donc une amorçe d'individuation, une *exigence d'individuation*, elle n'est jamais chose donnée ; il n'y a pas d'unité et d'identité de l'information, car l'information n'est pas un *terme* ; elle suppose tension d'un système d'être ; elle ne peut être qu'inhérente à une problématique ; l'information est *ce par quoi l'incompatibilité du système non résolu devient dimension organisatrice dans la résolution* ; l'information suppose un *changement de phase d'un système* car elle suppose un premier état préindividuel qui s'individue selon l'organisation découverte ; l'information est la formule de l'individuation, formule qui ne peut préexister à cette individuation ; on pourrait dire que l'information est toujours au présent, actuelle, car elle est le sens selon lequel un système s'individue<sup>8</sup>.

La conception de l'être sur laquelle repose cette étude est la suivante : l'être ne possède pas une unité d'identité, qui est celle de l'état stable dans lequel aucune transformation n'est possible ; l'être possède une *unité transductive* ; c'est-à-dire qu'il peut se déphaser par rapport à lui-même, se déborder lui-même de part et d'autre de *son centre*. Ce que l'on prend pour *relation ou dualité de principes* est en fait étalement de l'être, qui est plus qu'unité et plus qu'identité ; le devenir est une dimension de l'être, non ce qui lui advient selon une succession qui serait subie par un être primitivement donné et substantiel. L'individuation doit être saisie comme devenir de l'être, et non comme modèle de l'être qui en épuiserait la signification. L'être individué n'est pas tout l'être ni l'être premier ; *au lieu de saisir l'individuation à partir de l'être indi-*

8. Cette affirmation ne conduit pas à contester la validité des théories quantitatives de l'information et des mesures de la complexité, mais elle suppose un état fondamental – celui de l'être préindividuel – antérieur à toute dualité de l'émetteur et du récepteur, donc à tout message transmis. Ce qui reste de cet état fondamental dans le cas classique de l'information transmise comme message, ce n'est pas la source de l'information, mais la condition primordiale sans laquelle il n'y a pas d'effet d'information, donc pas d'information : la métastabilité du récepteur, qu'il soit être technique ou individu vivant. On peut nommer cette information « information première ».

vidué, il faut saisir l'être individué à partir de l'individuation et l'individuation, à partir de l'être préindividuel, réparti selon plusieurs ordres de grandeur.

L'intention de cette étude est donc d'étudier les formes, modes et degrés de l'individuation pour replacer l'individu dans l'être, selon les trois niveaux physique, vital, psycho-social. Au lieu de supposer des substances pour rendre compte de l'individuation, nous prenons les différents régimes d'individuation pour fondement des domaines tels que matière, vie, esprit, société. La séparation, l'étagement, les relations de ces domaines apparaissent comme des aspects de l'individuation selon ses différentes modalités ; aux notions de substance, de forme, de matière, se substituent les notions plus fondamentales d'information première, de résonance interne, de potentiel énergétique, d'ordres de grandeur.

Mais, pour que cette modification de notions soit possible, il faut faire intervenir à la fois une méthode et une notion nouvelles. La méthode consiste à ne pas essayer de composer l'essence d'une réalité au moyen d'une relation *conceptuelle* entre deux termes extrêmes, et à considérer toute véritable relation comme ayant rang d'être. La relation est une modalité de l'être ; elle est simultanée par rapport aux termes dont elle assure l'existence. Une relation doit être saisie comme relation dans l'être, relation de l'être, manière d'être et non simple rapport entre deux termes que l'on pourrait adéquatement connaître au moyen de concepts parce qu'ils auraient une existence effectivement séparée. C'est parce que les termes sont conçus comme substances que la relation est rapport de termes, et l'être est séparé en termes parce que l'être est primitivement, antérieurement à tout examen de l'individuation, conçu comme substance. Par contre, si la substance cesse d'être le modèle de l'être, il est possible de concevoir la relation comme non-identité de l'être par rapport à lui-même, inclusion en l'être d'une réalité qui n'est pas seulement identique à lui, si bien que l'être en tant qu'être, antérieurement à toute individuation, peut être saisi comme plus qu'unité et plus qu'identité<sup>9</sup>. Une telle méthode suppose un postulat de nature ontologique : au niveau de l'être saisi avant toute individuation, le principe du tiers exclu et le principe d'identité ne s'appliquent pas ; ces principes ne s'appliquent qu'à l'être déjà individué, et ils définissent un être appauvri, séparé en milieu et individu ; ils ne s'appliquent pas alors au tout de l'être, c'est-à-dire à l'ensemble formé ultérieurement par l'individu et le milieu, mais seulement à ce qui, de l'être préindividuel, est devenu individu. En ce sens, la logique classique ne peut être employée pour penser l'individuation, car elle oblige à penser l'opération d'individuation avec des concepts et des rapports entre concepts qui ne s'appliquent qu'aux résultats de l'opération d'individuation, considérés de manière partielle.

De l'emploi de cette méthode considérant le principe d'identité et le principe du tiers exclu comme trop étroits se dégage une notion possédant une multitude d'aspects et de domaines d'application : celle de *transduction*. Nous entendons par transduction une opération, physique, biologique, mentale, sociale, par laquelle une activité se propage de proche en proche à l'intérieur d'un domaine, en fondant cette propagation sur une structuration du domaine opérée de place en place : chaque région de structure constituée sert à la région suivante de principe de constitution, si bien qu'une modification s'étend ainsi progressivement en même temps que cette opération structurante.

9. Particulièrement, la pluralité des ordres de grandeur, l'absence primordiale de communication interactive entre ces ordres fait partie d'une telle saisie de l'être.

Un cristal qui, à partir d'un germe très petit, grossit et s'étend selon toutes les directions dans son eau-mère fournit l'image la plus simple de l'opération transductive : chaque couche moléculaire déjà constituée sert de base structurante à la couche en train de se former ; le résultat est une structure réticulaire amplificante. L'opération transductive est une individuation en progrès ; elle peut, dans le domaine physique, s'effectuer de la manière la plus simple sous forme d'itération progressive ; mais elle peut, en des domaines plus complexes, comme les domaines de métastabilité vitale ou de problématique psychique, avancer avec un pas constamment variable, et s'étendre dans un domaine d'hétérogénéité ; il y a transduction lorsqu'il y a activité partant d'un centre de l'être, structural et fonctionnel, et s'étendant en diverses directions à partir de ce centre, comme si de multiples dimensions de l'être apparaissaient autour de ce centre ; la transduction est apparition corrélative de dimensions et de structures dans un être en état de tension préindividuelle, c'est-à-dire dans un être qui est plus qu'unité et plus qu'identité, et qui ne s'est pas encore déphasé par rapport à lui-même en dimensions multiples. Les termes extrêmes atteints par l'opération transductive ne préexistent pas à cette opération ; son dynamisme provient de la primitive tension du système de l'être hétérogène qui se déphase et développe des dimensions selon lesquelles il se structure ; il ne vient pas d'une tension entre les termes qui seront atteints et déposés aux extrêmes limites de la transduction<sup>10</sup>. La transduction peut être une opération vitale ; elle exprime en particulier le sens de l'individuation organique ; elle peut être opération psychique et procédé logique effectif, bien qu'elle ne soit nullement limitée à la pensée logique. Dans le domaine du savoir, elle définit la véritable démarche de l'invention, qui n'est ni inductive ni déductive, mais transductive, c'est-à-dire qui correspond à une découverte des dimensions selon lesquelles une problématique peut être définie ; elle est l'opération analogique en ce qu'elle a de valide. Cette notion peut être employée pour penser les différents domaines d'individuation : elle s'applique à tous les cas où une individuation se réalise, manifestant la genèse d'un tissu de rapports fondés sur l'être. La possibilité d'employer une transduction analogique pour penser un domaine de réalité indique que ce domaine est effectivement le siège d'une structuration transductive. La transduction correspond à cette existence de rapports prenant naissance lorsque l'être préindividuel s'individue ; elle exprime l'individuation et permet de la penser ; c'est donc une notion à la fois métaphysique et logique ; *elle s'applique à l'ontogénèse et est l'ontogénèse même*. Objectivement, elle permet de comprendre les conditions systématiques de l'individuation, la résonance interne<sup>11</sup>, la problématique psychique. Logiquement, elle peut être employée comme fondement d'une nouvelle espèce de paradigmatisme analogique, pour passer de l'individuation physique à l'individuation organique, de l'individuation organique à l'individuation psychique, et de l'individuation psychique au transindividuel subjectif et objectif, ce qui définit le plan de cette recherche.

10. Il exprime au contraire l'hétérogénéité primordiale de deux échelles de réalité, l'une plus grande que l'individu – le système de totalité métastable –, l'autre plus petite que lui, comme une matière. Entre ces deux ordres de grandeur primordiaux se développe l'individu par un processus de communication amplificante dont la transduction est le mode le plus primitif, existant déjà dans l'individuation physique.

11. La résonance interne est le mode le plus primitif de la communication entre des réalités d'ordres différents ; elle contient un double processus d'amplification et de condensation.

On pourrait sans aucun doute affirmer que la transduction ne saurait être présentée comme procédé logique ayant valeur de preuve ; aussi bien, nous ne voulons pas dire que la transduction est un procédé logique au sens courant du terme ; elle est un procédé mental, et plus encore qu'un procédé une démarche de l'esprit qui découvre. Cette démarche consiste à *suivre l'être dans sa genèse*, à accomplir la genèse de la pensée en même temps que s'accomplit la genèse de l'objet. Dans cette recherche, elle est appelée à jouer un rôle que la dialectique ne pourrait jouer, parce que l'étude de l'opération d'individuation ne semble pas correspondre à l'apparition du négatif comme seconde étape, mais à une immanence du négatif dans la condition première sous forme ambivalente de tension et d'incompatibilité ; c'est ce qu'il y a de plus positif dans l'état de l'être préindividuel, à savoir l'existence de potentiels, qui est aussi la cause de l'incompatibilité et de la non-stabilité de cet état ; le négatif est premier comme incompatibilité ontogénétique, mais il est l'autre face de la richesse en potentiels ; il n'est donc pas un négatif substantiel ; il n'est jamais étape ou phase, et l'individuation n'est pas synthèse, retour à l'unité, mais déphasage de l'être à partir de son centre préindividuel d'incompatibilité potentialisée. Le temps lui-même, dans cette perspective ontogénétique, est considéré comme expression de la *dimensionnalité de l'être s'individuant*.

La transduction n'est donc pas seulement démarche de l'esprit ; elle est aussi intuition, puisqu'elle est ce par quoi une structure apparaît dans un domaine de problématique comme apportant la résolution des problèmes posés. Mais à l'inverse de la *déduction*, la transduction ne va pas chercher ailleurs un principe pour résoudre le problème d'un domaine : elle tire la structure résolutrice des tensions mêmes de ce domaine, comme la solution sursaturée se cristallise grâce à ses propres potentiels et selon l'espèce chimique qu'elle renferme, non par apport de quelque forme étrangère. Elle n'est pas non plus comparable à l'*induction*, car l'induction conserve bien les caractères des termes de réalité compris dans le domaine étudié, tirant les structures de l'analyse de ces termes eux-mêmes, mais elle ne conserve que ce qu'il y a de positif, c'est-à-dire *ce qu'il y a de commun* à tous les termes, éliminant ce qu'ils ont de singulier ; la transduction est, au contraire, une découverte de dimensions dont le système fait communiquer celles de chacun des termes, et telles que la réalité complète de chacun des termes du domaine puisse venir s'ordonner sans perte, sans réduction, dans les structures nouvelles découvertes ; la transduction résolutrice *opère l'inversion du négatif en positif* : ce par quoi les termes ne sont pas identiques les uns aux autres, ce par quoi ils sont *disparates* (au sens que prend ce terme en théorie de la vision) est intégré au système de résolution et devient condition de signification ; il n'y a pas appauvrissement de l'information contenue dans les termes ; la transduction se caractérise par le fait que le résultat de cette opération est un tissu concret comprenant tous les termes initiaux ; le système résultant est fait de concret, et comprend tout le concret ; l'ordre transductif conserve tout le concret et se caractérise par la *conservation de l'information*, tandis que l'induction nécessite une perte d'information ; de même que la démarche dialectique, la transduction conserve et intègre les aspects opposés ; à la différence de la démarche dialectique, la transduction ne suppose pas l'existence d'un temps préalable comme cadre dans lequel la genèse se déroule, le temps lui-même étant solution, dimension de la systématique découverte : *le temps sort du préindividuel comme les autres dimensions selon lesquelles l'individuation s'effectue*<sup>12</sup>.

12. Cette opération est parallèle à celle de l'individuation vitale : un végétal institue une médiation entre un ordre cosmique et un ordre infra-moléculaire, classant et répartissant les espèces chimiques contenues

Or, pour penser l'opération transductive, qui est le fondement de l'individuation à ses divers niveaux, la notion de forme est insuffisante. La notion de forme fait partie du même système de pensée que celle de substance, ou celle de rapport comme relation postérieure à l'existence des termes : ces notions ont été élaborées à partir des résultats de l'individuation ; elles ne peuvent saisir qu'un réel appauvri, sans potentiels, et par conséquent incapable de s'individualuer.

*La notion de forme doit être remplacée par celle d'information*, qui suppose l'existence d'un système en état d'équilibre métastable pouvant s'individualuer ; l'information, à la différence de la forme, n'est jamais un terme unique, mais la signification qui surgit d'une disparation. La notion ancienne de forme, telle que la livre le schéma hylémorphique, est trop indépendante de toute notion de système et de métastabilité. Celle que la Théorie de la Forme a donnée comporte au contraire la notion de système, et est définie comme l'état vers lequel tend le système lorsqu'il trouve son équilibre : elle est une résolution de tension. Malheureusement, un paradigmatisme physique trop sommaire a amené la Théorie de la Forme à ne considérer comme état d'équilibre d'un système pouvant résoudre des tensions que l'état d'équilibre stable : la Théorie de la Forme a ignoré la métastabilité. Nous voudrions reprendre la Théorie de la Forme, et, au moyen de l'introduction d'une condition quantique, montrer que les problèmes posés par la Théorie de la Forme ne peuvent pas être directement résolus au moyen de la notion d'équilibre stable, mais seulement au moyen de celle d'équilibre métastable ; la Bonne Forme n'est plus alors la forme simple, la forme géométrique prégnante, mais *la forme significative*, c'est-à-dire celle qui établit un ordre transductif à l'intérieur d'un système de réalité comportant des potentiels. Cette bonne forme est celle qui maintient le niveau énergétique du système, conserve ses potentiels en les compatibilisant : elle est la structure de compatibilité et de viabilité, elle est la dimensionnalité inventée selon laquelle il y a compatibilité sans dégradation<sup>13</sup>. La notion de Forme mérite alors d'être remplacée par celle d'information. Au cours de ce remplacement, la notion d'information ne doit jamais être ramenée aux signaux ou supports ou véhicules d'information, *comme tend à le faire la théorie technologique de l'information, tirée d'abord par abstraction de la technologie des transmissions*. La notion pure de forme doit donc être sauvée deux fois d'un paradigmatisme technologique trop sommaire : une première fois, relativement à la culture ancienne, à cause de l'usage réducteur qui est fait de cette notion dans le *schéma hylémorphique* ; une seconde fois, à l'état de notion d'information, pour sauver l'information comme signification de la *théorie technologique* de l'information, dans la culture moderne. Car c'est bien, dans les théories successives de l'hylémorphisme, de la Bonne Forme, puis de l'information, la même visée que l'on retrouve : celle qui cherche à découvrir l'inhérence des significations à l'être ; cette inhérence, nous voudrions la découvrir dans l'opération d'individuation.

Ainsi, une étude de l'individuation peut tendre vers une réforme des notions philosophiques fondamentales, car il est possible de considérer l'individuation comme ce

---

dans le sol et dans l'atmosphère au moyen de l'énergie lumineuse reçue dans la photosynthèse. Il est un nœud interélémentaire, et il se développe comme résonance interne de ce système préindividuel fait de deux couches de réalité primitivement sans communication. Le nœud inter-élémentaire fait un travail intra-élémentaire.

13. La forme apparaît ainsi comme la communication active, la résonance interne qui opère l'individuation : elle apparaît avec l'individu.

qui, de l'être, doit être connu en premier. Avant même de se demander comment il est légitime ou non légitime de porter des jugements sur les êtres, on peut considérer que l'être se dit en deux sens : en un premier sens, fondamental, l'être est en tant qu'il est ; mais en un second sens, toujours superposé au premier dans la théorie logique, l'être est l'être en tant qu'il est individué. S'il était vrai que la logique ne porte sur les énonciations relatives à l'être qu'après individuation, une théorie de l'être antérieure à toute logique devrait être instituée ; cette théorie pourrait servir de fondement à la logique, car rien ne prouve d'avance que l'être soit individué d'une seule manière possible : si plusieurs types d'individuation existaient, plusieurs logiques devraient aussi exister, chacune correspondant à un type défini d'individuation. La classification des ontogénèses permettrait de *pluraliser la logique* avec un fondement valide de pluralité. Quant à l'axiomatisation de la connaissance de l'être préindividuel, elle ne peut être contenue dans une logique préalable, car aucune norme, aucun système détaché de son contenu ne peuvent être définis : seule l'individuation de la pensée peut, en s'accomplissant, accompagner l'individuation des êtres autres que la pensée ; ce n'est donc pas une connaissance immédiate ni une connaissance médiate que nous pouvons avoir de l'individuation, mais une connaissance qui est une opération parallèle à l'opération connue ; nous ne pouvons, au sens habituel du terme, *connaître l'individuation* ; nous pouvons seulement individuer, nous individuer, et individuer en nous ; cette saisie est donc, en marge de la connaissance proprement dite, une analogie entre deux opérations, ce qui est un certain mode de communication. L'individuation du réel extérieur au sujet est saisie par le sujet grâce à l'individuation analogique de la connaissance dans le sujet ; mais c'est *par l'individuation de la connaissance* et non par la connaissance seule que l'individuation des êtres non sujets est saisie. Les êtres peuvent être connus par la connaissance du sujet, mais l'individuation des êtres ne peut être saisie que par l'individuation de la connaissance du sujet.

PREMIÈRE PARTIE

*L'individuation physique*



## Chapitre premier

# Forme et matière

### I. — FONDEMENTS DU SCHEMA HYLÉMORPHIQUE. TECHNOLOGIE DE LA PRISE DE FORME

#### 1. Les conditions de l'individuation

Les notions de forme et de matière ne peuvent aider à résoudre le problème de l'individuation que si elles sont premières par rapport à sa position. Si par contre on découvrirait que le système hylémorphique exprime et contient le problème de l'individuation, il faudrait, sous peine de s'enfermer dans une pétition de principe, considérer la recherche du principe d'individuation comme logiquement antérieure à la définition de la matière et de la forme.

Il est difficile de considérer les notions de forme et de matière comme des idées innées. Pourtant, au moment où l'on serait tenté de leur assigner une origine technologique, on est arrêté par la remarquable capacité de généralisation que possèdent ces notions. Ce n'est pas seulement l'argile et la brique, le marbre et la statue qui peuvent être pensés selon le schème hylémorphique, mais aussi un grand nombre de faits de formation, de genèse, et de composition, dans le monde vivant et le domaine psychique. La force logique de ce schème est telle qu'Aristote a pu l'utiliser pour soutenir un système universel de classification qui s'applique au réel aussi bien selon la voie logique que selon la voie physique, en assurant l'accord de l'ordre logique et de l'ordre physique, et en autorisant la connaissance inductive. Le rapport même de l'âme et du corps peut être pensé selon le schème hylémorphique.

Une base aussi étroite que celle de l'opération technologique paraît difficilement pouvoir soutenir un paradigme ayant une pareille force d'universalité. Il convient donc, pour examiner le fondement du schème hylémorphique, d'apprécier le sens et la portée du rôle joué dans sa genèse par l'expérience technique.

Le caractère technologique de l'origine d'un schème n'invalide pas ce schème, à la condition toutefois que l'opération qui sert de base à la formation des concepts utilisés passe entièrement et s'exprime sans altération dans le schème abstrait. Si, au contraire, l'abstraction s'effectue de manière infidèle et sommaire, en masquant un des dynamismes fondamentaux de l'opération technique, le schème est faux. Au lieu d'avoir une véritable valeur paradigmatique, il n'est plus qu'une comparaison, un rapprochement plus ou moins rigoureux selon les cas.

Or, dans l'opération technique qui donne naissance à un objet ayant forme et matière, comme une brique d'argile, le dynamisme réel de l'opération est fort éloigné

de pouvoir être représenté par le couple forme-matière. La forme et la matière du schéma hylémorphique sont une forme et une matière abstraites. L'être défini que l'on peut montrer, cette brique en train de sécher sur cette planche, ne résulte pas de la réunion d'une matière quelconque et d'une forme quelconque. Que l'on prenne du sable fin, qu'on le mouille et qu'on le mette dans un moule à briques : au démoulage, on obtiendra un tas de sable, et non une brique. Que l'on prenne de l'argile et qu'on la passe au laminoir ou à la filière : on n'obtiendra ni plaque ni fils, mais un amoncellement de feuilletés brisés et de courts segments cylindriques. L'argile, conçue comme support d'une indéfinie plasticité, est la matière abstraite. Le parallélépipède rectangle, conçu comme forme de la brique, est une forme abstraite. La brique concrète ne résulte pas de l'union de la plasticité de l'argile et du parallélépipède. Pour qu'il puisse y avoir *une* brique parallélépipédique, un individu existant réellement, il faut qu'une *opération* technique effective institue une médiation entre une masse déterminée d'argile et cette notion de parallélépipède. Or, l'opération technique de moulage ne se suffit pas à elle-même ; de plus, elle n'institue pas une médiation directe entre une masse déterminée d'argile et la forme abstraite du parallélépipède<sup>1</sup> ; la médiation est préparée par deux chaînes d'opérations préalables qui font converger matière et forme vers une opération commune. Donner une forme à de l'argile, ce n'est pas imposer la forme parallélépipédique à de l'argile brute : c'est tasser de l'argile préparée dans un moule fabriqué. Si on part des deux bouts de la chaîne technologique, le parallélépipède et l'argile dans la carrière, on éprouve l'impression de réaliser, dans l'opération technique, une rencontre entre deux réalités de domaines hétérogènes, et d'instituer une médiation, par communication, entre un ordre interélémentaire, macrophysique, plus grand que l'individu, et un ordre intra-élémentaire, microphysique, plus petit que l'individu.

Précisément, dans l'opération technique, c'est la médiation elle-même qu'il faut considérer : elle consiste, dans le cas choisi, à faire qu'un bloc d'argile préparée remplisse sans vide un moule et, après démoulage, sèche en conservant sans fissures ni pulvérulence ce contour défini. Or, la préparation de l'argile et la construction du moule sont déjà une médiation active entre l'argile brute et la forme géométrique imposable. Le moule est construit de manière à pouvoir être ouvert et fermé sans endommager son contenu. Certaines formes de solides, géométriquement concevables, ne sont devenues réalisables qu'avec des artifices très complexes et subtils. L'art de construire les moules est, de nos jours encore, un des aspects les plus délicats de la fonderie. Le moule, d'ailleurs, n'est pas seulement construit ; il est aussi préparé : un revêtement défini, un saupoudrage sec éviteront que l'argile humide n'adhère aux parois au moment du démoulage, en se désagrégant ou en formant des criques. Pour donner une forme, il faut construire *tel* moule *défini*, préparé de *telle* façon, avec *telle* espèce de matière. Il existe donc un premier cheminement qui va de la forme géométrique au moule concret, matériel, parallèle à l'argile, existant de la même manière qu'elle, posé à côté d'elle, dans l'ordre de grandeur du manipulable. Quant à l'argile, elle est soumise elle aussi à une préparation ; en tant que matière brute, elle est ce que la pelle soulève du gisement au bord du marécage, avec des racines de jonc,

1. C'est-à-dire entre la réalité d'un ordre de grandeur supérieur au futur individu, recelant les conditions énergétiques du moulage, et la réalité-matière, qui est, grain par grain, dans sa disponibilité, d'un ordre de grandeur inférieur à celui du futur individu, la brique réelle.

des grains de gravier. Séchée, broyée, tamisée, mouillée, longuement pétrie, elle devient cette pâte homogène et consistante ayant une assez grande plasticité pour pouvoir épouser les contours du moule dans lequel on la presse, et assez ferme pour conserver ce contour pendant le temps nécessaire pour que la plasticité disparaisse. En plus de la purification, la préparation de l'argile a pour fin d'obtenir l'homogénéité et le degré d'humidité le mieux choisi pour concilier plasticité et consistance. Il y a dans l'argile brute une aptitude à devenir masse plastique à la dimension de la future brique en raison des propriétés colloïdales des hydrosilicates d'alumine : ce sont ces propriétés colloïdales qui rendent efficaces les gestes de la demi-chaîne technique aboutissant à l'argile préparée ; la réalité moléculaire de l'argile et de l'eau qu'elle absorbe s'ordonne par la préparation de manière à pouvoir se conduire au cours de l'individuation comme une totalité homogène à l'échelon de la brique en train d'apparaître. L'argile préparée est celle en laquelle chaque molécule sera effectivement mise en communication, quelle que soit sa place par rapport aux parois du moule, avec l'ensemble des poussées exercées par ces parois. Chaque molécule intervient au niveau du futur individu, et entre ainsi en communication interactive avec l'ordre de grandeur supérieur à l'individu. De son côté, l'autre demi-chaîne technique descend vers le futur individu ; la forme parallélépipédique n'est pas n'importe quelle forme ; elle contient déjà un certain schématisme qui peut diriger la construction du moule, qui est un ensemble d'opérations cohérentes contenues à l'état implicite ; l'argile n'est pas seulement passivement déformable ; elle est activement plastique, parce qu'elle est colloïdale ; sa faculté de recevoir une forme ne se distingue pas de celle de la garder, parce que recevoir et garder ne font qu'un : subir une déformation sans fissure et avec cohérence des chaînes moléculaires. La préparation de l'argile est la constitution de cet état d'égalité de distribution des molécules, de cet arrangement en chaînes ; la mise en forme est déjà commencée au moment où l'artisan brasse la pâte avant de l'introduire dans le moule. Car la forme n'est pas seulement le fait d'être parallélépipédique ; elle est aussi le fait d'être sans fissure dans le parallélépipède, sans bulle d'air, sans crique : la cohésion fine est le résultat d'une mise en forme ; et cette mise en forme n'est que l'exploitation des caractères colloïdaux de l'argile. Avant toute élaboration, l'argile, dans le marais, est déjà en forme, car elle est déjà colloïdale. Le travail de l'artisan utilise cette forme élémentaire sans laquelle rien ne serait possible, et qui est homogène par rapport à la forme du moule : il y a seulement, dans les deux demi-chaînes techniques, un changement d'échelle. Dans le marécage, l'argile a bien ses propriétés colloïdales, mais elles y sont molécule par molécule, ou grain par grain ; cela est déjà de la forme, et c'est ce qui plus tard maintiendra la brique homogène et bien moulée. La qualité de la matière est source de forme, élément de forme que l'opération technique fait changer d'échelle. Dans l'autre demi-chaîne technique, la forme géométrique se concrétise, devient dimension du moule, bois assemblés, bois saupoudrés ou bois mouillés<sup>2</sup>. L'opération technique prépare deux demi-chaînes de transformations qui se rencontrent en un certain point, lorsque les deux objets élaborés ont des caractères compatibles, sont à la même échelle ; cette mise en relation n'est pas

2. Le moule, ainsi, n'est pas seulement le moule, mais le terme de la chaîne technique interélémentaire, qui comporte de vastes ensembles enfermant le futur individu (ouvrier, atelier, presse, argile) et contenant de l'énergie potentielle. Le moule totalise et cumule ces relations inter-élémentaires, comme l'argile préparée totalise et cumule les interactions moléculaires intra-élémentaires des hydrosilicates d'alumine.

unique et inconditionnelle ; elle peut se faire par étapes ; ce que l'on considère comme la mise en forme unique n'est souvent que le dernier épisode d'une série de transformations ; quand le bloc d'argile reçoit la déformation finale qui lui permet de remplir le moule, ses molécules ne se réorganisent pas totalement et d'un seul coup ; elles se déplacent peu les unes par rapport aux autres ; leur topologie se maintient, il ne s'agit que d'une dernière déformation globale. Or, cette déformation globale n'est pas seulement une mise en forme de l'argile par son contour. L'argile donne une brique parce que cette déformation opère sur des masses dans lesquelles les molécules sont déjà arrangées les unes par rapport aux autres, sans air, sans grain de sable, avec un bon équilibre colloïdal ; si le moule ne gouvernait pas dans une dernière déformation tout cet arrangement antérieur déjà constitué, il ne donnerait aucune forme ; on peut dire que la forme du moule n'opère que sur la forme de l'argile, non sur la matière argile. Le moule limite et stabilise plutôt qu'il n'impose une forme : il donne la fin de la déformation, l'achève en l'interrompant selon un contour défini : il *module* l'ensemble des filets déjà formés : le geste de l'ouvrier qui remplit le moule et tasse la terre continue le geste antérieur de malaxage, d'étirage, de pétrissage : le moule joue le rôle d'un ensemble fixe de mains modelantes, agissant comme des mains pétrissantes arrêtées. On pourrait faire une brique sans moule, avec les mains, en prolongeant le pétrissage par un façonnage qui le continuerait sans rupture. La matière est matière parce qu'elle recèle une propriété positive qui lui permet d'être modelée. Etre modelée, ce n'est pas subir des déplacements arbitraires, mais ordonner sa plasticité selon des forces définies qui stabilisent la déformation. L'opération technique est *médiation* entre un ensemble interélémentaire et un ensemble intra-élémentaire. La forme pure contient déjà des gestes, et la matière première est capacité de devenir ; les gestes contenus dans la forme rencontrent le devenir de la matière et le modulent. Pour que la matière puisse être modulée dans son devenir, il faut qu'elle soit, comme l'argile au moment où l'ouvrier la presse dans le moule, de la réalité déformable, c'est-à-dire de la réalité qui n'a pas une forme définie, mais toutes les formes indéfiniment, dynamiquement, parce que cette réalité, en même temps qu'elle possède inertie et consistance, est dépositaire de force, au moins pendant un instant, et s'identifie point par point à cette force ; pour que l'argile remplisse le moule, il ne suffit pas qu'elle soit plastique : il faut qu'elle transmette la pression que lui imprime l'ouvrier, et que chaque point de sa masse soit un centre de forces ; l'argile se pousse dans le moule qu'elle remplit ; elle propage avec elle dans sa masse l'énergie de l'ouvrier. Pendant le temps du remplissage, une énergie potentielle s'actualise<sup>3</sup>. Il faut que l'énergie qui pousse l'argile existe, dans le système moule-main-argile, sous forme potentielle, afin que l'argile remplisse tout l'espace vide, se développant dans n'importe quelle direction, arrêtée seulement par les bords du moule. Les parois du moule interviennent alors non pas du tout comme structures géométriques matérialisées, mais point par point en tant que lieux fixes qui ne laissent pas avancer l'argile en expansion et opposent à la pression qu'elle développe une force égale et de sens contraire (principe de la réaction), sans effectuer aucun travail, puisqu'ils ne se déplacent pas. Les parois du moule jouent par rapport à un élément d'argile le même rôle

3. Cette énergie exprime l'état macroscopique du système contenant le futur individu ; elle est d'origine interélémentaire ; or, elle entre en communication interactive avec chaque molécule de la matière, et c'est de cette communication que sort la forme, contemporaine de l'individu.

qu'un élément de cette argile par rapport à un autre élément voisin : la pression d'un élément par rapport à un autre au sein de la masse est presque aussi forte que celle d'un élément de paroi par rapport à un élément de la masse ; la seule différence réside en ce fait que la paroi ne se déplace pas, alors que les éléments de l'argile peuvent se déplacer les uns par rapport aux autres et par rapport aux parois<sup>4</sup>. Une énergie potentielle se traduisant au sein de l'argile par des forces de pression s'actualise pendant le remplissage. La matière véhicule avec elle l'énergie potentielle s'actualisant ; la forme, représentée ici par le moule, joue un rôle informant en exerçant des forces sans travail, forces qui limitent l'actualisation de l'énergie potentielle dont la matière est momentanément porteuse. Cette énergie peut, en effet, s'actualiser selon telle ou telle direction, avec telle ou telle rapidité : la forme limite. La relation entre matière et forme ne se fait donc pas entre matière inerte et forme venant du dehors : il y a opération commune et à un même niveau d'existence entre matière et forme ; ce niveau commun d'existence, c'est celui de la *force*, provenant d'une énergie momentanément véhiculée par la matière, mais tirée d'un état du système interélémentaire total de dimension supérieure, et exprimant les limitations individuantes. L'opération technique constitue deux demi-chaînes qui, à partir de la matière brute et de la forme pure, s'acheminent l'une vers l'autre et se réunissent. Cette réunion est rendue possible par la congruence dimensionnelle des deux bouts de la chaîne ; les maillons successifs d'élaboration transfèrent des caractères sans en créer de nouveaux : ils établissent seulement des changements d'ordre de grandeur, de niveaux, et d'état (par exemple le passage de l'état moléculaire à l'état molaire, de l'état sec à l'état humide) ; ce qu'il y a au bout de la demi-chaîne matérielle, c'est l'aptitude de la matière à véhiculer point par point une énergie potentielle qui peut provoquer un mouvement en un sens indéterminé ; ce qu'il y a au bout de la demi-chaîne formelle, c'est l'aptitude d'une structure à conditionner un mouvement sans accomplir un travail, par un jeu de forces qui ne déplacent pas leur point d'application. Cette affirmation n'est pas rigoureusement vraie cependant ; pour que le moule puisse limiter l'expansion de la terre plastique et diriger statiquement cette expansion, il faut que les parois du moule développent une force de réaction égale à la poussée de la terre ; la terre reflue et s'écrase, comblant les vides, lorsque la réaction des parois du moule est légèrement plus élevée que les forces qui s'exercent en d'autres sens à l'intérieur de la masse de terre ; quand le moule est rempli complètement, au contraire, les pressions internes sont partout égales aux forces de réaction des parois, si bien qu'aucun mouvement ne peut plus s'opérer. La réaction des parois est donc la force statique qui dirige l'argile au cours du remplissage, en prohibant l'expansion selon certaines directions. Cependant, les forces de réaction ne peuvent exister que par suite d'une très petite flexion élastique des parois ; on peut dire que, du point de vue de la matière, la paroi formelle est la limite à partir de laquelle un déplacement dans un sens déterminé n'est possible qu'au prix d'un très gros accroissement de travail ; mais pour que cette condition de l'accroissement de travail soit efficace, il faut qu'elle commence à être réalisée, avant que l'équilibre ne se rompe et que la matière ne prenne d'autres directions dans lesquelles elle n'est pas limitée, poussée par l'énergie qu'elle véhicule avec elle et actualise en avançant ; il faut donc qu'il existe un léger travail des parois du moule, celui qui cor-

4. Ainsi l'individu se constitue par cet acte de communication, au sein d'une société de particules en interaction réciproque, entre toutes les molécules et l'action de moulage.

respond au faible déplacement du point d'application des forces de réaction. Mais ce travail *ne s'ajoute pas* à celui que produit l'actualisation de l'énergie véhiculée par l'argile ; il ne s'en retranche pas non plus : il n'interfère pas avec lui ; il peut d'ailleurs être aussi réduit qu'on le veut ; un moule en bois mince se déforme notablement sous la pression brusque de l'argile, puis revient progressivement en place ; un moule en bois épais se déplace moins ; un moule en silex ou en fonte se déplace extrêmement peu. De plus, le travail positif de remise en place compense en grande partie le travail négatif de déformation. Le moule peut avoir une certaine élasticité ; il doit seulement n'être pas plastique. C'est en tant que *forces* que matière et forme sont mises en présence. La seule différence entre le régime de ces forces pour la matière et pour la forme réside en ce que les forces de la matière proviennent d'une énergie véhiculée par la matière et toujours disponible, tandis que les forces de la forme sont des forces qui ne produisent qu'un très faible travail, et interviennent comme limites de l'actualisation de l'énergie de la matière. Ce n'est pas dans l'instant infiniment court, mais dans le devenir, que forme et matière diffèrent ; la forme n'est pas véhicule d'énergie potentielle ; la matière n'est matière informable que parce qu'elle peut être point par point le véhicule d'une énergie qui s'actualise<sup>5</sup> ; le traitement préalable de la matière brute a pour fonction de rendre la matière support homogène d'une énergie potentielle définie ; c'est par cette énergie potentielle que la matière devient ; la forme, elle, ne devient pas. Dans l'opération instantanée, les forces qui sont celles de la matière et les forces qui proviennent de la forme ne diffèrent pas ; elles sont homogènes les unes par rapport aux autres et font partie du même système physique instantané ; mais elles ne font pas partie du même ensemble temporel. Les travaux exercés par les forces de déformation élastique du moule ne sont plus rien après le moulage ; ils se sont annulés, ou se sont dégradés en chaleur, et n'ont rien produit à l'ordre de grandeur du moule. Au contraire, l'énergie potentielle de la matière s'est actualisée à l'ordre de grandeur de la masse d'argile en donnant une répartition des masses élémentaires. Voilà pourquoi le traitement préalable de l'argile prépare cette actualisation : il rend la molécule solidaire des autres molécules, et l'ensemble déformable, pour que chaque parcelle participe également à l'énergie potentielle dont l'actualisation est le moulage ; il est essentiel que toutes les parcelles, sans discontinuité ni privilège, aient les mêmes chances de se déformer dans n'importe quel sens ; un grumeau, une pierre, sont des domaines de non-participation à cette potentialité qui s'actualise en localisant son support : ils sont des singularités parasites.

Le fait qu'il y ait un moule, c'est-à-dire des limites de l'actualisation, crée dans la matière un état de réciprocité des forces conduisant à l'équilibre ; le moule n'agit pas du dehors en imposant une forme ; son action se réverbère dans toute la masse par l'action de molécule à molécule, de parcelle à parcelle ; l'argile en fin de moulage est la masse en laquelle toutes les forces de déformation rencontrent dans tous les sens des forces égales et de sens contraire qui leur font équilibre. *Le moule traduit son existence au sein de la matière en la faisant tendre vers une condition d'équilibre.* Pour

5. Bien que cette énergie soit une énergie d'état, une énergie du système interélémentaire ; c'est en cette interaction des deux ordres de grandeur, au niveau de l'individu, comme rencontre de forces, que consiste la communication entre ordres de grandeur, sous l'égide d'une singularité, principe de forme, amorce d'individuation. La singularité médiatrice est ici le moule ; en d'autres cas, dans la Nature, elle peut être la pierre qui amorce la dune, le gravier qui est le germe d'une île dans un fleuve charriant des alluvions : elle est de niveau intermédiaire entre la dimension interélémentaire et la dimension intra-élémentaire.

que cet équilibre existe il faut qu'en fin d'opération il subsiste une certaine quantité d'énergie potentielle encore inactualisée, contenue dans tout le système. Il ne serait pas exact de dire que la forme joue un rôle statique alors que la matière joue un rôle dynamique ; en fait, pour qu'il y ait système unique de forces, il faut que matière et forme jouent toutes deux un rôle dynamique ; mais cette égalité dynamique n'est vraie que dans l'instant. La forme n'évolue pas, ne se modifie pas, parce qu'elle ne recèle aucune potentialité, alors que la matière évolue. Elle est porteuse de potentialités uniformément répandues et réparties en elle ; l'homogénéité de la matière est l'homogénéité de son devenir possible. Chaque point a autant de chances que tous les autres ; la matière en train de prendre forme est en état de *résonance interne* complète ; ce qui se passe en un point retentit sur tous les autres, le devenir de chaque molécule retentit sur le devenir de toutes les autres en tous les points et dans toutes les directions ; la matière est ce dont les éléments ne sont pas isolés les uns des autres ni hétérogènes les uns par rapport aux autres ; toute hétérogénéité est condition de non-transmission des forces, donc de non-résonance interne. La plasticité de l'argile est sa capacité d'être en état de résonance interne dès qu'elle est soumise à une pression dans une enceinte. Le moule comme limite est ce par quoi l'état de résonance interne est provoqué, mais le moule n'est pas ce à travers quoi la résonance interne est réalisée ; le moule n'est pas ce qui, au sein de la terre plastique, transmet uniformément en tous sens les pressions et les déplacements. On ne peut pas dire que le moule donne forme ; c'est la terre qui prend forme selon le moule, parce qu'elle communique avec l'ouvrier. La *positivité* de cette prise de forme appartient à la terre et à l'ouvrier ; elle est cette résonance interne, le travail de cette résonance interne<sup>6</sup>. Le moule intervient comme condition de fermeture, limite, arrêt d'expansion, direction de médiation. L'opération technique institue la résonance interne dans la matière prenant forme, au moyen de conditions énergétiques et de conditions topologiques ; les conditions topologiques peuvent être nommées forme, et les conditions énergétiques expriment le système entier. La résonance interne est un *état de système* qui exige cette réalisation des conditions énergétiques, des conditions topologiques et des conditions matérielles : la résonance est échange d'énergie et de mouvements dans une enceinte déterminée, communication entre une matière microphysique et une énergie macrophysique à partir d'une singularité de dimension moyenne, topologiquement définie.

## **2. Validité du schème hylémorphique ; la zone obscure du schème hylémorphique ; généralisation de la notion de prise de forme ; modelage, moulage, modulation**

L'opération technique de prise de forme peut donc servir de paradigme pourvu que l'on demande à cette opération d'indiquer les relations véritables qu'elle institue. Or, ces relations ne sont pas établies entre la matière brute et la forme pure, mais entre la matière préparée et la forme matérialisée : l'opération de prise de forme ne suppose pas seulement matière brute et forme, mais aussi énergie ; la forme matérialisée est une forme qui peut agir comme limite, comme frontière topologique d'un système. La

6. A cet instant, la matière n'est plus matière préindividuelle, matière moléculaire, mais déjà individu. L'énergie potentielle qui s'actualise exprime un état de système interélémentaire plus vaste que la matière.

matière préparée est celle qui peut véhiculer les potentiels énergétiques dont la charge la manipulation technique. La forme pure, pour jouer un rôle dans l'opération technique, doit devenir système de points d'application des forces de réaction, pendant que la matière brute devient véhicule homogène d'énergie potentielle. La prise de forme est opération commune de la forme et de la matière dans un système : la condition énergétique est essentielle, et elle n'est pas apportée par la forme seule ; c'est tout le système qui est le siège de l'énergie potentielle, précisément parce que la prise de forme est une opération en profondeur et dans toute la masse, par suite d'un état de réciprocité énergétique de la matière par rapport à elle-même<sup>7</sup>. C'est la répartition de l'énergie qui est déterminante dans la prise de forme, et la convenance mutuelle de la matière et de la forme est relative à la possibilité d'existence et aux caractères de ce système énergétique. La matière est ce qui véhicule cette énergie et la forme ce qui module la répartition de cette même énergie. L'unité matière-forme, au moment de la prise de forme, est dans le régime énergétique.

Le schème hylémorphique ne retient que les extrémités de ces deux demi-chaînes que l'opération technique élabore ; le schématisme de l'opération elle-même est voilé, ignoré. Il y a un trou dans la représentation hylémorphique, faisant disparaître la véritable médiation, l'opération elle-même qui rattache l'une à l'autre les deux demi-chaînes, en instituant un système énergétique, un état qui évolue et doit exister effectivement pour qu'un objet apparaisse avec son éccéité. Le schéma hylémorphique correspond à la connaissance d'un homme qui reste à l'extérieur de l'atelier et ne considère que ce qui y entre et ce qui en sort : pour connaître la véritable relation hylémorphique, il ne suffit pas même de pénétrer dans l'atelier et de travailler avec l'artisan : il faudrait pénétrer dans le moule lui-même pour suivre l'opération de prise de forme aux différents échelons de grandeur de la réalité physique.

Saisie en elle-même, l'opération de prise de forme peut s'effectuer de plusieurs manières, selon différentes modalités apparemment très différentes les unes des autres. La véritable technicité de l'opération de prise de forme dépasse largement les limites conventionnelles qui séparent les métiers et les domaines du travail. Ainsi, il devient possible, par l'étude du régime énergétique de la prise de forme, de rapprocher le moulage d'une brique du fonctionnement d'un relais électronique. Dans un tube électronique de type triode, la « matière » (véhicule d'énergie potentielle qui s'actualise) est le nuage d'électrons sortant de la cathode dans le circuit cathode-anode-effecteur-générateur. La « forme » est ce qui limite cette actualisation de l'énergie potentielle en réserve dans le générateur, c'est-à-dire le champ électrique créé par la différence de potentiel entre la grille de commande et la cathode, qui s'oppose au champ cathode-anode, créé par le générateur lui-même ; ce contre-champ est une limite à l'actualisation de l'énergie potentielle, comme les parois du moule sont une limite pour l'actualisation de l'énergie potentielle du système argile-moule, véhiculée par l'argile dans son déplacement. La différence entre les deux cas réside dans le fait que, pour l'argile, l'opération de prise de forme est finie dans le temps : elle tend, assez lentement (en quelques secondes) vers un état d'équilibre, puis la brique est démoulée ; on utilise l'état d'équilibre en démoulant quand il est atteint. Dans le tube électronique, on emploie un support d'énergie (le nuage d'électrons dans un champ) d'une

7. Cette réciprocité cause une permanente disponibilité énergétique : en un espace très limité peut s'effectuer un travail considérable si une singularité y amorce une transformation.

inertie très faible, si bien que l'état d'équilibre (adéquation entre la répartition des électrons et le gradient du champ électrique) est obtenu en un temps extrêmement court par rapport au précédent (quelques milliardièmes de seconde dans un tube de grande dimension, quelques dixièmes de milliardième de seconde dans les tubes de petite dimension). Dans ces conditions, le potentiel de la grille de commande est utilisé comme *moule variable* ; la répartition du support d'énergie selon ce moule est si rapide qu'elle s'effectue sans retard appréciable pour la plupart des applications : le moule variable sert alors à faire varier dans le temps l'actualisation de l'énergie potentielle d'une source ; on ne s'arrête pas lorsque l'équilibre est atteint, on continue en modifiant le moule, c'est-à-dire la tension de grille : l'actualisation est presque instantanée, il n'y a jamais arrêt pour démoulage, parce que la circulation du support d'énergie équivaut à un *démoulage permanent* : un modulateur est un *moule temporel continu*. La « matière » y est presque uniquement support d'énergie potentielle : elle conserve pourtant toujours une inertie définie, qui empêche le modulateur d'être infiniment rapide. Dans le cas du moule à argile, ce qui, au contraire, est techniquement utilisé est l'état d'équilibre que l'on peut conserver en démolant : on accepte alors une viscosité assez grande de l'argile pour que la forme soit conservée lors du démoulage, bien que cette viscosité ralentisse la prise de forme. Dans un modulateur, on diminue, au contraire, le plus possible la viscosité du porteur d'énergie, car on ne cherche pas à conserver l'état d'équilibre après que les conditions d'équilibre ont cessé : il est plus facile de moduler de l'énergie portée par de l'air comprimé que par de l'eau sous pression, plus facile encore de moduler de l'énergie portée par des électrons en transit que par de l'air comprimé. Le moule et le modulateur sont des cas extrêmes, mais l'opération essentielle de prise de forme s'y accomplit de la même façon ; elle consiste en l'établissement d'un régime énergétique, durable ou non. Mouler est moduler de manière définitive ; moduler est mouler de manière continue et perpétuellement variable.

Un grand nombre d'opérations techniques utilisent une prise de forme qui possède des caractères intermédiaires entre la modulation et le moulage ; ainsi, une filière, un laminoir, sont des moules à régime continu, créant par étapes successives (les passes) un profil définitif ; le démoulage y est continu, comme dans un modulateur. On pourrait concevoir un laminoir qui modulerait réellement la matière, et fabriquerait, par exemple, une barre crénelée ou dentée ; les laminoirs qui produisent la tôle striée *modulent* la matière, tandis qu'un laminoir lisse la *modèle* seulement. *Moulage* et *modulation* sont les deux cas limites dont le *modelage* est le cas moyen.

Nous voudrions montrer que le paradigme technologique n'est pas dépourvu de valeur, et qu'il permet jusqu'à un certain point de penser la genèse de l'être individué, mais à la condition expresse que l'on retienne comme schème essentiel la relation de la matière et de la forme *à travers le système énergétique* de la prise de forme. Matière et forme doivent être saisies *pendant la prise de forme*, au moment où l'unité du devenir d'un système énergétique constitue cette relation au niveau de l'homogénéité des forces entre la matière et la forme. Ce qui est essentiel et central, c'est l'opération énergétique ; supposant potentialité énergétique et limite de l'actualisation. L'initiative de la genèse de la substance ne revient ni à la matière brute en tant que passive ni à la forme en tant que pure : c'est le *système complet* qui engendre et il engendre parce qu'il est un système d'actualisation d'énergie potentielle, réunissant dans une médiation active deux réalités, d'ordres de grandeur différents, dans un ordre intermédiaire.

L'individuation, au sens classique du terme, ne peut avoir son principe dans la matière ou dans la forme ; ni la forme ni la matière ne suffisent à la prise de forme. Le véritable principe d'individuation est la genèse elle-même en train de s'opérer, c'est-à-dire le système en train de devenir, pendant que l'énergie s'actualise. Le principe véritable d'individuation ne peut être cherché dans ce qui existe avant que l'individuation ne se produise, ni dans ce qui reste après que l'individuation est accomplie ; c'est le système énergétique qui est individuant dans la mesure où il réalise en lui cette résonance interne de la matière en train de prendre forme, et une médiation entre ordres de grandeur. Le principe d'individuation est la manière unique dont s'établit la résonance interne de *cette* matière en train de prendre *cette* forme. Le principe d'individuation est une opération. Ce qui fait qu'un être est lui-même, différent de tous les autres, ce n'est ni sa matière ni sa forme, mais c'est l'opération par laquelle sa matière a pris forme dans un certain système de résonance interne. Le principe d'individuation de la brique n'est pas la glaise, ni le moule : de ce tas de glaise et de ce moule sortiront d'autres briques que celle-ci, possédant chacune leur eccéité, mais c'est l'opération par laquelle la glaise, à un moment donné, dans un système énergétique qui comprenait les moindres détails du moule comme les plus petits tassements de cette terre humide, a pris forme, sous telle poussée, ainsi répartie, ainsi diffusée, ainsi actualisée : il y a eu un moment où l'énergie de la poussée s'est transmise en tous sens de chaque molécule à toutes les autres, de la glaise aux parois et des parois à la glaise : le principe d'individuation est l'opération qui réalise un échange énergétique entre la matière et la forme, jusqu'à ce que l'ensemble aboutisse à un état d'équilibre. On pourrait dire que le principe d'individuation est *l'opération allagmatique commune de la matière et de la forme à travers l'actualisation de l'énergie potentielle*. Cette énergie est énergie d'un système ; elle peut produire des effets en tous les points du système de manière égale, elle est disponible et se communique. Cette opération s'appuie sur la singularité ou les singularités du *hic et nunc* concret ; elle les enveloppe et les amplifie<sup>8</sup>.

### 3. Limites du schème hylémorphique

Toutefois, on ne peut étendre de manière purement analogique le paradigme technologique à la genèse de tous les êtres. L'opération technique est complète en un temps limité ; après l'actualisation, elle laisse un être partiellement individué, plus ou moins stable, qui tire son eccéité de cette opération d'individuation ayant constitué sa genèse en un temps très court ; la brique, au bout de quelques années ou de quelques milliers d'années, redevient poussière. L'individuation est complète d'un seul coup ; l'être individué n'est jamais plus parfaitement individué que lorsqu'il sort des mains de l'artisan. Il existe ainsi une certaine extériorité de l'opération d'individuation par rapport à son résultat. Tout au contraire, dans l'être vivant, l'individuation n'est pas produite par une seule opération, bornée dans le temps ; l'être vivant est à lui-même partiellement son propre principe d'individuation ; il continue son individuation, et le résultat d'une première opération d'individuation, au lieu d'être seulement un résultat

8. Ces singularités réelles, occasion de l'opération commune, peuvent être nommées *information*. La forme est un dispositif pour les produire.

qui progressivement se dégrade, devient principe d'une individuation ultérieure. L'opération individuant et l'être individué ne sont pas dans la même relation qu'à l'intérieur du produit de l'effort technique. Le devenir de l'être vivant, au lieu d'être un devenir après individuation, est toujours un devenir entre deux individuations ; l'individu et l'individué sont dans le vivant en relation allagmatique prolongée. Dans l'objet technique, cette relation allagmatique n'existe qu'un instant, lorsque les deux demi-chaînes sont soudées l'une à l'autre, c'est-à-dire lorsque la matière prend forme : en cet instant, l'individué et l'individuant coïncident ; lorsque cette opération est finie, ils se séparent ; la brique n'emporte pas son moule<sup>9</sup>, et elle se détache de l'ouvrier ou de la machine qui l'a pressée. L'être vivant, après avoir été amorcé, continue à s'individuier lui-même ; il est à la fois système individuant et résultat partiel d'individuation. Un nouveau régime de résonance interne s'institue dans le vivant dont la technologie ne fournit pas le paradigme : une résonance à travers le temps, créée par la récurrence du résultat remontant vers le principe et devenant principe à son tour. Comme dans l'individuation technique, une permanente résonance interne constitue l'unité organismique. Mais, de plus, à cette résonance du simultané se sur-impose une résonance du successif, une allagmatique temporelle. Le principe d'individuation du vivant est toujours une opération, comme la prise de Forme technique, mais cette opération est à deux dimensions, celle de simultanéité, et celle de succession, à travers l'ontogénèse soutenue par la mémoire et l'instinct.

On peut alors se demander si le véritable principe d'individuation n'est pas mieux indiqué par le vivant que par l'opération technique, et si l'opération technique pourrait être connue comme individuant sans le paradigme implicite de la vie qui existe en nous qui connaissons l'opération technique et la pratiquons avec notre schéma corporel, nos habitudes, notre mémoire. Cette question est d'une grande portée philosophique, car elle conduit à se demander si une véritable individuation peut exister en dehors de la vie. Pour le savoir, ce n'est pas l'opération technique, anthropomorphique et par conséquent zoomorphique, qu'il faut étudier, mais les processus de formation naturelle des unités élémentaires que la nature présente en dehors du règne défini comme vivant.

Ainsi, le schéma hylémorphique, sortant de la technologie, est insuffisant sous ses espèces habituelles, parce qu'il ignore le centre même de l'opération technique de prise de forme, et conduit en ce sens à ignorer le rôle joué par les conditions énergétiques dans la prise de forme. De plus, même rétabli et complété sous forme de triade matière-forme-énergie, le schéma hylémorphique risque d'objectiver abusivement un apport du vivant dans l'opération technique ; c'est l'intention fabricatrice qui constitue le système grâce auquel l'échange énergétique s'établit entre matière et énergie dans la prise de forme ; ce système ne fait pas partie de l'objet individué ; or, l'objet individué est pensé par l'homme comme ayant une individualité en tant qu'objet fabriqué, par référence à la fabrication. L'écécité de cette brique comme brique n'est pas une écécité absolue, ce n'est pas l'écécité de cet objet préexistant au fait qu'il est une brique. C'est l'écécité de l'objet comme brique : elle comporte une référence à l'intention d'usage et, à travers elle, à l'intention fabricatrice, donc au geste humain qui a constitué les deux demi-chaînes réunies en système pour l'opération de prise de

9. Elle manifeste seulement les singularités du *hic et nunc* constituant les conditions d'information de son moulage particulier : état d'usure du moule, graviers, irrégularités.

forme<sup>10</sup>. En ce sens, le schéma hylémorphique n'est peut-être qu'apparemment technologique : il est le reflet des processus vitaux dans une opération abstraitement connue et tirant sa consistance de ce qu'elle est faite par un être vivant pour des êtres vivants. Par là s'expliquerait le très grand pouvoir paradigmatique du schéma hylémorphique : venu de la vie, il y retourne et s'y applique, mais avec un déficit qui vient du fait que la prise de conscience qui l'a explicité l'a saisi à travers le cas particulier abusivement simplifié de la prise de forme technique : il saisit des types plus que des individus, des exemplaires d'un modèle plus que des réalités. Le dualisme matière-forme, ne saisissant que les termes extrêmes du plus grand et du plus petit que l'individu, laisse dans l'obscurité la réalité qui est du même ordre de grandeur que l'individu produit, et sans laquelle les termes extrêmes resteraient séparés : une opération allagmatique se déployant à partir d'une singularité.

Cependant, il ne suffit pas de critiquer le schéma hylémorphique et de restituer une relation plus exacte dans le déroulement de la prise de forme technique pour découvrir le véritable principe d'individuation. Il ne suffit pas non plus de supposer dans la connaissance que l'on prend de l'opération technique un paradigme en premier lieu biologique : même si la relation matière-forme dans la prise de forme technique est facilement connue (adéquatement ou inadéquatement) grâce au fait que nous sommes des êtres vivants, il n'en reste pas moins que la référence au domaine technique nous est nécessaire pour clarifier, expliciter, objectiver cette notion implicite que le sujet porte avec lui. Si le vital éprouvé est la condition du technique représenté, le technique représenté devient à son tour condition de la connaissance du vital. On est ainsi renvoyé d'un ordre à l'autre, si bien que le schéma hylémorphique semble devoir son universalité principalement au fait qu'il institue une certaine réciprocité entre le domaine vital et le domaine technique. Ce schéma n'est d'ailleurs pas le seul exemple d'une pareille corrélation : l'automatisme sous ses diverses formes a été utilisé avec plus ou moins de succès pour pénétrer les fonctions du vivant au moyen de représentations issues de la technologie, depuis Descartes jusqu'à la cybernétique actuelle. Cependant, une difficulté importante surgit dans l'utilisation du schéma hylémorphique : il n'indique pas ce qui est le principe d'individuation du vivant, précisément parce qu'il accorde aux deux termes une existence antérieure à la relation qui les unit, ou tout au moins parce qu'il ne peut permettre de penser nettement cette relation ; il ne peut représenter que le mélange, ou le rattachement partie par partie ; *la manière dont la forme informe la matière n'est pas assez précisée par le schéma hylémorphique*. Utiliser le schéma hylémorphique, c'est supposer que le principe d'individuation est dans la forme ou bien dans la matière, mais non dans la relation des deux. Le dualisme des substances – âme et corps – est en germe dans le schéma hylémorphique, et on peut se demander si ce dualisme est bien sorti des techniques.

Pour approfondir cet examen, il est nécessaire de considérer toutes les conditions qui entourent une prise de conscience notionnelle. S'il n'y avait que l'être individuel vivant et l'opération technique, le schéma hylémorphique ne pourrait peut-être

10. L'individualité de la brique, ce par quoi cette brique exprime telle opération qui a existé *hic et nunc*, enveloppe les singularités de ce *hic et nunc*, les prolonge, les amplifie ; or, la production technique cherche à réduire la marge de variabilité, d'imprévisibilité. L'information réelle qui module un individu apparaît comme parasite ; elle est ce par quoi l'objet technique reste en quelque mesure inévitablement naturel.

pas se constituer. En fait, il semble bien que le moyen terme entre le domaine vivant et le domaine technique ait été, à l'origine du schéma hylémorphique, la vie sociale. Ce que le schéma hylémorphique reflète en premier lieu, c'est une représentation socialisée du travail et une représentation également socialisée de l'être vivant individuel ; la coïncidence entre ces deux représentations est le fondement commun de l'extension du schéma d'un domaine à l'autre, et le garant de sa validité dans une culture déterminée. L'opération technique qui *impose une forme à une matière passive et indéterminée* n'est pas seulement une opération abstraitement considérée par le spectateur qui voit ce qui entre à l'atelier et ce qui en sort sans connaître l'élaboration proprement dite. C'est essentiellement l'opération commandée par l'homme libre et exécutée par l'esclave ; l'homme libre choisit de la matière, indéterminée parce qu'il suffit de la désigner génériquement par le nom de substance, sans la voir, sans la manipuler, sans l'apprêter : l'objet sera fait de bois, ou de fer, ou en terre. La véritable passivité de la matière est sa disponibilité abstraite derrière l'ordre donné que d'autres exécuteront. La passivité est celle de la médiation humaine qui se procurera la matière. La forme correspond à ce que l'homme qui commande a pensé en lui-même et qu'il doit exprimer de manière positive lorsqu'il donne ses ordres : la forme est donc *de l'ordre de l'exprimable* ; elle est éminemment active parce qu'elle est ce que l'on impose à ceux qui manipuleront la matière ; elle est le contenu même de l'ordre, ce par quoi il gouverne. Le caractère actif de la forme, le caractère passif de la matière, répondent aux conditions de la transmission de l'ordre qui suppose hiérarchie sociale : c'est dans le contenu de l'ordre que l'indication de la matière est un indéterminé alors que la forme est détermination, exprimable et logique. C'est aussi à travers le conditionnement social que l'âme s'oppose au corps ; ce n'est pas par le corps que l'individu est citoyen, participe aux jugements collectifs, aux croyances communes, se survit dans la mémoire de ses concitoyens : l'âme se distingue du corps comme le citoyen de l'être vivant humain. La distinction entre la forme et la matière, entre l'âme et le corps, reflète une cité qui contient des citoyens par opposition aux esclaves. On doit bien remarquer cependant que les deux schèmes, technologique et civique, s'ils s'accordent pour distinguer les deux termes, ne leur assignent pas le même rôle dans les deux couples : l'âme n'est pas pure activité, pleine détermination, alors que le corps serait passivité et indétermination. Le citoyen est individué comme corps, mais il est aussi individué comme âme.

Les vicissitudes du schéma hylémorphique proviennent du fait qu'il n'est ni directement technologique ni directement vital : il est de l'opération technologique et de la réalité vitale médiatisées par le social, c'est-à-dire par les conditions déjà données – dans la communication interindividuelle – d'une réception efficace d'information, en l'espèce l'ordre de fabrication. Cette communication entre deux réalités sociales, cette opération de réception qui est la condition de l'opération technique, masque ce qui, au sein de l'opération technique, permet aux termes extrêmes – forme et matière – d'entrer en communication interactive : l'information, la singularité du *«hic et nunc»* de l'opération, événement pur à la dimension de l'individu en train d'apparaître.

## II. – SIGNIFICATION PHYSIQUE DE LA PRISE DE FORME TECHNIQUE

### 1. Conditions physiques de la prise de forme technique

Cependant, le conditionnement psycho-social de la pensée, s'il est capable d'expliquer les vicissitudes du schème hylémorphique, ne peut guère expliquer sa permanence et son universalité dans la réflexion. Cette permanence à travers des aspects successifs, cette universalité qui recouvre des domaines infiniment divers, semblent requérir un fondement moins aisément modifiable que la vie sociale. La découverte de ce fondement inconditionnel, c'est à l'analyse physique des conditions de possibilité de la prise de forme qu'il faut la demander. La prise de forme elle-même demande matière, forme et énergie, singularité. Mais pour que d'une matière brute et d'une forme pure puissent partir deux demi-chaînes techniques que la prise d'information singulière réunira, il faut que la matière brute contienne déjà avant toute élaboration quelque chose qui puisse former un système convenant au point d'aboutissement de la demi-chaîne dont l'origine est la forme pure. C'est *dans le monde naturel*, avant toute élaboration humaine, que cette condition doit être cherchée. Il faut que la matière soit structurée d'une certaine façon, qu'elle ait déjà des propriétés qui soient la condition de la prise de forme. On pourrait dire en un certain sens que la matière recèle la cohérence de la forme avant la prise de forme ; or, cette cohérence est déjà une configuration ayant fonction de forme. La prise de forme technique utilise des prises de formes naturelles antérieures à elle, qui ont créé ce que l'on pourrait nommer une *eccéité* de la matière brute. Un tronc d'arbre sur le chantier est de la matière brute abstraite tant qu'on le considère comme volume de bois à utiliser ; seule l'essence à laquelle il appartient se rapproche du concret, en indiquant qu'on rencontrera de façon probable telle conduite de la matière au moment de la prise de forme : un tronc de pin n'est pas un tronc de sapin. Mais cet arbre-ci, ce tronc, a une *eccéité* dans sa totalité et dans chacune de ses parties, jusqu'à un échelon défini de petitesse ; il a une *eccéité* dans sa totalité en ce sens qu'il est droit ou courbe, presque cylindrique ou régulièrement conique, de section plus ou moins ronde ou fortement aplati. Cette *eccéité* de l'ensemble est bien ce par quoi ce tronc se distingue de tous les autres ; elle n'est pas seulement ce par quoi on peut le reconnaître perceptivement, mais ce qui est techniquement principe de choix lorsque l'arbre est employé dans sa totalité, par exemple pour faire une poutre ; tel tronc convient mieux que tel autre à telle place, en vertu de ses caractères particuliers qui sont déjà des caractères de forme, et de forme valable pour la technique de charpenterie, bien que cette forme soit présentée par la matière brute et naturelle. Un arbre dans la forêt peut être reconnu par un regard exercé qui cherche le fût convenant le mieux à tel usage précis : le charpentier allait dans la forêt. En second lieu, l'existence des formes implicites se manifeste au moment où l'artisan élabore la matière brute : un second niveau d'*eccéité* s'y manifeste. Un tronc refendu à la scie circulaire ou à ruban donne deux poutres plus régulières mais moins solides que celles que donne le même tronc refendu par éclatement, au moyen de coins ; pourtant, les quatre masses de bois ainsi produites sont sensiblement égales, quel que soit le procédé employé pour refendre. Mais la différence consiste en ce que la scie mécanique coupe *abstraitement* le bois selon un plan géométrique, sans respecter les lentes ondulations des fibres ou leur torsion en hélice à pas très allongé : la scie coupe les

fibres, alors que le coin les sépare seulement en deux demi-troncs : la fissure chemine en respectant la continuité des fibres, s'incurvant autour d'un nœud, suivant le cœur de l'arbre, guidée par la forme implicite que l'effort des coins révèle<sup>11</sup>. De même, un morceau de bois tourné gagne à cette opération une forme géométrique de révolution ; mais le tournage coupe un certain nombre de fibres, si bien que l'enveloppe géométrique de la figure obtenue par révolution peut ne pas coïncider avec le profillement des fibres ; les vraies formes implicites ne sont pas géométriques, mais topologiques ; le geste technique doit respecter ces formes topologiques qui constituent une eccéité parcellaire, une information possible ne faisant défaut en aucun point. La fragilité extrême des bois déroulés, prohibant leur emploi en couche unique non collée, provient du fait que ce procédé, combinant le sciage linéaire et le tournage, donne bien une feuille de bois, mais sans respecter le sens des fibres sur une longueur suffisante : la forme explicite produite par l'opération technique ne respecte pas, dans ce cas, la forme implicite. Savoir utiliser un outil, ce n'est pas seulement avoir acquis la pratique des gestes nécessaires ; c'est aussi savoir reconnaître, à travers les signaux qui viennent à l'homme par l'outil, la forme implicite de la matière qui s'élabore, à l'endroit précis que l'outil attaque. Le rabot n'est pas seulement ce qui lève un copeau plus ou moins épais ; c'est aussi ce qui permet de sentir si le copeau se lève finement, sans éclats, ou bien s'il commence à être rugueux, ce qui signifie que le sens des lignes du bois est contrarié par le mouvement de la main. Ce qui fait que certains outils fort simples comme la plane permettent de faire un travail excellent, c'est qu'en raison de leur non-automatisme, du caractère non-géométrique de leur mouvement, entièrement supporté par la main et non par un système de référence extérieur (comme le chariot du tour), ces outils permettent une prise de signaux continue et précise qui invite à suivre les formes implicites de la matière ouvrable<sup>12</sup>. La scie mécanique et le tour violentent le bois, le méconnaissent : ce dernier caractère de l'opération technique (que l'on pourrait nommer le conflit des niveaux de formes) réduit le nombre possible des matières brutes que l'on peut utiliser pour produire un objet ; tous les bois peuvent être travaillés à la plane ; certains sont déjà difficiles à ouvrir au rabot ; mais très peu de bois conviennent au tour, machine qui prélève un copeau selon un sens qui ne tient pas compte de la forme implicite du bois, de l'ecceité particulière de chaque partie ; des bois qui seraient excellents pour les outils à coupe orientable et modifiable en cours de travail deviennent inutilisables au tour, qui les attaque irrégulièrement et donne une surface rugueuse, spongieuse, par arrachement de faisceaux de fibres. Seuls conviennent au tour les bois à grain fin, presque homogènes, et dans lesquels le système des fibres est doublé d'un système de liaisons transversales ou obliques entre faisceaux ; or, ces bois à structure non orientée ne sont pas nécessairement ceux qui offrent la plus grande résistance et la plus grande élasticité dans un effort de flexion. Le bois traité au tour perd le bénéfice de son information implicite ; il ne présente aucun avantage par rapport à une matière homogène comme une matière plastique moulée ; au contraire, sa forme implicite risque d'entrer

11. Cette forme implicite, expression des singularités anciennes de la croissance de l'arbre – et à travers elles de singularités de tout ordre : action des vents, des animaux –, devient information quand elle guide une opération nouvelle.
12. Les formes implicites sont information dans l'opération de prise de forme : ici, ce sont elles qui modulent le geste et dirigent partiellement l'outil, poussé globalement par l'homme.

en conflit avec la forme explicite qu'on veut lui donner, ce qui crée un malaise chez l'agent de l'opération technique. Enfin, au troisième degré, il existe une eccécité élémentaire de la matière ouvrable, qui intervient de façon absolue dans l'élaboration en imposant des formes implicites qui sont des limites ne pouvant être dépassées ; ce n'est pas la matière en tant que réalité inerte, mais la matière porteuse de formes implicites qui impose des limites préalables à l'opération technique. Dans le bois, cette limite élémentaire est la cellule, ou, parfois, l'amas différencié de cellules, si la différenciation est assez poussée ; ainsi, un vaisseau, résultat d'une différenciation cellulaire, est une limite formelle ne pouvant être transgressée : on ne peut faire un objet en bois dont les détails seraient d'un ordre de grandeur inférieur à celui des cellules ou des ensembles cellulaires différenciés, lorsqu'ils existent. Si, par exemple, on voulait construire un filtre fait d'une lame mince de bois percée de trous, on ne pourrait faire de trous plus petits que les canaux qui se trouvent déjà naturellement formés dans le bois ; les seules formes que l'on peut imposer par l'opération technique sont celles qui sont d'un ordre de grandeur supérieur aux formes élémentaires implicites de la matière utilisée<sup>13</sup>. La discontinuité de la matière intervient comme forme, et il se passe au niveau de l'élément ce qui se passe au niveau de l'eccécité des ensembles : le charpentier cherche dans la forêt un arbre ayant la forme voulue, car il ne peut lui-même redresser ou courber notablement un arbre, et doit se diriger vers les formes spontanées. De même, le chimiste ou le bactériologiste qui voudrait un filtre de bois ou de terre ne pourra percer une plaque de bois ou d'argile : il choisira le morceau de bois ou la plaque d'argile dont les pores naturels sont de la dimension qu'il désire ; l'eccécité élémentaire intervient dans ce choix ; il n'y a pas deux plaques de bois poreux exactement semblables, parce que chaque pore existe en lui-même ; on ne peut être sûr du calibre d'un filtre qu'après essai, car les pores sont des résultats d'une prise de forme élaborée avant l'opération technique ; cette dernière, qui est de modelage, de meulage, de sciage, adapte fonctionnellement le support de ces formes implicites élémentaires, mais ne crée pas les formes implicites élémentaires : il faut couper le bois perpendiculairement aux fibres pour avoir du bois poreux, alors qu'il faut le couper longitudinalement (parallèlement aux fibres) pour avoir du bois élastique et résistant. Ces mêmes formes implicites que sont les fibres peuvent être utilisées soit comme pores (par la section transversale) soit comme structures élastiques résistantes (par la section longitudinale) .

On pourrait dire que les exemples techniques sont encore entachés d'un certain relativisme zoomorphique, lorsque les formes implicites sont distinguées uniquement par rapport à l'usage qu'on en peut faire. Mais on doit remarquer que l'instrumentation scientifique fait appel de manière toute semblable aux formes implicites. La découverte de la diffraction des rayons X, puis des rayons gamma, par les cristaux, a fondé d'une manière objective l'existence des formes implicites de la matière brute là où l'intuition sensorielle ne saisit qu'un continu homogène. Les mailles moléculaires agissent comme un réseau tracé à la main sur une plaque de métal : mais ce réseau naturel a une maille beaucoup plus petite que celle des réseaux les plus fins que l'on

13. L'opération technique la plus parfaite – produisant l'individu le plus stable – est celle qui utilise les singularités comme information dans la prise de forme : tel le bois fendu de fil. Cela ne contraint pas le geste technique à rester au niveau, presque microphysique, de telle ou telle singularité, car les singularités, utilisées comme information, peuvent agir à plus grande échelle, en modulant l'énergie apportée par l'opération technique.

peut fabriquer, même avec des micro-outils ; le physicien agit alors, à l'autre extrémité de l'échelle des grandeurs, comme le charpentier qui va chercher l'arbre convenable dans la forêt : le physicien choisit pour analyser les rayons X de telle ou telle longueur d'onde le cristal qui constituera un réseau dont la maille est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde du rayonnement à étudier ; et le cristal sera coupé selon tel axe pour que l'on puisse utiliser au mieux ce réseau naturel qu'il forme, ou attaqué par le faisceau de rayons selon la direction la meilleure. Science et technique ne se distinguent plus au niveau de l'utilisation des formes implicites ; ces formes sont objectives, et peuvent être étudiées par la science comme elles peuvent être employées par la technique ; de plus, le seul moyen que la science possède pour les étudier inductivement est de les impliquer dans un fonctionnement qui les révèle ; étant donné un cristal inconnu, on peut découvrir sa maille en envoyant sur lui des faisceaux de rayons X ou gamma de longueur d'onde connue, pour pouvoir observer les figures de diffraction. L'opération technique et l'opération scientifique se rejoignent dans le mode de fonctionnement qu'elles suscitent.

## 2. Formes physiques implicites et qualités

Le schéma hylémorphique est insuffisant dans la mesure où il ne tient pas compte des formes implicites, distinguant entre la forme pure (nommée forme) et la forme implicite, confondue avec d'autres caractères de la matière sous le nom de qualité. En effet, un très grand nombre de qualités attribuées à la matière sont en fait des formes implicites ; et cette confusion n'implique pas seulement une imprécision ; elle dissimule aussi une erreur : les qualités véritables ne comportent pas d'écécité, tandis que les formes implicites comportent au plus haut point ecécité<sup>14</sup>. La porosité n'est pas une qualité globale qu'un morceau de bois ou de terre pourrait acquérir ou perdre sans relation d'inhérence à la matière qui le constitue ; la porosité est l'aspect sous lequel se présente à l'ordre de grandeur de la manipulation humaine le fonctionnement de toutes ces formes implicites élémentaires que sont les pores du bois tels qu'ils existent en fait ; les variations de porosité ne sont pas des changements de qualité, mais des modifications de ces formes implicites : les pores se resserrent ou se dilatent, s'obstruent ou se dégagent. La forme implicite est réelle et existe objectivement ; la qualité résulte souvent du choix que l'élaboration technique fait des formes implicites ; le même bois sera perméable ou imperméable selon la manière dont il a été coupé, perpendiculairement ou parallèlement aux fibres.

La qualité, utilisée pour décrire ou caractériser une espèce de matière, n'aboutit qu'à une connaissance approximative, statistique en quelque manière : la porosité d'une essence de bois est la chance plus ou moins grande que l'on a de rencontrer tel nombre de vaisseaux non bouchés par centimètre carré, et tel nombre de vaisseaux de tel diamètre. Un très grand nombre de qualités, celles en particulier qui sont relatives aux états de surface, comme le lisse, le granuleux, le poli, le rugueux, le velouté, désignent des formes implicites statistiquement prévisibles : il n'y a là dans cette qualification qu'une évaluation globale de l'ordre de grandeur de telle forme implicite généralement présentée par telle matière. Descartes a accompli un gros effort pour rame-

14. Elles sont information, pouvoir de moduler les différentes opérations de manière déterminée.

ner les qualités à des structures élémentaires, car il n'a pas dissocié matière et forme, et il a considéré la matière comme pouvant être porteuse de formes essentiellement à tous les niveaux de grandeur, aussi bien au niveau d'extrême petitesse des corpuscules de matière subtile qu'au niveau des tourbillons primaires dont sont sortis les systèmes sidéraux. Les tourbillons de matière subtile qui constituent la lumière ou qui transmettent les forces magnétiques sont, à petite échelle, ce que les tourbillons cosmiques sont à grande échelle. La forme n'est pas attachée à un ordre de grandeur déterminé, comme tendrait à le faire croire l'élaboration technique qui résume arbitrairement sous forme de qualités de la matière les formes qui la constituent comme être déjà structuré avant toute élaboration.

On peut donc affirmer que l'opération technique révèle et utilise des formes naturelles déjà existantes, et de plus en constitue d'autres à plus grande échelle qui emploient les formes naturelles implicites ; l'opération technique intègre les formes implicites plutôt qu'elle n'impose une forme totalement étrangère et nouvelle à une matière qui resterait passive devant cette forme ; la prise de forme technique n'est pas une genèse absolue d'écécité ; l'écécité de l'objet technique est précédée et soutenue par plusieurs niveaux d'écécité naturelle qu'elle systématise, révèle, explicite, et qui commodulent l'opération de prise de forme. C'est pourquoi on peut supposer que les premières matières élaborées par l'homme n'étaient pas des matières absolument brutes, mais des matières déjà structurées à une échelle voisine de l'échelle des outils humains et des mains humaines : les produits végétaux et animaux, déjà structurés et spécialisés par les fonctions vitales, comme la peau, l'os, l'écorce, le bois souple de la branche, les lianes flexibles, furent utilisés sans doute plutôt que la matière absolument brute ; ces matières apparemment premières sont les vestiges d'une écécité vivante, et c'est par là qu'elles se présentent déjà élaborées à l'opération technique qui n'a plus qu'à les accommoder. L'outre romaine est une peau de chèvre, cousue à l'extrémité des pattes et du cou, mais conservant encore l'aspect du corps de l'animal ; tels sont aussi l'écaille de tortue de la lyre, ou le crâne de bœuf encore surmonté des cornes, soutenant la barre où sont fixées les cordes de l'instrument de musique primitif. L'arbre pouvait être modelé pendant qu'il était vivant, pendant qu'il grandissait en se développant selon une direction qu'on lui donnait ; tel est le lit d'Ulysse, fait d'un olivier dont Ulysse recourba les branches au ras du sol, pendant que l'arbre était encore jeune ; l'arbre, devenu grand, périt, et Ulysse, sans le déraciner, en fit le montant du lit, construisant la chambre autour du lieu où avait poussé l'arbre. Ici, l'opération technique accueille la forme vivante et la détourne partiellement à son profit, en laissant à la spontanéité vitale le soin d'accomplir l'ouvrage positif de croissance. Aussi, la distinction de la forme et de la matière ne résulte sans doute pas des techniques pastorales ou agricoles, mais plutôt de certaines opérations artisanales limitées, comme celles de la céramique et de la fabrication des briques de terre glaise. La métallurgie ne se laisse pas entièrement penser au moyen du schème hylémorphique, car la matière première, rarement à l'état natif pur, doit passer par une série d'états intermédiaires avant de recevoir la forme proprement dite ; après qu'elle a reçu un contour défini, elle est encore soumise à une série de transformations qui lui ajoutent des qualités (le trempage par exemple). Dans ce cas, la prise de forme ne s'accomplit pas en un seul instant de manière visible, mais en plusieurs opérations successives ; on ne peut distinguer strictement la prise de forme de la transformation qualitative ; le forgea-

ge et le trempage d'un acier sont l'un antérieur, l'autre postérieur à ce qui pourrait être nommé la prise de forme proprement dite ; forgeage et trempage sont pourtant des constitutions d'objets. Seule la dominance des techniques appliquées aux matières rendues plastiques par la préparation peut assurer au schéma hylémorphique une apparence d'universalité explicative, parce que cette plasticité suspend l'action des singularités historiques apportées par la matière. Mais il s'agit là d'un cas-limite, qui masque l'action de l'information singulière dans la genèse de l'individu.

### 3. L'ambivalence hylémorphique

Dans ces conditions, on peut se demander sur quoi repose l'attribution du principe d'individuation à la matière plutôt qu'à la forme. L'individuation par la matière, dans le schéma hylémorphique, correspond à ce caractère d'obstacle, de limite, qu'est la matière dans l'opération technique ; ce par quoi un objet est différent d'un autre, c'est l'ensemble des limites particulières, variant d'un cas à un autre, qui font que cet objet possède son éccéité ; c'est l'expérience du recommencement de la construction des objets sortant de l'opération technique qui donne l'idée d'attribuer à la matière les différences qui font qu'un objet est individuellement distinct d'un autre. Ce qui se conserve dans un objet, c'est la matière ; ce qui le fait être lui-même, c'est que l'état dans lequel est sa matière résume tous les événements que cet objet a subis ; la forme qui n'est qu'intention fabricatrice, volonté de disposition, ne peut vieillir ni devenir ; elle est toujours la même, d'une fabrication à une autre ; elle est tout au moins la même en tant qu'intention, pour la conscience de celui qui pense et donne l'ordre de fabrication ; elle est la même abstraitement, pour celui qui commande la fabrication d'un millier de briques : il les souhaite toutes identiques, de la même dimension et selon la même figure géométrique. De là résulte le fait que lorsque celui qui pense n'est pas celui qui travaille, il n'y a en réalité dans sa pensée qu'une seule forme pour tous les objets d'une même collection : la forme est générique non pas logiquement ni physiquement mais socialement : un seul ordre est donné pour toutes les briques d'un même type ; ce n'est donc pas cet ordre qui peut différencier les briques effectivement moulées après fabrication en tant qu'individus distincts. Il en va tout autrement lorsque l'on pense l'opération du point de vue de celui qui l'accomplit : telle brique est différente de telle autre non pas seulement en fonction de la matière que l'on prend pour la faire (si la matière a été convenablement préparée, elle peut être assez homogène pour ne pas introduire spontanément de différences notables entre les moulages successifs) , mais aussi et surtout en fonction du caractère unique du déroulement de l'opération de moulage : les gestes de l'ouvrier ne sont jamais exactement les mêmes ; le schème est peut-être un seul schème, du début du travail jusqu'à la fin, mais chaque moulage est gouverné par un ensemble d'événements psychiques, perceptifs, et somatiques, particuliers ; la véritable forme, celle qui dirige la disposition du moule, de la pâte, le régime des gestes successifs, change d'un exemplaire à l'autre comme autant de variations possibles autour du même thème ; la fatigue, l'état global de la perception et de la représentation interviennent dans cette opération particulière et équivalent à une existence unique d'une forme particulière de chaque acte de fabrication,

se traduisant dans la réalité de l'objet ; la singularité, le principe d'individuation, seraient alors dans l'information<sup>15</sup>. On pourrait dire que dans une civilisation qui divise les hommes en deux groupes, ceux qui donnent des ordres et ceux qui les exécutent, le principe d'individuation, d'après l'exemple technologique, est nécessairement attribué soit à la forme soit à la matière, mais jamais aux deux ensemble. L'homme qui donne des ordres d'exécution mais ne les accomplit pas et ne contrôle que le résultat a tendance à trouver le principe d'individuation dans la matière, source de la quantité et de la pluralité, parce que cet homme n'éprouve pas la renaissance d'une forme nouvelle et particulière à chaque opération fabricatrice ; ainsi, Platon estime que lorsque le tisserand a brisé une navette, il fabrique une navette nouvelle non pas en ayant les yeux du corps fixés sur les morceaux de la navette brisée, mais en contemplant avec ceux de l'âme la forme de la navette idéale qu'il trouve en lui. Les archétypes sont uniques pour chaque type d'êtres ; il y a une seule navette idéale pour toutes les navettes sensibles, passées, présentes et futures. Tout au contraire, l'homme qui accomplit le travail ne voit pas dans la matière un principe suffisant d'individuation parce que pour lui la matière est la matière préparée (alors qu'elle est la matière brute pour celui qui ordonne sans travailler, puisqu'il ne la prépare pas lui-même) ; or, la matière préparée est précisément celle qui est par définition homogène, puisqu'elle doit être capable de prendre forme. Ce qui donc, pour l'homme qui travaille, introduit une différence entre les objets successivement préparés, c'est la nécessité de renouveler l'effort du travail à chaque unité nouvelle ; dans la série temporelle des efforts de la journée, chaque unité s'inscrit comme un instant propre : la brique est fruit de cet effort, de ce geste tremblant ou affermi, hâté ou plein de lassitude ; elle emporte avec elle l'empreinte d'un moment d'existence de l'homme, elle concrétise cette activité exercée sur de la matière homogène, passive, attendant d'être employée ; elle sort de cette singularité.

Or, une très grande subjectivité existe dans le point de vue du maître comme dans celui de l'artisan ; l'eccéité de l'objet ainsi définie n'atteint que des aspects partiels ; celle que le maître perçoit atteint le fait que les objets sont multiples ; leur nombre est proportionnel à la quantité de matière employée ; il résulte du fait que cette masse de matière-ci est devenue cet objet-ci, cette masse de matière-là, cet objet-là ; le maître retrouve la matière dans l'objet, comme ce tyran qui, avec l'aide d'Archimède, dépista la fraude de l'orfèvre ayant mêlé une certaine masse d'argent à l'or qui lui avait été confié pour faire un siège de parade : le siège, pour le tyran, est siège fait de cet or, de cet or-ci ; son eccéité est prévue et attendue avant même le geste de fabrication, car l'artisan, pour celui qui commande sans travailler, est l'homme qui possède des techniques pour transformer la matière sans la modifier, sans changer la substance. Ce qui individualise le siège pour le tyran, ce n'est pas la forme que l'orfèvre lui donne, mais la matière ayant déjà une quiddité avant sa transformation : cet or, et non n'importe quel métal ou même n'importe quel or. De nos jours encore, la recherche de l'eccéité dans la matière existe pratiquement chez l'homme qui commande à l'artisan. Pour un propriétaire de forêt, le fait de donner du bois à une scierie pour le faire débiter suppose que le bois ne sera pas échangé contre celui d'un autre propriétaire, et que les produits de l'opération de sciage seront faits du bois qui a été fourni. Pourtant, cette substitution de matière ne serait pas une fraude comme dans le cas de l'orfèvre qui

15. Le moule est un dispositif pour produire une information toujours la même à chaque moulage.

avait mêlé de l'argent à l'or pour pouvoir conserver une certaine quantité d'or fin. Mais l'attachement du propriétaire à la conservation de sa matière repose sur des motifs irrationnels, au nombre desquels se trouve sans doute le fait que l'écécité ne recouvre pas seulement un caractère objectif détaché du sujet, mais a la valeur d'une appartenance et d'une origine. Seule une pensée commercialement abstraite pourrait ne point attacher de prix à l'écécité de la matière, et ne point y rechercher un principe d'individuation. L'homme qui donne de la matière à élaborer valorise ce qu'il connaît, ce qui est attaché à lui, ce qu'il a surveillé et vu croître ; pour lui, le concret primitif est la matière en tant qu'elle est à lui, lui appartient, et cette matière doit se prolonger dans les objets ; par sa quantité, cette matière est principe du nombre des objets qui résulteront de la prise de forme. Cet arbre deviendra telle et telle planche ; ce sont tous les arbres pris individuellement un par un qui deviendront ce tas de planches ; il y a passage de l'écécité des arbres à l'écécité des planches. Ce qu'exprime ce passage, c'est la permanence de ce que le sujet reconnaît de lui dans les objets ; l'expression du moi est ici la relation concrète de propriété, le lien d'appartenance. En plaçant l'écécité dans l'information, l'artisan n'agit pas autrement ; mais comme il n'est pas propriétaire de la matière sur laquelle il travaille, il ne connaît pas cette matière comme chose singulière ; elle lui est étrangère, elle n'est pas liée à son histoire individuelle, à son effort, en tant que matière ; elle est seulement ce sur quoi il travaille ; il ignore l'origine de la matière et l'élabore de manière préparatoire jusqu'à ce qu'elle ne reflète plus son origine, jusqu'à ce qu'elle soit homogène, prête à prendre forme comme n'importe quelle autre matière pouvant convenir au même travail ; l'opération artisanale nie en quelque façon l'historicité de la matière en ce qu'elle a d'humain et de subjectif ; cette historicité au contraire est connue de celui qui a apporté la matière, et valorisée parce qu'elle est dépositaire de quelque chose de subjectif, parce qu'elle exprime de l'existence humaine. L'écécité cherchée dans la matière repose sur un attachement vécu à telle matière qui a été associée à l'effort humain, et qui est devenue le reflet de cet effort. L'écécité de la matière n'est pas purement matérielle ; elle est aussi une écécité par rapport au sujet. L'artisan, au contraire, s'exprime dans son effort, et la matière ouvrable n'est que le support, l'occasion de cet effort ; on pourrait dire que, du point de vue de l'artisan, l'écécité de l'objet ne commence à exister qu'avec l'effort de mise en forme ; comme cet effort de mise en forme coïncide temporellement avec le début de l'écécité, il est naturel que l'artisan attribue le fondement de l'écécité à l'information, bien que la prise de forme ne soit peut-être qu'un événement concomitant de l'avènement de l'écécité de l'objet, le véritable principe étant la singularité du *hic et nunc* de l'opération complète. De même, l'écécité commence à exister, pour le propriétaire de la matière, avec l'acte d'achat ou le fait de planter un arbre. Le fait que plus tard cet arbre sera matière pour une opération technique n'existe pas encore ; ce n'est pas en tant que future matière, mais en tant qu'objet ou visée d'une opération que cet arbre a une écécité. Plus tard, il la conservera, pour le propriétaire, mais non pour l'artisan qui n'a pas planté l'arbre et ne l'a pas acheté en tant qu'arbre. L'artisan qui signe son ouvrage et met une date attache à l'écécité de cet ouvrage le sens de son effort défini ; pour lui, l'historicité de cet effort est la source de cette écécité ; elle est l'origine première et le principe d'individuation de cet objet. La forme a été source d'information, par le travail.

Or, si la question du fondement de l'individuation peut légitimement se poser, et si ce principe est recherché tantôt dans la forme, tantôt dans la matière, selon le type

d'individuation pris comme modèle d'intelligibilité, il est probable que les cas technologiques d'individuation en lesquels forme et matière ont un sens sont encore des cas très particuliers, et rien ne prouve que les notions de forme et de matière soient généralisables. Par contre, ce que fait apparaître la critique du schème hylémorphique, l'existence, entre forme et matière, d'une zone de dimension moyenne et intermédiaire – celle des singularités qui sont l'amorce de l'individu dans l'opération d'individuation – doit sans doute être considéré comme un caractère essentiel de l'opération d'individuation. C'est au niveau de ces singularités que se rencontrent matière et forme dans l'individuation technique, et c'est à ce niveau de réalité que se trouve le principe d'individuation, sous forme de l'amorce de l'opération d'individuation : on peut donc se demander si l'individuation en général ne pourrait pas être comprise à partir du paradigme technique obtenu par une refonte du schème hylémorphique laissant, entre forme et matière, une place centrale à la singularité, jouant un rôle d'information active.

### III. – LES DEUX ASPECTS DE L'INDIVIDUATION

#### I. Réalité et relativité du fondement de l'individuation

[L'individuation des objets n'est pas entièrement indépendante de l'existence de l'homme : l'objet individué est un objet individué pour l'homme : il y a dans l'homme un besoin d'individuer les objets qui est un des aspects du besoin de se reconnaître et de se retrouver dans les choses, et de s'y retrouver comme être ayant une identité définie, stabilisée par un rôle et une activité. L'individuation des objets n'est pas absolue ; elle est une expression de l'existence psycho-sociale de l'homme. Elle ne peut cependant être arbitraire ; il lui faut un support qui la justifie et la reçoit. Malgré la relativité du principe d'individuation tel qu'il est invoqué, l'individuation n'est pas arbitraire ; elle s'attache à un aspect des objets qu'elle considère peut-être à tort comme ayant seul une signification : mais cet aspect est réellement reconnu ; ce qui n'est pas conforme au réel, c'est l'exclusion des autres points de vue auxquels on pourrait se placer pour trouver d'autres aspects de l'individuation. C'est l'attribution unique et exclusive du principe d'individuation à tel ou tel type de réalité qui est subjective. Mais la notion même d'individuation et la recherche d'individuation, prise en elle-même comme exprimant un besoin, n'est pas dépourvue de signification. La subjectivité de l'individuation pour l'homme, la tendance à individuer les objets ne doit pas faire conclure au fait que l'individuation n'existe pas et ne correspond à rien. Une critique de l'individuation ne doit pas nécessairement conduire à faire évanouir la notion d'individuation, c'est faire une analyse épistémologique qui doit conduire à une appréhension véritable de l'individuation.]

L'analyse épistémologique et critique ne peut se borner à indiquer une relativité possible de la recherche du principe d'individuation, et sa signification subjective, psycho-sociale. Il faut encore soumettre à l'étude le contenu de la notion d'individuation pour voir s'il exprime quelque chose de subjectif, et si la dualité entre les conditions d'attribution de ce principe à la forme ou à la matière se retrouve dans le contenu même de la notion. Sans rechercher le principe de l'individuation, on peut se poser cette question : qu'est-ce que l'individuation ? Or, ici apparaît une divergence importante entre deux groupes de notions. On peut se demander pourquoi un individu est ce

qu'il est. On peut aussi se demander pourquoi un individu est différent de tous les autres et ne peut être confondu avec eux. Rien ne prouve que les deux aspects de l'individuation soient identiques. Les confondre, c'est supposer qu'un individu est ce qu'il est, à l'intérieur de lui-même, en lui-même par rapport à lui-même, parce qu'il entretient un rapport défini avec les autres individus, et non avec tel ou tel autre, mais avec tous les autres. Au premier sens, l'individuation est un ensemble de caractères intrinsèques ; au second sens, un ensemble de caractères extrinsèques, de relations. Mais comment peuvent se raccorder l'une à l'autre ces deux séries de caractères ? En quel sens l'intrinsèque et l'extrinsèque forment-ils une unité ? Les aspects extrinsèques et intrinsèques doivent-ils être réellement séparés et considérés comme effectivement intrinsèques et extrinsèques, ou bien doivent-ils être considérés comme indiquant un mode d'existence plus profond, plus essentiel, qui s'exprime dans les deux aspects de l'individuation ? Mais alors, peut-on encore dire que le principe de base est bien le principe d'individuation avec son contenu habituel, c'est-à-dire supposant qu'il y a réciprocité entre le fait qu'un être est ce qu'il est et le fait qu'il est différent des autres êtres ? Il semble que le véritable principe doive être découvert au niveau de la compatibilité entre l'aspect positif et l'aspect négatif de la notion d'individuation. Peut-être alors la représentation de l'individu devra-t-elle être modifiée, comme le schéma hylémorphique incorporant l'information.

Comment le propre d'un individu peut-il être lié à ce que cet individu serait s'il ne possédait pas ce qu'il possède en propre ? On doit se demander si la singularité ou les singularités d'un individu jouent un rôle réel dans l'individuation, ou bien si ce sont des aspects secondaires de l'individuation, ajoutés à elle, mais n'ayant pas de rôle positif.

Placer le principe d'individuation dans la forme ou dans la matière, c'est supposer que l'individu peut être individué par quelque chose qui préexiste à sa genèse, et qui recèle en germe l'individuation. Le principe d'individuation précède la genèse de l'individu. Quand on cherche un principe d'individuation existant avant l'individu, on est contraint de le placer dans la matière ou dans la forme, puisque seules préexistent la forme et la matière ; comme elles sont séparées l'une de l'autre et que leur réunion est contingente, on ne peut faire résider le principe d'individuation dans le système de forme et de matière en tant que système, puisque ce dernier n'est constitué qu'au moment où la matière prend forme. Toute théorie qui veut faire préexister le principe d'individuation à l'individuation doit nécessairement l'attribuer à la forme ou à la matière, et exclusivement à l'une ou à l'autre. Dans ce cas, l'individu n'est rien de plus que la réunion d'une forme et d'une matière, et il est une réalité complète. Or, l'examen d'une opération de prise de forme aussi incomplète que celle que réalise l'opération technique montre que, même si des formes implicites préexistent déjà, la prise de forme ne peut s'effectuer que si matière et forme sont réunies en un seul système par une condition énergétique de métastabilité. Cette condition, nous l'avons nommée résonance interne du système, instituant une relation allagmatique au cours de l'actualisation de l'énergie potentielle. Le principe d'individuation est dans ce cas l'état du système individuant, cet état de relation allagmatique à l'intérieur d'un complexe énergétique incluant toutes les singularités ; le véritable individu n'existe qu'un instant pendant l'opération technique : il existe tant que dure la prise de forme<sup>16</sup>.

16. C'est pendant que le système est en état d'équilibre métastable qu'il est modulable par les singularités, et qu'il est le théâtre de processus d'amplification, de sommation, de communication.

Après cette opération, ce qui subsiste est un résultat qui va se dégradant, non un véritable individu ; c'est un être individué plutôt qu'un individu réel, c'est-à-dire un individu individualisant, un individu s'individualisant. Le véritable individu est celui qui conserve avec lui son système d'individuation, amplifiant des singularités. Le principe d'individuation est dans ce système énergétique de résonance interne ; la forme n'est formation de l'individu que si elle est forme pour l'individu, c'est-à-dire si elle convient à la singularité de ce système constituant ; la matière n'est matière de l'individu que si elle est matière pour l'individu, c'est-à-dire si elle est impliquée dans ce système, si elle y entre comme véhicule d'énergie et s'y répartit selon la répartition de l'énergie. Or, l'apparition de cette réalité du système énergétique ne permet plus de dire qu'il y a un aspect extrinsèque et un aspect intrinsèque de l'individuation ; c'est en même temps et par les mêmes caractères que le système énergétique est ce qu'il est et se distingue des autres. Forme et matière, réalités antérieures à l'individu et séparées l'une de l'autre, peuvent être définies sans considération de leur relation au reste du monde, parce que ce ne sont pas des réalités qui ont référence à l'énergie. Mais le système énergétique en lequel se constitue un individu n'est pas plus intrinsèque par rapport à cet individu qu'il ne lui est extrinsèque : il lui est associé, il est son milieu associé. L'individu, par ses conditions énergétiques d'existence, n'est pas seulement à l'intérieur de ses propres limites ; il se constitue à la limite de lui-même et existe à la limite de lui-même ; il sort d'une singularité. La relation, pour l'individu, a valeur d'être ; on ne peut distinguer l'extrinsèque de l'intrinsèque ; ce qui est vraiment et essentiellement l'individu est la relation active, l'échange entre l'extrinsèque et l'intrinsèque ; il y a extrinsèque et intrinsèque par rapport à ce qui est premier. Ce qui est premier est ce système de la résonance interne, singulière, de la relation allagmatique entre deux ordres de grandeur<sup>17</sup>. Par rapport à cette relation, il y a de l'intrinsèque et de l'extrinsèque, mais ce qui est vraiment l'individu est cette relation, non l'intrinsèque qui n'est qu'un des termes concomitants : l'intrinsèque, l'intériorité de l'individu n'existerait pas sans l'opération relationnelle permanente qui est individuation permanente. L'individu est réalité d'une relation constituante, non intériorité d'un terme constitué. Ce n'est que lorsque l'on considère le résultat de l'individuation accomplie (ou supposée accomplie) que l'on peut définir l'individu comme être qui possède une intériorité, et par rapport auquel il existe une extériorité. L'individu s'individualise et est individualisé avant toute distinction possible de l'extrinsèque et de l'intrinsèque. La troisième réalité que nous nommons milieu, ou système énergétique constituant, ne doit pas être conçue comme un terme nouveau qui s'ajouterait à la forme et à la matière : c'est l'activité même de la relation, la réalité de la relation entre deux ordres qui communiquent à travers une singularité.

Le schéma hylémorphique n'est pas seulement inadéquat pour la connaissance du principe d'individuation ; il conduit de plus à une représentation de la réalité individuelle qui n'est pas juste : il fait de l'individu le terme possible d'une relation, alors que l'individu est, au contraire, théâtre et agent d'une relation ; il ne peut être terme qu'accessoirement parce qu'il est théâtre ou agent, essentiellement, d'une communication interactive. Vouloir caractériser l'individu en lui-même ou par rapport à

17. Ni la forme, ni la matière ne sont strictement intrinsèques, mais la singularité de la relation allagmatique dans un état d'équilibre métastable, milieu associé à l'individu, est immédiatement liée à la naissance de l'individu.

d'autres réalités, c'est le faire terme de relation, d'une relation avec lui-même ou d'une relation avec une autre réalité ; il faut trouver d'abord le point de vue à partir duquel on peut saisir l'individu comme activité de la relation, non comme terme de cette relation ; l'individu n'est à proprement parler en relation ni avec lui-même ni avec d'autres réalités ; il est l'être *de* la relation, et non pas être *en* relation, car la relation est opération intense, centre actif.

C'est pourquoi le fait de rechercher si le principe d'individuation est ce qui fait que l'individu est positivement lui-même, ou s'il est ce qui fait qu'il n'est pas les autres, ne correspond pas à la réalité individuelle. Le principe de l'individu est l'individu lui-même dans son activité, qui est relationnelle en elle-même, comme centre et médiation singulière.

## 2. Le fondement énergétique de l'individuation : individu et milieu

Nous voudrions montrer que le principe d'individuation n'est pas une réalité isolée, localisée en elle-même, préexistant à l'individu comme un germe déjà individualisé de l'individu ; que le principe d'individuation, au sens strict du terme, est le système complet dans lequel s'opère la genèse de l'individu ; que, de plus, ce système se survit à lui-même dans l'individu vivant, sous la forme d'un milieu associé à l'individu, en lequel continue à s'opérer l'individuation ; que la vie est ainsi une individuation perpétuée, une individuation continuée à travers le temps, prolongeant une singularité. Ce qui manque au schéma hylémorphique est l'indication de la condition de communication et d'équilibre métastable, c'est-à-dire de la condition de résonance interne dans un milieu déterminé, que l'on peut désigner par le terme physique de système. La notion de système est nécessaire pour définir la condition énergétique, car il n'y a d'énergie potentielle que par rapport aux transformations possibles dans un système défini. Les limites de ce système ne sont pas arbitrairement découpées par la connaissance qu'en prend le sujet ; elles existent par rapport au système lui-même.

Selon cette voie de recherche, l'individu constitué ne pourrait apparaître comme un être absolu, entièrement détaché, conforme au modèle de la substance, comme le *σύνολον* pur. L'individuation ne serait qu'un des devenir possibles d'un système, pouvant d'ailleurs exister à plusieurs niveaux et de manière plus ou moins complète ; l'individu comme être défini, isolé, consistant, ne serait qu'une des deux parts de la réalité complète ; au lieu d'être le *σύνολον* il serait le résultat d'un certain événement organisateur survenu au sein du *σύνολον* et le partageant en deux réalités complémentaires : l'individu et le milieu associé après individuation ; le milieu associé est le complément de l'individu par rapport au tout originel. *L'individu seul n'est donc pas le type même de l'être ; il ne peut pour cette raison soutenir de relation en tant que terme avec un autre terme symétrique.* L'individu séparé est un être partiel, incomplet, qui ne peut être adéquatement connu que si on le replace dans le *σύνολον* d'où il tire son origine. Le modèle de l'être, c'est le *σύνολον* avant la genèse de l'individu, ou bien le couple individu-milieu associé après la genèse de l'individu. Au lieu de concevoir l'individuation comme une synthèse de forme et de matière, ou de corps et d'âme, nous la représenterons comme un dédoublement, une résolution, un partage non symétrique survenu dans une totalité, à partir d'une singularité. Pour cette raison, l'individu n'est pas un concret, un être complet, dans la mesure où il n'est qu'une partie

de l'être après l'individuation résolutive. L'individu ne peut pas rendre compte de lui-même à partir de lui-même, car il n'est pas le tout de l'être, dans la mesure où il est l'expression d'une résolution. Il est seulement le symbole complémentaire d'un autre réel, le milieu associé (le mot de symbole est pris ici, comme chez Platon, au sens originel se rapportant à l'usage des relations d'hospitalité : une pierre brisée en deux moitiés donne un couple de symboles ; chaque fragment, conservé par les descendants de ceux qui ont noué des relations d'hospitalité, peut être rapproché de son complémentaire de manière à reconstituer l'unité primitive de la pierre fendue ; chaque moitié est symbole par rapport à l'autre ; elle est complémentaire de l'autre par rapport au tout primitif. Ce qui est symbole, ce n'est pas chaque moitié par rapport aux hommes qui l'ont produite par rupture, mais chaque moitié par rapport à l'autre moitié avec laquelle elle reconstitue le tout. La possibilité de reconstitution d'un tout n'est pas une partie de l'hospitalité, mais une expression de l'hospitalité : elle est un signe). L'individuation sera ainsi présentée comme une des possibilités du devenir de l'être, répondant à certaines conditions définies. La méthode employée consiste à ne pas se donner d'abord l'individu réalisé qu'il s'agit d'expliquer, mais à prendre la réalité complète avant l'individuation. En effet, si on prend l'individu après l'individuation, on est conduit au schéma hylémorphique, parce qu'il ne reste plus dans l'individu individué que ces deux aspects visibles de forme et de matière ; mais l'individu individué n'est pas une réalité complète, et l'individuation n'est pas explicable au moyen des seuls éléments que peut découvrir l'analyse de l'individu après l'individuation. Le jeu de la condition énergétique (condition d'état du système constituant) ne peut être saisi dans l'individu constitué. C'est pour cette raison que jusqu'à ce jour elle a été ignorée ; en effet, les différentes études de l'individuation ont voulu saisir dans l'individu constitué un élément capable d'expliquer l'individuation de cet individu : cela ne serait possible que si l'individu était à lui-même un système complet et l'avait toujours été. Mais on ne peut induire l'individuation à partir de l'individué : on ne peut que suivre étape par étape la genèse de l'individu dans un système ; toute démarche régressive visant à remonter à l'individuation à partir des réalités individuées découvre à un certain point une réalité autre, une réalité supplémentaire, qui peut être diversement interprétée selon les présuppositions du système de pensée dans lequel s'effectue la recherche (par exemple par le recours au schème de la création, pour mettre en rapport la matière et la forme, ou bien, dans les doctrines qui veulent éviter le créationisme, par le *clinamen* des atomes et la force de la nature qui les pousse à se rencontrer, avec un effort implicite : *conata est nequiquam*, dit Lucrèce de la Nature).

La différence essentielle entre l'étude classique de l'individuation et celle que nous présentons est celle-ci : l'individuation ne sera pas considérée uniquement dans la perspective de l'explication de l'individu individué ; elle sera saisie, ou tout au moins sera dite devoir être saisie, avant et pendant la genèse de l'individu séparé ; l'individuation est un événement et une opération au sein d'une réalité plus riche que l'individu qui en résulte<sup>18</sup>. D'ailleurs, la séparation amorcée par l'individuation au sein du système peut ne pas conduire à l'isolement de l'individu ; l'individuation est alors structuration d'un système sans séparation de l'individu et de son complémentaire, si

18. Cette réalité, d'autre part, comporte des ordres de grandeur différents de celui de l'individu et de la singularité qui l'amorce, si bien que l'individu joue un rôle de médiateur par rapport aux différents ordres de réalité.

bien que l'individuation introduit un nouveau régime du système, mais ne brise pas le système. Dans ce cas, l'individu doit être connu non pas abstraitement, mais en remontant à l'individuation, c'est-à-dire en remontant à l'état à partir duquel il est possible de saisir génétiquement l'ensemble de la réalité comprenant l'individu et son complément d'être. Le principe de la méthode que nous proposons consiste à supposer qu'il y a conservation d'être, et qu'il ne faut penser qu'à partir d'une réalité complète. C'est pourquoi il faut considérer la transformation d'un domaine complet d'être, depuis l'état qui précède l'individuation jusqu'à l'état qui la suit ou la prolonge.

Cette méthode ne vise pas à faire évanouir la consistance de l'être individuel, mais seulement à la saisir dans le système d'être concret où sa genèse s'opère. Si l'individu n'est pas saisi dans cet ensemble systématique complet de l'être, il est traité selon deux voies divergentes également abusives : ou bien il devient un absolu, et il est confondu avec le  $\sigma\upsilon\nu\omicron\lambda\omicron\nu$  ou bien il est tellement rapporté à l'être dans sa totalité qu'il perd sa consistance et est traité comme une illusion. En fait, l'individu n'est pas une réalité complète ; mais il n'a pas non plus pour complémentaire la nature tout entière, devant laquelle il deviendrait une réalité infime ; l'individu a pour complément une réalité du même ordre que la sienne comme l'être d'un couple par rapport à l'autre être avec lequel il forme le couple ; tout au moins, c'est par l'intermédiaire de ce milieu associé qu'il se rattache au plus grand que lui et au plus petit que lui.

[Entre la monade de Leibniz et l'individu de Spinoza, il y a en un certain sens une opposition complète, puisque le monde de Leibniz est fait d'individus alors que celui de Spinoza ne comprend à proprement parler qu'un seul individu, la nature ; mais cette opposition provient en fait du manque de relativité de l'individu par rapport à une réalité complémentaire de même ordre que la sienne ; Leibniz fragmente l'individuation jusqu'aux limites extrêmes de la petitesse, accordant l'individualité même aux éléments les plus petits d'un corps vivant ; Spinoza au contraire grandit l'individuation jusqu'aux limites du tout, ce par quoi Dieu est nature naturante étant l'individuation elle-même. Ni chez l'un ni chez l'autre il n'y a par rapport à l'individu de milieu associé, de système du même ordre de grandeur au sein duquel l'individu puisse recevoir une genèse. L'individu est pris pour l'être, il est considéré comme coextensif à l'être. Dans ces conditions, l'individu considéré comme coextensif à l'être ne peut être situé : toute réalité est à la fois trop petite et trop grande pour recevoir le statut d'individu. Tout peut être individu, et rien ne peut l'être complètement.] Si au contraire l'individu est saisi non comme terme d'une relation, mais comme résultat d'une opération et comme théâtre d'une activité relationnelle qui se perpétue en lui, il se définit par rapport à l'ensemble qu'il constitue avec son complémentaire, qui est du même ordre de grandeur que lui et au même niveau que lui après individuation. La nature dans son ensemble n'est pas faite d'individus et n'est pas non plus elle-même un individu : elle est faite de domaines d'être qui peuvent comporter ou ne pas comporter individuation. Il y a dans la nature deux modes de réalité qui ne sont pas de l'individu : les domaines qui n'ont pas été le théâtre d'une individuation, et ce qui reste d'un domaine concret après individuation, lorsqu'on retire l'individu. Ces deux types de réalité ne peuvent être confondus, car le premier désigne une réalité complète, alors que le second désigne une réalité incomplète, qui ne peut s'expliquer que par la genèse, à partir du système d'où elle est issue.

Si l'on accepte de connaître l'individu par rapport à l'ensemble systématique dans lequel s'opère sa genèse, on découvre qu'il existe une fonction de l'individu par rap-

port au système concret envisagé selon son devenir ; l'individuation exprime un changement de phase d'être de ce système, évitant sa dégradation, incorporant sous forme de structures les potentiels énergétiques de ce système, compatibilisant les antagonismes, résolvant le conflit interne du système. L'individuation perpétue le système à travers un changement topologique et énergétique ; la véritable identité n'est pas l'identité de l'individu par rapport à lui-même, mais l'identité de la permanence concrète du système à travers ses phases. L'eccéité vraie est une eccéité fonctionnelle, et la finalité trouve son origine dans ce soubassement d'eccéité qu'elle traduit en fonctionnement orienté, en médiation amplifiante entre ordres de grandeur primitivement sans communication.

Ainsi, l'insuffisance de la relation forme-matière pour fournir une connaissance adéquate des conditions et du processus de l'individuation physique nous conduit à analyser le rôle joué par l'énergie potentielle dans l'opération d'individuation, cette énergie étant condition de la métastabilité.

## Chapitre II

# Forme et énergie

### I. – ÉNERGIE POTENTIELLE ET STRUCTURES

#### **1. Énergie potentielle et réalité du système ; équivalence des énergies potentielles ; dyssymétrie et échanges énergétiques**

La notion d'énergie potentielle en Physique n'est pas absolument claire et ne correspond pas à une extension rigoureusement définie ; ainsi, il serait difficile de préciser si l'énergie thermique emmagasinée dans un corps chauffé doit être considérée comme énergie potentielle ; sa nature potentielle est liée à une possibilité de transformation du système par modification de son état énergétique. Un corps dont toutes les molécules posséderaient la même quantité d'énergie sous forme d'agitation thermique ne posséderait aucune quantité d'énergie thermique potentielle ; en effet, le corps aurait ainsi atteint *son état le plus stable*. Par contre, un corps qui posséderait la même quantité totale de chaleur, mais de manière telle qu'il y ait dans une région des molécules à une température plus haute et dans une autre région des molécules à une température plus basse posséderait une certaine quantité d'énergie potentielle thermique. On ne peut d'ailleurs considérer cette quantité d'énergie potentielle comme venant s'ajouter à l'énergie non potentielle contenue dans le corps ; elle est *la fraction de l'énergie totale du corps qui peut donner lieu à une transformation, réversible ou non* ; cette relativité du caractère potentiel de l'énergie se manifeste avec netteté si l'on suppose par exemple qu'un corps chauffé de manière homogène – donc ne possédant aucune énergie potentielle thermique s'il est seul à constituer un système – peut servir à faire apparaître une énergie potentielle si on le met en présence d'un autre corps de température différente. La capacité pour une énergie d'être potentielle est étroitement liée à la présence d'une relation d'hétérogénéité, de dyssymétrie relativement à un autre support énergétique ; nous pouvons en effet, en reprenant l'exemple précédent, considérer un cas-limite particulièrement démonstratif : si un corps était chauffé de manière telle qu'il contienne des molécules à une température plus haute et d'autres à une température plus basse, non pas groupées en deux régions séparées, mais mêlées au hasard, le corps contiendrait encore, pour un observateur microphysique, la même quantité d'énergie potentielle que lorsque les molécules sont groupées en région chaude et en région froide, car la somme des énergies potentielles présentées par tous les couples formés d'une molécule chaude et d'une molécule froide serait numériquement égale à l'énergie potentielle présentée par le système formé par le

groupe de toutes les molécules chaudes et celui de toutes les molécules froides ; pourtant, cette somme des énergies potentielles des couples moléculaires ne correspondrait à aucune réalité physique, à aucune énergie potentielle du système global ; il faudrait pour cela pouvoir ordonner le désordre en séparant les molécules chaudes des molécules froides ; c'est ce que montre la très intéressante hypothèse du démon de Maxwell, reprise et discutée par Norbert Wiener dans *Cybernetics*. La considération attentive du type de réalité représenté par l'énergie potentielle est extrêmement instructive pour la détermination d'une méthode appropriée à la découverte de l'individuation. En effet, la réflexion sur l'énergie potentielle nous apprend qu'il y a un ordre de réalité que nous ne pouvons saisir ni par la considération d'une quantité ni par le recours à un simple formalisme ; l'énergie potentielle n'est pas une simple manière de voir, une considération arbitraire de l'esprit ; elle correspond bien à une capacité de transformations *réelles* dans un système, et la nature même du système est plus qu'un groupement arbitraire des êtres opéré par la pensée, puisque le fait, pour un objet, de faire partie d'un système définit pour cet objet la possibilité d'actions mutuelles par rapport aux autres objets constituant le système, ce qui fait que l'appartenance à un système se définit par une réciprocité virtuelle d'actions entre les termes du système. Mais la réalité de l'énergie potentielle n'est pas celle d'un objet ou d'une substance consistant en elle-même et « n'ayant besoin d'aucune autre chose pour exister » ; elle a besoin, en effet, d'un système, c'est-à-dire au moins d'un autre terme. Sans doute faut-il accepter d'aller contre l'habitude qui nous porte à accorder le plus haut degré d'être à la substance conçue comme réalité absolue, c'est-à-dire sans relation. La relation n'est pas pur épiphénomène ; elle est *convertible en termes substantiels*, et cette conversion est réversible, comme celle de l'énergie potentielle en énergie actuelle<sup>1</sup>.

Si une distinction de termes est utile pour fixer les résultats de l'analyse des significations, on peut nommer relation la disposition des éléments d'un système qui a une portée dépassant une simple vue arbitraire de l'esprit, et réserver le terme de rapport à une relation arbitraire, fortuite, non convertible en termes substantiels ; la relation serait un rapport aussi réel et important que les termes eux-mêmes : on pourrait dire par conséquent qu'une véritable relation entre deux termes équivaut en fait à un rapport entre trois termes.

Nous partirons de ce postulat : *l'individuation nécessite une vraie relation*, qui ne peut être donnée que dans un état de système ren-

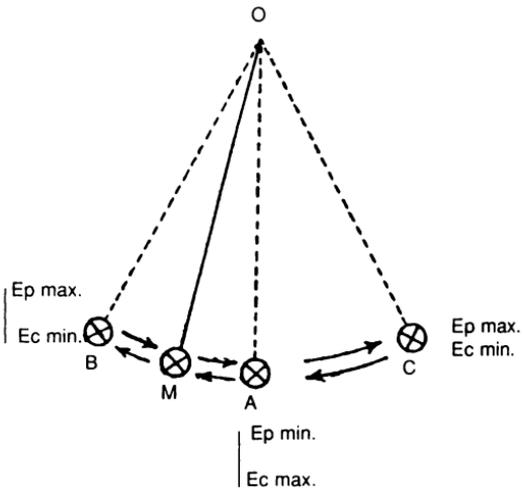


FIG. I

1. Par ailleurs, l'énergie potentielle se trouve liée ainsi le plus généralement à l'ordre de grandeur supérieur d'un système considéré dans ses grands ensembles classés, séparés, hiérarchisés.

fermant un potentiel. La considération de l'énergie potentielle n'est pas seulement utile en ceci qu'elle nous apprend à penser la réalité de la relation ; elle nous offre aussi une possibilité de mesure par la méthode de convertibilité réciproque ; considérons par exemple une série de pendules de plus en plus compliqués, et essayons de noter les transformations d'énergie dont ils sont le siège au cours d'une période d'oscillation : nous verrons qu'on peut affirmer non seulement la convertibilité de l'énergie potentielle en énergie cinétique, puis en énergie potentielle qui se reconvertit en énergie cinétique, mais aussi l'équivalence de deux formes différentes d'énergie potentielle qui se convertissent l'une dans l'autre à travers une quantité déterminée d'énergie cinétique. Soit par exemple d'abord un pendule simple OM qui oscille dans le champ de pesanteur terrestre (fig. I) ; si A est le point de la trajectoire le plus près du centre de la Terre, et si B et C sont les positions extrêmes symétriques par rapport à l'axe OA, l'énergie potentielle est minimum, et l'énergie cinétique maximum, en A ; au contraire, l'énergie potentielle est maximum et l'énergie cinétique minimum en B et C. Si l'on prend comme surface équipotentielle de référence le plan horizontal passant par le point A, et comme système de référence pour la mesure des déplacements des axes de coordonnées immobiles par rapport au point O, on peut dire que l'énergie potentielle est nulle en A et l'énergie cinétique nulle en B et C : ces deux formes

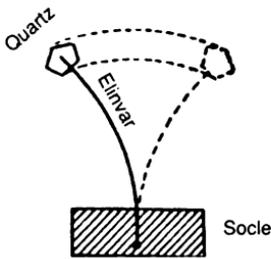


FIG. II

d'énergie se transforment donc complètement l'une en l'autre, si l'on néglige la dégradation de l'énergie par frottements. Prenons maintenant le cas d'un pendule comme celui que Holweck et Lejay ont réalisé pour permettre l'établissement du réseau gravimétrique en France (fig. II). Il se compose d'une lame élastique d'élinvar encastree à sa partie inférieure et portant à sa partie supérieure une masse de quartz. L'ensemble est placé dans un tube où l'on a fait le vide pour réduire l'amortissement. Le principe du fonctionnement est le suivant : lorsque le pendule est écarté de sa position d'équilibre, les moments des forces élastiques et des forces de pesanteur agissent en sens opposés, et l'on peut, par un réglage convenable, amener ces deux

moments à être très peu différents ; comme la période est déterminée par la différence de ces moments, on peut dire que l'on a réalisé un système permettant la conversion d'une forme d'énergie potentielle en une autre forme d'énergie potentielle, à travers une certaine quantité d'énergie cinétique qui est équivalente à la différence quantitative entre ces deux énergies potentielles ; si les deux énergies potentielles (celle qui s'exprime en moments des forces élastiques et celle qui s'exprime en moments des forces de pesanteur) étaient rigoureusement égales, le pendule aurait une période d'oscillation infinie, c'est-à-dire serait dans un état d'équilibre indifférent. Tout se passe comme si l'énergie potentielle qui se convertit effectivement en énergie cinétique puis se reconvertit en énergie potentielle au cours d'une oscillation était une énergie résultant de la différence de deux autres énergies potentielles. Le même pendule, retourné

de  $180^\circ$ , réaliserait au contraire une sommation des deux énergies potentielles sous forme d'énergie cinétique au point le plus bas de la trajectoire parcourue par la masse de quartz.

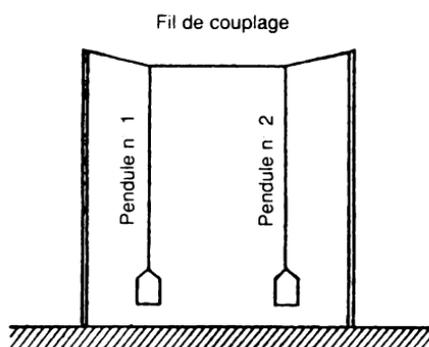


FIG. III

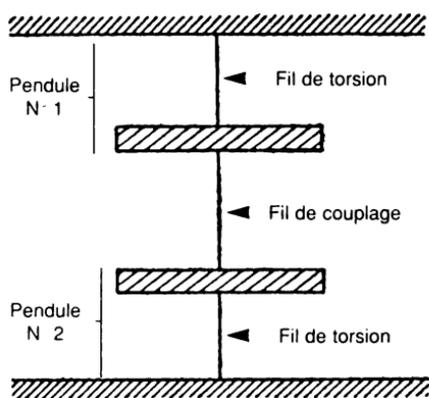


FIG. IV

On pourrait enfin constituer un système plus complexe de pendules couplés sans amortissement (pendules gravifiques ou pendules de torsion) (fig. III et IV). Dans ce cas, on observerait sur chaque pendule des battements, d'autant plus espacés que le couplage serait plus faible. Ces battements sont eux-mêmes en quadrature, c'est-à-dire que chacun des pendules semble s'arrêter quand l'autre a son amplitude maximum ; l'énergie des oscillations est transférée alternativement de l'un des pendules à l'autre. Dans une pareille expérience, peut-on encore estimer que la période de l'oscillation résultante (du transfert d'énergie) correspond à une énergie potentielle déterminée ? — Oui, car, si l'on désigne par  $K$  le coefficient de couplage entre les oscillateurs que sont les deux pendules, et par  $\omega$  la pulsation de ces pendules, supposée la même pour tous deux, la période des battements sur les deux pendules est donnée par l'expression  $T = \frac{2\pi}{K\omega}$ . L'énergie potentielle, ici, réside dans le fait qu'à l'origine l'un des deux pendules est animé d'un mouvement tandis que l'autre est immobile ; c'est cette dyssymétrie qui cause le passage d'énergie d'un pendule à l'autre. Si des pendules de même fréquence propre, animés d'oscillations synchrones et de même phase, étaient

couplés, la période propre résultante ne serait pas la même que la période d'oscillation de chacun des pendules séparés, mais aucun échange d'énergie n'aurait lieu. Il y a battement au cas où la dyssymétrie des conditions initiales d'excitateur et de résonateur peut s'annuler et se transformer en son inverse, puis revenir à l'état initial.

On pourrait multiplier les cas de plus en plus complexes d'échanges énergétiques : on trouverait que l'énergie potentielle apparaît toujours comme *liée à l'état de dyssymétrie d'un système* ; en ce sens, un système contient de l'énergie potentielle quand il n'est pas dans son état de plus grande stabilité. Lorsque cette dyssymétrie initiale produit un échange d'énergie à l'intérieur du système, la modification produite peut se

transformer en une autre forme d'énergie ; dans ce cas le système ne revient pas immédiatement à son état initial : il faut, pour qu'il y revienne, que la précédente transformation soit réversible ; alors, le système oscille. Cette oscillation établit l'égalité de deux formes d'énergie potentielle. Nous pouvons donc distinguer déjà l'identité de deux états énergétiques de l'égalité de deux états énergétiques, dans le cas de l'énergie potentielle : deux énergies potentielles sont identiques quand elles correspondent au même état physique du système, avec seulement une différence de mesures qui pourrait être supprimée par un déplacement convenable des axes de référence ; ainsi, lorsque le pendule de la figure I oscille, il établit la convertibilité réciproque de l'énergie potentielle correspondant à la position B et de celle qui correspond à la position C ; comme la mesure de l'énergie potentielle du système pendule-Terre ne dépend que de la position de la masse M par rapport aux surfaces équipotentielles qui sont dans ce cas les plans horizontaux, la détermination de la position B ou de la position C ne dépend que du sens choisi pour la mesure de l'élongation ; l'inversion de ce sens permet d'identifier les états physiques correspondant aux états B et C pour la mesure de l'énergie potentielle.

Considérons par contre l'exemple du pendule Holweck-Lejay : il n'est plus possible d'identifier par un simple déplacement des conventions de mesure les états d'énergie potentielle correspondant aux couples des forces de pesanteur et ceux qui correspondent aux forces élastiques provenant de la flexion de la lame d'élinvar. L'oscillation établit pourtant la convertibilité réciproque de ces deux formes d'énergie, et cela conduit à les considérer comme égales lorsque l'état d'équilibre indifférent du pendule se trouve réalisé : l'énergie potentielle définit les conditions formelles réelles de l'état d'un système<sup>2</sup>.

## **2. Ordres différents d'énergie potentielle ; notions de changements de phase, d'équilibre stable et d'équilibre métastable d'un état. Théorie de Tammann**

Les énergies potentielles des trois systèmes physiques que nous venons d'envisager peuvent être dites du même ordre, non seulement parce qu'elles sont mutuellement convertibles au cours d'une période d'oscillation du système, mais aussi parce que cette conversion se fait d'une manière continue ; c'est même cette continuité de la conversion qui permet à cette dernière d'être une oscillation au sens propre du terme, c'est-à-dire de s'effectuer selon une loi sinusoïdale en fonction du temps. Il importe en effet de distinguer soigneusement une véritable oscillation, au cours de laquelle il y a conversion d'une forme d'énergie en une autre forme d'énergie (ce qui définit une période dépendant des potentiels mis en jeu et de l'inertie du système) d'un phénomène simplement récurrent, au cours duquel un phénomène non récurrent par lui-même, comme la décharge d'un condensateur à travers une résistance, déclenche par son accomplissement un autre phénomène qui ramène le système à son état primitif. Ce dernier cas est celui des phénomènes de relaxation, nommés, d'une manière peut-être abusive, oscillations de relaxation, et dont les exemples les plus courants se trouvent en électronique dans les montages « oscillateurs » utilisant les thyatron, ou dans

2. Ces conditions sont suffisantes à elles seules pour amorcer une transformation : un pendule écarté de sa position d'équilibre et attaché ne se meut pas avant qu'on le libère.

les multivibrateurs, ou encore, dans la nature, sous la forme des fontaines intermittentes.

Or, si l'existence d'oscillations véritables dans des systèmes physiques peut permettre de définir comme énergies potentielles équivalentes par leur forme des énergies qui peuvent être soumises à des transformations réversibles et sont ainsi susceptibles d'être égales par leur quantité, il existe aussi des systèmes dans lesquels une irréversibilité des transformations manifeste une différence d'ordre entre les énergies potentielles. La plus connue des irréversibilités est celle qu'illustrent les recherches de la Thermodynamique et que le second principe de cette science (principe de Carnot-Clausius) énonce pour les transformations successives d'un système fermé. Selon ce principe, l'entropie d'un système fermé augmente au cours des transformations successives<sup>3</sup>. La théorie du rendement théorique maximum des moteurs thermiques est conforme à ce principe, et le vérifie, dans la mesure où une théorie peut être validée par la fécondité des conséquences qu'on en tire. Mais cette irréversibilité des transformations de l'énergie mécanique en énergie calorifique n'est peut-être pas la seule qui existe. De plus, l'aspect apparemment hiérarchique impliqué dans ce rapport d'une forme noble à une forme dégradée de l'énergie risque de voiler la nature même de cette irréversibilité. Nous avons ici affaire à un changement de l'ordre de grandeur et du nombre des systèmes dans lesquels existe cette énergie ; en fait, l'énergie peut ne pas changer de nature, et changer pourtant d'ordre ; c'est ce qui se passe lorsque l'énergie cinétique d'un corps en mouvement se transforme en chaleur, comme dans l'exemple souvent employé en physique de la balle en plomb rencontrant un plan indéformable et transformant toute son énergie en chaleur : la quantité d'énergie cinétique reste la même, mais ce qui était énergie de la balle dans son ensemble, considérée par rapport à des axes de référence pour lesquels le plan indéformable est immobile, devient énergie de chaque molécule en déplacement par rapport à d'autres molécules à l'intérieur de la balle. C'est la structure du système physique qui a changé ; si cette structure pouvait être transformée en sens inverse, la transformation de l'énergie aussi deviendrait réversible. L'irréversibilité tient ici au passage d'une structure macroscopique unifiée à une structure microscopique fragmentée et désordonnée<sup>4</sup> ; la notion de désordre exprime d'ailleurs la fragmentation microphysique elle-même ; en effet, si les déplacements moléculaires étaient ordonnés, le système serait en fait unifié ; on peut considérer le système macroscopique formé par la balle en déplacement par rapport à un plan indéformable et par ce plan comme un ensemble ordonné de molécules animées de mouvements parallèles ; un système microscopique ordonné est en fait de structure macroscopique.

Or, si nous considérons les échanges d'énergie impliqués dans les changements d'états, comme la fusion, la vaporisation, la cristallisation, nous y verrons apparaître des cas particuliers d'irréversibilité liée à des changements de structure du système. Dans le domaine de la structure cristalline par exemple, on voit comment l'ancienne notion des *éléments* doit céder le pas à une théorie à la fois structurale et énergétique : la continuité des états liquide et gazeux permet de réunir ces deux états dans le domai-

3. Sauf dans le cas particulier idéal de transformations entièrement réversibles, où l'entropie reste constante.
4. On pourrait dire que l'énergie a passé d'un *système formel* de supports (ordre de dimensions supérieur à celui du théâtre des transformations, qui est la balle) à un *système matériel*, d'ordre dimensionnel inférieur à celui du théâtre des transformations, les différentes molécules de la balle.

ne commun du fluide à l'état homogène ; par contre, ce domaine de l'état homogène est nettement séparé, par la frontière qu'est la courbe de saturation, des états non homogènes.

Il se manifeste entre les états cristallin et amorphe une discontinuité que nous pouvons rapprocher de celle qui existe entre une énergie d'ordre macroscopique et une énergie égale en valeur absolue mais d'ordre microscopique, comme l'énergie thermique en laquelle la précédente a pu se dégrader au cours d'une transformation irréversible. En effet, selon l'hypothèse de Tammann, l'état cristallin serait caractérisé par l'existence dans les substances cristallisées de directions privilégiées. Les propriétés de ces substances présentent des valeurs différentes suivant la direction considérée ; telles sont les propriétés éclairées par l'étude de la forme géométrique des cristaux et les manifestations diverses de l'anisotropie cristalline ; l'état amorphe, au contraire, comprenant les états gazeux, liquide, ou solide amorphe (vitreux), est caractérisé par l'absence de directions privilégiées ; les propriétés des substances amorphes présentent des valeurs qui ne dépendent pas de la direction considérée. Un corps à l'état amorphe ne possède pas de forme géométrique déterminée, et est isotrope. Seule une action extérieure telle qu'une pression non uniforme, une traction, une torsion, l'existence d'un champ électrique ou magnétique, peut rendre un corps amorphe, et particulièrement un corps vitreux, temporairement anisotrope. Si l'on se représente un corps amorphe comme un corps dans lequel les particules constitutives sont disposées de façon désordonnée, on pourra supposer que le cristal est, au contraire, un corps dans lequel les particules élémentaires, atomes ou groupes d'atomes, sont disposés selon des arrangements ordonnés, nommés réseaux cristallins. Bravais admet une répartition des divers éléments ou groupes chimiques d'un cristal suivant un système de points réguliers dont chacun représente le centre de gravité de ces divers éléments ou groupes chimiques. (Cette expression simplifiée suppose l'élément ou le groupe chimique immobile ; s'il est animé d'une vibration, le point régulier représente la position moyenne autour de laquelle l'élément vibre ; c'est sa position d'équilibre). Tous ces systèmes de points réguliers peuvent être obtenus par la juxtaposition de réseaux parallélépipédiques ne contenant chacun que des éléments ou groupes chimiques de même nature qui se rangent, d'après leurs symétries, dans les trente-deux groupes classiques de cristaux. L'anisotropie du cristal se comprend alors, car ces réseaux peuvent être partagés en systèmes de plans passant par les divers points réguliers du réseau considéré, chaque système étant constitué d'un ensemble de plans parallèles entre eux et équidistants les uns des autres : ces systèmes de plans correspondent aux directions privilégiées suivant lesquelles les surfaces limitatives des cristaux peuvent être disposés. Acceptant la théorie de Bravais, Tammann complète cette représentation des différences entre états de la matière en assimilant les solides amorphes à des liquides doués d'une viscosité et d'une rigidité très grandes ; il montre qu'une véritable continuité existe entre les états solide et liquide d'un corps vitreux ; le verre par exemple, à la température courante d'utilisation, présente une grande rigidité ; lorsque le souffleur de verre élève sa température, la rigidité, puis la viscosité du verre, diminuent progressivement jusqu'à ce qu'on ait, à haute température, un véritable liquide. La fusion pâteuse, caractéristique des solides amorphes, ne montre jamais deux phases distinctes. Tammann considère donc le solide amorphe comme un liquide dont la rigidité et la viscosité ont atteint par suite d'un abaissement suffisant de la température, de très grandes valeurs. La conséquence théorique de l'hypothèse

de Tammann est importante : un liquide qui subit un abaissement de température sans pouvoir passer à l'état cristallin se transforme de façon continue en un corps vitreux. Il est donc en état de surfusion. Des expériences sur la pipérine,  $C_{17}H_{19}O_3N$ , et le bétol,  $C_{10}H_7CO_2C_6H_4OH$ , substances qui fondent respectivement à  $128^\circ$  et à  $95^\circ$ , et restent facilement en surfusion, ont confirmé cette hypothèse. Mais la seule considération des structures correspondant aux divers états est incomplète et laisse subsister une indétermination ; elle doit se compléter par l'étude des *différents niveaux énergétiques* liés à chaque état et des échanges d'énergie qui se produisent au cours des changements

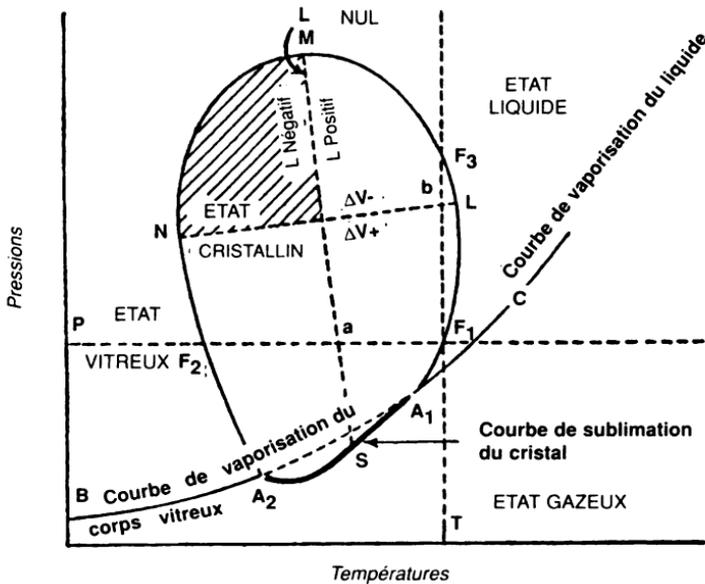


FIG. V. — Domaines de stabilité des différents états

d'état. C'est parce qu'elle conduit à une étude de la corrélation entre les changements structuraux et les échanges énergétiques que la théorie de Tammann a une valeur exemplaire. Elle permet en effet de déterminer les conditions et les limites de stabilité des états cristallin et amorphe. Il existe de nombreux corps qui peuvent se présenter à l'état cristallin ou à l'état amorphe ; or, selon les conditions de température et de pression, c'est tantôt l'état cristallin qui est stable et l'état amorphe métastable, tantôt l'état cristallin métastable et l'état amorphe stable. Le passage de l'état métastable à l'état stable donne lieu à un effet thermique et à un effet volumétrique déterminés. Cette conséquence importante de la théorie de Tammann peut se représenter par la figure V. Si nous partons d'une substance liquide à l'état d'équilibre stable, sous une

pression  $P$ , et si nous abaissons progressivement la température en maintenant cette pression constante, les points représentatifs se déplaceront de droite à gauche sur la parallèle  $F_1P$  à l'axe des températures. Si le point représentatif pénètre dans le domaine de stabilité de l'état cristallin, le liquide considéré sera à l'état métastable. Dans cet état, le liquide surfondu peut passer à l'état cristallin, et ce passage dépend de deux facteurs : le pouvoir de cristallisation spontanée que présente ce liquide, défini par le nombre de germes cristallins qui, en un temps donné, apparaissent spontanément au sein d'un volume donné du liquide, et d'autre part la vitesse de cristallisation, c'est-à-dire la vitesse avec laquelle un germe cristallin se développe. L'état de surfusion est facile à réaliser si les maxima de ces deux facteurs (en fonction de la température) sont assez éloignés l'un de l'autre pour que le maximum de l'un des facteurs corresponde à une valeur pratiquement nulle de l'autre facteur ; alors, comme ces deux facteurs tendent l'un et l'autre vers zéro quand la température continue à décroître, il est possible de franchir assez rapidement la région II, correspondant à une probabilité faible mais non nulle de cristallisation, et d'arriver à la région III, pour laquelle les chances de cristallisation sont pratiquement nulles (fig. VI). Tant que le liquide est à l'état métastable, on peut amorcer la cristallisation, qui s'effectue avec un dégagement de chaleur. Cette cristallisation permet de mesurer une chaleur latente de cristallisation, qui est la différence entre la capacité calorifique de la masse considérée à l'état amorphe et celle de la même masse considérée à l'état cristallisé, multipliée par la variation de température :  $dL = (C_a - C_c)dt$ . Or, comme la chaleur spécifique d'une substance prise à l'état cristallin est inférieure à la chaleur spécifique de cette même substance prise à l'état liquide, ou amorphe, la chaleur latente de cristallisation varie dans le même

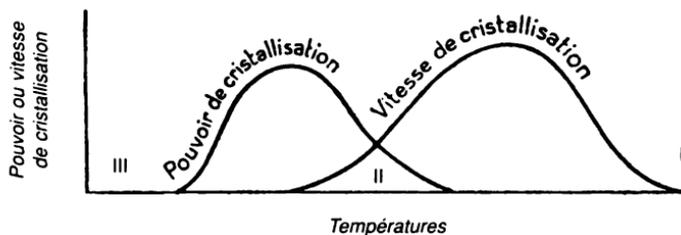


FIG. VI

sens que la température. Elle diminue lorsque la température s'abaisse ; il pourra donc arriver que, pour un abaissement suffisant de la température, la chaleur latente de cristallisation s'annule, puis change de signe. La ligne MS de la figure V représente le lieu des points représentatifs pour lesquels la chaleur latente de cristallisation est nulle, selon les diverses valeurs que la pression, constante pour une même expérience, peut prendre. Considérons maintenant la même substance liquide à l'état stable de température  $T$ , dans le domaine de stabilité de l'état liquide ; si la pression croît, on pénètre dans le domaine de stabilité de l'état cristallin. Le liquide étant alors à l'état métastable, la cristallisation possible correspondra, pour chaque pression considérée, à une variation  $\Delta V$  du volume accompagnant cette transformation. Si  $V_c$  et  $V_a$  sont les

volumes respectifs de la masse considérée de la substance, soit à l'état cristallisé, soit à l'état amorphe, on a :  $d\Delta V = dV_a - dV_c$ . Si l'on affecte la variation de volume dans le sens d'une contraction du signe +, on trouvera que, comme dans le cas de la chaleur latente de fusion,  $\Delta V$  diminue quand la pression croît, car une substance prise à l'état amorphe est plus compressible qu'à l'état cristallisé. Pour un accroissement suffisant de la pression,  $\Delta V$  peut s'annuler puis changer de signe. La courbe LN de la figure V est le lieu des points représentatifs pour lesquels la variation de volume est nulle. Au-dessous de cette courbe,  $\Delta V$  est positif (contraction) ; au-dessus de cette courbe,  $\Delta V$  est négatif (dilatation). Des limites de variations de la chaleur latente de cristallisation et du volume, on peut déduire la forme de la courbe de fusion-cristallisation : selon cette courbe, il existe deux points triples,  $A_1$  et  $A_2$ , pour lesquels le cristal, le corps amorphe, et le gaz pourraient coexister en équilibre mutuel. En A, la courbe de fusion-cristallisation rencontre à la fois la courbe de sublimation  $A_2SA_1$  du cristal et la courbe de vaporisation  $A_1B$  du corps vitreux ; cette courbe de vaporisation prolonge la courbe de vaporisation  $A_1C$  du liquide. Par ailleurs, à chaque pression correspondraient deux points de fusion-cristallisation où le cristal pourrait coexister soit avec le liquide, soit avec le corps vitreux (pour la pression P par exemple, ces deux points seraient  $F_1$  et  $F_2$ ). A des températures inférieures à ce second point de cristallisation, le point représentatif de la substance pénétrerait à nouveau dans le domaine de stabilité de l'état amorphe. Alors, l'état vitreux serait un état stable, et l'état cristallin un état métastable par rapport au corps vitreux. Sans doute, à ces basses températures, les vitesses de transformation seraient tellement faibles qu'elles seraient pratiquement nulles ; mais cette réversibilité théorique des états stable et métastable garde cependant toute son importance ; il n'a pas été possible non plus de mettre en évidence par l'expérience le point L de maximum de la température de fusion, ni le point M de maximum de la pression de fusion, mais l'expérience a montré que toutes les courbes de fusion ont leur concavité tournée vers les températures décroissantes et que, pour l'eau et quelques autres substances, on se trouve, dès le point triple  $A_1$ , dans la portion de la courbe de fusion ascendante dans le sens des températures décroissantes.

L'intérêt de l'hypothèse de Tammann pour l'étude de l'individuation est d'établir l'existence de conditions d'équilibre indifférent entre deux états physiques dont l'un est amorphe et l'autre cristallin, c'est-à-dire qui s'opposent par leurs structures, non ordonnées dans le premier, ordonnées dans le second. La relation entre deux états structuraux prend ainsi un sens énergétique : c'est, en effet, à partir des considérations relatives à la chaleur latente de cristallisation et à la variation de volume en fonction de la pression, c'est-à-dire à un travail, que l'existence et la position des points triples sont déterminées. Les limites du domaine de stabilité d'un type structural sont déterminées par des considérations énergétiques. C'est pour cette raison que nous avons voulu, pour aborder l'étude de l'individuation physique proprement dite, définir l'aspect énergétique de la relation entre deux structures physiques. A toute structure est lié un caractère énergétique, mais inversement, à toute modification des conditions énergétiques d'un système physique peut correspondre une modification du caractère structural de ce système.

Le fait, pour un système physique, d'avoir telle ou telle structure, entraîne la possession d'une détermination énergétique. Cette détermination énergétique peut être

assimilée à une énergie potentielle, car elle ne se manifeste que dans une transformation du système. Mais, à la différence des énergies potentielles étudiées plus haut, qui sont susceptibles de transformations progressives et partielles selon un processus continu, les énergies potentielles liées à une structure ne peuvent être transformées et libérées que par une modification des conditions de stabilité du système qui les recèle ; elles sont donc liées à l'existence même de la structure du système ; pour cette raison, nous dirons que les énergies potentielles correspondant à deux structures différentes sont d'ordre différent. Le seul point où elles sont continues l'une par rapport à l'autre est le point où elles s'annulent, comme dans les points  $A_1$  et  $A_2$ ,  $F_1$  et  $F_2$  de la figure V. Dans le cas d'un pendule, au contraire, où deux énergies potentielles réalisent une conversion mutuelle continue, comme dans le pendule Holweck-Lejay (fig. II), la somme de ces deux énergies et de l'énergie cinétique reste constante au cours d'une transformation. Il en va de même encore dans le cas plus complexe que représente la figure III. Au contraire, les changements d'état subis par le système nous obligent à considérer une certaine énergie liée à la structure, qui est bien une énergie potentielle, mais qui n'est pas susceptible d'une transformation continue ; pour cette raison, elle ne peut pas être considérée comme rentrant dans les cas d'identité ou d'égalité définis plus haut. Elle ne peut être mesurée que dans un changement d'état du système ; tant que l'état subsiste, elle se confond avec les conditions mêmes de stabilité de cet état. Pour cette raison, nous nommerons énergies potentielles structurales les énergies exprimant les limites de stabilité d'un état structural, qui constituent la source réelle des conditions formelles des genèses possibles.

## II. — INDIVIDUATION ET ÉTATS DE SYSTÈME

### 1. Individuation et formes allotropiques cristallines ; être et relation

Nous allons nous efforcer de montrer la validité de la notion d'énergie potentielle structurale en l'employant comme instrument pour étudier des cas où la notion d'individuation physique est d'un usage très délicat, et qui constituent pourtant un exemple liminaire très remarquable : les formes allotropiques cristallines d'une même substance. Il sera en effet possible de saisir dans un cas semblable l'individuation au niveau le plus primitif, mais aussi le plus exempt de toute inférence logique inessentielle. S'il est possible de déterminer des caractères de l'individuation à ce niveau, ces caractères seront antérieurs à toute idée de substance (puisqu'il s'agit du même corps), de qualité, et de quiddité. Or, si nous prenons par exemple une étude de la cristallisation du soufre, nous voyons qu'il peut exister à l'état solide, sous plusieurs formes allotropiques dont les deux principales sont : le soufre cristallisé dans le système orthorhombique (soufre octaédrique), et le soufre cristallisé dans le système monoclinique (soufre prismatique). A la température ordinaire, le soufre octaédrique est dans un état stable ; on rencontre dans certains terrains tertiaires des cristaux octaédriques de soufre naturel ; ceux que nous préparons restent limpides de façon indéfinie. Au contraire, la forme prismatique est métastable par rapport à la forme octaédrique ; un cristal de cette forme, limpide quand il a été récemment préparé, devient opaque quand on l'abandonne à lui-même ; le cristal garde sa forme extérieure, mais un examen microscopique révèle qu'il s'est fragmenté en une mosaïque de cristaux octa-

édriques juxtaposés<sup>5</sup>, d'où résulte l'opacité observée. On nomme surfusion cristalline l'état métastable du soufre prismatique. Cette relation entre les états cristallins prismatique et octaédrique existe pour les températures inférieures à 95,4°, mais se renverse à partir de 95,4° jusqu'à 115°, température de fusion. En effet, dans ce dernier intervalle, c'est le soufre prismatique qui est en équilibre stable, et le soufre octaédrique en équilibre métastable. Sous la pression atmosphérique, 95,4° est la température d'équilibre entre ces deux variétés cristallines.

On peut dès lors se demander en quoi consiste l'individualité de chacune de ces deux formes. A quoi tient la stabilité de ces formes, qui fait qu'elles peuvent exister l'une et l'autre à une température déterminée ? Lorsque l'une ou l'autre de ces deux formes se trouve en état de métastabilité, elle a besoin, pour se transformer en l'autre forme stable, d'un germe, c'est-à-dire d'un point de départ pour la cristallisation sous la forme stable. Tout se passe comme si l'équilibre métastable ne pouvait être rompu que par l'apport local d'une singularité contenue dans un germe cristallin et capable de rompre cet équilibre métastable ; une fois amorcée, la transformation se propage, car l'action qui s'est exercée au début entre le germe cristallin et le corps métastable s'exerce ensuite de proche en proche entre les parties déjà transformées et les parties non encore transformées<sup>6</sup>. Les physiiciens emploient d'ordinaire un mot emprunté au vocabulaire biologique pour désigner l'action d'apporter un germe : ils disent qu'onensemence la substance au moyen d'un germe cristallin. Une expérience particulièrement démonstrative consiste à mettre dans un tube en U du soufre surfondu, puis à ensemencer chacune des branches du tube en U au moyen d'un germe cristallin qui est, d'un côté, octaédrique, et de l'autre, prismatique : le soufre contenu dans chaque branche du tube se cristallise alors selon le système cristallin déterminé par le germe déposé ; dans la partie médiane du tube les deux formes allotropiques du soufre cristallisé sont donc en contact parfait. Deux cas sont alors possibles selon la température : si la température est inférieure à 95,4°, le soufre reste transparent dans la branche contenant la variété octaédrique, alors qu'il devient opaque dans la branche contenant la variété prismatique. L'opacité commence à se manifester au contact de ces deux variétés allotropiques et elle se propage de proche en proche jusqu'à envahir toute la branche contenant le soufre prismatique. Si la température est, au contraire, maintenue entre 95,4° et 115°, le sens de la transformation est inversé : la branche contenant le soufre prismatique reste transparente, et la branche contenant le soufre octaédrique devient opaque, à partir de la ligne de contact entre les deux variétés cristallines. Enfin, à la température de 95,4°, la vitesse de propagation de ces transformations est nulle. Il existe donc une température d'équilibre entre ces deux variétés cristallines. Cette expérience consiste à créer en quelque manière une compétition entre deux systèmes de cristallisation pour une quantité finie de substance. Pour toute température autre que la température d'équilibre (et inférieure à la température de fusion du soufre

5. On doit noter que la formation de nouveaux cristaux à l'intérieur du cristal prismatique se fait à une échelle plus petite que celle du cristal prismatique, jouant le rôle de milieu primitif, de système encadrant, recelant en son état structural les conditions formelles du devenir. La forme est ici structure macrophysique du système en tant qu'elle conditionne énergétiquement les transformations ultérieures.
6. Cette propagation de proche en proche constitue le mode le plus primitif et le plus fondamental de l'amplification, la transduction amplifiante, qui emprunte son énergie au milieu où a lieu la propagation.

octaédrique), une des formes occupe toute la substance cristallisable, et l'autre disparaît entièrement<sup>7</sup>.

Nous touchons ici l'aspect premier et fondamental de l'individuation physique. L'individuation comme opération n'est pas liée à l'identité d'une matière, mais à une modification d'état. Du soufre conserve son système cristallin tant qu'une singularité ne se présente pas pour faire disparaître la forme moins stable. Une substance conserve son individualité quand elle est dans l'état le plus stable en fonction des conditions énergétiques qui sont les siennes. Cette stabilité de l'état se manifeste par le fait que, si les conditions énergétiques restent les mêmes, cet état ne peut être modifié par l'introduction d'un germe présentant une amorce de structure différente ; par rapport à des substances qui sont dans un état différent, cette substance peut au contraire fournir des germes capables d'entraîner une modification de l'état de ces substances. L'individualité stable est donc faite de la rencontre de deux conditions : à un certain état énergétique du système doit correspondre une certaine structure. Mais cette structure n'est pas directement produite par l'état énergétique seul, elle est distincte de ce dernier ; l'amorçage de la structuration est critique ; le plus souvent, dans la cristallisation, des germes sont apportés du dehors. Il y a donc un aspect historique de l'avènement d'une structure dans une substance, il faut que le germe structural apparaisse. Le pur déterminisme énergétique ne suffit pas pour qu'une substance atteigne son état de stabilité. Le début de l'individuation structurante est un événement pour le système en état métastable. Dans l'individuation la plus simple entre ainsi, en général, une relation du corps considéré avec l'existence temporelle des êtres extérieurs à lui, qui interviennent comme conditions événementielles de sa structuration. L'individu constitué enferme en lui la synthèse de conditions énergétiques et matérielles et d'une condition informationnelle, généralement non immanente. Si cette rencontre des trois conditions n'a pas eu lieu, la substance n'a pas atteint son état stable ; elle reste alors dans un état métastable. Remarquons cependant que cette définition génétique de l'individuation par la rencontre de trois conditions nécessaires aboutit à la notion de relativité hiérarchique des états d'individuation. En effet lorsqu'un hiatus très grand existe entre l'état énergétique d'une substance<sup>8</sup> et son état structural (soufre en état de surfusion par exemple), si un germe structural se présente, il peut entraîner un changement d'état structural de la substance sans l'amener pourtant à son état de stabilité absolue. Si du soufre surfondu, à une température de 90°, reçoit un germe cristallin prismatique, il change d'état structural et devient du soufre cristallisé dans le système prismatique. Il a passé d'un premier état métastable à un deuxième état métastable ; le deuxième est plus stable que le premier. Mais, si un deuxième germe structural survient, à savoir un cristal de soufre octaédrique, l'état structural change encore et toute la masse devient soufre octaédrique. On comprend ainsi pourquoi la surfusion cristalline constitue un état moins précaire que la surfusion liquide : un germe structural a déjà été rencontré, mais il a apporté une structure incapable d'absorber dans la structuration opérée toute l'énergie potentielle représentée par l'état de surfusion.

7. La température imposée fait partie des conditions formelles de chaque sous-ensemble du système, définissant en chacun la présence ou l'absence, et le degré, d'une énergie potentielle.
8. C'est la nature de la substance qui contient les conditions matérielles, particulièrement en déterminant le nombre et l'espèce des différents systèmes d'individuation qui pourront s'y développer. L'état énergétique d'une substance est un couple de conditions formelles et matérielles, en ce sens.

L'individuation complète est l'individuation qui correspond à un emploi total de l'énergie contenue dans le système avant structuration ; elle aboutit à un état stable ; au contraire, l'individuation incomplète est celle qui correspond à une structuration qui n'a pas absorbé toute l'énergie potentielle de l'état initial non structuré ; elle aboutit à un état encore métastable. Plus il y a de types de structures possibles pour une même substance, plus il y a de niveaux hiérarchiques de métastabilité ; pour le phosphore par exemple, ces niveaux sont au nombre de trois. De plus, il importe de noter que les niveaux d'individuation sont parfaitement discontinus les uns par rapport aux autres ; l'existence de conditions énergétiques d'équilibre entre deux niveaux se succédant immédiatement dans l'échelle hiérarchique ne peut masquer la discontinuité non seulement structurale, mais encore énergétique, de ces deux niveaux ; ainsi, pour reprendre l'exemple du soufre, lorsque du soufre octaédrique est amené à 95,4°, sous la pression atmosphérique, il faut lui fournir 2,5 calories par gramme pour qu'il se transforme en soufre prismatique ; il existe donc une chaleur latente spécifique de transformation du soufre octaédrique en soufre prismatique. Cette discontinuité énergétique se retrouve dans le fait que le point de fusion de la variété métastable est toujours inférieur à celui de la variété plus stable, pour toutes les espèces chimiques.

Ainsi, l'individuation dans le changement des formes allotropiques d'un élément apparaît comme susceptible de plusieurs niveaux ; l'un d'eux seulement correspond à une individuation complète ; ces états sont en nombre fini, et discontinus les uns par rapport aux autres, à la fois par leurs conditions énergétiques et leurs conditions structurales. L'existence effective d'un état individualisé résulte du fait que deux conditions indépendantes se sont trouvées simultanément remplies : une condition énergétique et matérielle résultant d'un état actuel du système, et une condition événementielle, faisant le plus souvent intervenir une relation aux séries d'événements qui proviennent des autres systèmes. En ce sens, l'individuation d'une forme allotropique part d'une singularité de nature historique. Deux coulées de lave volcanique de même composition chimique peuvent être l'une à un point de cristallisation, l'autre à un autre point : ce sont les singularités locales de l'éruption qui, à travers la genèse particulière de cette cristallisation, se traduisent dans l'individuation de la forme allotropique rencontrée. A ce titre, tous les caractères qui, pour une substance, résultent de ce double conditionnement, énergétique et historique, font partie de son individualité. Le géologue, grâce aux études de la chimie physique, sait interpréter en fonction de l'histoire des roches la taille relative des cristaux qui les constituent. Une pâte en apparence amorphe mais finement cristallisée indique un refroidissement rapide de la substance : de grands cristaux dont il ne subsiste que la forme extérieure, et dont toute la matière s'est divisée en cristaux microscopiques d'un autre système, indiquent qu'il y a eu deux cristallisations successives, la première forme étant devenue métastable par rapport à la seconde. Du simple point de vue des formes allotropiques, un examen des roches métamorphiques est aussi riche en enseignements sur les conditions historiques et énergétiques des phénomènes géologiques que celui des magmas d'origine éruptive : les calcschistes, les quartzites, schistes, gneiss, micaschistes, correspondent fragment par fragment à telle modalité particulière de l'endométamorphisme ou de l'exométamorphisme pour une pression, une température, un degré d'humidité déterminés. Nous voyons ainsi que la considération des conditions énergétiques et des singularités dans la genèse d'un individu physique ne conduit en aucune manière à ne reconnaître que des espèces et non des individus ; elle explique au contraire comment,

à l'intérieur des limites d'un domaine, l'infinité de valeurs particulières que peuvent prendre les grandeurs exprimant ces conditions conduit à une infinité de résultats différents (par exemple la dimension des cristaux) pour un même type structural. Sans faire aucun emprunt au domaine de la biologie, et sans accepter les notions de genre commun et de différence spécifique, qui seraient trop métaphoriques ici, il est possible de définir, grâce aux discontinuités des conditions, des types correspondant à des domaines de stabilité ou de métastabilité ; puis, à l'intérieur de ces types, des êtres particuliers qui diffèrent les uns des autres par ce qui, à l'intérieur des limites du type, est susceptible d'une variation plus fine, dans certains cas continue, comme la vitesse de refroidissement. En ce sens, l'individualité d'un être particulier renferme aussi rigoureusement le type que les caractères susceptibles de varier à l'intérieur d'un type. Nous ne devons jamais considérer tel être particulier comme appartenant à un type. C'est le type qui appartient à l'être particulier, au même titre que les détails qui le singularisent le plus, car l'existence du type dans cet être particulier résulte des mêmes conditions que celles qui sont à l'origine des détails qui singularisent l'être. Parce que ces conditions varient de manière discontinue en délimitant des domaines de stabilité, il existe des types ; mais parce que, à l'intérieur de ces domaines de stabilité, certaines grandeurs, faisant partie des conditions, varient de façon plus fine, chaque être particulier est différent d'un certain nombre d'autres. La particularité originale d'un être n'est pas différente en nature de sa réalité typologique. L'être particulier ne possède pas plus ses caractères les plus singuliers que ses caractères typologiques. Les uns comme les autres sont *individuels* parce qu'ils résultent de la rencontre de conditions énergétiques et de singularités, ces dernières étant historiques et locales. Si, à l'intérieur d'un même domaine de stabilité, les conditions encore variables ne sont pas susceptibles d'une infinité de valeurs, mais seulement d'un nombre fini, on devra admettre que le nombre d'êtres particuliers effectivement différents qui peuvent apparaître est fini. Dans une certaine quantité de substance, il pourra alors y avoir plusieurs êtres identiques, apparaissant comme indiscernables. Certes, au niveau macrophysique, on ne rencontre guère, même en cristallographie, plusieurs individus indiscernables ; par ailleurs, une substance en surfusion cristalline finit par se transformer en la forme stable par rapport à laquelle elle est métastable ; mais nous ne devons pas oublier que, si nous nous trouvons en présence d'une grande quantité d'éléments, rien ne peut garantir l'absolue pureté d'une forme allotropique. Il peut exister au sein d'une substance paraissant d'une seule forme un certain nombre de germes de la forme allotropique stable. Des conditions locales particulières peuvent équivaloir à ce germe structural (trace d'impureté chimique, par exemple). C'est donc au point de vue microscopique, qu'il faut se placer, afin de considérer des substances simples. A ce niveau, il semble qu'il puisse exister de véritables indiscernables.

Au niveau où l'individualité apparaît comme la moins accentuée, dans les formes allotropiques d'un même élément, elle n'est pas liée seulement à l'identité d'une substance, à la singularité d'une forme, ou à l'action d'une force. Un substantialisme pur, une pure Théorie de la Forme, ou un dynamisme pur, seraient également impuissants devant la nécessité de rendre compte de l'individuation physicochimique. Rechercher le principe d'individuation dans la matière, dans la forme, ou dans la force, c'est se condamner à ne pouvoir expliquer l'individuation que dans des cas particuliers qui paraissent simples, comme par exemple celui de la molécule ou de l'atome. C'est, au lieu de faire la genèse de l'individu, supposer cette genèse déjà faite dans des éléments

formels, matériels, ou énergétiques, et, grâce à ces éléments déjà porteurs d'individuation, engendrer par composition une individuation qui est en fait plus simple. C'est pour cette raison que nous n'avons pas voulu entreprendre l'étude de l'individu en commençant par la particule élémentaire, afin de ne pas risquer de prendre pour simple le cas complexe. Nous avons choisi l'aspect le plus précaire de l'individuation comme terme premier de l'examen. Et dès le début, il nous est apparu que cette individuation était une opération résultant de la rencontre et de la compatibilité d'une singularité et des conditions énergétiques et matérielles. On pourrait donner le nom d'al-lagmatique à une pareille méthode génétique qui vise à saisir les êtres individués comme le développement d'une singularité qui unit à un ordre moyen de grandeur les conditions énergétiques globales et les conditions matérielles ; nous devons bien remarquer en effet que cette méthode ne fait pas intervenir un pur déterminisme causal par lequel un être serait expliqué lorsqu'on aurait pu rendre compte de sa genèse dans le passé. En fait, l'être prolonge dans le temps la rencontre des deux groupes de conditions qu'il exprime ; il n'est pas seulement résultat, mais aussi agent, à la fois milieu de cette rencontre et prolongement de cette compatibilité réalisée. En termes de temps, l'individu n'est pas au passé mais au présent, car il ne continue à conserver son individualité que dans la mesure où cette réunion constitutive de conditions se prolonge et est prolongée par l'individu lui-même. L'individu existe tant que le mixte de matière et d'énergie qui le constitue est au présent<sup>9</sup>. C'est là ce que l'on pourrait nommer la consistance active de l'individu. C'est pour cette raison que tout individu peut être condition de devenir : un cristal stable peut être germe pour une substance métastable en état de surfusion cristalline ou liquide. Le dynamisme seul ne peut rendre compte de l'individuation, parce que le dynamisme veut expliquer l'individu par un seul dynamisme fondamental ; or, l'individu ne recèle pas seulement une rencontre hylémorphique ; il provient d'un processus d'amplification déclenché dans une situation hylémorphique par une singularité, et il prolonge cette singularité. On peut, en effet, assez légitimement nommer situation hylémorphique celle en laquelle il existe une certaine quantité de matière groupée en sous-ensembles d'un système isolés les uns par rapport aux autres, ou une certaine quantité de matière dont les conditions énergétiques et la répartition spatiale sont telles que le système est en état métastable. L'état contenant des forces de tension, une énergie potentielle, peut être nommé forme du système, car ce sont ses dimensions, sa topologie, ses isolements internes qui maintiennent ces forces de tension ; la forme est le système en tant que macrophysique, en tant que réalité encadrant une individuation possible ; la matière est le système envisagé au niveau microphysique, moléculaire.

Une situation hylémorphique est une situation en laquelle il n'y a que forme et matière, donc deux niveaux de réalité sans communication. L'institution de cette communication entre niveaux – avec transformations énergétiques – est l'amorce de l'individuation ; elle suppose l'apparition d'une singularité, que l'on peut nommer information, soit venant du dehors, soit sous-jacente.

[Or l'individu recèle deux dynamismes fondamentaux, l'un énergétique, l'autre structural. La stabilité de l'individu est la stabilité de leur association. Dès maintenant peut se poser la question du degré de réalité auquel une semblable investigation peut

9. C'est par là que l'individu peut jouer un rôle de singularité quand il pénètre dans un système en état d'équilibre métastable, en amorçant une structuration amplifiante.

prétendre : faut-il la considérer comme capable d'atteindre un réel ? Est-elle soumise au contraire à cette relativité du savoir qui semble caractériser les sciences expérimentales ? Pour répondre à cette préoccupation de critique, il faut distinguer la connaissance des phénomènes de la connaissance des relations entre les états. Le phénoménisme relativiste est parfaitement valable dans la mesure où il indique notre incapacité de connaître absolument un être physique, sans refaire sa genèse et à la manière dont nous connaissons ou croyons connaître le sujet, dans l'isolement de la conscience de soi. Mais il reste au fond de la critique de la connaissance ce postulat que l'être est fondamentalement substance, c'est-à-dire en soi et par soi. La critique de la raison pure s'adresse essentiellement au substantialisme de Leibniz et de Wolf ; à travers eux, il atteint tous les substantialismes, et particulièrement ceux de Descartes et de Spinoza. Le noumène kantien n'est pas sans relation avec la substance des théories rationalistes et réalistes. Mais si l'on se refuse à admettre que l'être soit fondamentalement substance, l'analyse du phénomène ne peut plus conduire au même relativisme ; en effet, les conditions de l'expérience sensorielle interdisent bien une connaissance par intuition seule de la réalité physique. Mais on ne peut déduire aussi définitivement que le fait Kant un relativisme de l'existence des formes *a priori* de la sensibilité. Si en effet les noumènes ne sont pas pure substance, mais consistent également en *relations* (comme des échanges d'énergie, ou des passages de structures d'un domaine de réalité à un autre domaine de réalité), et *si la relation a même rang de réalité que les termes eux-mêmes*, comme nous avons essayé de le montrer dans les exemples précédents, parce que la relation n'est pas un *accident* par rapport à une substance, mais une *condition constitutive, énergétique et structurale, qui se prolonge dans l'existence des êtres constitués*, alors les formes *a priori* de la sensibilité qui permettent de saisir des relations parce qu'elles sont un pouvoir d'ordonner selon la *succession* ou selon la *simultanéité* ne créent pas une irrémédiable relativité de la connaissance. Si en effet la relation a valeur de vérité, la relation à l'intérieur du *sujet*, et la relation entre le *sujet* et l'objet peuvent avoir valeur de réalité. La connaissance vraie est une relation, non un simple rapport formel, comparable au rapport de deux figures entre elles. La connaissance vraie est celle qui correspond à la stabilité la plus grande possible dans les conditions données de la *relation sujet-objet*. Il peut y avoir différents niveaux de la connaissance comme il peut y avoir différents degrés de stabilité d'une relation. Il peut y avoir un type de connaissance le plus stable possible pour telle condition subjective et telle condition objective ; si une modification ultérieure des conditions subjectives (par exemple la découverte de nouvelles relations mathématiques) ou des conditions objectives survient, l'ancien type de connaissance peut devenir métastable par rapport à un nouveau type de connaissance. Le rapport de l'inadéquat à l'adéquat est en fait celui du métastable par rapport au stable. La vérité et l'erreur ne s'opposent pas comme deux substances, mais comme une relation enfermée dans un état *stable* à une relation enfermée dans un état *métastable*. La connaissance n'est pas un rapport entre une substance objet et une substance sujet, mais *relation entre deux relations* dont l'une est dans le domaine de l'objet et l'autre dans le domaine du sujet.

*Le postulat épistémologique de cette étude est que la relation entre deux relations est elle-même une relation.* Nous prenons ici le mot de relation dans le sens qui a été défini plus haut, et qui, opposant la relation au simple rapport, lui donne valeur d'être, car la relation se prolonge dans les êtres sous forme de condition de stabilité, et défi-

nit leur individualité comme résultant d'une opération d'individuation. Si l'on accepte ce postulat de la méthode d'étude des relations constitutives, il devient possible de comprendre l'existence et la validité d'une connaissance approchée. La connaissance approchée n'est pas d'une autre nature que la connaissance exacte : elle est seulement moins stable. Toute doctrine scientifique peut à un moment devenir métastable par rapport à une doctrine devenue possible par un changement des conditions de la connaissance. Ce n'est pas pour cela que la précédente doctrine doit être considérée comme fautive ; elle n'est pas non plus *logiquement niée* par la nouvelle doctrine : son domaine est seulement soumis à une nouvelle structuration qui l'amène à la stabilité. Cette doctrine n'est pas une forme du *pragmatisme* ni du nouvel *empirisme logique* car elle ne suppose l'usage d'aucun critère extérieur à cette relation qu'est la connaissance, comme l'utilité intellectuelle ou la motivation vitale ; aucune commodité n'est requise pour valider la connaissance. Elle n'est ni *nominaliste* ni *réaliste*, car le nominalisme ou le réalisme ne peuvent se comprendre que dans des doctrines qui supposent que l'absolu est la forme la plus haute de l'être, et qui essayent de conformer toute connaissance à la connaissance de l'absolu substantiel. Ce postulat que l'être est l'absolu se trouve au fond même de la querelle des universaux conçue comme critique de la connaissance. Or, Abélard a pleinement aperçu la possibilité de séparer la connaissance des termes de la connaissance de la relation ; malgré les railleries incompréhensives dont il a été l'objet, il a apporté par cette distinction un principe extrêmement fécond, qui prend tout son sens avec le développement des sciences expérimentales : *nominalisme* pour la connaissance des termes, *réalisme* pour la connaissance de la relation, telle est la méthode que nous pouvons retirer de la doctrine d'Abélard pour l'appliquer en l'universalisant. Ce réalisme de la relation peut donc être pris comme postulat de recherche. Si ce postulat est valable, il est légitime de demander à l'analyse d'un point particulier des sciences expérimentales de nous révéler ce qu'est l'individuation physique. La connaissance que nous donnent ces sciences est en effet valable comme connaissance de la relation, et ne peut donner à l'analyse philosophique qu'un être consistant en relations. Mais si précisément l'individu est un tel être, cette analyse peut nous le révéler. On pourrait objecter que nous choisissons un cas particulier, et que cette réciprocité entre le *postulat épistémologique* et l'*objet connu* empêche de légitimer de l'extérieur ce choix arbitraire, mais nous croyons précisément que toute pensée, dans la mesure précisément où elle est réelle, est une *relation*, c'est-à-dire comporte un aspect historique dans sa genèse. Une pensée réelle est *auto-justificative* mais non justifiée avant d'être structurée : elle comporte une individuation et est individuée, possédant son propre degré de stabilité. Pour qu'une pensée existe, il ne faut pas seulement une condition logique mais aussi un postulat relationnel qui lui permet d'accomplir sa genèse. Si nous pouvons, avec le paradigme que constitue la notion d'individuation, physique, résoudre d'autres problèmes, dans d'autres domaines, nous pourrions considérer cette notion comme stable ; sinon, elle ne sera que métastable et nous définirons cette métastabilité par rapport aux formes plus stables que nous aurons pu découvrir : elle conservera alors la valeur éminente d'un *paradigme élémentaire*.]

## 2. L'individuation comme genèse des formes cristallines à partir d'un état amorphe

Cette manière d'envisager l'individualité est-elle encore valable pour définir la différence des formes cristallines par rapport à l'état amorphe ? Si les conditions énergétiques étaient seules à envisager, la réponse serait immédiatement positive, car le passage de l'état amorphe à l'état cristallin s'accompagne toujours d'un échange d'énergie ; le passage, à température et à pression constantes, de l'état cristallin à l'état liquide est toujours accompagné d'une absorption de chaleur ; on dit qu'il existe pour la substance cristalline une chaleur latente de fusion, toujours positive. Si, d'autre part, les conditions structurales étaient seules requises, aucune nouvelle difficulté ne se présenterait : on pourrait assimiler la genèse de la forme cristalline la plus voisine de l'état amorphe à n'importe quel passage d'une forme allotropique cristalline à une autre forme allotropique cristalline. Cependant, quand on considère la différence entre une substance à l'état amorphe et la même substance à l'état cristallin, il semble que la précédente définition de l'individuation physique ne puisse s'y appliquer qu'avec un certain nombre de transformations, ou de précisions. Ces modifications ou précisions viennent de ce qu'on ne peut traiter comme individu l'état amorphe, et de ce que la genèse absolue de l'état individué est plus difficile à définir que sa genèse relative par passage d'une forme métastable à une forme stable. Le cas antérieurement étudié devient alors un cas particulier devant ce cas plus général.

Le passage à l'état cristallin à partir d'un état amorphe peut se faire de différentes manières : une solution qui s'évapore jusqu'à la saturation, des vapeurs qui se condensent sur une paroi froide (sublimation), le refroidissement lent d'une substance fondue, peuvent amener la formation de cristaux. Peut-on affirmer que la discontinuité entre l'état amorphe et l'état cristallin suffit à déterminer le caractère individué de cet état ? Ce serait supposer qu'il existe une certaine symétrie et équivalence entre l'état amorphe et l'état cristallin, ce que rien ne prouve. En fait, on observe bien, pendant que les cristaux sont en voie de formation, un palier dans la variation des conditions physiques (par exemple la température), indiquant qu'un échange énergétique se produit. Mais il importe de remarquer que cette discontinuité peut être fractionnée, et non donnée en bloc, dans certains cas comme ceux des substances organiques à molécules complexes, du type de l'azoxyanisole ; ces corps, nommés cristaux liquides par le physicien Lehmann qui les a découverts, présentent, selon G. Friedel, des états mésomorphes, intermédiaires entre l'état amorphe et l'état cristallin pur. Dans leurs états mésomorphes, ces substances sont liquides, mais elles présentent des propriétés d'anisotropie, par exemple l'anisotropie optique, comme l'a montré M. Mauguin. D'autre part, il est possible d'obtenir le même type de cristaux à partir d'une solution qui se concentre, d'un liquide fondu qu'on laisse refroidir, ou d'une sublimation. Ce n'est donc pas par son rapport à la substance amorphe que le cristal se trouve individualisé. La véritable genèse d'un cristal comme individu, c'est dans le dynamisme des relations entre situation hylémorphique et singularité qu'il faut la rechercher. Considérons, en effet, la propriété donnée comme caractéristique de l'état cristallin : l'anisotropie. Le cristal possède deux types d'anisotropie tout à fait différents. Le premier est l'anisotropie continue : certaines propriétés vectorielles des cristaux varient de façon continue avec la direction ; c'est le cas des propriétés électriques, magnétiques, élastiques, de dilatation thermique, de conductibilité calorifique, de vitesse de

propagation de la lumière. Mais à côté de cela on remarque des propriétés qui varient de façon discontinue avec la direction : elles se traduisent par l'existence de directions de droite ou de plan possédant des propriétés particulières alors que les directions voisines ne les possèdent à aucun degré. Ainsi, le cristal ne peut être limité extérieurement que par certaines directions de plans et de droites, selon la loi énoncée par Romé de l'Isle en 1783 : les angles dièdres que font entre elles les faces naturelles d'un cristal sont constants pour une même espèce. De même, la cohésion, telle qu'elle se révèle par les plans de clivages ou les figures de choc, manifeste une anisotropie discontinue. Enfin, le plus bel exemple d'anisotropie discontinue est celui de la diffraction des rayons X. Un faisceau de rayons X, frappant un cristal, se réfléchit sur un nombre limité de plans d'orientations bien déterminées. Or, ces propriétés d'anisotropie discontinue proviennent de la genèse du cristal, comme individu et non comme exemplaire d'une espèce ; c'est chaque individu qui s'est structuré de cette manière. Dans un conglomerat de cristaux assemblés sans ordre, chaque cristal a défini ses faces, ses angles dièdres, ses arêtes selon une *direction* de l'ensemble qui s'explique par des circonstances *extérieures*, mécaniques ou chimiques, mais selon des *rapports internes* rigoureusement fixes, à partir de la genèse singulière. Le fait d'être individu, pour le cristal, consiste en ce qu'il s'est *développé* ainsi par rapport à *lui-même*. Il existe en fin de genèse un individu cristal parce que autour d'un germe cristallin un ensemble ordonné s'est développé, incorporant une matière primitivement amorphe et riche en potentiels, en la structurant selon une disposition propre de toutes les parties les unes par rapport aux autres. Il existe ici une véritable intériorité du cristal, qui consiste en ce que l'ordre des particules élémentaires est universel à l'intérieur d'un cristal déterminé ; l'unicité de cette structure pour tous les éléments d'un même individu désigne l'existence initiale d'un germe qui non seulement a amorcé la cristallisation en tant que changement d'état, mais aussi a été le principe unique de la structuration du cristal dans sa particularité. Ce germe structural a été l'origine d'une orientation active qui s'est imposée à tous les éléments progressivement inclus dans le cristal au fur et à mesure de sa croissance ; une historicité interne, s'étendant tout au long de la genèse depuis le germe microphysique jusqu'aux limites dernières de l'édifice macrophysique, crée une homogénéité toute particulière : la structure initiale du germe ne peut pas entraîner positivement la cristallisation d'un corps amorphe si ce dernier n'est pas en équilibre métastable : il faut une certaine énergie dans la substance amorphe qui reçoit le germe cristallin ; mais dès que le germe est présent, il possède la valeur d'un principe : sa structure et son orientation asservissent cette énergie de l'état métastable ; le germe cristallin, n'apportant qu'une énergie très faible, est pourtant capable de conduire la structuration d'une masse de matière plusieurs milliards de fois supérieure à la sienne. Sans doute, cette modulation est possible parce que les étapes successives du cristal en train de se développer servent de relais à cette singularité structurante primitive. Mais il reste cependant vrai que le passage du germe initial au cristal résultant de la structuration d'une seule couche de molécules autour de ce germe a marqué la capacité d'amplification de l'ensemble constitué par le germe et le milieu amorphe. Le phénomène de croissance est par la suite automatique et indéfini, toutes les couches successives du cristal ayant la capacité de structurer le milieu amorphe qui les entoure, tant que ce milieu reste métastable ; en ce sens, un cristal est doué d'un pouvoir indéfini de croissance ; un cristal peut avoir sa croissance arrêtée, mais jamais achevée, et il peut toujours continuer à croître si on le remet dans un milieu métastable

qu'il puisse structurer. Il importe de remarquer tout particulièrement que le caractère d'extériorité ou d'intériorité des conditions est modifié par la genèse elle-même. Au moment où le cristal n'est pas encore constitué, on peut considérer les conditions énergétiques comme extérieures au germe cristallin, alors que les conditions structurales sont portées par ce germe lui-même. Au contraire, lorsque le cristal a grandi, il a incorporé, au moins partiellement, des masses de substance qui, au temps où elles étaient amorphes, constituaient le support de l'énergie potentielle de l'état métastable. On ne peut donc pas parler d'énergie extérieure au cristal, puisque cette énergie est portée par une substance qui est incorporée au cristal dans son propre accroissement. Cette énergie n'est que provisoirement extérieure<sup>10</sup>. Par ailleurs, l'intériorité de la structure du germe cristallin n'est pas absolue, et ne gouverne pas de manière autonome la structuration de la masse amorphe ; pour que cette action modulatrice puisse s'exercer, il faut que le germe structural apporte une structure correspondant au système cristallin dans lequel la substance amorphe peut cristalliser ; il n'est pas nécessaire que le germe cristallin soit de la même nature chimique que la substance amorphe cristallisable, mais il faut qu'il y ait identité entre les deux systèmes cristallins, pour que l'asservissement de l'énergie potentielle contenue dans la substance amorphe puisse s'opérer. La différence entre le germe et le milieu amorphe cristallisable n'est donc pas constituée par la présence ou l'absence absolue d'une structure, mais par l'état d'actualité ou de virtualité de cette structure. L'individuation d'un système résulte bien de la rencontre d'une condition principalement structurale et d'une condition principalement énergétique. Mais cette rencontre n'est pas nécessairement féconde. Pour qu'elle ait valeur constitutive, il faut de plus que l'énergie puisse être actualisée par la structure en fonction des conditions matérielles locales. Cette possibilité ne dépend ni de la condition structurale seule, ni de la condition énergétique seule, mais de la compatibilité des systèmes cristallins du germe et de la substance constituant le milieu de ce germe. Il se manifeste donc une troisième condition, que nous n'avions pu apercevoir dans le cas précédent, parce qu'elle était nécessairement remplie, puisque le germe structural et la substance métastable étaient de même nature chimique. Il ne s'agit plus ici de la quantité scalaire de l'énergie potentielle, ni des pures propriétés vectorielles de la structure portée par le germe, mais d'un rapport d'un troisième type, que l'on peut nommer analogique, entre les structures latentes de la substance encore amorphe et la structure actuelle du germe. Cette condition est nécessaire pour qu'il puisse y avoir une véritable relation amplifiante entre cette structure du germe et cette énergie potentielle portée par une substance amorphe. Cette relation n'est ni purement quantitative, ni purement qualitative ; elle est autre qu'un rapport de qualités ou qu'un rapport de quantités ; elle définit l'*intériorité* mutuelle d'une structure et d'une énergie potentielle à l'intérieur d'une singularité. Cette intériorité n'est pas spatiale, puisque nous voyons ici l'action d'un germe structural sur son environnement ; elle n'est pas une équivalence de termes, puisque les termes, statiquement et dynamiquement, sont dyssymétriques. Nous employons le mot d'analogie pour désigner cette relation parce que le contenu de la pensée platonicienne rela-

10. Comme dans toute opération de modulation, trois énergies sont en présence : la forte énergie potentielle de la substance amorphe en état métastable, la faible énergie apportée par le germe cristallin (énergie modulante, information), enfin, une énergie de couplage de la substance amorphe et du germe cristallin, qui se confond avec le fait que la substance amorphe et le germe forment un système physique.

tive au paradigmatisme dans ses fondements ontologiques nous semble le plus riche de ce sens pour consacrer l'introduction d'une relation qui enveloppe quantité énergétique et qualité structurale. Cette relation est information ; la singularité du germe est efficace quand elle arrive dans une situation hylémorphique tendue. Une analyse fine de la relation entre un germe structural et le milieu qu'il structure fait comprendre que cette relation exige la possibilité d'une polarisation de la substance amorphe par le germe cristallin. Le rayon d'action de cette polarisation peut être très faible : dès qu'une première couche de substance amorphe est devenue cristal autour du germe, elle joue le rôle de germe pour une autre couche, et le cristal peut ainsi se développer de proche en proche. La relation d'un germe structural à l'énergie potentielle d'un état métastable se fait dans cette polarisation de la matière amorphe. C'est donc ici qu'il faut rechercher le fondement d'une genèse constituant l'individu. D'abord, d'un point de vue macrophysique, l'individu apparaît toujours comme *porteur* de polarisation ; il est remarquable, en effet, que la polarisation soit une propriété transitive : elle est une conséquence et une cause à la fois ; un corps constitué par un processus de polarisation exerce une série de fonctions polarisantes dont la capacité que possède le cristal de s'accroître n'est qu'une des manifestations<sup>11</sup>. Peut-être serait-il possible de généraliser les conséquences physiques des études de Pierre Curie sur la symétrie, connues en 1894. Les lois de Curie peuvent s'énoncer sous deux formes ; la première utilise des concepts courants : un phénomène possède tous les éléments de symétrie des causes qui le produisent, la dyssymétrie d'un phénomène se retrouve dans les causes. D'autre part, les effets produits peuvent être plus symétriques que les causes, ce qui signifie que la réciproque de la première loi n'est pas vraie. Ceci revient à dire que si un phénomène présente une dyssymétrie, cette dyssymétrie doit se retrouver dans les causes ; c'est cette dyssymétrie qui crée le phénomène. Mais l'intérêt particulier des lois de Curie apparaît surtout dans leur énoncé précis : un phénomène peut exister dans un milieu qui possède sa symétrie caractéristique ou celle d'un des sous-groupes de cette symétrie. Il ne se manifestera pas dans un milieu plus symétrique. La symétrie caractéristique d'un phénomène est la symétrie maxima compatible avec l'existence de ce phénomène. Cette symétrie caractéristique doit être définie pour chacun des phénomènes comme le champ électrique, le champ magnétique, le champ électromagnétique caractéristique de la propagation d'une onde lumineuse. Or, on s'aperçoit que le nombre de groupes de symétrie présentant un ou plusieurs axes d'isotropie est limité, et les cristallographes ont déterminé la possibilité de sept groupes seulement : 1° La symétrie de la sphère ; 2° la symétrie directe de la sphère (celle d'une sphère remplie d'un liquide doué de pouvoir rotatoire) ; 3° la symétrie du cylindre de révolution (c'est celle d'un corps isotrope comprimé dans une direction, celle de l'axe du cylindre) ; 4° la symétrie directe du cylindre, c'est-à-dire celle d'un cylindre rempli d'un liquide doué de pouvoir rotatoire ; 5° la symétrie du tronc du cône ; 6° la symétrie d'un cylindre tournant autour de son axe ; 7° la symétrie du tronc de cône tournant. Les deux premiers systèmes présentent plus d'un axe d'isotropie, et les cinq derniers, un seul axe. Grâce à ces systèmes, on s'aperçoit que la symétrie caractéristique du champ électrique est celle d'un tronc de cône, tandis que la symé-

11. Cette fonction polarisante, grâce à laquelle chaque nouvelle couche est à nouveau une singularité jouant un rôle d'information pour la matière amorphe contiguë, explique l'amplification par propagation transductive.

trie caractéristique du champ magnétique est celle du cylindre tournant. On peut alors comprendre dans quelles conditions un individu physique dont la genèse a été déterminée par une polarisation correspondant à une structure caractérisée par tel ou tel type de symétrie peut produire un phénomène présentant une polarisation déterminée.

Ainsi, un phénomène remarqué par Novalis, et célébré dans l'évocation poétique du cristal «tire-cendres» (la tourmaline), peut se comprendre à partir du système de symétrie du tronc de cône. La symétrie de la tourmaline est celle d'une pyramide triangulaire. Un cristal de tourmaline chauffé révèle une polarité électrique dans la direction de son axe ternaire. La tourmaline est déjà polarisée à la température ordinaire, mais un déplacement lent des charges électriques compense cette polarisation ; l'échauffement modifie seulement l'état de polarisation, de manière telle que la compensation n'a plus lieu pendant un certain temps ; mais la structure du cristal n'a pas été modifiée. De même, la polarisation rotatoire magnétique est liée à la symétrie caractéristique du champ magnétique, celle du cylindre tournant. Enfin, l'interprétation devient particulièrement intéressante dans le cas du phénomène de piézoélectricité, découvert par Jacques et Pierre Curie. Il consiste en l'apparition de charges électriques par compression ou dilatation mécanique de certains cristaux ; comme le phénomène consiste en l'apparition d'un champ électrique, la symétrie du système qui produit ce champ (cristal et forces de compression) doit être au plus celle du tronc de cône. Il résulte de ceci que les cristaux pyro-électriques peuvent être piézo-électriques ; en comprimant un cristal de tourmaline suivant l'axe ternaire pyro-électrique, on constate effectivement l'apparition de charges électriques de signe contraire. Par contre, des cristaux comme ceux du quartz, n'ayant qu'une symétrie ternaire (les extrémités des axes binaires ne sont pas équivalentes), ne sont pas pyro-électriques, mais sont piézo-électriques, car, lorsqu'on exerce une pression suivant un axe binaire, le seul élément de symétrie commun au cristal et à la compression est cet axe binaire ; cette symétrie, sous-groupe de la symétrie du tronc de cône, est compatible avec l'apparition d'un champ électrique suivant cet axe. Dans un pareil cristal, la polarisation électrique peut aussi être déterminée par une compression normale aux faces du prisme ; le seul élément de symétrie commun à la symétrie du cristal et à la symétrie cylindrique de la compression est l'axe binaire perpendiculaire à la direction de la force de compression. Il résulte de ceci que les cristaux n'ayant pas de centre de symétrie peuvent être piézo-électriques. C'est le cas du sel de Seignette, orthorombique, avec l'hémiédrie énantiomorphe, et dont la composition chimique est indiquée par la formule  $\text{CO}_2\text{K}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CO}_2\text{Na}$ .

L'habitude qui nous porte à penser selon les genres communs, les différences spécifiques, et les caractères propres, est si forte que nous ne pouvons pas éviter d'user de termes qui impliquent une classification naturelle implicite ; cette réserve faite, si l'on consent à enlever au mot de propriété le sens qu'il prend dans un classement naturel, nous dirons que, selon l'analyse précédente, les propriétés d'un individu cristallin expriment et actualisent en la prolongeant la polarité ou le faisceau de polarités qui ont présidé à sa genèse. Un cristal, matière structurée, peut devenir être structurant ; il est à la fois conséquence et cause de cette polarisation de la matière sans laquelle il n'existerait pas. Sa structure est une structure reçue, car il a fallu un germe ; mais le germe n'est pas substantiellement distinct du cristal ; il reste inclus dans le cristal, qui devient comme un germe plus vaste. Ici, le soma est coextensible au germe, et le germe au soma. Le germe devient soma ; sa fonction est coextensive à la limite du cris-

tal qui se développe. Ce pouvoir de structurer un milieu amorphe est en quelque manière une propriété de la limite du cristal<sup>12</sup> ; elle exige la dyssymétrie entre l'état intérieur du cristal et l'état de son milieu. Les propriétés génétiques d'un cristal se manifestent éminemment à sa surface ; ce sont des propriétés de limite. On ne peut donc, si l'on veut être rigoureux, les nommer des « propriétés du cristal » ; elles sont plutôt des modalités de la relation entre le cristal et le corps amorphe. C'est parce que le cristal est perpétuellement inachevé, en état de genèse maintenue en suspens, qu'il possède ce qu'on nomme singulièrement des « propriétés » ; ces propriétés sont en fait le permanent déséquilibre qui se manifeste par des relations avec les champs polarisés ou par la création, à la limite du cristal et autour de lui, d'un champ ayant une polarité déterminée par la structure du cristal. En généralisant les lois de Curie, on trouverait qu'une substance purement amorphe ne créerait pas de champs polarisés, si elle n'était rendue anisotrope par des conditions particulières polarisantes, comme une compression selon une direction déterminée, ou un champ magnétique<sup>13</sup>. Une singularité est polarisée. Les véritables propriétés de l'individu sont au niveau de sa genèse, et, pour cette raison même, au niveau de sa relation avec les autres êtres, car, si l'individu est l'être toujours capable de continuer sa genèse, c'est dans sa relation aux autres êtres que réside ce dynamisme génétique. L'opération ontogénétique d'individuation du cristal s'accomplit à sa surface. Les couches intérieures représentent une activité passée, mais ce sont les couches superficielles qui sont dépositaires de ce pouvoir de faire croître, en tant qu'elles sont en relation avec une substance structurable. C'est la limite de l'individu qui est au présent ; c'est elle qui manifeste son dynamisme, et qui fait exister cette relation entre structure et situation hylémorphique. Un être totalement symétrique en lui-même, et symétrique par rapport aux êtres qui le limiteraient, serait neutre et sans propriétés. *Les propriétés ne sont pas substantielles mais relationnelles* ; elles n'existent que par l'interruption d'un devenir. La temporalité, en tant qu'elle exprime ou constitue le modèle le plus parfait de l'asymétrie (le présent n'est pas symétrique du passé, parce que le sens de parcours est irréversible) se trouve nécessaire à l'existence de l'individu. Peut-être d'ailleurs y a-t-il réversibilité parfaite entre individuation et temporalité, le temps étant toujours le temps d'une relation, qui ne peut exister qu'à la limite d'un individu. Selon cette doctrine on pourrait dire que le temps est relation, et qu'il n'y a de véritable relation qu'asymétrique. Le temps physique existe comme relation entre un terme amorphe et un terme structuré, le premier étant porteur d'énergie potentielle, et le second, d'une structure asymétrique. Il résulte également de cette manière de voir que toute structure est à la fois structurante et structurée ; on peut la saisir sous son double aspect lorsqu'elle se manifeste dans le présent de la relation, entre un état potentialisé amorphe et une substance structurée au passé. Dès lors, la relation entre l'avenir et le passé serait celle-là même que nous saisissons entre le milieu amorphe et le cristal ; le présent, relation entre l'avenir et le passé, est comme la limite asymétrique, polarisante, entre le cristal et le milieu amorphe. Cette limite ne peut être saisie ni comme potentiel ni comme structure ; elle n'est pas intérieure au cristal, mais elle ne fait pas partie non plus du

12. La relation entre le germe et la substance amorphe est un processus d'information du système.

13. La saturation d'une solution crée peut-être, au niveau microphysique, une polarité rendant la substance amorphe sensible à l'action du germe cristallin. La sursaturation est en effet une contrainte physico-chimique, créant une métastabilité.

milieu amorphe. Pourtant, en un autre sens, elle est partie intégrante de l'un et de l'autre des deux termes, car elle est pourvue de toutes leurs propriétés. Les deux aspects précédents, à savoir l'appartenance et la non-appartenance de la limite aux termes limités, qui s'opposent comme la thèse et l'antithèse d'une triade dialectique, resteraient artificiellement distingués et opposés sans leur caractère de principe constitutif : cette relation dyssymétrique est, en effet, le principe de la genèse du cristal, et la dyssymétrie se perpétue tout au long de la genèse ; de là résulte le caractère d'indéfiniété de la croissance du cristal ; *le devenir ne s'oppose pas à l'être ; il est relation constitutive de l'être en tant qu'individu*. Nous pouvons dire par conséquent que l'individu physico-chimique constitué par un cristal est en devenir, en tant qu'individu. Et c'est bien à cette échelle moyenne – entre l'ensemble et la molécule – que le véritable individu physique existe. Certes, on peut dire, en un sens dérivé, que telle ou telle masse de soufre est individualisée par le fait qu'elle se présente sous une forme allotropique déterminée. Mais cet état déterminé de l'ensemble global ne fait qu'exprimer au niveau macroscopique la réalité sous-jacente et plus fondamentale de l'existence, dans la masse, d'individus réels possédant une communauté d'origine. Le caractère individualisé de l'ensemble n'est que l'expression statistique de l'existence d'un certain nombre d'individus réels. Si un ensemble renferme un grand nombre d'individus physiques d'origines diverses et de structures différentes, il est un mélange et reste faiblement individualisé. Le véritable support de l'individualité physique est bien l'opération d'individuation élémentaire, même si elle n'apparaît qu'indirectement au niveau de l'observation

[La très belle méditation que Platon nous livre dans le Parménide sur le rapport de l'être et du devenir, reprenant ou annonçant celle du Philèbe, ne peut arriver à trouver un mixte de l'être et du devenir ; la dialectique reste antithèse, et le contenu du τριτόν τι ne peut apparaître autrement que sous forme de postulation insatisfaisante. C'est que Platon ne pouvait trouver dans la science hellène la notion d'un devenir en suspens, asymétrique et pourtant immuable. L'alternative entre l'être statique et l'écoulement sans consistance de la γένεσις et de la φθορά ne pouvait être évitée par l'introduction d'aucun mixte. La participation entre les idées, et même entre les idées-nombres, telle que nous la découvrons dans l'*Epinomis* ou la reconstruisons à partir des livres M et N de la *Métaphysique* d'Aristote, avec la théorie du μέτρον, conserve encore la notion de la supériorité de l'un et de l'immobile sur le multiple et le mouvant. Le devenir reste conçu comme mouvement, et le mouvement comme imperfection. Cependant, à travers cette aube infinie qu'est la pensée de Platon au déclin de sa vie, peut se deviner la recherche d'un mixte réel de l'être et du devenir, pressenti plutôt que défini dans le sens de l'éthique : *s'immortaliser dans le sensible*, donc aussi dans le devenir. Si le *Timée* avait été écrit à ce moment, peut-être aurions-nous eu dès le quatrième siècle une doctrine du mixte de l'être et du devenir. Après cet effort resté infécond, vraisemblablement à cause du caractère ésotérique de l'enseignement de Platon, la méditation philosophique d'inspiration platonicienne, avec Speusippe puis Xénocrate, retourne au dualisme fondé par Parménide – ce père de la pensée sur lequel Platon s'autorisait à porter une main sacrilège pour dire que de quelque façon et sous quelque rapport l'être n'est pas et le non-être est. Le divorce accepté entre la physique et la pensée réflexive est devenu une attitude philosophique déclarée à partir de Socrate, qui déçu par la physique d'Anaxagore, voulait ramener la philosophie «du ciel sur la Terre». Certes, l'œuvre d'Aristote marque un grand effort encyclopédique,

et la physique est réintroduite. Mais ce n'est pas *cette* physique, dépourvue de formulation mathématique après la répudiation des structures-archétypes, et préoccupée de classification plus que de mesures, qui pouvait fournir des paradigmes à une réflexion. La synthèse de l'être et du devenir, manquée au niveau de l'être inerte, ne pouvait s'effectuer avec solidité au niveau du vivant, parce qu'il eût été nécessaire de connaître la genèse du vivant, qui, aujourd'hui encore, est objet de recherche. Aussi la tradition philosophique occidentale est-elle presque entièrement substantialiste. Elle a négligé la connaissance de l'individu réel, parce qu'elle ne pouvait pas la saisir dans sa genèse. Molécule insécable et éternelle, ou être vivant richement organisé, l'individu était saisi comme une réalité donnée, utile pour expliquer la composition des êtres ou pour découvrir la finalité du cosmos, mais non comme une réalité elle-même connaissable.

Nous voulons par ce travail montrer que l'individu peut maintenant être objet de science, et que l'opposition affirmée par Socrate entre la Physique et la pensée réflexive et normative doit prendre fin. Cette démarche implique que la relativité du savoir scientifique ne soit plus conçue à l'intérieur d'une doctrine empiriste. Et nous devons noter que l'empirisme fait partie de la théorie de l'induction pour laquelle le concret est le sensible, et le réel, identique au concret. La théorie de la connaissance doit être modifiée jusqu'à ses racines, c'est-à-dire la théorie de la perception et de la sensation. La sensation doit apparaître comme relation d'un individu vivant au milieu dans lequel il se trouve. Or, même si le contenu de cette relation ne constitue pas d'emblée une science, il possède déjà une valeur en tant qu'il est relation. La fragilité de la sensation vient avant tout du fait qu'on lui demande de révéler des substances, ce qu'elle ne peut à cause de sa fonction fondamentale. S'il y a un certain nombre de discontinuités de la sensation à la science, ce n'est pas une discontinuité comme celle qui existe ou qui est supposée exister entre les genres et les espèces mais comme celle qui existe entre différents états métastables hiérarchisés. La présomption d'empirisme, relative au point de départ choisi, ne vaut que dans une doctrine substantialiste. Comme cette épistémologie de la relation ne peut s'exposer qu'en supposant défini l'être individuel, il nous était impossible de l'indiquer avant de l'utiliser ; c'est pour cette raison que nous avons commencé l'étude par un paradigme emprunté à la physique : c'est par la suite seulement que nous avons *dérivé* des conséquences réflexives à partir de ce point de départ. Cette méthode peut paraître très primitive : elle est en effet semblable à celle des «Physiologues» Ioniens ; mais elle se présente ici comme postulat, car elle vise à fonder une épistémologie qui serait antérieure à toute logique.]

### 3. Conséquences épistémologiques : réalité de la relation et notion de substance

Quelle modification avons-nous dû apporter à la conception de l'individuation physique en passant de l'individuation des formes allotropiques à celle, plus fondamentale, du cristal par rapport à la substance amorphe ? L'idée que l'individuation consiste en une opération est restée sans modification, mais nous avons pu préciser que la relation qu'établit cette opération<sup>14</sup> peut être tantôt actuellement opérante, tantôt en

14. Relation rendue possible par l'existence d'un rapport analogique entre la substance amorphe et le germe structural, ce qui revient à dire que le système constitué par la substance amorphe et le germe recèle de l'information.

suspens, prenant alors tous les caractères apparents de la stabilité substantielle. La relation est ici observable comme une limite active, et son type de réalité est celui d'une limite. Nous pouvons en ce sens définir l'individu comme un être *limité*, mais à condition d'entendre par là qu'un être limité est un être polarisant, possédant un dynamisme indéfini de croissance par rapport à un milieu amorphe. L'individu n'est pas substance, car la substance n'est limitée par nulle autre chose que par elle-même (ce qui a conduit Spinoza à la concevoir comme infinie et comme unique). Tout substantialisme rigoureux exclut la notion d'individu, comme on peut le voir chez Descartes, ne pouvant expliquer à la princesse Elisabeth en quoi consiste l'union des substances en l'Homme, et mieux encore chez Spinoza qui considère l'individu comme une apparence. L'être *fini* est le contraire même de l'être *limité*, car *l'être fini est borné de lui-même*, parce qu'il ne possède pas une suffisante quantité d'être pour croître sans fin ; au contraire, dans cet être indéfini qu'est l'individu, le dynamisme d'accroissement ne s'arrête pas, parce que les étapes successives de l'accroissement sont comme autant de relais grâce auxquels des quantités d'énergie potentielle toujours plus grandes sont asservies pour ordonner et incorporer des masses de matière amorphe toujours plus considérables. Ainsi, les cristaux visibles à l'œil nu sont déjà, par rapport au germe initial, des édifices considérables : un domaine cubique de diamant, de 1  $\mu\text{m}$  de côté, renferme plus de 1 77 000 000 000 d'atomes de carbone. On peut donc penser que le germe cristallin a déjà énormément grandi quand il atteint la taille d'un cristal visible à la limite du pouvoir séparateur des microscopes optiques. Mais on sait de plus qu'il est possible de «nourrir» un cristal artificiel, dans une solution sursaturée très soigneusement maintenue en conditions de croissance lente, de manière à obtenir un individu cristallin pesant plusieurs kilogrammes. Dans ce cas, même si l'on supposait que le germe cristallin est déjà un édifice de grandes dimensions relativement aux atomes dont il est formé, on trouverait qu'un cristal d'un volume d'un décimètre cube a une masse un million de milliards de fois supérieure à celle d'un germe cristallin supposé de 1  $\mu\text{m}^3$  de volume. Les cristaux de taille courante, qui constituent presque la totalité de l'écorce terrestre, comme ceux de quartz, de feldspath et de mica dont le granite est composé, ont une masse égale à plusieurs millions de fois celle de leur germe. Il faut donc supposer de toute nécessité l'existence d'un processus d'asservissement par relais successifs, qui permet à la très faible énergie contenue dans la limite du germe de structurer une masse aussi considérable de substance amorphe. C'est, en fait, la limite du cristal qui est le germe, pendant l'accroissement, et cette limite se déplace au fur et à mesure que le cristal s'accroît ; elle est faite d'atomes toujours nouveaux, mais elle reste dynamiquement identique à elle-même, et s'accroît en surface en conservant les mêmes caractéristiques locales d'accroissement. Ce rôle primordial de la limite est mis particulièrement en relief par des phénomènes tels que celui des figures de corrosion, et surtout de l'épitaixie, qui constituent une remarquable contre-épreuve. Les figures de corrosion, obtenues dans l'attaque d'un cristal par un réactif, manifestent de petites dépressions à contours réguliers, que l'on pourrait nommer des cristaux négatifs. Or, ces cristaux négatifs sont de forme différente selon la face du cristal sur laquelle ils apparaissent ; la fluorine peut être attaquée par l'acide sulfurique ; or, la fluorine cristallise sous forme de cubes qui, par le choc, donnent des faces parallèles à celles de l'octaèdre régulier. Par la corrosion, sur une face du cube, on voit apparaître des petites pyramides quadrangulaires, et, sur une face de l'octaèdre, des petites pyramides triangulaires. Toutes les figures apparaissant sur une

même face ont même orientation. L'épîtaxie est un phénomène qui se produit lorsqu'on prend un cristal comme support d'une substance en voie de cristallisation. Les cristaux naissants sont orientés par la face cristalline (d'une substance chimique différente) sur laquelle ils sont placés. La symétrie ou la dyssymétrie du cristal apparaît dans ces deux phénomènes. Ainsi, la calcite et la dolomie,  $\text{CO}_3\text{Ca}$  et  $(\text{CO}_3)_2\text{CaMg}$ , attaquées par l'acide nitrique dilué, sur une face de clivage, présentent des figures de corrosion symétriques pour la calcite et dyssymétriques pour la dolomie. Ces exemples montrent que les caractères de la limite de l'individu physique peuvent se manifester en tout point de cet individu redevenu limite (par exemple, ici, par clivage). L'individu peut ainsi jouer un rôle d'information et se conduire, même localement, comme singularité active, capable de polariser. Toutefois, on peut se demander si ces propriétés, et en particulier l'homogénéité que nous venons de noter, existent encore à très petite échelle : y a-t-il une limite inférieure de cette individuation cristalline ? Haüy formula en 1784 la théorie réticulaire des cristaux, confirmée en 1912 par Laue grâce à la découverte de la diffraction des rayons X par les cristaux, qui se comportent comme un réseau. Haüy étudiait la calcite, qui se présente sous des formes très variées : il découvrit que tous les cristaux de calcite peuvent donner par clivage un même rhomboèdre, parallélépipède dont les six faces sont des losanges égaux, et font entre elles un angle de  $105^\circ 5'$ . On peut, par le choc, rendre ces rhomboèdres de plus en plus petits, visibles seulement au microscope. Mais la forme ne change pas. Haüy a supposé une limite à ces divisions successives, et a imaginé les cristaux de calcite comme des empilements de ces rhomboèdres élémentaires. Par la méthode de Laue, on a pu mesurer grâce aux rayons X les dimensions de ce rhomboèdre élémentaire, dont la hauteur est égale à  $3,029 \times 10^{-8}$  cm. Le sel gemme, qui possède trois clivages rectangulaires, est fait de cubes élémentaires insécables dont l'arête mesure  $5,628 \times 10^{-8}$  cm. Un cristal de sel gemme peut alors être considéré comme constitué par des particules matérielles (molécules de chlorure de sodium) disposées aux nœuds d'un réseau cristallin constitué par trois familles de plans réticulaires se coupant à angle droit. Le cube élémentaire est nommé maille cristalline. La calcite sera constituée par trois systèmes de plans réticulaires, faisant entre eux un angle de  $105^\circ 5'$ , et séparés par l'intervalle constant de  $3,029 \times 10^{-8}$  cm. Tout cristal peut être considéré comme constitué d'un réseau de parallélépipèdes. Cette structure réticulaire rend compte non seulement de la stratification parallèle aux clivages, mais encore de plusieurs modes de stratification. Ainsi, dans le réseau cubique, qui explique la structure du sel gemme, on peut mettre en évidence une stratification parallèle aux plans diagonaux du cube. Cette stratification se manifeste dans la blende. Les nœuds du réseau cubique peuvent être arrangés en des plans réticulaires parallèles aux faces de l'octaèdre régulier : nous avons vu plus haut le clivage de la fluorine, qui correspond à une telle stratification. Cette notion de stratification multiple mérite d'être particulièrement méditée, car elle donne un contenu à la fois intelligible et réel à l'idée de limite. La limite est constitutive quand elle est non pas la borne matérielle d'un être, mais sa structure, constituée par l'ensemble des points analogues d'un point quelconque du milieu cristallin. Le milieu cristallin est un milieu périodique. Il suffit, pour connaître complètement le milieu cristallin, de connaître le contenu de la maille cristalline, c'est-à-dire la position des différents atomes ; en soumettant ceux-ci à des translations selon trois axes de coordonnées, on trouvera tous les points analogues qui leur correspondent dans le milieu. Le milieu cristallin est un milieu triplement périodique

dont la période est définie par la maille. Selon M. Wyart, «on peut se faire une image, tout au moins dans le plan, de la périodicité du cristal en le comparant au *motif*, indéfiniment répété, d'un papier de tenture» (*Cours de Cristallographie pour le certificat d'Études Supérieures de Minéralogie*, Centre de Documentation Universitaire, p. 10). M. Wyart ajoute : «Ce motif se retrouve, en tous les nœuds d'un réseau de parallélogrammes ; les côtés du parallélogramme élémentaire n'ont aucune existence, exactement comme la *maille élémentaire* du cristal.» La limite n'est donc pas prédéterminée ; elle consiste en structuration ; dès qu'un point arbitraire est choisi dans ce milieu triplement périodique, la maille élémentaire se trouve déterminée, ainsi qu'un ensemble de limites spatiales. En fait, la source commune de la limite et de la structuration est la périodicité du milieu. Nous retrouvons ici avec un contenu plus rationnel la notion déjà indiquée de possibilité indéfinie de croissance ; le cristal peut croître en conservant tous ses caractères parce qu'il possède une structure périodique ; la croissance est donc toujours identique à elle-même ; un cristal n'a pas de centre qui permette de mesurer l'éloignement d'un point de son contour extérieur par rapport à ce centre ; sa limite n'est pas, relativement à la structure du cristal, plus éloignée du centre que les autres points ; la limite du cristal est virtuellement en tout point, et elle peut y apparaître réellement par un clivage. Les mots d'intériorité et d'extériorité ne peuvent pas s'appliquer avec leur sens habituel à cette réalité qu'est le cristal. Considérons, au contraire, une substance amorphe : elle doit être bornée par une enveloppe, et sa surface peut avoir des propriétés appartenant en propre à la surface. Ainsi, une goutte d'eau produite par un compte-gouttes prend au cours de sa formation un certain nombre d'aspects successifs que la mécanique étudie ; ces aspects dépendent du diamètre du tube, de la force d'attraction due à la pesanteur, de la tension superficielle du liquide ; ici, le phénomène est extrêmement variable selon l'ordre de grandeur adopté, parce que l'enveloppe agit en tant qu'enveloppe et non en tant que limite. Notons bien d'ailleurs que les corps amorphes peuvent prendre dans certains cas des formes régulières, comme celle des gouttes d'eau qui constituent le brouillard ; mais on ne peut pas parler de l'individuation d'une goutte d'eau comme on parle de l'individuation d'un cristal, parce qu'elle ne possède pas, tout au moins de manière rigoureuse et dans la totalité de sa masse, une structure périodique. Une goutte d'eau de grandes dimensions n'est pas exactement identique pour toutes ses propriétés à une goutte d'eau de petites dimensions<sup>15</sup>.

L'individuation que nous venons de caractériser par l'exemple du cristal ne peut exister sans une discontinuité élémentaire d'échelle plus restreinte ; il faut un édifice d'atomes pour constituer une maille cristalline, et cette structuration serait très difficilement concevable sans une discontinuité élémentaire. Descartes, il est vrai, voulant expliquer tous les effets physiques par «figure et mouvement», a cherché à fonder l'existence des formes sur autre chose que la discontinuité élémentaire, inconcevable dans un système d'où le vide absolu est exclu, puisque l'extension est substantialisée et devient *res extensa* ; aussi Descartes a-t-il considéré avec beaucoup de soin les cristaux, et même observé finement la genèse des cristaux artificiels dans une solution

15. Dans la nature, ces individus imparfaits sont souvent formés d'un cristal autour duquel se fixe une substance amorphe, dans certaines conditions (brouillard, neige). Les conditions de formation de ces individus imparfaits sont comparables aux conditions de sursaturation : on peut amorcer la formation de pluie ou de neige dans un air saturé en répandant des cristaux.

sursaturée de sel marin, en essayant de l'expliquer par figure et mouvement. Mais Descartes éprouve une grande difficulté à découvrir le fondement des structures ; il s'efforce, au début des *Météores*, de montrer une genèse de bornes spatiales à partir de l'opposition du sens de rotation de deux tourbillons voisins ; c'est le mouvement qui individue de manière primordiale les régions de l'espace ; dans une mécanique sans forces vives, le mouvement peut paraître, en effet, une détermination purement géométrique. Mais le mouvement dans un espace-matière continu ne peut aisément constituer à lui seul une anisotropie des propriétés physiques ; la tentative que Descartes a faite pour expliquer le champ magnétique par figure et mouvement, à partir de vrilles issues des pôles de l'aimant, et pivotant sur elles-mêmes, reste infructueuse : on peut bien expliquer au moyen de cette hypothèse comment deux pôles de même nom se repoussent, ou bien comment deux pôles de noms contraires s'attirent. Mais on ne peut expliquer la coexistence de ces deux propriétés, parce que cette coexistence exige une anisotropie, alors que l'espace-matière de Descartes est isotrope. Le substantialisme ne peut expliquer que les phénomènes d'isotropie. La polarisation, condition la plus élémentaire de la relation, reste incompréhensible dans un substantialisme rigoureux. Aussi Descartes s'est-il efforcé d'expliquer tous les phénomènes dans lesquels un champ manifeste des grandeurs vectorielles au moyen du mécanisme de la matière subtile. Il a accordé une vive attention aux cristaux, parce qu'ils lui présentaient une claire illustration de la réalité des figures ; ils sont des formes géométriques substantialisées ; mais le système de Descartes, en excluant le vide, rendait impossible la reconnaissance de ce qu'il y a de fondamental dans l'état cristallin, à savoir l'individuation génétique de la structure périodique, donc discontinue, opposée au continu ou au désordre de l'état amorphe.

Or, pour être pleinement rigoureux, on ne doit pas dire que, si l'état cristallin est discontinu, l'état amorphe est continu ; une même substance, en effet, peut se présenter à l'état amorphe ou à l'état cristallin, sans que ses particules élémentaires se modifient. Mais, même si elle est composée d'éléments discontinus comme des molécules, une substance peut se comporter comme du continu, dès qu'un nombre suffisant de particules élémentaires est impliqué dans la production du phénomène. En effet, une multitude d'actions désordonnées, c'est-à-dire n'obéissant ni à une polarisation ni à une répartition périodique dans le temps, ont des sommes moyennes qui se répartissent dans un champ isotrope. Telles sont par exemple les pressions dans un gaz comprimé. L'exemple du mouvement brownien, mettant en évidence l'agitation thermique des grosses molécules, illustre aussi cette condition des milieux isotropes : si l'on prend en effet, pour observer ce mouvement, des particules visibles de plus en plus grosses, les mouvements de ces particules finissent par devenir imperceptibles ; c'est que la somme instantanée des énergies reçues sur chaque face de la part des molécules en état d'agitation est de plus en plus faible par rapport à la masse de la particule observable ; plus cette particule est volumineuse, plus le nombre de chocs par unité de temps sur chaque face est élevé ; comme la répartition de ces chocs se fait au hasard, les forces par unité de surface sont d'autant plus constantes dans le temps que les surfaces considérées sont plus grandes, et une particule observable assez volumineuse reste pratiquement en repos. Pour des durées et des ordres de dimensions suffisants, le discontinu désordonné équivaut au continu ; il est fonctionnellement continu. Le discontinu peut donc se manifester tantôt comme continu, tantôt comme discontinu, selon qu'il est désordonné ou

ordonné. Mais le continu ne peut se présenter fonctionnellement comme discontinu, parce qu'il est isotrope.

En continuant dans cette voie, nous trouverions que l'aspect de continuité peut se présenter comme un cas particulier de la réalité discontinue, tandis que la réciproque de cette proposition n'est pas vraie. Le discontinu est premier par rapport au continu. C'est pour cette raison que l'étude de l'individuation, saisissant le discontinu en tant que discontinu, possède une valeur épistémologique et ontologique très grande : elle nous invite à nous demander comment s'accomplit l'ontogénèse, à partir d'un système comportant potentiels énergétiques et germes structuraux ; ce n'est pas d'une *substance* mais d'un système qu'il y a individuation, et c'est cette individuation qui engendre ce qu'on nomme une substance, à partir d'une singularité initiale.

Cependant, conclure de ces remarques à un primat ontologique de l'individu, ce serait perdre de vue tout le caractère de fécondité de la relation. L'individu physique qu'est le cristal est un être à structure périodique, qui résulte d'une genèse en laquelle se sont rencontrées dans une relation de compatibilité une condition structurale et une condition hylémorphique, contenant matière et énergie. Or, pour que l'énergie ait pu être asservie par une structure, il fallait qu'elle fût donnée sous forme potentielle, c'est-à-dire répandue dans un milieu primitivement *non polarisé*, se comportant comme un continu. La genèse de l'individu exige le discontinu du germe structural et le continu fonctionnel du milieu amorphe préalable. Une énergie potentielle, mesurable par une grandeur scalaire, peut être asservie par une structure, faisceau de polarités représentables de manière vectorielle. La genèse de l'individu s'opère par la relation de ces grandeurs vectorielles et de ces grandeurs scalaires. Il ne faut donc pas remplacer le substantialisme par un monisme de l'individu constitué. Un pluralisme monadologique serait encore un substantialisme. Or, tout substantialisme est un monisme, unifié ou diversifié, en ce sens qu'il ne retient qu'un des deux aspects de l'être : les termes sans la relation opératoire. L'individu physique intègre dans sa genèse l'opération commune du continu et du discontinu, et son existence est le devenir de cette genèse continuée, prolongée dans l'activité, ou en suspens.

Ceci suppose que l'individuation existe à un niveau intermédiaire entre l'ordre de grandeur des éléments particuliers et celui de l'ensemble molaire du système complet ; à ce niveau intermédiaire, l'individuation est une opération de structuration amplifiante qui fait passer au niveau macrophysique les propriétés actives de la discontinuité primitivement microphysique ; l'individuation s'amorce à l'échelon où le discontinu de la molécule singulière est capable – dans un milieu en « situation hylémorphique » de métastabilité – de moduler une énergie dont le support fait déjà partie du continu, d'une population de molécules aléatoirement disposées, donc d'un ordre de grandeur supérieur, en relation avec le système molaire. La singularité polarisante amorce dans le milieu amorphe une structuration cumulative franchissant les ordres de grandeur primitivement séparés : la singularité, ou information, est ce en quoi il y a communication entre ordres de grandeur ; amorce de l'individu, elle se conserve en lui.



## Chapitre III

# Forme et substance

### I — CONTINU ET DISCONTINU

#### 1 - Rôle fonctionnel de la discontinuité

L'injonction socratique par laquelle la pensée réflexive était rappelée de la Physique à l'Éthique n'a pas été acceptée dans toutes les traditions philosophiques. Les « fils de la Terre », selon l'expression de Platon, se sont obstinés à rechercher dans la connaissance de la nature physique les seuls principes solides pour l'éthique individuelle. Déjà, Leucippe et Démocrite avaient montré la voie. Epicure fonde sa doctrine morale sur une physique, et cette même démarche se rencontre dans le grand poème didactique et épique de Lucrèce. Mais un trait remarquable de la relation entre la Philosophie et la Physique chez les Anciens est que la conclusion éthique est déjà pré-supposée dans le principe physique. La physique est déjà éthique. Les atomistes définissent nécessairement leur éthique dans leur physique quand ils font de l'atome un être substantiel et limité, traversant sans s'altérer les différentes combinaisons. Le composé a un niveau de réalité inférieur au simple, et ce composé qu'est l'homme sera sage s'il connaît et accepte sa propre limitation temporelle, spatiale et énergétique. On a dit que les atomistes ont monnayé l'être éleatique : et en effet, le Σφῶϊπος arrondi, heureux dans sa plénitude circulaire, que nous présente le poème de Parménide, récit de son initiation à l'Être, se fragmente à l'infini dans les atomes : mais c'est toujours la matière immuable, une ou multiple, qui détient l'être. La relation entre les atomes d'être, rendue possible grâce à l'introduction du vide qui se substitue à la négativité du devenir parméniidien, n'a pas de véritable intériorité. Issue sans loi des jets innombrables du hasard, elle conserve tout au long de son existence l'essentielle précarité de ses conditions constitutives. Pour les atomistes, la relation dépend de l'être, et dans l'être, rien ne la fonde substantiellement. Issue d'un « clinamen » sans finalité, elle reste pur accident, et seul le nombre infini des rencontres dans l'infinité du temps écoulé a pu conduire à quelques formes viables. Le composé humain ne peut donc atteindre en aucun cas la substantialité ; mais il peut éviter les relations nécessairement destructrices parce que sans fondements, qui lui arrachent ce peu de temps qu'il a à exister, en l'entraînant à penser à la mort, qui n'a aucune réalité substantielle. L'état d'ataraxie est celui qui concentre le plus possible sur lui-même le composé humain, et l'amène à l'état le plus voisin de la substantialité qu'il lui soit possible d'atteindre. Les « *templa serena philosophiae* » permettent la construc-

tion non d'une véritable individualité, mais de l'état du composé le plus semblable au simple qui se puisse concevoir.

Un postulat symétrique se trouve dans la doctrine stoïcienne. Là non plus, l'homme n'est pas véritable individu. Le seul véritable individu est unique et universel : il est le cosmos. Lui seul est substantiel, un, parfaitement lié par la tension interne du *πῦρ τεχνικόν ὃ διέχει πάντα*. Ce feu artisan, nommé aussi « feu semence », *πῦρ σπερματικόν*, est le principe de l'immense pulsation qui anime le monde. L'homme, organe de ce grand corps, ne peut trouver une vie véritablement individuelle que dans l'accord avec le rythme du tout. Cet accord, conçu comme la résonance que les luthiers réalisent par l'identité de tension de deux cordes d'égal poids et d'égale longueur, est une participation de l'activité de la partie à l'activité du tout. La finalité, refusée par les atomistes, joue un rôle essentiel dans le système des Stoïciens. C'est que, pour les Stoïciens, la relation est essentielle, car elle élève la partie qu'est l'homme jusqu'au tout qu'est l'individu-cosmos ; au contraire, chez les Atomistes, la relation ne peut qu'éloigner l'homme de l'individu, qui est l'élément, en l'engageant dans une participation encore plus démesurée par ses dimensions.

L'intention éthique a donc eu recours à la physique en deux sens opposés. Pour les Atomistes, le véritable individu est infiniment au-dessous de l'ordre de grandeur de l'homme ; pour les Stoïciens, il est infiniment au-dessus. L'individu n'est pas recherché dans l'ordre de grandeur de l'être humain, mais aux deux extrémités de l'échelle des grandeurs concevables. Dans les deux cas, l'individu physique est recherché avec une rigueur et une force qui indiquent combien l'homme sent sa vie engagée dans cette recherche. Et c'est peut-être cette intention même qui a porté les Épicuriens et les Stoïciens à ne pas vouloir prendre pour modèle de l'individu un être commun et courant. L'atome et le cosmos sont absolus dans leur consistance parce qu'ils sont les termes extrêmes de ce que l'homme peut concevoir. L'atome est absolu comme non-relatif au degré atteint par le processus de division ; le cosmos est absolu comme non-relatif au processus d'addition et de recherche de la définition par inclusion, puisqu'il est le terme qui comprend tous les autres. La seule différence, très importante par ses conséquences, est que l'absolu du tout enferme la relation, alors que l'absolu de l'indivisible l'exclut.

Peut-être faut-il voir dans cette recherche d'un individu absolu en dehors de l'ordre humain une volonté de recherche non soumise à des préjugés provenant de l'intégration de l'homme au groupe social ; la cité fermée est niée dans ces deux découvertes de l'individu physique absolu : par repliement sur soi dans l'épicurisme, par dépassement et universalisation dans le stoïcisme du civisme cosmique. Précisément pour cette raison, aucune des deux doctrines n'arrive à penser la relation sous sa forme générale. La relation entre les atomes est précaire, et aboutit à l'instabilité du composé ; la relation de la partie au tout absorbe la partie dans le tout. Aussi, la relation de l'homme à l'homme est-elle à peu près semblable dans les deux doctrines ; le sage stoïcien reste *αὐτάρκης καὶ ἀπαθής*. Il considère ses relations avec les autres comme faisant partie des *τὰ οὐκ ἔφ' ἡμῖν*. Le *Manuel* d'Épictète compare les relations familiales à la cueillette occasionnelle d'un bulbe de jacinthe qu'un marin rencontre en faisant une courte promenade dans une île ; si le maître d'équipage crie qu'on repart, ce n'est plus le moment de s'attarder à cette cueillette ; le marin risquerait d'être impitoyablement abandonné dans l'île, car le maître n'attend pas. Le livre IV du *De Rerum Natura* traite de la même manière les passions humaines fondées sur

les instincts, et ramène partiellement leur sens à un rapport de possession. La seule véritable relation est, dans l'Epicurisme, de l'homme avec lui-même, et, dans le Stoïcisme, de l'homme avec le cosmos.

Ainsi, la recherche de l'individu physique fondamental restait inféconde chez les Anciens parce qu'elle était trop uniquement tendue pour des motifs éthiques, vers la découverte d'un absolu substantiel. En ce sens, la pensée morale du Christianisme a sans doute rendu assez indirectement un service à la recherche de l'individu en physique ; ayant donné un fondement non physique à l'éthique, elle a enlevé à la recherche de l'individu en physique son aspect de principe moral, ce qui l'a libérée.

Dès la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, on donne un rôle fonctionnel à une discontinuité de la matière : l'hypothèse de Haüy sur la constitution réticulaire des cristaux en est un exemple. En Chimie également, la molécule devient centre de relations, et non plus seulement dépositaire de la matérialité. Le dix-neuvième siècle n'a pas inventé la particule élémentaire, mais il a continué à l'enrichir en relations au fur et à mesure qu'il l'appauvissait en substance. Cette voie a conduit à considérer la particule comme liée à un champ. La dernière étape de cette recherche a été accomplie lorsqu'il a été possible de mesurer en termes de variation de niveau énergétique un changement de structure de l'édifice constitué par les particules en relation mutuelle. La variation de masse liée à une libération ou à une absorption d'énergie, donc à un changement de structure, concrétise profondément ce qu'est la relation comme équivalente à l'être. Un tel échange, qui permet d'énoncer le rapport qui mesure l'équivalence d'une quantité de matière et d'une quantité d'énergie, donc d'un changement de structure, ne peut laisser subsister une doctrine qui rattache les modifications de la substance à la substance comme de purs accidents contingents, en dépit desquels la substance reste immodiée. Dans l'individu physique, substance et modes sont au même niveau d'être. La substance consiste en la stabilité des modes, et les modes, en changements du niveau d'énergie de la substance.

La relation a pu être mise au rang de l'être à partir du moment où la notion de quantité discontinue a été associée à celle de particule ; une discontinuité de la matière qui ne consisterait qu'en une structure granulaire laisserait subsister la plupart des problèmes que soulevait la conception de l'individu physique dans l'Antiquité.

La notion de discontinuité doit devenir essentielle à la représentation des phénomènes pour qu'une théorie de la relation soit possible : elle doit s'appliquer non seulement aux masses, mais aussi aux charges, aux positions de stabilité que des particules peuvent occuper, aux quantités d'énergie absorbées ou cédées dans un changement de structure. Le quantum d'action est le corrélatif d'une structure qui change par sauts brusques, sans états intermédiaires.

## 2 - L'antinomie du continu et du discontinu

On pourrait cependant objecter que l'avènement d'une physique quantique ne saurait faire oublier la nécessité de maintenir une onde associée à chaque corpuscule, qui ne se comprend que dans une hypothèse de continuité de la propagation, et de continuité des échanges d'énergie impliqués dans le phénomène. Il semble que l'effet photoélectrique résume à lui seul cette antinomie de la nécessité des quantités discontinues et de l'égalité nécessaire d'une répartition continue de l'énergie : il y a un seuil de fréquence des «photons», comme si chaque photon devait apporter une quantité d'éner-

gie au moins égale à l'énergie de sortie d'un électron hors du métal. Mais par ailleurs, il n'y a pas de seuil d'intensité, comme si chaque photon pouvait être considéré comme une onde couvrant une surface de dimension indéterminée, et pourtant capable de fournir toute son énergie en un point parfaitement localisé.

Peut-être cette antinomie paraîtrait-elle moins accentuée si l'on pouvait retenir le résultat des analyses précédentes afin de les appliquer à ce cas encore plus général. Nous n'avons plus ici, comme dans le cas du cristal, la distinction entre une région discontinue, structurée, périodique, et une région amorphe, continue, support de grandeurs scalaires. Mais nous avons encore, synthétisées dans le même être, portées par le même support, une grandeur structurée et une grandeur amorphe, pur potentiel. Le discontinu est dans le mode de relation, qui s'opère par sauts brusques, comme entre un milieu périodique et un milieu amorphe, ou entre deux milieux à structure périodique : la structure est ici la plus simple possible, elle est l'unicité de la particule. Une particule est particule non pas en tant qu'elle occupe spatialement telle place, mais en tant qu'elle n'échange que quantitativement son énergie avec d'autres supports d'énergie. La discontinuité est une modalité de la *relation*. Il est possible de saisir ici ce qu'on nomme deux «représentations complémentaires du réel», et qui sont peut-être non seulement complémentaires, mais réellement unes. Cette nécessité de réunir deux notions complémentaires vient peut-être de ce que ces deux aspects de l'être individualisé ont été séparés par le substantialisme, et que nous avons à faire un effort intellectuel pour les réunir, à cause d'une certaine habitude imaginative. Qu'est, pour une particule, le champ associé que nous sommes obligés de lui adjoindre pour rendre compte des phénomènes ? C'est la possibilité, pour elle, d'être en relation structurale et énergétique avec d'autres particules, même si ces particules se comportent comme un continu. Quand une plaque d'un métal alcalin est éclairée par un faisceau lumineux, il y a relation entre les électrons libres contenus dans le métal et l'énergie lumineuse ; ici, les électrons libres se comportent comme des être équivalents au continu en tant qu'ils se répartissent au hasard dans la plaque, tant qu'ils ne reçoivent pas une quantité d'énergie suffisante pour pouvoir sortir de la plaque : cette énergie correspond au potentiel de sortie, et varie avec l'espèce chimique du métal employé. Les électrons interviennent ici comme supports d'une grandeur continue, scalaire, ne correspondant pas à un champ polarisé. Ils sont comme les molécules d'un corps amorphe en état d'agitation thermique. Leur place, à supposer qu'ils fussent localisables, n'aurait pas d'importance. Il en va de même pour les particules de la source de lumière : leur position à l'instant où l'énergie lumineuse a été émise ne compte pas. On peut produire l'effet photoélectrique avec la lumière d'une étoile qui n'existe plus. Par contre, les électrons se comportent comme être structurés en tant qu'ils sont susceptibles de sortir de la plaque. A ce changement de leur relation avec les autres particules qui constituent le milieu métallique correspond une quantité d'énergie mesurable par un certain nombre de quanta. De même, les changements d'état de chaque particule constituant la source de lumière interviennent dans la relation sous forme de fréquence du photon. L'individualité des changements de structure qui ont eu lieu dans la source se conserve sous forme d'énergie du «photon» c'est-à-dire sous la forme de la capacité de l'énergie lumineuse à opérer un changement de structure exigeant une quantité déterminée d'énergie en un point précis. On sait en effet que le seuil de fréquence de l'effet photoélectrique correspond à la nécessité pour chaque électron de recevoir une quantité d'énergie au moins égale à son énergie de sortie. On est conduit à poser la

notion de «photon» pour expliquer non seulement cette règle du seuil de fréquence, mais aussi le fait très important de la répartition ou plutôt de la disponibilité de l'énergie lumineuse en chacun des points de la plaque éclairée : il n'y a pas de seuil d'intensité : or, si l'électron se comporte comme particule en ce sens que chaque électron nécessite l'apport d'une quantité déterminée d'énergie pour sortir de la plaque, on pourrait penser qu'il se comportera comme particule aussi en ce sens qu'il recevra une quantité d'énergie lumineuse proportionnelle à l'ouverture de l'angle sous lequel il est vu de la source de lumière (selon la loi du flux). C'est pourtant ce que l'expérience dément ; quand la quantité de lumière reçue par la plaque sur chaque unité de surface décroît, il devrait arriver un moment où la quantité de lumière serait trop faible pour que chaque électron reçoive une quantité de lumière équivalant à son énergie de sortie. Or, ce moment n'arrive pas ; seul le nombre d'électrons extraits par unité de temps diminue proportionnellement à la quantité de lumière. Toute l'énergie reçue par la plaque de métal alcalin agit sur cette particule 50 000 fois plus petite que l'atome d'hydrogène. C'est par là qu'on est conduit à considérer que toute l'énergie véhiculée par l'onde lumineuse est concentrée en un point, comme s'il y avait un corpuscule de lumière.

### 3 - La méthode analogique

Doit-on cependant accorder valeur de réalité à la notion de photon ? Elle est sans doute pleinement valable dans une *physique du comme si* mais nous devons nous demander si elle constitue un individu physique réel. Elle est nécessitée par la manière dont s'effectue la relation entre l'énergie lumineuse et les électrons, c'est-à-dire finalement entre les changements d'état des particules de la source de lumière et les changements d'état des particules du métal alcalin. Il est peut-être en effet dangereux de considérer l'énergie lumineuse sans considérer la source d'où elle provient. Or, si nous voulons seulement décrire la relation entre la source de lumière et les électrons libres du métal alcalin, nous verrons qu'il n'est pas absolument nécessaire de faire intervenir des individus de lumière, et qu'il est encore moins nécessaire d'avoir recours à une «onde de probabilité» pour rendre compte de la répartition de l'énergie lumineuse véhiculée par ces photons à la surface de la plaque de métal. Il semble même que l'hypothèse du photon soit difficile à conserver dans les cas où une quantité de lumière extrêmement faible arrive sur une assez grande surface de métal alcalin. La sortie des électrons est alors sensiblement discontinue, ce qui se traduit par un «bruit de fond» ou bruit de grenaille caractérisé lorsqu'on amplifie et transforme en signaux sonores les courants produits dans un circuit par les électrons sortant du métal, et captés sur une anode grâce à une différence de potentiel créée entre cette anode et la plaque de métal photo-émissif devenue cathode. Si on diminue encore l'intensité du flux lumineux mais qu'on augmente la surface de la plaque de métal alcalin, le nombre d'électrons sortant par unité de temps reste constant lorsque les deux variations se compensent, c'est-à-dire lorsque le produit de la surface éclairée par l'intensité de la lumière reste constant. Or, la probabilité de rencontre entre un photon et un électron libre diminue lorsque la surface de la plaque augmente et que l'intensité de la lumière décroît. En effet, en admettant que le nombre d'électrons libres par unité de surface reste constant quelle que soit la surface, on trouve que le nombre de photons diminue lorsque la surface augmente et que la quantité totale de lumière reçue par

unité de temps sur toute la surface reste constante. On est donc amené à considérer le photon comme pouvant être présent partout à tout instant à la surface de la plaque de métal alcalin, puisque l'effet ne dépend que du nombre de photons reçus par unité de temps et non de la concentration ou de la diffusion de la lumière sur une surface plus ou moins grande. Le photon rencontre un électron *comme s'il avait* une surface de plusieurs centimètres carrés, mais il échange avec lui de l'énergie *comme s'il était* un corpuscule de l'ordre de grandeur de l'électron, c'est-à-dire 50 000 fois plus petit que l'atome d'hydrogène. Et cela, le photon le peut tout en restant capable d'apparaître dans un autre effet, réalisé en même temps et dans les mêmes conditions, comme lié à une transmission d'énergie sous forme ondulatoire : on peut obtenir des franges d'interférences sur la cathode de la cellule photoélectrique sans perturber le phénomène photoélectrique. Peut-être alors serait-il préférable de rendre compte des aspects contradictoires de l'effet photoélectrique par une autre méthode. Si on considère en effet le phénomène sous l'aspect de discontinuité temporelle qu'il présente lorsque la quantité d'énergie reçue par unité de surface est extrêmement faible, on s'aperçoit que la sortie des électrons se produit lorsque l'éclairement de la plaque photo-émissive a duré un certain temps : tout se passe ici comme si une certaine sommation de l'énergie lumineuse se produisait dans la plaque. On pourrait supposer par conséquent que l'énergie lumineuse est transformée dans la plaque en une énergie potentielle permettant la modification de l'état de relation d'un électron avec les particules constituant le métal. Cela permettrait de comprendre que la place des électrons libres n'intervienne pas dans la détermination du phénomène, non plus que la densité des «photons» par unité de surface de la plaque métallique. Nous serions alors ramenés au cas de la relation entre une structure et une substance amorphe, qui se manifeste comme un continu même si elle n'est pas continue dans sa composition. Ici, en effet, les électrons se manifestent comme une substance continue, parce qu'ils obéissent à une répartition conforme à la loi des grands nombres dans la plaque de métal. Cet ensemble constitué par les électrons et la plaque métallique dans laquelle ils se trouvent répartis au hasard, peut être structuré par l'adjonction d'une suffisante quantité d'énergie qui permettra aux électrons de sortir de la plaque. L'ensemble désordonné aura été ordonné. Cependant, cette thèse, aussi sommairement présentée, devrait attirer la critique. En effet, il existe d'autres manières d'accroître l'énergie potentielle de la plaque métallique, par exemple en l'échauffant : alors, on voit en effet, à partir de températures situées entre 700° et 1 250° se produire un phénomène nommé effet thermoïonique, et qu'il vaut mieux nommer effet thermoélectronique : des électrons sortent spontanément d'un morceau de métal chauffé. Quand ce métal est revêtu d'oxydes cristallisés, le phénomène a lieu à plus basse température. Ici, le changement de répartition a lieu sans intervention d'une autre condition que l'élévation de la température, tout au moins en apparence. Cependant, la condition énergétique, à savoir la température du métal constituant une «cathode chaude», ne se suffit pas pleinement à elle-même ; la structure de la surface du métal entre également en jeu : on dit en ce sens qu'une cathode peut être «activée» par l'adjonction de traces de métal, de strontium ou de baryum par exemple ; même dans l'effet thermoélectronique, il existe donc des conditions structurales de l'émission d'électrons. Seulement, comme dans le cas d'une substance amorphe qui passe à l'état cristallin par apparition spontanée, et jusqu'à ce jour inexplicée, de germes cristallins dans sa masse, les conditions structurales de l'effet thermoélectronique sont toujours présentes dans les conditions ordi-

naires lorsque les conditions énergétiques le sont. Elles le sont tout au moins à grande échelle, pour une «cathode chaude» ayant une surface émissive suffisante ; mais elles le sont de manière beaucoup plus discontinue à faible échelle. Si on projette sur un écran fluorescent, au moyen d'un dispositif de concentration (lentille électrostatique ou électromagnétique), les électrons émis au même instant par les différents points d'une cathode chaude, de manière à obtenir une image optique agrandie de la cathode, on voit que l'émission d'électrons par chaque point est très variable selon les instants successifs. Il se forme comme des cratères successifs d'activité intense, ces cratères sont éminemment instables : le courant total recueilli si l'on installe à proximité de la cathode, dans une enceinte vide, une anode, avec, entre anode et cathode, une différence de potentiel suffisante pour capter tous les électrons émis (courant de saturation), montre des fluctuations qui proviennent de ces variations locales intenses de l'intensité du phénomène thermoélectronique. Plus la surface de la cathode est grande, plus ces variations locales sont faibles par rapport à l'intensité totale ; dans un tube électronique à très petite cathode, ce phénomène est sensible. Il a été assez récemment étudié sous le nom de scintillation ou «flicker». Or, tous les points d'une cathode sont dans les mêmes conditions énergétiques thermiques, à de très faibles différences près, par suite de la conductivité thermique élevée des métaux. Même si on supposait de légères différences de température entre différents points de la surface d'une cathode, on ne pourrait expliquer par là les brusques et importants changements d'intensité de l'émission d'électrons entre deux points voisins. C'est donc que l'effet thermoélectronique dépend au moins d'une autre condition, en plus de la condition énergétique qui est toujours présente. Les brillants et fugaces cratères observés dans le dispositif d'optique électronique décrit plus haut correspondent à l'apparition ou à la disparition de cette condition d'activité à la surface de la cathode, en tel point déterminé. L'étude de ce phénomène n'est pas assez avancée pour que l'on puisse préciser la nature de ces *germes d'activité*. Mais il importe de noter qu'ils sont fonctionnellement comparables aux germes cristallins qui apparaissent dans une solution amorphe sursaturée. La nature de ces germes est encore mystérieuse ; mais leur existence est certaine. Or, nous devons nous demander si, dans l'effet photoélectrique, la lumière agit seulement en augmentant l'énergie des électrons. Il est intéressant de remarquer que les électrons sortent normalement à la surface de la plaque de métal alcalin. Il est très regrettable que les températures élevées nécessaires pour obtenir l'effet thermoélectronique ne soient pas compatibles avec la conservation des cathodes de zinc, de césium ou de cadmium ; on pourrait tenter de voir si, pour des températures à peine inférieures à celle à laquelle l'effet thermo-électrique commence à se manifester, la fréquence minimum de la lumière produisant l'effet photo-électronique se trouverait abaissée, ce qui montrerait que l'énergie de sortie aurait diminué. Si cela était, on pourrait en conclure qu'il existe deux termes dans l'énergie de sortie de l'électron : un terme structural et un terme représentant en fait un potentiel. Toutefois, même en l'absence d'expériences plus précises, il est possible de tirer de cet exemple un certain nombre de conclusions provisoires relatives à l'étude de l'individuation physique. Nous voyons en effet un type très remarquable de relation dans l'effet photoélectrique : tous les électrons libres qui se trouvent dans la plaque de métal éclairée sont, du point de vue énergétique, *comme une seule substance*. Sinon, on ne pourrait comprendre comment il peut y avoir effet de sommation de l'énergie lumineuse arrivant sur la plaque jusqu'à ce que la quantité d'énergie nécessaire à la sortie d'un électron ait été

reçue. Il y a en effet des cas où on ne peut considérer le phénomène comme instantané ; il faut donc dans ce cas que l'énergie lumineuse ait été mise préalablement en réserve ; d'autre part, cette énergie suppose une communication entre tous les électrons libres, car on peut difficilement concevoir que l'énergie a été apportée par un photon qui aurait mis pour agir sur l'électron un temps plus long que la vitesse de la lumière ne permet de le calculer. Si la relation entre la lumière et un électron se fait plus lentement que la vitesse de la lumière ne l'autorise, c'est qu'il n'y a pas relation directe entre la lumière et l'électron, mais relation par l'intermédiaire d'un troisième terme. Si l'interaction entre le «photon» et la lumière est directe, elle doit être assez courte pour que le photon, entre le début et la fin de l'interaction, soit encore pratiquement à la même place. Nous nous bornons à refaire ici pour le déplacement du photon le raisonnement qui a conduit à adopter l'idée que le photon peut se manifester en tout point éclairé. Mais, si l'on admet que le photon peut manifester sa présence partout au même instant sur un plan perpendiculaire à la direction de déplacement, on ne peut admettre qu'il puisse demeurer au même endroit pendant tout le temps que dure une transformation. Si, par exemple, une transformation dure  $1/100\ 000^{\text{e}}$  de seconde, le photon aurait eu entre le début et la fin de cette transformation, le temps de parcourir 3 000 mètres. Cette difficulté est évitée si l'on suppose qu'entre la lumière et l'électron il y a sommation d'énergie dans le milieu où se trouvent les électrons. Cette sommation pourrait être faite par exemple sous forme d'augmentation de l'amplitude d'une oscillation ou de la fréquence d'une rotation. Dans ce dernier cas par exemple, la fréquence de la lumière interviendrait directement comme fréquence et non comme quantité scalaire. Si l'on admet en effet un rôle direct de la fréquence, il n'est plus nécessaire de se représenter un photon dont l'énergie serait représentée par la mesure d'une fréquence : la fréquence est la condition structurale sans laquelle le phénomène de structuration ne peut s'effectuer. Mais l'énergie intervient comme quantité scalaire dans le nombre d'électrons extraits par unité de temps. Selon cette représentation, il serait nécessaire de considérer un champ électromagnétique comme possédant un élément structural et un élément purement énergétique : la fréquence représente cet élément structural tandis que l'intensité du champ représente son élément énergétique. Nous disons que la fréquence *représente* l'élément structural, mais non qu'elle le constitue, car en d'autres circonstances cet élément interviendra comme longueur d'onde au cours d'une propagation dans un milieu déterminé ou dans le vide. Une diffraction par le réseau cristallin fait intervenir cette structure en tant que longueur d'onde, en rapport avec la longueur géométrique de la maille cristalline.

L'intérêt d'une représentation de la structure comme liée à la fréquence n'est pas seulement celui d'un réalisme plus grand, mais aussi celui d'une universalité beaucoup plus vaste, qui évite de créer des catégories arbitraires de champs électromagnétiques, (ce qui aboutit à un substantialisme apparent assez paralysant). La continuité entre les différentes manifestations de champs électromagnétiques de fréquences variées est établie non seulement par la théorie, mais aussi par l'expérience scientifique et technique. Si, comme le fait Louis de Broglie dans *Ondes, Corpuscules, Mécanique ondulatoire*, à la planche I, (entre la page 16 et la page 17), on inscrit en regard d'une échelle logarithmique des fréquences les différentes découvertes et expériences qui ont permis de mesurer une fréquence électromagnétique, on s'aperçoit que la continuité a été établie entièrement entre les six domaines considérés d'abord comme distincts : les ondes hertziennes, l'infra-rouge, le spectre visible, l'ultra-vio-

let, les rayons X et les rayons  $\gamma$ . Pendant que les techniciens étendaient vers les fréquences basses le domaine des ondes découvertes théoriquement par Maxwell et produites effectivement par Hertz en 1886 avec un oscillateur décimétrique, Righi, physicien italien de Bologne, établit l'existence d'ondes de 2,5 cm. Dans un ouvrage publié en 1897, il montre que ces ondes sont intermédiaires entre la lumière visible et les ondes hertziennes ; elles possèdent tous les caractères de la lumière visible. Le titre de cet ouvrage, *Optique des oscillations électriques*, est très important, car il montre un effort pour unifier deux domaines jusque là expérimentalement séparés, bien qu'ils aient été conceptuellement réunis dans la remarquable théorie électromagnétique de la lumière de Maxwell : l'optique et l'électricité. Dans la voie ouverte par Righi, Bose et Lebedew s'engagent au moyen de l'appareil construit en 1897 par Bose pour répéter les expériences de Hertz sur la réfraction, la diffraction et la polarisation des ondes électromagnétiques ; ces deux chercheurs arrivent à produire des ondes électromagnétiques de 6 millimètres. En 1923, Nickols arrive à produire des ondes de 0,29 millimètre. Un an après, Slagolewa et Arkodeiwa atteignent 0,124 millimètre. Or, par des méthodes optiques, Rubens et Bayer, en 1913, avaient pu isoler et mesurer dans des radiations infrarouges une radiation de 0,343 millimètre de longueur d'onde. Dépassant la simple analogie des propriétés de propagation, les deux formes d'énergie jadis isolées comme deux *genres* ou tout au moins deux *espèces* se recouvraient partiellement en extension (de 0,343 à 0,124 millimètre de longueur d'onde) et s'identifiaient en compréhension, tant pour la genèse que pour l'étude de «propriétés», montrant la fragilité de la pensée qui procède par genre commun et différences spécifiques. Le genre commun et les différences spécifiques sont ici exactement au même niveau d'être : ils consistent l'un et l'autre en fréquences. L'extension et la compréhension se recouvrent également, car l'énoncé des limites de l'extension emploie les caractères mêmes de la définition par compréhension. La démarche intellectuelle que la découverte progressive de la continuité entre les ondes hertziennes et le spectre visible manifeste n'est ni inductive ni déductive : elle est *transductive* : en effet, la lumière visible et les ondes hertziennes ne sont pas deux espèces d'un genre commun qui serait celui des *ondes électromagnétiques*. Aucune différence spécifique ne peut être indiquée pour permettre de passer de la définition des ondes électromagnétiques à celle des ondes hertziennes ou de la lumière visible ; il n'y a rien de plus dans la définition des ondes hertziennes ou de la lumière que dans celle des ondes électromagnétiques. L'extension et la compréhension ne varient pas en sens inverse, comme dans l'induction. Par ailleurs, on ne peut dire non plus que cette pensée procède, comme la déduction, par «transfert d'évidence» : les propriétés des radiations électromagnétiques lumineuses ne sont pas déduites à partir de celles des ondes électromagnétiques hertziennes. Elles sont constituées à partir de la mesure même qui permet d'établir une distinction en même temps qu'une continuité : celle de la fréquence. C'est parce que leur seule distinction est celle de la fréquence et de son inverse la longueur d'onde que ces deux réalités physiques ne sont ni *identiques* ni *hétérogènes*, mais *contiguës* : cette méthode de *transduction* permet d'établir une *topologie* des êtres physiques qui n'étudie ni genres ni espèces. Le critère qui permet d'établir des limites pour chaque domaine permet aussi de définir ce qui, en langage inductif, deviendrait les sous-espèces, sans rajouter aucun caractère distinctif *nouveau*, et simplement par une précision donnée au caractère universel de la compréhension ; ainsi, dans l'exemple précédent, si l'on veut rendre compte des différences qui existent entre les ondes élec-

tromagnétiques dites centimétriques et les ondes électromagnétiques décimétriques, on aura recours à ce caractère qui permettra également de dire pourquoi le pouvoir séparateur d'un microscope optique est plus grand en lumière violette qu'en lumière rouge : on montrera que la réflexion, la réfraction, la diffraction d'une onde électromagnétique ont pour condition le rapport entre l'ordre de grandeur de la longueur d'onde et celui des éléments de la substance constituant le miroir, le dioptré, le réseau. Pour la réflexion par exemple, la condition pour que ce phénomène se produise est que les irrégularités du miroir soient petites par rapport à la longueur d'onde électromagnétique à réfléchir. Le « poli optique » de l'argent ou du mercure est nécessaire pour réfléchir la lumière violette de courte longueur d'onde. La lumière rouge par contre est déjà convenablement réfléchi par une surface métallique plus grossièrement polie ; les radiations infra-rouges peuvent être réfléchies par une plaque de cuivre légèrement oxydée ; les ondes centimétriques du radar se réfléchissent sur une surface métallique non polie. Les ondes décimétriques se réfléchissent sur un grillage métallique à mailles fines. Les ondes métriques se réfléchissent sur un treillis de barres métalliques. Un treillis à vastes mailles, fait de câbles suspendus à des pylônes, ou même une rangée de pylônes suffit à la réflexion des ondes décimétriques ou hectométriques. De même, il faut la fine structure d'un réseau cristallin pour diffracter les rayons X, tandis qu'un réseau fait de lignes délicatement gravées à la main sur une plaque de métal suffit à assurer la diffraction de la lumière visible. Les ondes métriques de la télévision se diffractent sur les sommets crénelés des Sierras, réseau naturel à vastes mailles. Des propriétés plus complexes, comme le rapport entre la quantité d'énergie réfléchi et la quantité d'énergie réfractée pour chaque longueur d'onde rencontrant un obstacle semi-conducteur, comme la couche de Kennely-Heaviside, à structure complexe, peuvent être interprétés au moyen d'une semblable méthode, qui n'est ni inductive ni déductive. Le mot d'analogie semble avoir pris un sens péjoratif dans la pensée épistémologique. On devrait cependant ne point confondre le véritable raisonnement analogique avec la méthode toute sophistiquée qui consiste à inférer l'identité à partir des propriétés de deux êtres qui ont en commun un caractère quelconque. Autant la méthode de *ressemblance* peut être confuse et peu honnête, autant la véritable méthode analogique est rationnelle. L'analogie véritable selon la définition du Père de Solages est une identité de rapports et non un rapport d'identité. Le progrès transductif de la pensée consiste bien en effet à établir des identités de rapports. Ces identités de rapports ne s'appuient pas du tout sur des ressemblances, mais au contraire sur des différences, et elles ont pour but de les expliquer : elles tendent vers la différenciation logique, et en aucune manière vers l'assimilation ou l'identification ; ainsi, les propriétés de la lumière paraissent très différentes de celles des ondes hertziennes, même dans un cas précis et limité comme celui de la réflexion sur un miroir ; un grillage ne réfléchit pas la lumière et réfléchit des ondes hertziennes, alors qu'un petit miroir parfaitement poli réfléchit bien la lumière et pratiquement pas une onde hertzienne métrique ou décimétrique, à plus forte raison hectométrique. Rendre compte de ces ressemblances ou de ces différences, ce sera avoir recours à l'identité de rapports existant entre tous les phénomènes de réflexion ; la quantité d'énergie est grande quand, sur le trajet de l'onde électromagnétique s'interpose un obstacle constitué par une substance dont les irrégularités sont petites par rapport à la longueur d'onde de l'énergie électromagnétique. Il y a identité de rapport entre d'une part la longueur de l'onde lumineuse et la dimension des irrégularités de

la surface du miroir, et d'autre part la longueur de l'onde hertzienne et la longueur de la maille du grillage sur lequel elle se réfléchit. La méthode transductive est donc l'application du véritable raisonnement analogique ; elle exclut les notions de genre et d'espèce. Au contraire, un usage illégitime du raisonnement par ressemblance se marque dans les tentatives qui ont été faites pour *assimiler* la propagation de la lumière à celle du son, à partir de quelques ressemblances, comme leur réflexion sur les mêmes miroirs (on plaçait une montre au foyer d'un miroir parabolique ; un second miroir semblable au premier permettait d'obtenir une « image » auditive de la montre au foyer du second miroir). Il a fallu la force d'esprit de Fresnel pour arrêter cette identification abusive en montrant qu'il y avait entre la propagation du son et la propagation de la lumière une différence capitale : les élongations sont toujours transversales pour la lumière, alors qu'elles sont toujours longitudinales pour le son se propageant dans un gaz ; les différences entre le son et la lumière dans les phénomènes de polarisation avaient été méconnues au profit d'une identification fondée sur des ressemblance plus extérieures mais plus frappantes. Cette facilité qui porte à raisonner par identification d'après des ressemblances fait partie des habitudes substantialistes, qui nous portent à découvrir des genres communs encore inconnus, grâce à un transfert hasardeux de propriétés. Ainsi, la notion d'éther, inventée pour rendre plus parfaite la ressemblance entre la propagation du son et celle des ondes électromagnétiques, a survécu longtemps à l'expérience de Michelson et Morley et à la synthèse peu logique de propriétés physiques qu'elle comportait. On préférerait supposer l'existence d'un fluide impondérable et sans aucune viscosité, mais pourtant bien plus élastique que l'acier, pour pouvoir conserver l'identité du son et de la lumière. La pensée scientifique n'est pas une pure induction s'achevant par une classification fondée sur les différences ; mais elle n'est pas davantage une identification à tout prix ; elle est plutôt la *distribution* du réel selon une mesure, critère commun de l'extension et de la compréhension.

Il serait aisé de compléter cette analyse en montrant comment la même application du raisonnement transductif a permis d'unifier le domaine entier des radiations électromagnétiques en instaurant des continuités expérimentales entre les autres domaines, selon un enchaînement complet. Schumann, Lyman, puis Millikan établirent la continuité entre le spectre visible et les rayons X (de 0,4 à 0,0438 millièmes de millimètre, soit de 4000 à 438 Å). Ainsi, commencèrent à être connus les rayons X intermédiaires, trop longs pour se diffracter sur les réseaux naturels que sont les cristaux, dont la maille mesure habituellement quelques Å. Et ce furent enfin les domaines des rayons X et des rayons  $\gamma$  qui furent trouvés en état de continuité et même de recouvrement assez important, puisque les rayons  $\gamma$  du polonium ont une longueur d'onde de 2,5 Å, ce qui les identifie aux rayons X mous ordinaires. Ils constituent la même réalité physique, et, si on leur conserve un nom particulier, c'est seulement pour rappeler leur mode de production. Mais on pourrait aussi bien les nommer rayons X. Le tableau général des radiations électromagnétiques, tel que le donne Louis de Broglie, s'étend de  $10^{-3}$  Å à  $3 \times 10^{14}$  Å, c'est-à-dire de  $10^{-3}$  millimètres à 30 000 mètres environ. Il est possible de passer, sans aucune solution de continuité, des rayons  $\gamma$  les plus pénétrants aux ondes les plus longues de la télégraphie sans fil. La connaissance de l'unité et de la diversité de ce phénomène si largement étalé sur une échelle numérique est un des plus beaux succès de cette méthode transductive qui est le fondement du progrès de la physique. Or, cet immense monument de logique est aussi en étroite

coïncidence avec le réel, et cela jusque dans les techniques les plus fines : le thermomètre électromagnétique du Massachusetts Institute of Technology, recevant à la manière d'un récepteur radioélectrique d'ondes très courtes les perturbations électromagnétiques émises par les astres a permis de mesurer les températures du soleil (10 000° K), de la lune (292° K), de l'espace noir du ciel (moins de 10° K). Le théodolite radioélectrique permet de repérer la position du Soleil par temps couvert. Le radar, dix à vingt fois plus sensible que l'œil, peut déceler le passage des météores invisibles avec les instruments d'optique.

Cependant, nous devons nous demander si cet édifice intellectuel n'exige pas, comme condition de stabilité, une transductivité absolue de toutes les propriétés et de tous les termes. Sans cette parfaite cohérence, la notion de genre réapparaîtrait, avec toute l'obscurité latente qu'elle amène avec elle. Une notion ne peut pas être forgée pour rendre compte d'un phénomène relatif par exemple à une fréquence déterminée, puis abandonnée pour les autres fréquences. A l'intérieur d'un domaine de transductivité, il doit y avoir continuité de toutes les propriétés, avec des variations relatives seulement à la variation des grandeurs permettant d'ordonner la transductivité. Dans le cas du domaine des radiations électromagnétiques, on ne peut accepter la réalité du photon pour une bande de fréquence déterminée, et l'abandonner pour les autres. Or, la notion de photon, ce quantum d'énergie qui se propage à la vitesse de la lumière, est remarquablement utile quand il faut interpréter l'effet photoélectrique. Mais elle n'est plus aussi intéressante lorsqu'il s'agit de l'infra-rouge ou des ondes hertziennes. Elle devrait pourtant être utilisable dans ce domaine des grandes longueurs d'onde.

## II. – PARTICULE ET ÉNERGIE

### I - Substantialisme et énergétisme

C'est cette impossibilité de poser directement et exclusivement le caractère corpusculaire de la lumière que Louis de Broglie a si bien exprimée dans la théorie de la Mécanique ondulatoire, achevée par Bohr avec la notion de complémentarité entre l'aspect ondulatoire et l'aspect corpusculaire. Nous voudrions montrer que cette manière de concevoir l'individu physique peut être remarquablement intégrée dans la théorie générale de l'individu comme être qui est génétiquement constitué par une relation entre une condition énergétique et une condition structurale qui prolongent leur existence dans l'individu, lequel peut à tout instant se comporter comme germe de structuration ou comme continu énergétique ; sa relation est différente selon qu'il entre en relation avec un milieu qui équivaut à un continu ou avec un milieu déjà structuré. Le principe de complémentarité, indiquant que l'individu physique se conduit tantôt comme onde et tantôt comme corpuscule, mais non des deux manières à la fois dans le même phénomène, serait, dans la doctrine que nous présentons, à interpréter comme le résultat de l'asymétrie de toute relation : l'individu peut jouer tantôt un rôle, tantôt l'autre des deux rôles possibles dans la relation, mais non les deux rôles à la fois. Nous supposerions donc que, quand un individu physique se comporte comme corpuscule, l'être avec lequel il est en relation se comporte comme onde, et, lorsqu'il se comporte comme onde, l'être avec lequel il est en relation se comporte comme corpuscule. Plus généralement, dans toute relation, il y aurait toujours un

terme continu et un terme discontinu. Cela exige que chaque être ait intégré lui-même une condition continue et une condition discontinue.

Le substantialisme de la particule et l'énergétisme de l'onde s'étaient développés assez indépendamment l'un de l'autre au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, parce qu'ils correspondaient, au début, à des domaines de recherches assez éloignés pour autoriser l'indépendance théorique des principes d'explication. Les conditions historiques de la découverte de la mécanique ondulatoire sont d'une extrême importance pour une épistémologie *allagmatique*, dont le but est d'étudier les modalités de la pensée transductive, comme seule véritablement adéquate pour la connaissance du développement d'une pensée scientifique qui veut connaître l'individuation du réel qu'elle étudie. Cette étude épistémologique de la formation de la mécanique ondulatoire et du principe de complémentarité de Bohr voudrait montrer que, dans la mesure où il s'est agi de penser le problème de l'individu physique, la pensée déductive pure et la pensée inductive pure ont été tenues en échec, et que, depuis l'introduction du quantum d'action jusqu'au principe de complémentarité de Bohr, c'est une logique transductive qui a permis le développement des sciences physiques.

Nous allons en ce sens essayer de montrer que la «synthèse» des notions complémentaires d'onde et de corpuscule n'est pas en fait une synthèse logique pure, mais la rencontre épistémologique d'une notion obtenue par induction et d'une notion obtenue par déduction ; les deux notions ne sont pas véritablement synthétisées, comme la thèse et l'antithèse au terme d'un mouvement dialectique, mais mises en *relation* grâce à un mouvement transductif de la pensée ; elles conservent dans cette relation leur caractère fonctionnel propre. Pour qu'elles puissent être synthétisées, il faudrait qu'elles soient symétriques et homogènes. Dans la dialectique à rythme ternaire, en effet, la synthèse *enveloppe* la thèse et l'antithèse en *surmontant* la contradiction ; la synthèse est donc *hiérarchiquement, logiquement et ontologiquement* supérieure aux termes qu'elle réunit. La relation obtenue au terme d'une transduction rigoureuse maintient au contraire l'asymétrie caractéristique des termes. Ceci a pour conséquence que la pensée scientifique relative à l'individu, physique d'abord, biologique ensuite, comme nous tenterons de le montrer, ne peut procéder selon le rythme ternaire de la dialectique pour laquelle la synthèse est thèse d'une triade plus haute : c'est par extension de la transductivité que la pensée scientifique avance, non par élévation de plans successifs selon un rythme ternaire. En raison du principe de complémentarité, la *relation*, devenue fonctionnellement symétrique, ne peut présenter par rapport à un autre terme une asymétrie qui puisse être le moteur d'un cheminement dialectique ultérieur. En termes de pensée réflexive, la contradiction est, après l'exercice de la pensée transductive, devenue intérieure au résultat de la synthèse (puisqu'elle est relation dans la mesure où elle est asymétrique). Il ne peut donc y avoir une nouvelle contradiction entre le résultat de cette synthèse et un autre terme qui serait son antithèse. Dans la pensée transductive, *il n'y a pas de résultat de la synthèse, mais seulement une relation synthétique complémentaire* ; la synthèse ne s'effectue pas ; elle n'est jamais achevée ; il n'y a pas de rythme synthétique, car, l'opération de synthèse n'étant jamais effectuée ne peut devenir le fondement d'une thèse nouvelle.

Selon la thèse épistémologique que nous défendons, la relation entre les différents domaines de la pensée est horizontale. Elle est matière à transduction, c'est-à-dire non à identification ni à hiérarchisation, mais à répartition continue selon une échelle indéfinie.

Les principes que nous allons tenter de dégager de l'examen épistémologique devront donc être considérés comme valables s'ils sont transductibles à d'autres domaines, comme celui des objets techniques et celui des êtres vivants. L'éthique elle-même devra apparaître comme une étude de la relation propre aux êtres vivants (nous employons ici l'expression «propre aux êtres vivants» alors qu'en réalité il n'y a pas en toute rigueur de relation directe aux être vivants : il vaudrait mieux dire pour être exact : «à la mesure des êtres vivants», pour indiquer que ces caractères, sans être propres aux être vivants, se manifestent de manière beaucoup plus importante en eux qu'en tout autre être, étant donné qu'ils correspondent à des variables dont les valeurs ou les systèmes de valeurs passent par un maximum pour ces êtres). Il est certain que dans une pareille doctrine, les problèmes relatifs aux frontières entre les «règnes» de la Nature, et à plus forte raison entre les espèces, sont beaucoup moins capitaux que dans une théorie utilisant les notions de genre et d'espèce. On peut en effet concevoir tantôt une transition continue entre deux domaines qui ne pourront être séparés que par le choix assez arbitraire de grandeurs moyennes, tantôt des seuils (comme le seuil de fréquence de l'effet photoélectrique), qui manifestent non une distinction entre deux espèces, mais simplement une condition quantique de production d'un effet déterminé. La limite n'est plus alors douée de propriétés singulières et mystérieuses ; elle est quantifiable, et constitue seulement un point critique, dont la détermination reste parfaitement immanente au phénomène étudié, au groupe d'êtres analysés .

## 2 - Le processus déductif

C'est cette thèse que nous allons essayer de démontrer ou tout au moins d'illustrer par analyse des conditions dans lesquelles la science physique a été amenée à définir l'individu physique comme une association complémentaire d'onde et de corpuscule.

La notion d'onde semble être apparue au terme d'un remarquable effort déductif, particulièrement tourné vers l'élucidation des problèmes énergétiques, auxquels elle a apporté un moyen de calcul remarquablement rationnel. Elle prolonge et renouvelle la tradition d'une physique déductive et ayant recours, depuis Descartes, aux claires représentations de la géométrie analytique. Elle est, par ailleurs, reliée, au moins historiquement, à l'étude des phénomènes macroscopiques. Elle a enfin un rôle *théorique* éminent, permettant de penser sous des principes communs de très vastes ensembles de faits antérieurement séparés en catégories distinctes. La notion de corpuscule présente au contraire des caractères opposés.

La notion d'onde a joué des rôles sensiblement identiques dans l'interprétation des phénomènes lumineux et des phénomènes relatifs aux déplacements des particules électrisées (ou des charges électriques) ; c'est pour cela qu'elle a permis l'éclosion de la théorie électromagnétique de la lumière par Maxwell. Le premier travail se concrétise autour des études de Fresnel. Le second, autour de la découverte de Maxwell vérifiée expérimentalement plus tard par Hertz. Fresnel, abordant en 1814 l'étude des phénomènes de diffraction, avait derrière lui au moins deux siècles de recherches expérimentales et théoriques. Huyghens en particulier avait déjà étudié le phénomène de double réfraction du spath, découvert par Bartholin, il savait également que le quartz possède la même propriété de biréfringence. Huyghens avait déjà exposé une théorie et des méthodes rationnelles, accompagnées de constructions géométriques qui sont restées classiques ; il avait observé des phénomènes de polarisation. Cet esprit d'as-

tronome et de géomètre avait apporté aux problèmes de Physique un esprit théoricien, particulièrement sensible dans son *Cosmotheoros* et sa *Dioptrique*. Il a émis l'idée que la lumière est constituée non par des corpuscules en mouvement, mais par des ondes se propageant à travers l'espace. Cependant, cette théorie n'était pas aussi satisfaisante pour Huyghens que la solution qu'il avait donnée au problème de la chaînette ou de la courbe aux approches égales : elle ne pouvait expliquer le phénomène de la propagation en ligne droite des rayons lumineux. Le problème posé par la nature était plus difficile à résoudre que ceux que Galilée et Leibniz avaient proposés. L'œuvre de Descartes, avec l'énoncé des lois de propagation, manifestait toujours l'intérêt d'une optique corpusculaire pour l'explication de la propagation en ligne droite des rayons lumineux. Cependant, la théorie de Huyghens ne pouvait être abandonnée, Newton lui-même, pourtant partisan de la théorie corpusculaire, ayant découvert un nouveau phénomène, celui des interférences, avait été obligé de compléter la théorie corpusculaire par celle des *accès* : les corpuscules de lumière passeraient périodiquement, lorsqu'ils traversent des milieux matériels, par des accès de facile réflexion et de facile transmission, ce qui permettrait d'expliquer le phénomène des anneaux colorés. Remarquons d'ailleurs que l'hypothèse selon laquelle la lumière comporterait des éléments périodiques, même si elle est de nature corpusculaire, est déjà exprimée dans l'œuvre de Descartes : la *Dioptrique* explique que le prisme disperse la lumière blanche (polychromatique) parce que chaque corpuscule de lumière est d'autant plus dévié que son mouvement de rotation sur lui-même est moins rapide. Cette idée de la rotation des corpuscules de lumière, rattachée à l'hypothèse cosmologique des tourbillons primitifs, conduit Descartes à une erreur, car elle l'oblige à attribuer aux tourbillons de matière subtile constituant la lumière rouge une fréquence de rotation supérieure à celle des corpuscules de lumière violette ; ceci proviendrait, selon Descartes, du fait que les corpuscules constituant la lumière rouge seraient des tourbillons de matière subtile ayant un diamètre plus réduit que celui des corpuscules constituant la lumière violette. Malgré l'erreur relative aux fréquences comparées du rouge et du violet, Descartes a eu le mérite de réunir deux notions asymétriques en une association très féconde. De plus, il serait faux de supposer que Descartes se représentait exactement la lumière comme faite de corpuscules ; il n'y a pas de vide dans son système, et par conséquent pas d'atome ni, à proprement parler, de corpuscules ; il n'y a que des tourbillons de *res extensa* en mouvement. Devant cet affrontement de deux traditions, Fresnel conduisit ses recherches de manière à étendre le champ d'application d'une théorie qui, depuis Huyghens, n'avait servi à expliquer que quelques phénomènes à savoir la théorie ondulatoire. La double réfraction n'était connue que pour deux espèces cristallines : Fresnel rechercha si cette propriété ne se rencontrait pas dans d'autres cristaux ; ayant créé des dispositifs expérimentaux propres à mettre en évidence la double réfraction dans tous les cristaux où elle pourrait exister, il constata qu'elle existait dans presque tous les cristaux, et l'expliqua par l'inégale composition que devaient présenter leurs éléments linéaires pris dans divers sens, ce qui est conforme à la théorie de Haüy sur les réseaux cristallins. Alors, Fresnel étendit cette explication théorique aux cas où un corps amorphe est polarisé par une cause extérieure : il découvrit qu'un prisme de verre devient biréfringent quand on le comprime. Cette extension de l'objet scientifique, c'est-à-dire du domaine de validité d'une théorie, illustre parfaitement ce que l'on peut nommer méthode transductive. Par ailleurs, en collaboration avec Arago, Fresnel étudiait la polarisation de la lumière. Arago avait

découvert la polarisation chromatique ; Fresnel compléta cette découverte par celle de la polarisation circulaire, produite au moyen d'un cristal biréfringent convenablement taillé. Or, il était impossible d'expliquer ce phénomène de polarisation si l'on faisait appel à une représentation assimilant l'onde lumineuse à une onde sonore se propageant dans un gaz ; Fresnel supposa que dans les ondes lumineuses les vibrations sont transversales, c'est-à-dire ont lieu perpendiculairement à la direction de propagation. Alors, ce n'est pas seulement la polarisation, mais aussi la double réfraction qui se trouve expliquée. Fresnel avait déjà démontré que l'hypothèse des ondes permet d'expliquer, tout aussi bien que l'hypothèse des corpuscules, le phénomène de la propagation rectiligne des rayons lumineux. Les résultats des travaux de Malus et d'Arago venaient confirmer cette théorie. Malus avait découvert que la lumière réfléchie se polarise toujours partiellement, et que la réfraction simple à travers le verre polarise de même, en partie, la lumière. (Mémoire intitulé : *Sur une propriété de la lumière réfléchie par les corps diaphanes*, 1809). La théorie de Fresnel fut vérifiée et reçut un élargissement à partir de ses bases expérimentales grâce aux travaux d'Arago qui construisit un photomètre grâce auquel le principe découvert déductivement par Fresnel (complémentarité de la lumière réfléchie et de la lumière réfractée) reçut une confirmation expérimentale. Ayant construit le polariscope, il put contrôler avec précision tous les caractères de la polarisation chromatique. Ainsi se trouvait amplement justifiée la pensée de Huyghens qui, en 1690, dans son *Traité de la lumière*, écrivait : « Dans la vraie philosophie, on conçoit la cause de tous les effets naturels par des raisons de mécanique. Ce que l'on doit faire à mon avis, ou renoncer à toute espérance de jamais rien comprendre à la Physique » (Texte cité par Haas dans *La mécanique ondulatoire et les nouvelles théories quantiques*, traduction Bogros et Esclançon, p. 1).

Par ailleurs, une nouvelle étape du rationalisme déductif fondé sur l'hypothèse du continu et répondant à une préoccupation énergétique est atteinte par Maxwell. C'est en effet pour pouvoir appliquer le principe de la conservation de l'énergie au système unitaire formé par la réunion des différentes lois, découvertes séparément dans les domaines de l'électricité, que Maxwell forma la notion des « courants de déplacement », assez mal nommée peut-être, mais ancêtre de l'actuelle notion de l'onde électromagnétique, et prolongement unificateur de la réalité physique nommée lumière.

Avant la communication du grand mémoire de Maxwell sur la théorie électromagnétique, quatre lois résumaient toutes les découvertes antérieures relatives à l'électricité « statique », « dynamique », et au magnétisme, ainsi qu'à la relation entre les courants et les champs. Aux quatre lois séparées qui exprimaient ces résultats, Maxwell substitua le système suivant :

Si l'on prend :  $\vec{B}$  = induction magnétique  
 $\vec{b}$  = induction électrique  
 $\vec{H}$  = champ magnétique  
 $\vec{h}$  = champ électrique  
 $\vec{i}$  = densité de courant  
 $\vec{p}$  = densité de charge

On peut écrire :

- I)  $-\frac{i}{c} \frac{\delta \vec{B}}{\delta t} = \text{rot } h$  - Loi de l'induction de Faraday
- II)  $\text{div } B = 0$  - Inexistence des pôles magnétiques isolés
- III)  $\frac{i}{c} \frac{\delta h}{\delta t} = \text{rot } H - \frac{4\pi i}{c}$  - Théorème d'Ampère sur les relations entre les champs magnétiques et les courants
- IV)  $\text{div } b = 4\pi \rho$  - Loi des actions électrostatiques (théorème de Gauss)

La troisième équation exprime le théorème d'Ampère sur les relations entre les champs magnétiques et les courants ; mais, afin de pouvoir écrire qu'il y a conservation de l'énergie (ici, conservation de l'électricité), Maxwell a complété ce théorème par l'introduction du courant de déplacement, représenté par l'expression  $\frac{1}{c} \frac{\delta h}{\delta t}$  et qui s'ajoute au courant de conduction  $i$ . Alors on peut déduire de ces équations,  $\frac{1}{c} \frac{\delta h}{\delta t} + \text{div } i = 0$  qui exprime la conservation de l'électricité.

Cette expression de la conservation serait impossible sans le terme en  $\frac{\delta h}{\delta t}$ . Une autre conséquence théorique très importante de ce système d'équation est que, lorsque l'induction magnétique peut être confondue avec le champ magnétique et l'induction électrique avec le champ électrique, (ce qui est le cas du vide), les champs électromagnétiques se propagent toujours avec la vitesse  $c$  ; cette expression, (qui mesure le rapport de l'unité électromagnétique de charge électrique à l'unité électrostatique de charge électrique lorsque les champs et inductions magnétiques sont exprimés en unités électromagnétiques tandis que les champs et inductions électriques, les charges et les courants sont exprimés en unités électrostatiques), a une valeur finie : elle permet le calcul théorique de la vitesse de la lumière dans le vide. Cette propagation peut être analysée comme résultant de la propagation d'un ensemble d'ondes planes monochromatiques.

C'est à ce moment qu'apparut la deuxième étape de l'application féconde de la méthode transductive : Maxwell remarqua en effet l'analogie réelle, c'est-à-dire l'identité de rapports, entre la propagation de la lumière dans le vide et la propagation des champs électromagnétiques ; il supposa alors que la lumière est constituée par des perturbations de nature électromagnétique et correspond seulement à un certain intervalle de longueurs d'onde, celui du spectre visible, de vibrations électromagnétiques. La constante  $c$ , découverte à partir de considérations envisageant la conservation de l'énergie en électricité, est *transductible* en la mesure de la vitesse de la lumière dans le vide, comme la vitesse de la lumière dans le vide est transductible en la constante  $c$ . Cette affirmation d'une transductivité va beaucoup plus loin que la découverte d'une simple égalité entre deux mesures, égalité qui pourrait provenir d'un choix arbitraire d'unités : elle suppose l'identité physique du phénomène mesuré, identité que peut masquer la différence des aspects selon les valeurs particulières choisies dans la vaste gamme connue. Remarquons bien que nous n'avons pas affaire ici à une généralisation ou une subsomption : la lumière visible n'est pas une « espèce » particulière de perturbations électromagnétiques, car la « différence spécifique » que l'on pourrait essayer d'invoquer pour distinguer cette espèce de son genre prochain, à savoir la longueur d'onde de sa propagation dans le vide, ou plus précisément les limites supérieure et inférieure de la mesure de cette longueur d'onde, fait partie de la définition

du genre prochain lui-même ; on ne peut concevoir un champ électromagnétique qui n'aurait aucune longueur d'onde de propagation dans le vide. En tant que champ électromagnétique, il est déjà « spécifique » et ne peut exister et être pensé que comme rayon  $\gamma$ , rayon X, rayon ultra-violet, lumière visible, rayon infra-rouge, onde hertziennes. Le nombre des espèces ou sous-espèces que l'on pourrait découvrir dans un domaine de transductivité comme les ondes électromagnétiques a la *puissance du continu*. Des ondes hertziennes longues aux rayons  $\gamma$  les plus pénétrants, il y a une infinité de champs électromagnétiques de longueurs d'ondes différentes, et dont les propriétés varient avec ces longueurs d'onde : entre la lumière visible rouge et la lumière visible violette, il y a encore une infinité de longueurs d'onde ; le violet lui-même peut être différencié autant qu'on le veut ; alors, les critères des sous-espèces sont homogènes par rapport aux critères des espèces, et le critère d'une espèce est contenu dans la compréhension du genre prochain ; c'est seulement en raison d'usages vitaux ou techniques que des discontinuités, limites de pseudo-espèces, peuvent être introduites ; on peut parler du rouge et du violet, on peut parler même de lumière visible ; mais c'est parce que l'on introduit alors la considération d'un être vivant qui perçoit ; la discontinuité apparente ne provient pas de l'échelle continue des longueurs d'onde électromagnétiques mais du rapport entre les fonctions physiologiques de l'être vivant et ces longueurs d'onde : un œil sans cristallin perçoit un ultra-violet plus lointain que celui que perçoit l'œil normal, sous l'aspect d'une lueur grise : l'abeille perçoit l'ultra-violet. Les Grecs et les Latins ne découpaient pas comme nous le spectre visible, et il semble que la perception humaine se soit modifiée vers l'extrémité du spectre située du côté des courtes longueurs d'onde, comme le montre l'usage de l'adjectif  $\acute{\alpha}\lambda\iota\pi\acute{\omicron}\rho\phi\upsilon\rho\varsigma$  dans les écrits homériques ; nous distinguons plusieurs couleurs là où les compagnons d'Ulysse n'en voyaient qu'une seule comme aujourd'hui certains peuples d'Extrême-Orient. Ce sont des nécessités techniques qui ont conduit à découper en bandes de 9000 hertz, nommées canaux, les ondes hertziennes, parce que ces largeurs de bande correspondent à un utile compromis entre les nécessités d'une transmission assez fidèle en modulation d'amplitude et le nombre total d'émetteurs distincts en fonctionnement simultané pouvant être reçus avec une suffisante sélectivité. Si l'on distingue des ondes longues, moyennes, petites, courtes, très courtes, c'est à la fois à cause des différences assez importantes entre les montagnes capables de les produire ou susceptibles de les recevoir, et entre les conditions de propagation qui les caractérisent ; c'est donc en définitive en fonction des caractères appartenant non pas à ces champs électromagnétiques pris en eux-mêmes, mais en fonction des limites à l'intérieur desquelles varient leurs rapports avec des conditions techniques de production ou atmosphériques et stratosphériques de propagation. Ainsi, on nommera ondes hertziennes longues celles qui vont de 20 000 mètres à 800 mètres parce qu'elles se réfléchissent toujours sur l'une des couches de Kennely-Heaviside, qui présentent pour elles un indice de réfraction négatif, ce qui fait qu'elles subissent une véritable réflexion métallique sur la première couche ionisée qu'elles rencontrent, phénomène mis en évidence par le sondage ionosphérique de sir Edward Appleton. On nommera ondes moyennes celles qui, de 800 à 80 mètres, pénétrant plus profondément dans la couche de Kennely-Heaviside, se réfléchissent bien de nuit, mais sont partiellement absorbées de jour à cause des variations de la couche ionisée, dont l'altitude et le degré d'ionisation est en relation avec l'altitude et l'activité variable du soleil. Ces différences viennent donc d'un rapport entre les ondes hertziennes et autre

chose qu'elles-mêmes, par exemple la couche ionisée de la haute atmosphère, ou les moyens pratiques de les produire ou de les conduire, par tubes électroniques simples ou à modulation de vitesse, par ligne coaxiale ou guide d'ondes. Ces distinctions ne sont jamais fondées sur la nature propre du phénomène considéré ; elles n'existent pas à proprement parler selon la science physique, mais seulement selon la technique. C'est pourquoi il apparaît une dépendance de toutes ces distinctions techniques par rapport à chaque technique : les constructeurs d'appareils d'électronique séparent les ondes dont la longueur est supérieure à dix mètres de celles qui sont plus courtes, parce que, au-dessous de dix mètres, l'extrême brièveté du temps de transit des électrons entre cathode et anode oblige les constructeurs à prévoir des dispositifs spéciaux dans l'architecture interne d'un tube électronique ; par ailleurs, le Service des prévisions ionosphériques, qui a pour but d'assurer le meilleur rendement des transmissions, n'établit pas les mêmes distinctions. Finalement, il se crée un certain nombre de concepts *industriels*, nés d'une concordance plus ou moins précaire entre les «domaines spéciaux» de toutes les techniques qui s'organisent en une même industrie. Ces concepts industriels finissent par devenir *commerciaux* et *administratifs*, en perdant de plus en plus tout caractère scientifique, parce qu'ils sont relatifs à un usage et n'ont plus qu'un *sens pragmatique* : c'est ici que, par la rencontre devenue habituelle et collective, reconnue par la loi ou un règlement administratif, des limites de spécialité de nombreuses techniques, se constitue une *spécificité complète*, dépourvue de *signification scientifique* mais possédant une *valeur psycho-sociale*, essentiellement qualitative, émotive et institutionnelle. Ainsi, le domaine de la télévision est *spécifique* ; il ne correspond à un être concret que par son existence psycho-sociale. Cette institution a ses techniciens animés d'un esprit de corps, ses artistes, son budget, ses amis et ses ennemis ; elle a *de la même manière* ses bandes de fréquences. Or, il y a contamination mutuelle de ces différents caractères propres des uns par les autres, après une délimitation qui résulte d'un affrontement avec les autres institutions. La détermination des longueurs d'onde de la télévision est le résultat d'une expulsion hors du domaine déjà occupé par la radiodiffusion et les télécommunications d'une nouvelle technique très encombrante à cause de largeur de bande nécessitée par la richesse de la quantité d'information à transmettre par unité de temps. Refoulée vers les très hautes fréquences, la transmission de la télévision est réduite à un premier domaine de spécialité relatif aux propriétés des couches ionosphériques ; la propagation de l'onde de télévision se fera à vue, en ligne droite depuis l'antenne d'émission jusqu'à l'antenne de réception, parce qu'il n'y aura aucune réflexion sur la couche de Kennelly-Heaviside. Ceci a pour conséquence que l'émetteur et le récepteur devront appartenir à la même aire de peuplement, c'est-à-dire à une agglomération dense et homogène ; la télévision, ne pouvant être requise pour porter au loin une véritable information, arrive dans un centre de peuplement déjà saturé d'information et de spectacles artistiques ; elle ne peut devenir alors qu'un moyen de distraction. Par ailleurs, ce refoulement vers les très hautes fréquences laissant le champ libre à une grande largeur de bande de transmission, et se rencontrant avec la qualité de provincialisme urbain d'une capitale qui est sa première conséquence, jette dans une voie de recherche du perfectionnement orientée vers la qualité technique de l'image transmise, c'est-à-dire vers l'adoption d'une haute définition. Favorisée par les circonstances initiales, cette adoption d'un certain *code de valeurs* crée une normativité qui renforce les conditions qui l'ont fait naître, et les légitime après coup : la haute définition

rendra la transmission correcte à grande distance encore plus aléatoire. Exigeant des constructeurs un soin beaucoup plus grand, à la limite extrême des possibilités d'une technique commercialisable, elle conduit à la production d'appareils coûteux, ne pouvant être achetés que par un public assez riche et de plus atteint par une réclame intensive, toutes conditions qui sont urbaines plutôt que rurales. On aboutit alors à une morphologie et à une dynamique psycho-sociales qui résument et stabilisent le *concept* et l'*institution* de la télévision ; de la capitale vers les grands centres s'élancent des faisceaux dirigés, modulés en fréquence et sur ondes décimétriques, qui transmettent des programme de distraction, par dessus les campagnes et les villes de second ordre, impuissantes à participer à ce réseau étoilé. Les limites véritables du *concept* de télévision sont donc psycho-sociales ; elles sont définies par la *fermeture* d'un cycle de *causalités récurrentes*, créant une espèce de milieu intérieur psycho-social, doué d'homéostasie grâce à une certaine régulation interne par assimilation et désassimilation de techniques, de procédés, d'artistes, se recrutant par cooptation, et liés entre eux par un mécanisme d'auto-défense comparable à celui des diverses sociétés fermées. Des mythes particuliers, auto-justificatifs, sont élaborés : la recherche de la finesse de l'image se donne comme supérieure en valeur à la recherche de la couleur, tentée par d'autres nations, et invoque pour se justifier les traits distinctifs du génie français, épris de netteté, de précision, et dédaignant le mauvais goût des chromos, bon pour des primitifs ou des enfants. Ici, la contradiction logique est acceptée, car cette pensée est gouvernée par des thèmes affectifs et émotifs ; ainsi, la supériorité de la finesse sur la couleur est invoquée au nom de la perfection technique, alors qu'un simple calcul de la quantité d'information nécessaire pour transmettre une image colorée et une image achromatique, et un examen du degré de complication des dispositifs employés dans les deux cas conduisent au résultat inverse. On peut donc penser l'onde de télévision de deux manières absolument différentes ; si nous acceptons un mode de pensée fondé sur la validité du schéma genre-espèce, l'onde de télévision devient une *espèce* du genre onde électromagnétique, ayant pour différence spécifique non pas sa longueur d'onde mais son *appartenance* à l'institution qu'est la télévision ; ce sera alors un décret administratif (Conférence de la Haye) qui créera cette attribution et fondera ce lien de participation. Au contraire, selon une pensée transductive, les longueurs d'onde de la télévision viendront s'insérer entre des limites numériques qui ne correspondent pas à des caractères physiques nets ; elles ne seront pas une *espèce*, mais un secteur, une bande plus ou moins large d'un domaine de transductivité, celui des ondes électromagnétiques. Une conséquence importante, et peut-être capitale pour l'épistémologie, de cette différence entre une pensée transductive et une pensée qui procède par genres, espèces et relations d'inclusion, est que les caractères génériques ne sont pas transductibles. Ainsi, il existe en France deux bandes actuellement exploitées par la télévision : l'une vers 46 mégahertz, l'autre vers 180 mégahertz ; entre ces deux bandes, l'aviation, la police, ont des bandes particulières ou partagées ; on ne peut pas inférer d'une propriété caractérisant les ondes de télévision dans la bande «basse» l'existence de la même propriété dans la bande «haute» ; le lien de commune subsumption ne crée aucune véritable propriété physique commune.. Le seul lien est celui de la propriété administrative du domaine. C'est pourquoi cette relation de participation crée un certain régime de propriété, avec cessions et reprises possibles, comme s'il s'agissait d'un terrain ne portant pas l'empreinte de son propriétaire, mais créant un lien d'obliga-

tion ou de vassalité chez l'exploitant éventuel : la Télévision Française, ne pouvant actuellement exploiter sa « bande basse » dans toute sa largeur, a prêté une certaine étendue de cette bande (vers 47,2 mégahertz) aux Scouts de France, qui l'utilisent pour des transmissions de télégraphie ou de téléphonie. Cette sous-bande possède les caractères d'un objet prêté à titre précaire, et pouvant être retiré immédiatement et sans préavis ; par ses caractères physiques, elle a des propriétés transductibles en celles des bandes ayant des longueurs d'onde immédiatement supérieures ou inférieures.

Ainsi apparaît le type de réalité physique que l'on peut nommer domaine ou champ de transductivité, et sa distinction d'avec tout être psycho-social, connaissable par concepts, et justifiant l'usage de la pensée qui se sert des notions de genre et d'espèce, en s'appuyant sur la relation de participation, concrétisée ou non en relation de propriété ou de parenté. La véritable pensée transductive fait usage du raisonnement par *analogie*, mais jamais du raisonnement par *ressemblance* c'est-à-dire d'identité affective et émotive partielle. Le mot même de domaine que nous employons ici est dangereux, car la relation de possession semble ramener à la pensée par participation ; il faudrait pouvoir dire : « piste de transductivité », découpée en « bandes » et « sous-bandes » de transductivité (au lieu des espèces et des sous-espèces). La pensée transductive établit une topologie du réel, qui n'est point identique à une hiérarchisation en genres et espèces.

Pour déterminer les critères de l'individu physique, il ne faudra donc pas faire appel à un examen des relations entre le genre et l'espèce, puis entre l'espèce et l'individu. Le jeu de la pensée transductive, dont nous avons vu la fécondité dans la découverte d'un immense domaine de transductivité, interdit l'utilisation de cette méthode.

Cependant, si la méthode transductive est nécessaire, rien ne garantit qu'elle soit suffisante et permette de saisir l'individu physique. Il se peut que l'individu physique ne puisse être saisi qu'au point de rencontre et de compatibilité de deux méthodes opposées et complémentaires, également incapables l'une et l'autre dans leur isolement de saisir cette réalité. On ne peut considérer comme un individu physique une onde électromagnétique, qui n'a aucune consistance et aucune limite propre qui la caractérise ; le continu pur du domaine transductif ne permet pas de concevoir l'individu ; obtenu au terme d'un processus déductif fondé sur les considérations énergétiques, il est parfaitement rationnel et compénétrable en toute partie à l'intellection géométrique de la figure et du mouvement. Mais il ne donne pas de critère pour découper cette virtualité continue ; il ne peut donner le concret de l'existence complète. Il ne permet pas de saisir à lui seul l'individu physique. Or, si l'individu physique ne peut être saisi que par deux connaissances complémentaires, la question critique sera celle de la validité de la *relation* entre ces deux connaissances, et de son fondement ontologique dans l'individu lui-même.

### 3 - Le processus inductif

La seconde voie de recherche qui a conduit à la position de la mécanique ondulatoire et du principe de complémentarité est celle qui, au terme d'un processus inductif, a affirmé la nature *discontinue* de la réalité physique. Elle présente de l'individu phy-

sique une définition très différente de celle qu'on pourrait retirer de la recherche déductive à base ondulatoire.

Quel type de nécessité rencontre-t-on à l'origine des conceptions corpusculaires ou discontinuistes des mêmes réalités physiques que celles que nous venons d'examiner, à savoir l'électricité et la lumière ? C'est essentiellement la nécessité d'une représentation structurale capable de servir de fondement à une recherche inductive.

La notion d'une structure discontinue de l'électricité apparut en 1833, lorsque Faraday, au cours de ses recherches sur l'électrolyse, découvrit que, dans la décomposition d'un composé hydrogéné par exemple, l'apparition à la cathode d'une quantité donnée d'hydrogène était liée au passage d'une quantité donnée d'électricité dans la solution, quel que fût le composé hydrogéné employé. De plus, la quantité d'électricité que dégageait 1 gramme d'hydrogène déposait toujours 107,1 grammes d'argent. En ce sens, la condition de la découverte de la discontinuité de l'électricité est sa *participation* à des *actions* discontinues ; elle *joue un rôle* dans le domaine du discontinu, et en particulier dans les changements de structure de la matière. Si l'on admet la validité de la conception atomique de la matière, on devra admettre que l'électricité, qui participe aux actions discontinues caractérisant les propriétés atomiques de la matière, possède elle-même une structure discontinue. Faraday découvrit en effet que tous les atomes univalents des chimistes, c'est-à-dire ceux qui se combinent avec un atome d'hydrogène, apparaissent comme *associés* à la même quantité d'électricité ; tous les atomes bivalents à une quantité double de la précédente, tous les atomes trivalents à une quantité triple. On arrive alors à la conclusion que l'électricité, positive et négative, se décompose en particules élémentaires qui se comportent comme de véritables atomes électriques. C'est la conclusion de Helmholtz en 1881. Le mot «électron», employé pour la première fois par G.J. Stoney, désigne l'unité naturelle l'électricité, c'est-à-dire la quantité d'électricité qui doit traverser une solution électrolytique pour déposer à une des électrodes un atome d'un élément univalent. C'est par son association à l'atome que l'électricité est saisie dans sa discontinuité, et c'est encore par cette association que la charge de l'électron a été calculée. Si l'on sait en effet d'une part qu'une quantité d'électricité déterminée est nécessaire pour l'électrolyse d'une mole (ou molécule-gramme) d'un corps déterminé, et si l'on sait par ailleurs combien cette mole contient d'atomes (d'après le nombre d'Avogadro), il sera possible, en tenant compte de la valence des éléments, de calculer la charge associée à chaque atome.

Cette première découverte inductive fut suivie d'une deuxième qui manifeste la même méthode et aboutit au même résultat. Après 1895, date de la découverte des rayons X, on montra que ces rayons peuvent rendre les gaz conducteurs, en créant une conductibilité identique à la conductibilité électrolytique, dans laquelle des charges électriques sont transportées par des ions, provenant cette fois non de la décomposition d'une molécule, mais de celle des atomes eux-mêmes, puisque ces ions existent même dans un gaz monoatomique comme l'argon ou le néon. Cette décomposition permet à l'induction de faire un pas de plus dans la recherche des structures : l'électron de Stoney restait une quantité d'électricité associée à une particule physique inséparable ; il devient maintenant plus substantiel, parce que l'ionisation des gaz exige une représentation structurale dans laquelle la charge électrique négative est libérée de ce lourd support qu'était l'ion électrolytique. Enfin la découverte des structures a pu parcourir deux ans plus tard une nouvelle étape. Si l'on se borne à mesurer les quantités

d'électricité qui passent à travers une colonne de gaz ionisé, on peut concevoir l'indépendance de l'électron par rapport à toute particule matérielle lourde. Mais cette indépendance reste abstraite ; elle est le principe expérimental qui permet de sauver les phénomènes. Si au contraire on pousse la recherche expérimentale plus loin en essayant d'analyser physiquement le contenu du tube à décharge, lorsque la pression de gaz diminue, on obtient l'espace obscur de Crookes qui envahit tout le tube lorsque la pression tombe à 1/100<sup>e</sup> de millimètre de mercure ; cet espace, qui s'est développé à partir de la cathode, très progressivement, tandis que la pression décroissait, réalise en quelque manière l'analyse physique de l'ensemble primitivement continu qu'était le gaz ionisé, dans lequel on ne pouvait discerner les électrons libres des autres charges électriques, à savoir les charges positives, portées par les ions. On a pu alors supposer que l'espace obscur de Crookes contenait des électrons libres en transit. Les expériences sur les « rayons cathodiques » furent considérées comme des expériences sur les électrons libres. Certes, on pourrait dire que dans cette dernière expérience la discontinuité des électrons disparaît en même temps que leur association avec un phénomène tel que l'ionisation d'un liquide ou d'un gaz, dans laquelle ils se manifestent comme charges de grandeur fixe associée à des particules. Toutes les expériences que l'on fit à ce moment sur les rayons cathodiques étaient macrophysiques et montraient l'existence de charges électriques en transit dans le tube, sans indiquer une structure microphysique discontinue ; on ne pouvait faire l'expérience sur un seul électron ; la luminescence du tube de verre, la normalité des rayons par rapport à la cathode, leur propagation rectiligne, leurs effets calorifiques et chimiques, le fait qu'ils transportent des charges électriques négatives, leur déviation sous l'influence d'un champ électrique et d'un champ magnétique, sont autant d'effets macrophysiques d'apparence continue. Cependant, en raison même de la démarche inductive au terme de laquelle cette découverte était obtenue, il était nécessaire de supposer que ces rayons cathodiques étaient faits de particules discontinues d'électricité, parce que l'on rendait compte ainsi de la structure de l'expérience : les électrons du gaz ionisé mais encore indifférencié dans la décharge disruptive sont, d'après la structure de l'expérience, *identiques* à ceux qui occupent l'espace obscur de Crookes ; ces derniers sont *identiques* à ceux qui forment les rayons cathodiques. Les électrons de l'ionisation d'un gaz au moment de la décharge disruptive ou non disruptive sont identiques à ceux qui sont véhiculés par les ions négatifs dans l'électrolyse d'un corps.

Pouvons-nous considérer la méthode inductive suivie dans ces trois interprétations d'expérience comme transductive ? Elle n'est pas identique à celle qui se manifeste dans la formation de la notion d'onde. En effet, la notion d'onde s'est formée pour permettre l'introduction de la pensée déductive dans un domaine de plus en plus vaste, par un élargissement de l'objet ; elle correspond à une primauté de la représentation théorique ; elle permet la synthèse de plusieurs résultats jusque là séparés : au contraire, la notion de corpuscule d'électricité est introduite pour permettre la *représentation* d'un phénomène expérimentalement constaté au moyen d'une structure intelligible ; au début, elle ne dépasse pas la loi formulable numériquement, mais lui donne une *substructure représentative* grâce à laquelle le phénomène peut être doublé d'un schème intelligible. Quand on passe d'une expérience à l'autre, comme par exemple de l'électrolyse à l'ionisation d'un gaz monoatomique, on transporte le *même schème* ; on découvre un nouveau cas d'application du schème

me antérieurement découvert ; mais c'est *expérimentalement* que le cas est nouveau, non par une extension de l'objet : l'électron est toujours le même, et c'est parce qu'il est le même que l'induction est possible. Au contraire, quand on établit la continuité entre les ondes hertziennes et la lumière visible, on ne dit pas que la lumière est faite d'ondes hertziennes ; on définit au contraire la limite qui sépare et réunit ces deux bandes du domaine de transductivité que l'on explore.

La pensée qui a conduit des lois de Faraday au calcul de la masse et de la charge de l'électron a opéré un *transfert d'identité*. La pensée qui a conduit des lois de l'électricité et des formules de Fresnel à la théorie électromagnétique de Maxwell a opéré le *développement d'un domaine* qui s'ouvre en une infinité continue de valeurs. Nous pouvons mieux maintenant séparer ce qui dans l'effort de Maxwell est seulement déductif de ce qui est réellement transductif ; Maxwell a fait œuvre déductive quand il a écrit la formule du courant de déplacement pour pouvoir rendre compte de la conservation de l'électricité et relier en un seul système d'équations les quatre lois résumant toute la science des phénomènes électriques. Mais il a fait une véritable transduction quand il a relié la théorie des courants de déplacement à celle de la propagation ondulatoire de la lumière. La nécessité du continu est une conséquence directe de l'application de la méthode déductive. Seulement, comme une invention déductive est nécessaire pour qu'un progrès transductif puisse être réalisé, nous avons en fait dans l'examen de la naissance de la théorie ondulatoire un mixte de méthode déductive et de méthode transductive plutôt qu'un exemple absolument pur de la méthode transductive. Il est possible de même de trouver quelques traces de la méthode transductive dans le développement de la notion de corpuscule électrisé : la découverte des rayons formés de corpuscules négatifs d'électricité a incité à chercher aussi des rayons formés de particules positives, ou de particules matérielles chargées positivement : avec un tube à rayons cathodiques ayant une cathode percée de trous, on a obtenu non pas des électrons positifs, mais des rayons positifs formés d'ions provenant du gaz contenu dans le tube ; ceci est au principe de l'étude des isotopes avec le spectrographe de masse d'Aston. Cette recherche aboutit à une véritable découverte d'un vaste domaine de transductivité, lorsque l'interprétation de l'isotopie vint remarquablement confirmer et compléter la classification périodique des éléments établie en 1869 par Mendeleïeff. Cette classification était elle-même le résultat d'une vaste induction fondée sur la considération des poids atomiques, et d'un effort de transductivité orienté vers la périodicité des propriétés des éléments connus, rangés par ordre de poids atomiques croissants. Mais nous devons remarquer qu'il existe une différence entre un domaine de transductivité obtenu au terme d'un processus essentiellement déductif et un domaine de transductivité obtenu au terme d'un processus essentiellement inductif : le premier est ouvert aux deux extrémités ; il est composé d'un spectre continu de valeurs diverses classées et ordonnées ; le second est au contraire fermé sur lui-même et son étalement est à structure périodique. Il comprend un nombre fini de valeurs.

## III - L'INDIVIDU NON SUBSTANTIEL - INFORMATION ET COMPATIBILITÉ

## I - Conception relativiste et notion d'individuation physique

Un des plus difficiles problèmes de la pensée réflexive est celui de la relation qu'on peut instituer entre ces deux résultats de la transductivité. Si la transductivité conduite à partir de la déduction aboutissait aux mêmes résultats que celle qu'on peut conduire à partir de l'induction, la réflexion pourrait se réduire à une recherche de la compatibilité entre ces deux types de résultats, connus comme homogènes en droit. Si au contraire un hiatus subsiste entre ces deux espèces de résultats, la réflexion a devant elle ce hiatus comme problème, car il ne se laisse ni classer dans une transductivité continue, ni localiser dans une transductivité périodique. L'invention d'une transductivité réflexe sera alors nécessaire.

La quatrième étape de la recherche inductive relative au corpuscule d'électricité négative présente le même caractère que les trois précédentes ; mais elle met en jeu, en quelque manière, la quantité élémentaire d'électricité à l'état individuel, non dans sa réalité corpusculaire visible, mais par l'effet discontinu qu'elle produit lorsqu'elle se joint à une très fine particule matérielle. Ici encore, nous voyons la discontinuité de l'électricité manifestée par une situation où s'effectuent des variations de charge de particules matérielles. L'électron n'est pas saisi directement en lui-même comme particule individualisée. L'expérience de Millikan consiste en effet à introduire entre les plateaux d'un condensateur, de très fines gouttes d'un liquide non volatil (huile, mercure). Ces gouttes sont électrisées par leur passage dans le vaporisateur qui les produit. En l'absence de champ entre les armatures du condensateur, elles tombent lentement. Lorsqu'un champ existe, le mouvement se trouve accéléré ou retardé, et on peut mesurer la variation de vitesse. Or, en ionisant l'air compris entre les plateaux, on constate que la vitesse d'une goutte donnée subit de temps à autre de brusques variations. On interprète ces variations en admettant que la charge de la goutte varie quand elle rencontre un des ions du gaz. Les mesures montrent que les charges capturées sont des multiples simples d'une charge élémentaire, équivalent à  $4,802 \cdot 10^{-10}$  unités électrostatiques. A cette expérience s'ajoutent celles où l'électron intervient par la discontinuité de sa charge.

Remarquons cependant que cette découverte de la nature corpusculaire de l'électricité laissait subsister un mystère : la dissymétrie entre l'électricité positive et l'électricité négative, que rien ne permettait de prévoir inductivement dans la théorie corpusculaire : l'électricité positive ne se présentait jamais à l'état libre, alors que l'électricité négative se présentait à l'état libre. En effet, il n'y a aucune raison structurale pour qu'un corpuscule soit positif ou négatif. On ne peut aisément concevoir une qualification du corpuscule ; la qualité apparaît dans les différents modes de combinaisons possibles des corpuscules élémentaires, mais ne peut être aisément conçue au niveau de cet élément structural simple qu'est le corpuscule. Nous touchons ici une des limites de la pensée inductive ; son besoin de structures représentatives simples l'amène à considérer la qualité comme un irrationnel. La qualité résiste à l'identification inductive. Or, l'expérience, dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, avait indiqué les différences qualitatives de l'électricité « vitreuse » et de l'électricité « résineuse ». Pour pouvoir résorber l'élément d'irrationalité, il faudrait pouvoir transformer la différence spécifique

qualitative en une différence structurale claire. Mais comme par ailleurs l'induction tend vers l'élément simple, elle tend aussi vers l'identification de tous les éléments les uns par rapport aux autres : après la découverte du fait que l'électricité négative est un constituant universel de la matière, on a pu croire que toute la matière est faite d'électricité. Alors, l'induction par identification eût achevé la science : la chimie et la physique seraient devenues une électronique généralisée. Mais la réduction de l'identité absolue a été impossible parce qu'elle ne pouvait absorber la dissymétrie entre les deux formes ou «espèces» d'électricité. Certes, il a été possible de considérer qu'une charge d'électricité positive n'est qu'un «trou de potentiel» créé par le départ d'un électron. La particule devient alors une fonction de particule, qui se comporte comme une particule réellement existante. Mais d'une part nous dépassons alors les limites de l'induction cherchant l'élément structural simple, et d'autre part nous supposons la réalité d'un support matériel fait d'une autre substance que l'électricité négative. Car si toute la matière était constituée d'électricité négative, jamais le départ d'un électron ne pourrait créer un «trou de potentiel» se manifestant comme une charge positive égale en valeur absolue à l'électron mais de signe contraire. La véritable limite de l'induction est la pluralité sous sa forme la plus simple et la plus difficile à franchir : l'hétérogénéité. C'est à partir du moment où la pensée inductive est en présence de cette hétérogénéité qu'elle doit avoir recours à la pensée transductive. Mais alors elle rencontre des résultats de la pensée déductive, qui elle aussi trouve ses limites à un certain moment. La pensée inductive est en échec lorsqu'une représentation du discontinu pur est insuffisante. La pensée déductive est en échec lorsqu'une représentation du continu pur est également en échec. Pour cette raison, aucun de ces deux modes de pensée ne peut aboutir à une représentation complète de l'individu physique : la pensée physique a recours alors à l'invention de différents systèmes de compatibilité pour les méthodes ou les résultats. C'est à travers cette compatibilité que l'individu physique peut être connu. Mais de telles conditions épistémologiques entraînent une nécessaire critique de la connaissance, destinée à déterminer quel degré de réalité peut être appréhendé à travers l'invention d'un système de compatibilité.

Ce début d'une découverte de compatibilité entre la méthode inductive et la méthode déductive, entre la représentation du continu et celle du discontinu, nous le trouvons dans l'introduction de la mécanique relativiste dans le domaine de l'électron libre.

D'autres moyens de production des électrons libres avaient été découverts, au tube à rayons cathodiques était venu s'adjoindre l'effet nommé «thermoïonique», puis l'émission  $\beta$  des corps radioactifs. On savait déterminer les trajectoires des électrons dans l'espace en notant leurs points d'impact sur des écrans fluorescents ou des plaques photographiques susceptibles d'être impressionnées par cet impact. La chambre à détente de Wilson, dont on a dit qu'elle constituait la «plus belle expérience du siècle», permet de suivre le trajet d'une particule électrisée. Au terme des études effectuées par Perrin, Villard, Lénard, on pouvait se représenter l'électron comme un corpuscule, c'est-à-dire un très petit objet localisable dans l'espace et obéissant aux lois de la dynamique du point matériel. (Louis de Broglie, *Ondes, Corpuscules, Mécanique ondulatoire*, pp. 18-19). Dans un champ électrique, l'électron, ayant une charge négative, est soumis à une force électrique. Dans un champ magnétique, quand il est en mouvement, il se comporte comme un petit élément d'un courant de conduction et est soumis à une force électrodynamique du type de Laplace normale à la fois

à la direction du champ magnétique et à la direction instantanée du mouvement, et numériquement égale au produit vectoriel de la vitesse de l'électron par le champ magnétique, multiplié par la charge. Sous l'action de cette force  $f = \frac{e}{c} [v \times H]$ , le mouvement de l'électron s'exécute comme doit le faire le mouvement d'un point matériel de masse  $0,9.10^{-29}$  g. L'expérience de Rowland, en 1876, avait établi qu'un déplacement de charges électriques produit un champ magnétique, comme s'il s'agissait d'un courant de conduction produit par un générateur dans un conducteur fixe.

La valeur inductive de cette conception discontinue de l'électricité se manifestait particulièrement en ce sens qu'elle permettait de ramener l'étude du mouvement des électrons à la Mécanique du point matériel, théorie depuis longtemps classique.

La nouvelle mécanique restait théorique tant qu'elle s'appliquait aux corps étudiés par la macrophysique ; en effet, la mécanique relativiste est valable pour tous les corps matériels ; elle avait déjà réussi à expliquer «les trois phénomènes en  $10^{-8}$ » que la mécanique classique ne réussissait pas à expliquer : le déplacement du périhélie de la planète Mercure, constaté depuis longtemps, expliqué par la théorie de la relativité, lui donnait beaucoup de force. La déviation de la lumière par le soleil, observée lors d'une éclipse, confirmait le principe de la relativité restreinte. Le changement de couleur des sources de lumière en mouvement aboutissait à la même confirmation. Cependant, cette théorie de la relativité, qui est une mécanique des mouvements extrêmement rapides, pouvait encore être contestée dans les domaines de la macrophysique. Le Châtelier, dans l'ouvrage intitulé : *L'Industrie, la science et l'organisation au XX<sup>e</sup> siècle*, déclare en parlant de la théorie de la relativité : «De semblables spéculations peuvent intéresser le philosophe, mais ne doivent pas retenir un seul instant l'attention des hommes d'action qui prétendent commander à la nature, diriger ses transformations». Plus loin, l'auteur ajoute : «Aujourd'hui la probabilité de voir mettre en défaut les lois de Newton et de Lavoisier n'est pas de l'ordre du milliardième. C'est donc folie de se préoccuper de semblables éventualités, d'en parler et même de s'y arrêter un seul instant». Le Châtelier appuyait son argumentation sur le fait que la théorie relativiste ne donne des résultats différents de ceux de la mécanique classique que pour les corps animés de vitesses supérieures à 10 000 kilomètres par seconde. «Or, sur la terre, nous ne savons pas produire des vitesses supérieures à 1 kilomètre, celle des projectiles de la fameuse Bertha. Il n'y a guère que la planète Mercure qui possède une vitesse suffisante pour être justiciable des spéculations relativistes. Même dans ce cas, les perturbations prévues sont si faibles que l'on n'est pas encore arrivé à se mettre d'accord sur leur grandeur.» Le second argument est que : «en ce qui concerne la transmutation du radium en hélium, tous les savants qui ont travaillé ce problème ne sont pas encore arrivés à produire ensemble 10 milligrammes de ce gaz. Or, sur les millions de tonnes de matières que l'industrie transforme tous les jours, jamais une exception à la loi de Lavoisier n'a pu être constatée». D'un point de vue macroscopique et pragmatique, Le Châtelier avait peut-être raison, en apparence tout au moins ; il pouvait avec vraisemblance accuser les partisans de la relativité de corrompre par leur «scepticisme» à l'égard de la loi de la gravitation de Newton et de la loi de la conservation des éléments de Lavoisier les étudiants trop enclins à suivre les snobs et les philosophes qui proclament que ces deux lois fondamentales de la science ne sont que les vestiges d'un passé désuet, comme jadis Aristophane accusait Socrate de «καίνολογία» dans *Les Nuées*, devant le public athénien inquiet de voir des idées nouvelles se répandre. Pourtant, il y avait déjà, sur la terre, et dans de

simples montages réalisables avec les appareils de physique d'un établissement d'enseignement au temps où Le Châtelier s'élevait contre «la négation de tout bon sens» pour «mettre les points sur les i et s'expliquer clairement», des corps animés de vitesses supérieures à 10 000 kilomètres par seconde : les électrons en transit dans un tube à rayons cathodiques ; ces corpuscules appartiennent à la microphysique par leur dimension, mais, dans un tube de quelques dizaines de centimètres de long et avec l'énergie que l'on peut recueillir aux bornes du secondaire d'une bobine de Ruhmkorff, il est possible de leur communiquer une vitesse supérieure à celle des corps célestes les plus rapides : il y a ici rencontre de grandeurs qui, dans l'habituel classement des phénomènes, n'étaient pas de la même *espèce*. Un corpuscule 1836 fois plus léger que l'atome d'hydrogène se conduit comme une planète, au cours d'une expérience qui est de l'ordre de grandeur du corps humain, et qui demande une puissance comparable à celle de nos muscles.

La mécanique de la relativité modifie profondément la notion de l'existence individuelle de la particule physique ; l'électron ne peut être conçu, lorsqu'il se déplace à grande vitesse, comme jadis on concevait un atome. Depuis les atomistes anciens, l'atome était un être substantiel. La quantité de matière qu'il constituait était fixe. L'invariance de la masse était un aspect de cette invariance substantielle de l'atome. L'atome est le corpuscule qui n'est pas modifié par la relation dans laquelle il est engagé. Le composé résulte entièrement des atomes qui le constituent, mais ces éléments premiers, les *primordia rerum*, ne sont pas modifiés par le composé qu'ils constituent. La relation reste fragile et précaire : elle n'a pas de pouvoir sur les termes ; *elle résulte des termes, qui ne sont en aucune manière des modes de la relation*.

Avec l'électron envisagé par la théorie de la relativité, la masse du corpuscule est variable en fonction de la vitesse, suivant la loi de Lorentz qui s'énonce dans la formule suivante :  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  où  $m_0$  est la masse de l'électron au repos, c'est-à-dire 0,9.10<sup>-27</sup> g., et  $c$  la vitesse de la lumière dans le vide,  $v$  étant la vitesse du corpuscule considéré. La dynamique de la relativité nous présente donc un corpuscule qui non seulement ne peut être caractérisé par une masse rigoureusement fixe, représentant la substantialité d'une matière immuable, support immo­di­fié de relations accidentelles, mais qui ne peut pas même recevoir de limite supérieure pour un accroissement possible de la masse, et par conséquent de l'énergie véhiculée et des transformations pouvant être produites dans les autres corps par cette particule. C'est tout un ensemble de principes de la pensée atomistique, recherchant la clarté inductive des structures corpusculaires, qui est mis en question par la loi de Lorentz. En effet, du point de vue auquel on se place pour considérer chaque particule en elle-même, il se produit déjà un profond changement, puisque des caractères fondamentaux comme la masse et la quantité d'énergie transportée doivent être conçus comme *non bornés supérieurement* : la masse tend vers l'infini lorsque la vitesse  $v$  tend vers la limite  $c$ , qui mesure la vitesse de la lumière dans le vide. L'individu n'a plus ce caractère essentiel de l'atome des anciens, qui est d'être *limité étroitement* par sa dimension, sa masse, sa forme, et par conséquent doué d'une *rigoureuse identité* à travers le temps, identité qui lui confère l'éternité. Mais la conséquence théorique de ce changement dans la conception de l'individu physique est bien plus importante encore si l'on considère la relation mutuelle entre les particules ; si une particule peut dans certaines conditions acquérir une énergie qui tend vers l'infini, il n'y a plus de limite à l'action

possible d'une particule sur une autre ou sur un ensemble, aussi grand qu'on le voudra, d'autres particules. La discontinuité des particules n'impose plus le caractère *fini* des modifications possibles. L'élément le plus petit d'une totalité peut receler autant d'énergie que toutes les autres parties prises ensemble. Le caractère essentiellement égalitaire de l'atomisme ne peut être conservé. C'est la relation même de la partie au tout qui se trouve transformée, parce que la relation de la partie à la partie est modifiée complètement, à partir de l'instant où une partie peut exercer sur les autres parties une action plus forte que tous les autres éléments du tout pris ensemble : chaque individu physique étant potentiellement illimité, aucun individu ne peut être à aucun moment conçu comme à l'abri de l'action possible d'un autre individu. Cet isolement mutuel des atomes, qui, pour les atomistes anciens, était une garantie de substantialité, ne peut être considéré comme absolu ; le *vide*, précieuse condition d'isolement énergétique et d'indépendance structurale, qui était pour Lucrèce la garantie même et la condition de l'individualité des atomes et de leur éternité, ne peut plus assurer cette fonction, car la distance n'est une condition d'indépendance que si l'action par contact est seule efficace. Dans cet atomisme substantialiste, le choc peut modifier l'état de repos ou de mouvement d'un atome, mais non ses caractères propres, comme la masse ; or, si la masse varie avec la vitesse, un choc peut modifier la masse d'une particule, en modifiant sa vitesse ; *la rencontre accidentelle, totalement fortuite, affecte la substance*. Passivité et activité ne sont plus que les deux aspects symétriques des échanges d'énergie ; la passivité, potentielle ou actuelle, de la substance, est aussi essentielle que son activité, potentielle ou actuelle. Le devenir est intégré à l'être. La relation, qui recèle l'échange d'énergie entre deux particules, renferme la possibilité d'un véritable échange d'être. La relation a valeur d'être parce qu'elle est *allagmatique* ; si l'opération restait distincte de la structure qui serait son support immuable, le substantialisme de la particule pourrait tenter de rendre compte des échanges d'énergie par une modification du rapport mutuel des particules, laissant les caractères propres de chaque particule immodiés. Mais, comme toute modification de la *relation* d'une particule aux autres est aussi une modification de ses caractères internes, il n'existe pas d'*intériorité substantielle* de la particule. Le véritable individu physique, ici encore, comme dans le cas du cristal, est non pas *concentrique à une limite d'intériorité constituant le domaine substantiel de l'individu*, mais sur la limite même de l'être. Cette limite est relation, actuelle ou potentielle. Une croyance immédiate à l'intériorité de l'être en tant qu'individu vient sans doute de l'intuition du corps propre, qui semble, dans la situation d'un homme réfléchissant, séparé du monde par une enveloppe matérielle offrant une certaine consistance, et délimitant un domaine fermé. En réalité, une analyse psycho-biologique assez profonde révélerait que la relation au milieu extérieur, pour un être vivant, n'est pas seulement répartie à la surface externe de lui-même. La seule notion, formée par Claude Bernard pour les nécessités de l'investigation biologique, de milieu intérieur, indique, par la médiation qu'elle constitue entre le milieu extérieur et l'être, que la substantialité de l'être ne peut se confondre avec son intériorité, même dans le cas de l'individu biologique. La conception d'une intériorité physique de la particule élémentaire manifeste un biologisme subtil et tenace, sensible jusque dans le mécanisme le plus théoriquement rigoureux des atomistes anciens. Avec l'apparition de la théorie de la relativité sur le plan de l'expérience physique courante, ce biologisme cède la place à une conception plus rigoureusement physique de l'individuation. Remarquons bien cependant que, si la possibilité d'ac-

croissement de la masse d'un corpuscule avait une limite, on pourrait retourner à un atomisme substantialiste simplement modifié par un dynamisme logique. Le monade de Leibniz est encore éminemment un atome, parce que ses états de développement et d'involution sont régis par un rigoureux déterminisme interne de la *notion individuelle concrète* : il n'importe pas qu'elle possède en elle comme microcosme, sous forme de petites perceptions, un résumé des modifications des monades de l'univers entier. En fait, du point de vue de la causalité des modifications, elle ne tire ses modifications que d'elle-même et reste absolument isolée dans le devenir ; les limites de ses déterminations successives sont rigoureusement fixées par le système de la compossibilité universelle. Au contraire, l'individu physique pensé selon la relativité n'a pas de limites propres définies une fois pour toutes par son essence : *il n'est pas borné*. Par là-même, il ne peut être déterminé par un principe d'individuation comparable à celui que la dynamique leibnizienne lui assigne. La limite, et par conséquent la relation de l'individu n'est jamais une borne ; elle fait partie de l'être même.

Cette affirmation ne saurait pourtant être prise comme un recours au pragmatisme. Quand nous disons que, pour l'individu physique, la relation est de l'être, nous n'entendons pas par là que la relation *exprime* l'être, mais qu'elle le constitue. Le pragmatisme est encore beaucoup trop dualiste et substantialiste : il ne veut se fier qu'aux manifestations de l'activité comme critère de l'être ; c'est supposer qu'il existe un être distinct de l'opération, une intériorité que l'extériorisation de l'action authentifie et exprime, en la manifestant. L'action, dans le pragmatisme, est le franchissement d'une limite. Or, selon la doctrine que nous présentons ici, cette limite ne peut ni dissimuler une réalité ni être franchie par l'action, car elle ne sépare pas deux domaines, celui de l'extériorité et celui de l'intériorité. Cette doctrine relativiste ne peut non plus conduire à une forme plus subtile du pragmatisme, comme le « commodisme » de Poincaré, aboutissant à un nominalisme scientifique. Elle est réaliste, sans être substantialiste, et postule que la connaissance scientifique est une relation à l'être ; or, dans une pareille doctrine, la relation a rang d'être. Seulement, le réalisme de la connaissance ne doit pas être conçu comme une substantialisation du concept ; le réalisme est la direction de cette connaissance comme relation ; ici, avec la théorie de la relativité, nous la voyons aller du rationnel au réel ; dans d'autres cas, elle suit la direction inverse, et c'est alors la rencontre et la compatibilité de ces deux directions épistémologiques qui consacre la validité de la relation sujet-objet. Le réalisme de la connaissance est dans l'accroissement progressif de la densité du rapport qui relie le terme sujet et le terme objet. On ne peut le découvrir que si l'on recherche le sens de cette dérivation.

Telle est la première étape, dans la recherche inductive, de la découverte de transductivité par laquelle le corpuscule reçoit une définition non substantialiste de son individualité. Cependant, dans l'application de la théorie de la relativité à l'électron, il reste un élément qui constitue un *lien substantiel* entre les différents moments successifs, lorsque la masse de l'électron varie, même si elle augmente toujours en tendant vers l'infini lorsque la vitesse tend vers la vitesse de la lumière dans le vide : la *continuité* entre les différentes mesures successives de la masse et de l'énergie. La relation n'est pas entièrement au même niveau que l'être tant que les grandeurs substantielles, masse et énergie, sont posées comme susceptibles de variations continues.

Il reste ici un très important point de doctrine à présenter et à préciser, avant d'évoquer les caractères épistémologiques de la théorie quantique. La théorie quantique, en effet, suppose que les échanges énergétiques entre corpuscule et onde, ou entre cor-

puscule et corpuscule ont toujours lieu par quantités finies, multiples d'une quantité élémentaire, le *quantum*, qui est la plus petite quantité d'énergie qui puisse être échangée. Il existerait donc une limite inférieure de la quantité d'énergie qui peut être échangée. Mais nous devons nous demander en quel sens la formule de Lorentz peut être affectée a priori par l'introduction d'une théorie quantique, et comment nous devons considérer la possibilité d'accroissement indéfini de la masse d'un corpuscule lorsque sa vitesse tend vers celle de la lumière. Si nous partons d'une vitesse initiale très faible qui augmente progressivement, nous verrons que, au début, lorsque la masse peut être confondue avec la masse au repos, l'accroissement d'énergie cinétique équivalant à un quantum correspond à un accroissement notable de la vitesse : on peut donc se représenter la vitesse comme augmentant par sauts brusques ; au contraire, lorsque la vitesse est proche de celle de la lumière, l'augmentation d'énergie cinétique correspondant à l'addition d'un quantum se traduit par un faible accroissement de la vitesse. Lorsque la vitesse tend vers la vitesse de la lumière, l'addition d'un quantum d'énergie se traduit par un accroissement de vitesse qui tend vers zéro : les sauts des additions successives de quanta sont de plus en plus minimes : le mode de variation de la vitesse *tend vers un régime continu*.

L'importance des discontinuités quantiques est donc variable avec la vitesse de la particule. Ce résultat déductif est important, car il montre qu'une particule comme un électron tend vers un régime de continuité quand sa vitesse tend vers celle de la lumière ; elle est alors fonctionnellement macroscopique. Mais on doit se demander si cette conclusion est pleinement valable. Quel est en effet le véritable sens de cette limite, à savoir la vitesse de la lumière ? Ce n'est pas la mesure exacte de cette vitesse qui importe absolument, mais bien l'existence d'une limite qui ne peut pas être atteinte. Or, que se passerait-il si un électron atteignait une vitesse très voisine de celle de la lumière ? N'existe-t-il pas un seuil au-delà duquel le phénomène changerait complètement d'aspect ? La physique a déjà eu au moins un exemple très important de l'existence d'une limite que l'on ne pouvait prévoir par simple extrapolation : on peut tracer les courbes qui donnent les résistivités des métaux en fonction de la température, et ces courbes sont assez régulières dans un intervalle de plusieurs centaines de degrés. La théorie montre qu'au voisinage du zéro absolu, la résistivité d'un métal doit tendre vers zéro. Or, l'expérience montre que pour certains corps, la résistivité, au lieu de décroître peu à peu, tombe brusquement au-dessous de toute valeur mesurable : c'est la supraconductibilité. Ce phénomène se produit à  $7,2^\circ$  absolus pour le plomb, de  $3,78^\circ$  pour l'étain, de  $1,14^\circ$  pour l'aluminium (expérience de Kamerlingh Onnes). Les modernes accélérateurs de particules permettent de lancer les électrons à des vitesses très voisines de celles de la lumière. L'énergie peut alors devenir considérable, comme dans le bêatron de 100 millions d'électrons volts de Schenectady, sans que les prévisions conformes à la théorie de la relativité soient en aucune manière mises en défaut ; cependant, on peut supposer qu'il existe un seuil non encore atteint au-delà duquel le phénomène changerait si nous pouvions l'atteindre. Il existe par conséquent actuellement une limite empirique à l'application du principe de la relativité à l'électron : il est difficile de concevoir que cette limite puisse être supprimée, car on ne peut communiquer une énergie infinie à un électron. Par ailleurs, il semble exister certaines nécessités théoriques de concevoir une limite supérieure à des grandeurs caractéristiques de l'électron, comme celle du champ électrique qui règne sur le rayon de l'électron (dans la représentation classique) ; or, si l'on cherche la tempéra-

ture d'un corps noir dont la densité d'énergie de radiation serait due à la propagation de ce champ maximum, on trouve une température supérieure de l'ordre de  $10^{12}$  degrés Kelvin. Cette température est celle qui paraît régner au centre de certaines étoiles naines blanches. On ne connaît ni températures plus élevées, ni champs électromagnétiques plus intenses. (d'après Y. Rocard, *Electricité*, p. 360).

Nous ne pouvons donc pas fonder de démarche réflexive sur la possibilité d'accroissement indéfini *théorique* et *absolu* de la masse ou de l'énergie d'une particule comme l'électron, car il reste toujours, pour la pensée réflexive rigoureuse, une distinction entre un empirisme très étendu et un empirisme universel ; la marge d'exploré entre les très hautes énergies atteintes et une énergie infinie restera infinie. Pour cette raison, il est très difficile de parler de ce que serait un électron allant à la vitesse de la lumière dans le vide ; il paraît même difficile de préciser si l'on doit concevoir la possibilité de l'existence d'un seuil supérieur de vitesse au-delà duquel l'électron ne devrait plus être considéré comme électron. Cette marge d'imprécision dans la connaissance ne peut être réduite par l'adoption de la théorie quantique, puisque l'accroissement de masse et l'accroissement d'énergie font tendre le régime dynamique du corpuscule vers le continu lorsque sa vitesse tend vers celle de la lumière. S'il existait un seuil supérieur d'énergie et de vitesse, il ne pourrait être déterminé par des considérations quantiques.

Nous rencontrons ici un domaine d'opacité épistémologique qui peut projeter son ombre sur une théorie réflexive de l'individuation physique, et marquer l'existence d'une borne épistémologique à la transductivité. La conséquence agnosticiste qui en résulterait serait donc elle-même relativisée par la borne qui marquerait le début de son domaine d'application, dont la structure ne pourrait être intérieurement connue. Cette topologie de la transductivité, si elle est elle-même une relation, peut être transductible à un autre type d'individualité.

## **2 - La théorie quantique : notion d'opération physique élémentaire intégrant les aspects complémentaires de continu et de discontinu**

Nous allons d'abord essayer d'exprimer en quelle mesure l'adoption d'un principe quantique modifie cette conception de l'individuation corpusculaire, et prolonge la conversion de la notion d'individu commencée dans la conception relativiste. Même si en effet il n'existe pas une antériorité épistémologique rigoureuse de l'une des conceptions sur l'autre, en tant que théories physiques, une antériorité logique se manifeste, pour la conception de l'individuation. L'individu peut en effet être conçu comme ayant une masse variable selon la relation avec les autres éléments du système dont il fait partie ; concevoir ces variations comme continues ou discontinues, cela constitue une précision supplémentaire apportée à la théorie de la relativité. Cependant, ce point de vue est encore trop formel ; en effet, la quantification discontinue des degrés de masse et des niveaux d'énergie possibles apporte un type nouveau de relation entre les individus de même espèce. Grâce à la quantification, une nouvelle condition de stabilité est apportée dans le changement lui-même ; l'existence de niveaux successifs correspondant à des énergies de plus en plus grandes pour le même corpuscule est la véritable synthèse de la continuité et de la discontinuité ; par ailleurs, il intervient ici une possibilité de distinguer dans l'instant les individus qui font partie d'un même système, grâce aux différences actuelles d'états quantiques qui existent

entre eux, comme le fait le principe de Pauli, clef d'une nouvelle logique de l'individu, et qui s'énonce ainsi : «les électrons, postulés comme identiques au point que rien ne saurait plus les distinguer dans un système, ne peuvent pourtant pas avoir, dans un atome ou un gaz, leurs quatre nombres quantiques respectivement égaux ; autrement dit, lorsqu'un électron se trouve dans un de ces états quadruplement quantifiés, il exclut, pour tout autre électron, la possibilité de se trouver dans le même état (d'où son nom de principe d'exclusion)» (Stéphane Lupasco, *Le Principe d'antagonisme et la logique de l'énergie*, pp. 41-42). La théorie quantique recrée en quelque manière, lorsqu'elle est complétée au moyen d'un tel principe, un principe d'individuation et de stabilité des êtres discernables que la théorie de la relativité ferait perdre en détruisant la substantialité immuable de la masse, fondement classique de l'identité de l'être dans une théorie corpusculaire. Une nouvelle voie pour saisir la réalité de l'individu s'ouvre avec la théorie quantique, dont le pouvoir de transductivité est si grand qu'il permet d'établir une relation viable entre une physique inductive du discontinu et une théorie énergétique, et déductive, du continu.

C'est en 1900, dans ses travaux sur le rayonnement noir, c'est-à-dire sur le rayonnement émis par la surface d'un corps parfaitement absorbant maintenu à une température déterminée, que Planck introduisit l'idée du «quantum d'Action». Le rayonnement noir peut être décomposé par une analyse du type classique depuis Fourier, en une somme de rayonnements monochromatiques. Si l'on veut connaître l'énergie qui correspond à un intervalle de fréquence  $\nu \rightarrow \nu + \delta\nu$ , dans le rayonnement noir, il faut déterminer la fonction  $\rho(\nu, T)$  ou densité spectrale telle que  $\rho(\nu, T)\delta\nu$  donne la quantité d'énergie contenue dans l'unité de volume et correspondant à l'intervalle spectral  $\delta\nu$ , si  $T$  désigne la température des parois d'une enceinte fermée dont les parois, ainsi que tous les corps matériels qu'elle peut contenir, sont maintenus à une certaine température absolue uniforme. Nous nous trouvons ici au point de rencontre d'une théorie énergétique, la thermodynamique, et d'une recherche structurale ; en effet, c'est la thermodynamique qui a permis à Kirchoff de montrer que ce rayonnement d'équilibre ne dépend aucunement de la nature des parois de l'enceinte ou des corps qui y sont présents, mais uniquement de la température  $T$ . D'autres raisonnements thermodynamiques permettent de démontrer que la quantité d'énergie contenue dans l'unité de volume du rayonnement noir doit croître comme la quatrième puissance de la température absolue  $T$  : c'est la loi de Stefan que l'expérience vérifie (Louis de Broglie, *Ondes, Corpuscules, Mécanique Ondulatoire*, pp. 33-34). Enfin, c'est encore la thermodynamique qui a permis à Wien de démontrer que l'on doit avoir  $\rho(\nu, T) = \nu^3 F \frac{\nu}{T}$  où  $F$  est une fonction de la variable  $\frac{\nu}{T}$  que le raisonnement thermo-dynamique est impuissant à déterminer.

La recherche thermodynamique donnait donc ici l'indication de ses propres limites, et invitait la pensée scientifique à aller plus loin par une analyse *des relations énergétiques* entre la matière et le rayonnement à l'intérieur d'une enceinte à température déterminée. C'était donc une rencontre nécessaire entre la théorie des corpuscules et celle du rayonnement électromagnétique défini par Maxwell, entre le point d'aboutissement des recherches relevant de la théorie du discontinu et celui des recherches relevant de la théorie du continu. Voici comment Louis de Broglie, dans l'ouvrage cité plus haut, présente (p. 35), la situation épistémologique à ce moment ; «D'ailleurs cette analyse paraissait assez facile, car la théorie des électrons fournissait alors un schéma très bien défini pour les phénomènes d'émission et d'absorption du

rayonnement par la matière : il suffisait de supposer que les parois de l'enceinte contenaient des électrons, d'étudier comment ces électrons absorbaient d'une part une partie de l'énergie du rayonnement noir ambiant et lui restituaient d'autre part une certaine quantité d'énergie par des processus de rayonnement, puis d'exprimer finalement que les processus d'absorption et d'émission se compensaient statistiquement de telle sorte que la composition spectrale du rayonnement d'équilibre restait en moyenne constante. Le calcul fut fait par Lord Rayleigh et par Planck, refait plus tard par Jeans et Henri Poincaré. Il conduit nécessairement à la conclusion suivante : la fonction  $\rho(v,T)$  doit avoir pour expression  $\rho(v,T) = \frac{8\pi k}{c^3} v^2 T$  où  $k$  est une certaine constante qui intervient dans les théories statiques de la Physique et dont la valeur numérique est bien connue». Il s'agit de la constante de Boltzmann,  $k = 1,37 \cdot 10^{-16}$ , en unités . Cette loi théorique, dite de Rayleigh-Jeans, donne une croissance de  $\rho$  avec  $v$  représentée par une parabole croissant indéfiniment sans maximum ; cette loi conduit à la conclusion que l'énergie totale du rayonnement noir serait infinie. Cette loi ne s'accorde avec l'expérience que pour les petites valeurs de  $v$  pour une température donnée. L'expérience permet de tracer une courbe en cloche représentant les variations de  $\rho$  en fonction de  $v$  pour une température donnée. D'après cette nouvelle courbe, la quantité totale d'énergie  $\int_0^\infty \rho(v,T) dv$  contenue dans le rayonnement noir a une valeur finie, donnée par l'aire comprise entre l'axe des abscisses et la courbe en cloche, selon la formule empirique suivante due à Wien :  $\rho(v,T) = A v^3 e^{-\frac{b}{vT}}$  (figure VII).

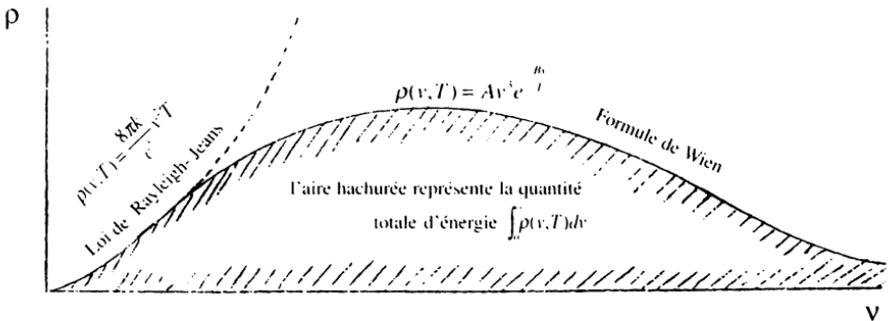


Figure VII

Il restait à découvrir la justification théorique de la formule de Wien. La théorie corpusculaire classique s'articulait à la théorie énergétique classique de la manière suivante, qui marquait un privilège de la continuité sur la discontinuité : un électron animé d'un mouvement périodique de fréquence  $\nu$  peut émettre et absorber d'une façon continue du rayonnement électromagnétique de fréquence  $\nu$ . Or, cette conception serait valable si l'on supposait que la relation, qui constitue l'échange d'énergie entre le corpuscule et l'onde électromagnétique, reste indépendante de l'individu corpusculaire. Mais, si l'on conçoit que la relation a valeur d'être, elle apparaît comme prolongeant dans les états du corpuscule l'énergie de l'onde, et traduisant dans les

niveaux d'énergie de l'onde la réalité individuelle du corpuscule. Le fait que cette relation soit asymétrique, c'est-à-dire mette en rapport un champ électromagnétique (pensable selon le continu) et un corpuscule (pensable selon le discontinu), entraîne pour la relation la nécessité d'exprimer simultanément la discontinuité en termes énergétiques et la continuité en termes structuraux. A cette condition, *elle est non pas un simple rapport, mais une relation, ayant valeur d'être*. Le caractère quantique de la relation définit un mode de réalité différent de la *structure* et de l'énergie continue : l'*opération*, qui intègre en elle les caractères complémentaires du continu et du discontinu : le caractère de continuité y devient *ordre* des états quantiques, hiérarchisables en série croissante depuis une quantité inférieure absolue ; le caractère de structuration et de consistance individuelle y devient l'aspect complémentaire de cette hiérarchie, c'est-à-dire le caractère de quantification de l'échange. L'opération apparaît comme une relation réelle, ou transduction réelle mutuelle, entre un terme continu et un terme discontinu, entre une structure et une énergie.

Une théorie substantialiste de la particule conduisait à une représentation continue des échanges énergétiques entre la particule et le rayonnement. Planck supposa au contraire qu'il fallait admettre qu'un électron animé d'un mouvement périodique de fréquence  $\nu$  ne peut émettre ou absorber l'énergie radiante que par *quantités finies* de valeur  $h\nu$ , ou  $h$  est une constante. D'après cette hypothèse, la fonction  $\rho(\nu, T)$  doit avoir la forme :  $\rho(\nu, T) = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$ ,  $k$  étant toujours la même constante que dans la loi de Rayleigh et  $h$  la constante nouvellement introduite. Pour les petites valeurs de  $\frac{h\nu}{kT}$ , cette formule de Planck se confond avec la formule de Rayleigh, tandis que pour les grandes valeurs de ce quotient elle conduit à la formule empirique de Wien. Cette formule est également en accord avec les lois de la Thermodynamique, car elle donne pour l'énergie totale du rayonnement, une quantité finie proportionnelle à  $T^4$  comme le veut la loi de Stéfán ; et elle est de la forme  $\rho(\nu, T) = \nu^3 F\left(\frac{\nu}{T}\right)$  comme l'exige la loi de Wien. La constante  $h$  (constante de Planck) a les dimensions du produit d'une énergie par un temps, ou encore d'une quantité de mouvement par une longueur ; elle a donc les dimensions de la grandeur nommée action en Mécanique ; elle joue le rôle d'une unité d'action. «La constante  $h$  joue le rôle d'une sorte d'unité d'action, le rôle, peut-on dire, d'un atome d'Action. Planck a montré par des considérations que je ne développerai pas que tel est bien le sens profond de la constante  $h$ . D'où le nom de «quantum d'Action» qu'il lui a attribué». (Louis de Broglie, *Ondes, Corpuscules, Mécanique Ondulatoire*, p. 39).

Ici intervient un élément important, valable tant pour l'histoire des idées que pour la recherche de l'être individuel physique lui-même ; en effet, l'introduction en Physique du quantum d'Action a été considérée par Louis de Broglie en 1923-1924 comme devant être incorporée à la fusion des notions d'onde et de corpuscule qu'il réalisait dans le cadre des conceptions classiques sur les représentations spatio-temporelles et sur la causalité. Cette conception, que Louis de Broglie a nommée «théorie de la double solution» a été exposée dans le numéro de mai 1927 du *Journal de Physique*. Or, cette théorie envisage, à côté des solutions continues des équations de la Mécanique ondulatoire habituellement envisagées et qui étaient considérées comme ayant une signification statistique, d'autres solutions comportant une singularité et permettant de définir la position dans l'espace d'un corpuscule, qui prend alors un sens individuel beaucoup mieux défini en raison de cette singularité même. Le sens

de ces solutions n'est plus statistique comme celui des premières. Contre cette théorie se dressaient Born, Bohr, Heisenberg, Pauli, Dirac, qui rejetaient le déterminisme de la Physique classique et proposaient de la Physique ondulatoire une interprétation purement probabiliste où les lois de probabilité avaient un caractère primaire et ne résultaient pas d'un déterminisme caché ; ces auteurs s'appuyaient sur la découverte des «relations d'incertitude» dues à Heisenberg et sur les idées de Bohr relatives à la «complémentarité». Le Conseil de Physique Solvay d'octobre 1927 marqua le conflit entre les représentations déterministe et indéterministe ; Louis de Broglie y exposa sa doctrine sous la forme (qu'il qualifie en 1953 d'«édulcorée») de l'onde pilote ; puis, dit-il «devant la réprobation presque unanime qui accueillit mon exposé, je me décourageai et me ralliai à l'interprétation probabiliste de Born, Bohr et Heisenberg, à laquelle je suis resté fidèle depuis vingt-cinq ans». Or, en 1953, Louis de Broglie se demande si cette fidélité était pleinement justifiée ; il constate en effet que David Bohm, physicien américain, a repris «ses anciennes idées sous la forme tronquée et peu défendable de l'onde pilote». Il constate aussi que J.P Vigier a signalé une analogie profonde entre la théorie des ondes à singularités et les tentatives d'Einstein pour représenter les particules matérielles comme des singularités du champ dans le cadre de la Relativité généralisée. Les corpuscules matériels, et également les photons, sont représentés comme des singularités au sein d'un champ spatio-temporel à caractère ondulatoire, dont la structure fait intervenir le quantum d'action de Planck. Alors pourraient être unies la conception d'Einstein sur les particules et celles de Louis de Broglie exposées dans la théorie de la double solution : ainsi serait réalisée une «synthèse grandiose» de la Relativité et des Quanta.

Pour l'étude de l'individuation en Physique, cette doctrine présente un intérêt tout particulier, car elle semble indiquer que l'individu physique, le corpuscule, peut être représenté comme associé à un champ sans lequel il n'existe jamais, et que ce champ n'est pas une pure expression de la probabilité pour que le corpuscule se trouve en tel ou tel point à tel ou tel instant («onde de probabilité»), mais que le champ est une grandeur physique véritable associée aux autres grandeurs qui caractérisent le corpuscule : le champ, sans faire partie absolument de l'individu, serait centré autour de lui et exprimerait ainsi une propriété fondamentale de l'individu, à savoir la polarité, que l'on aurait là sous sa forme la plus simple, puisqu'un champ est précisément fait de grandeurs polarisées, généralement représentables par des systèmes de vecteurs. Selon cette manière de voir la réalité physique, la dualité onde-corpuscule ne serait pas du tout la saisie de deux «faces complémentaires de la réalité» au sens que Bohr donne à cette expression, mais bien la saisie de deux réalités également et simultanément données dans l'objet. L'onde ne serait plus nécessairement une onde continue. Par là se comprendrait cette singulière atomicité de l'action qui est le fondement de la théorie des quanta. Le problème fondamental que pose pour une théorie de l'individu physique la mécanique ondulatoire est en effet celui-ci : dans le complexe onde-corpuscule, comment l'onde est-elle reliée au corpuscule ? Cette onde appartient-elle en quelque façon au corpuscule ? Car la dualité onde-corpuscule est aussi un couple onde-copuscule.

Si l'on part de l'étude de l'onde, l'aspect quantique de l'émission ou de l'absorption du rayonnement entraîne aussi l'idée que l'énergie du rayonnement pendant sa propagation est concentrée en quanta  $h\nu$  ; dès lors, l'énergie radiante elle-même est concentrée en grains, et l'on arrive ainsi à une première manière de concevoir une

association de l'onde et du corpuscule, quand le corpuscule n'est qu'un quantum. Si le rayonnement est quantifié, l'énergie radiante est concentrée en grains, en quanta de valeur  $h\nu$ . Cette conception est nécessaire pour interpréter l'effet photo-électrique et l'effet Compton, de même que l'existence d'une limite nette du côté des grandes fréquences dans le fond continu des Rayons X émis par une anticathode soumise à un bombardement d'électrons, dans le tube de Crookes ou de Coolidge (ce qui permet de calculer expérimentalement la constante  $h$  ; elle fournit une base pour construire une théorie satisfaisante de l'atome et des raies spectrales, selon la représentation de Rutherford à laquelle Bohr a appliqué une théorie du rayonnement dérivant de la théorie des quanta. L'atome quantifié de Rutherford-Bohr avait alors une suite discontinue d'états quantifiés possibles, l'état quantifié étant un état stable ou stationnaire de l'électron : selon Bohr, dans les états quantifiés l'électron ne rayonne pas ; l'émission des raies spectrales se produit lors du passage d'un état stationnaire à un autre. Cependant cette doctrine oblige à considérer les électrons comme des corpuscules qui ne peuvent prendre que certains mouvements quantifiés. En ce qui concerne l'interprétation du seuil de fréquence de l'effet photo-électrique et de la loi qui donne l'énergie cinétique des photoélectrons,  $T = K(\nu - \nu_0)$  où  $\nu$  est la fréquence incidente et  $\nu_0$  la fréquence seuil, Einstein proposa en 1905, de revenir sous une forme nouvelle à la vieille théorie corpusculaire de la lumière, en supposant que dans une onde lumineuse monochromatique de fréquence  $\nu$ , l'énergie est pelotonnée sous la forme de corpuscule d'énergie  $h\nu$ ,  $h$  étant la constante de Planck. Il existe donc selon cette théorie des grains d'énergie égaux à  $h\nu$  dans le rayonnement. Le seuil de fréquence de l'effet photo-électrique est alors donné par la formule de la fréquence seuil  $\nu_0 = \frac{W_0}{h}$ ,  $W_0$  étant le travail de sortie de l'électron.

La constante  $K$  de la loi expérimentale citée plus haut doit être égale à la constante de Planck,  $h$ , car l'électron sortira avec une énergie cinétique égale à  $T = h\nu - W_0 = h(\nu - \nu_0)$ , égalité que vérifie l'étude expérimentale de la lumière visible, des rayons X et  $\gamma$ , comme l'ont montré en particulier les expériences de Millikan, avec une surface de lithium puis de sodium recevant la lumière émise par un arc au mercure, celles de Maurice de Broglie pour les rayons X et enfin celles de Thibaud et Ellis pour les rayons  $\gamma$ .

Dans la théorie des photons, l'individualité du photon n'est pas purement celle d'un corpuscule, car son énergie, donnée par l'expression  $E = h\nu$ , fait intervenir une fréquence  $\nu$  et toute fréquence présuppose l'existence d'une périodicité qui n'est nullement impliquée dans la définition d'un corpuscule consistant en une certaine quantité de matière renfermée dans ses limites spatiales. La quantité de mouvement des photons est dirigée dans le sens de leur propagation et égale à  $\frac{h\nu}{c}$ . Relativement à la limite supérieure du fond continu de Rayons X émis par une anticathode, la loi de Duane et Hunt mesure cette fréquence maximum par l'expression  $\nu_m = \frac{T}{h} = \frac{eV}{h}$ . Or, cette loi peut s'interpréter directement en admettant que, lors du ralentissement d'un électron incident sur la matière de l'anticathode, les Rayons X sont émis par photons. La fréquence la plus grande qui peut être émise est celle qui correspond au cas où un électron perd d'un seul coup la totalité de son énergie cinétique :  $T = eV$ , et la fréquence maxima du spectre est donnée par  $\nu_m = \frac{T}{h} = \frac{eV}{h}$  conformément à la loi de Duane et Hunt.

Enfin, la théorie du photon fut corroborée par la découverte de l'effet Raman et de l'effet Compton. En 1928, Raman montra qu'en éclairant une substance telle que le benzène par une radiation visible monochromatique de fréquence  $\nu$  on obtenait une lumière diffusée contenant, en dehors de la fréquence  $\nu$  elle-même, d'autres fréquences de la forme  $\nu - \nu_{ik}$  où les  $\nu_{ik}$  sont des fréquences infra-rouges qui peuvent être émises par les molécules du corps diffuseur, ainsi que des fréquences de la forme  $\nu + \nu_{ik}$ , avec une intensité beaucoup moindre. L'explication est aisée avec la théorie des photons : si les molécules du corps diffuseur sont susceptibles d'émettre une radiation de fréquence  $\nu_{ik} = \frac{-E_i - E_k}{h}$  parce qu'elles sont susceptibles de deux états quantifiés d'énergie  $E_i$  et  $E_k < E_i$ , le corps éclairé avec des photons d'énergie  $h\nu$ , émettra des photons diffusés après choc entre les photons et les molécules ; l'échange d'énergie entre la molécule et le photon d'énergie  $h\nu$  se traduira par une augmentation de la fréquence si le photon a gagné de l'énergie et par un abaissement s'il en a perdu. Si une molécule cède à un photon l'énergie  $E_i - E_k$  en passant de l'état quantifié  $E_i$  à l'état quantifié  $E_k$ , l'énergie du photon après le choc sera  $h\nu + E_i - E_k = h(\nu + \nu_{ik})$ . Dans le cas inverse, l'énergie du photon diffusé sera  $h\nu - (E_i - E_k) = h(\nu - \nu_{ik})$ . Dans le premier cas la fréquence du photon sera  $\nu + \nu_{ik}$  et dans le second cas  $\nu - \nu_{ik}$ .

L'effet Compton, se produisant avec les Rayons X et les Rayons  $\gamma$  consiste en une diffusion du rayonnement par la matière, mais dans l'effet Compton les changements de fréquence qui correspondent à cette diffusion ne dépendent pas de la nature du corps diffuseur et ne dépendent que de la direction dans laquelle la diffusion est observée. On interprète cet effet en disant que les photons X et  $\gamma$  rencontrent dans le corps diffuseur des électrons libres ou sensiblement libres qui sont au repos ou presque au repos. La variation de longueur d'onde du photon est due à un échange d'énergie avec un électron ; on peut déceler les trajectoires du photon et de l'électron après cet échange d'énergie qui est un véritable choc au moyen de la chambre de Wilson, lorsque le photon produit encore, après avoir heurté l'électron, la naissance d'un photoélectron parce qu'il a rencontré une molécule de gaz ; le trajet de l'électron est directement visible dans la chambre de Wilson, grâce à l'ionisation qu'il produit. (Expérience de Compton et Simon).

Pour éclairer cette relation de l'onde et du corpuscule, Louis de Broglie a recours à une critique du concept de corpuscule tel qu'il est utilisé par les physiciens, et il oppose deux conceptions du corpuscule. La première est celle qui fait du corpuscule «un petit objet bien localisé qui décrit dans l'espace au cours du temps une trajectoire sensiblement linéaire sur laquelle il occupe à chaque instant une position bien définie et est animé d'une vitesse bien déterminée». Mais il existe une seconde conception selon laquelle on peut dire «qu'un corpuscule est une unité physique caractérisée par certaines constantes (masse, charge, etc...) et susceptible de produire des effets localisés où il intervient totalement et jamais par fraction», comme par exemple le photon dans l'effet photo-électrique ou l'effet Compton. Or, selon Louis de Broglie, la seconde définition est une conséquence de la première, mais l'inverse n'est pas vrai : «on peut en effet imaginer qu'il existe des unités physiques susceptibles de produire des effets locaux mais qui ne puissent pas être constamment identifiées avec de petits objets décrivant dans l'espace des trajectoires linéaires». (*Ondes, Corpuscule, Mécanique ondulatoire*, p. 73). Or, c'est à partir de ce moment qu'il faut choisir entre les manières de définir la relation de l'onde et du corpuscule. Quel est le terme le plus

réel ? Sont-ils aussi réels l'un que l'autre ? L'onde est-elle seulement une sorte de champ de probabilité, qui est pour le corpuscule la probabilité de manifester localement sa présence par une action observable en tel ou tel point ? Louis de Broglie montre que trois interprétations sont logiquement possibles. L'auteur a voulu accepter celle qui permettrait la plus vaste synthèse des notions d'onde et de corpuscule ; parti, comme nous avons essayé de l'indiquer, de deux cas où la nécessité de cette liaison était apparente, celui du photon et celui des mouvements quantifiés des corpuscules, il a voulu rendre cette liaison possible pour les électrons et autres éléments de la matière ou de la lumière en reliant par des formules où figurerait nécessairement la constante  $h$  de Planck, les aspects d'onde et de corpuscule indissolublement liés l'un à l'autre.

La première espèce de relation entre l'onde et le corpuscule est celle de Schrödinger, qui consiste à nier la réalité du corpuscule. Seules les ondes auraient une signification physique analogue à celles des ondes des théories classiques. Dans certains cas, la propagation des ondes donnerait lieu à des apparences corpusculaires, mais ce ne serait là que des apparences. «Au début, pour préciser cette idée, M. Schrödinger avait voulu assimiler le corpuscule à un petit train d'ondes, mais cette interprétation ne peut se soutenir, ne serait-ce que parce qu'un train d'ondes a toujours une tendance à s'étaler rapidement et sans cesse davantage dans l'espace et ne saurait par suite représenter un corpuscule doué d'une stabilité prolongée». (Louis de Broglie, *Communication à la séance de la Société Française de Philosophie*, séance du 25 avril 1953).

Louis de Broglie n'admet pas cette négation de la réalité du corpuscule ; il déclare vouloir admettre «comme un fait physique» la dualité onde-corpuscule.

La deuxième interprétation admet comme réelle la dualité onde-corpuscule, et veut lui donner une signification concrète, conforme aux idées traditionnelles de la Physique, et considère le corpuscule comme une singularité au sein d'un phénomène ondulatoire dont il serait le centre. Mais, dit Louis de Broglie, la difficulté est de savoir pourquoi la Mécanique ondulatoire fait usage avec succès d'ondes continues sans singularités du type des ondes continues de la théorie classique de la lumière.

Enfin, la troisième interprétation consiste à ne considérer que les idées de corpuscule et d'onde continue et à les regarder comme des faces complémentaires de la réalité, au sens que Bohr donne à cette expression ; cette interprétation est qualifiée par Louis de Broglie d'«orthodoxe».

La seconde interprétation était au début celle de Louis de Broglie, en 1924, au lendemain de sa soutenance de thèse : il considérait le corpuscule comme une singularité au sein d'un phénomène ondulatoire étendu, le tout ne formant qu'une seule réalité physique. «Le mouvement de la singularité étant lié à l'évolution du phénomène ondulatoire dont elle était le centre se trouverait dépendre de toutes les circonstances que ce phénomène ondulatoire rencontrerait dans sa propagation dans l'espace. Pour cette raison le mouvement du corpuscule ne suivrait pas les lois de la Mécanique classique, qui est une Mécanique purement ponctuelle où le corpuscule subit seulement l'action des forces qui s'exercent sur lui le long de sa trajectoire sans subir aucune répercussion de l'existence des obstacles qui peuvent se trouver au loin en dehors de sa trajectoire : dans ma conception, au contraire, le mouvement de la singularité subirait l'influence de tous les obstacles qui influeraient sur la propagation du phénomène ondulatoire dont elle est solidaire et ainsi s'expliquerait l'existence des interférences et de la diffraction.» (Louis de Broglie, *Communication à la Société Française de Philosophie*, séance du 25 avril 1953).

Or, la Mécanique ondulatoire, dit Louis de Broglie, s'est développée en envisageant uniquement des solutions continues, sans singularités, des équations de propagation, solutions qu'il est d'usage de désigner par la lettre grecque  $\Psi$ . Si on associe au mouvement rectiligne et uniforme la propagation d'une onde (d'une onde  $\Psi$  plane et monochromatique), on se heurte à une difficulté : la phase de l'onde qui permet de définir la fréquence et la longueur d'onde associées au corpuscule paraît bien avoir un sens physique direct, alors que l'amplitude constante de l'onde paraît ne pouvoir être qu'une représentation statistique des positions possibles du corpuscule. « Il y avait là un mélange de l'individuel et de la statistique qui m'intriguait et qu'il me paraissait urgent d'éclaircir », dit Louis de Broglie dans la même communication. C'est alors que l'auteur, en 1927, dans un article paru en mai dans le *Journal de Physique*, (T. VIII, 1927, p. 225), postula que toute solution continue des équations de la Mécanique ondulatoire est en quelque sorte doublée par une solution à singularité  $u$  comportant une singularité en général mobile, le corpuscule, et ayant la même phase que la solution  $\Psi$ . Entre la solution  $u$  et la solution  $\Psi$ , qui ont toutes deux la forme d'une onde, il n'y a pas de différence de phase (la phase étant la même fonction de  $x, y, z, t$ ), mais il y a une considérable différence d'amplitude, puisque celle de  $u$  comporte une singularité alors que celle de  $\Psi$  est continue. Si l'équation de propagation est supposée la même pour  $u$  et pour  $\Psi$ , on peut démontrer alors un théorème fondamental : la singularité mobile de  $u$  doit au cours du temps décrire une trajectoire telle qu'en chaque point la vitesse soit proportionnelle au gradient de la phase. « Ainsi se traduirait, pouvait-on dire, la réaction de la propagation du phénomène ondulatoire sur la singularité qui en formait le centre. Je montrais aussi que cette réaction pouvait s'exprimer en considérant le corpuscule-singularité comme soumis à un « potentiel quantique » qui était précisément l'expression mathématique de la réaction de l'onde sur lui ». On peut ainsi interpréter la diffraction de la lumière par le bord d'un écran en disant que le corpuscule de lumière subit une action de ce bord d'écran et est par suite dévié de sa route rectiligne, comme l'affirment les partisans de l'ancienne théorie corpusculaire de la lumière, mais en considérant que l'action du bord d'écran sur le corpuscule a lieu par l'intermédiaire de ce « potentiel quantique » qui est l'expression mathématique de la réaction de l'onde sur le corpuscule ; l'onde servirait ainsi de moyen d'échange d'énergie entre le corpuscule et le bord d'écran. Dans cette interprétation, l'onde  $u$  avec sa singularité mobile constitue ainsi à la fois le corpuscule et le phénomène ondulatoire qui l'entoure, ce qui est une unique réalité physique. C'est l'onde  $u$  qui décrit la réalité physique, et non l'onde  $\Psi$  qui n'a aucune signification physique réelle ; l'onde  $\Psi$  étant censée avoir même phase que l'onde  $u$ , et le corpuscule-singularité se déplaçant toujours en suivant le gradient de phase, les trajectoires possibles du corpuscule coïncidaient avec les courbes orthogonales aux surfaces d'égale phase de  $\Psi$  ; cela conduisait à considérer la probabilité de trouver le corpuscule en un point comme égale au carré de l'amplitude, à l'intensité de l'onde  $\Psi$ . Ce principe avait déjà été admis depuis longtemps en Mécanique ondulatoire car il était nécessaire pour donner la théorie de la diffraction des électrons. Einstein, en 1905, avait déjà montré que la probabilité pour qu'un photon soit présent en un point de l'espace est proportionnelle au carré de l'amplitude de l'onde lumineuse qui lui est associée ; on retrouve là un des principes essentiels de la théorie ondulatoire de la lumière : la densité de l'énergie radiante est donnée par le carré de l'amplitude de l'onde lumineuse ; en ce cas, l'onde  $\Psi$  apparaît comme une onde purement fictive, simple représentation de

probabilités. Mais il convient de noter que ce caractère formel et en quelque sorte nominal de l'onde  $\Psi$  n'était tel que parce que, en concordance de phase avec elle existait l'onde  $u$  à singularité qui décrivait réellement le corpuscule centre d'un phénomène ondulatoire étendu ; et Louis de Broglie conclut ainsi en 1953 son exposé rétrospectif : «Si l'on pouvait avoir l'impression que l'onde  $\Psi$  suffisait pour décrire entièrement le comportement du corpuscule tel qu'on pouvait l'observer expérimentalement, c'était en raison de cette coïncidence des phases qui était la clef de ma théorie» ; (*Bulletin de la Société Française de Philosophie*, Octobre-Décembre 1952-1953, p. 146). Cette théorie, pour être reçue alors, eût exigé que l'on refît la théorie des phénomènes d'interférence, par exemple celui des trous d'Young, en utilisant uniquement l'onde  $u$  à singularité. Il eût fallu également interpréter à l'aide des ondes  $u$  la Mécanique ondulatoire des systèmes de corpuscules développée dans le cadre de l'espace de configuration par Schrödinger. Mais, en 1953, Louis de Broglie propose une modification de la définition de l'onde  $u$  : «En 1927, je la considérais comme une solution avec singularité des équations linéaires admises par la Mécanique ondulatoire pour l'onde  $\Psi$ . Diverses considérations, et en particulier le rapprochement avec la théorie de la Relativité généralisée dont je parlerai plus loin, m'ont fait penser que la véritable équation de propagation de l'onde  $u$  pourrait être non linéaire comme celles que l'on rencontre dans la théorie de la gravitation d'Einstein, équation non linéaire qui admettrait comme forme approximative l'équation de la Mécanique ondulatoire quand les valeurs de  $u$  seraient assez faibles. Si ce point de vue était exact, on pourrait même admettre que l'onde  $u$  ne comporte pas une singularité mobile au sens strict du mot singularité, mais simplement une très petite région singulière mobile (de dimensions sans doute de l'ordre de  $10^{-13}$  cm) à l'intérieur de laquelle les valeurs de  $u$  seraient assez grandes pour que l'approximation linéaire ne soit plus valable, bien qu'elle soit valable dans tout l'espace en dehors de cette très petite région. Malheureusement ce changement de point de vue ne facilite pas la résolution des problèmes mathématiques qui se posent, car, si l'étude des solutions à singularité des équations linéaires est souvent difficile, celle des solutions des équations non linéaires est plus difficile encore» (même ouvrage, p. 147). Louis de Broglie essaya de simplifier sa théorie pour le Conseil Solvay de 1927, en introduisant la notion «d'onde pilote», qui était essentiellement l'onde  $\Psi$  considérée comme guidant le corpuscule suivant la formule : «vitesse proportionnelle au gradient de la phase». Le mouvement du corpuscule étant défini par le gradient de la phase qui est commune aux solutions  $u$  et  $\Psi$ , tout se passe en apparence comme si le corpuscule était guidé par l'onde continue  $\Psi$ . Le corpuscule devenait alors une réalité indépendante. Cette représentation ne fut pas bien accueillie au Conseil Solvay, et Louis de Broglie regrette d'avoir à ce moment simplifié sa théorie dans le sens d'un certain formalisme qui aboutit au nominalisme : «la théorie de l'onde pilote aboutit à ce résultat inacceptable de faire déterminer le mouvement du corpuscule par une grandeur, l'onde continue  $\Psi$ , qui n'a aucune signification physique réelle, qui dépend de l'état des connaissances de celui qui l'emploie et qui doit varier brusquement lorsqu'une information vient modifier ces connaissances. Si les conceptions que j'ai énoncées en 1927 devaient un jour ressusciter de leurs cendres, ce ne pourrait être que sous la forme subtile de la double solution et non sous la forme tronquée et inacceptable de l'onde-pilote». (Ouvrage cité, p. 148). Louis de Broglie considère que la première forme de sa théorie, comportant l'onde  $u$  et l'onde  $\Psi$ , quoique difficile à justifier mathématiquement, est très supé-

rieure à celle de l'onde pilote, car elle est susceptible, en cas de succès, d'offrir une vue très profonde de la constitution de la matière et de la dualité des ondes et des corpuscules et même peut-être de permettre un rapprochement des conceptions quantiques et des conceptions relativistes. Or, ce rapprochement est ardemment désiré par Louis de Broglie, qui le considère comme «grandiose».

C'est pour cette raison que Louis de Broglie considère à nouveau comme devant être étudiée la théorie de la double solution (onde  $u$  et onde  $\Psi$ ), à partir du moment où il voit Bohm et Vigier reprendre ce point de vue. Vigier établit, à la suite de la tentative de Bohm, un rapprochement entre la théorie de la double solution et un théorème démontré par Einstein. Einstein, après avoir développé les grandes lignes de la Relativité généralisée, s'était préoccupé de la façon dont on pourrait représenter la structure atomique de la matière par des singularités du champ de gravitation. Or, en Relativité généralisée, on admet que le mouvement d'un corps est représenté dans l'espace-temps courbe par une géodésique de cet espace-temps ; ce postulat avait permis à Einstein de retrouver le mouvement des planètes autour du Soleil en interprétant en outre le déplacement séculaire du périhélie de Mercure. Dès lors, si l'on veut définir les particules élémentaires de la matière par l'existence de singularités dans le champ de gravitation, il devrait être possible de démontrer, à partir des seules équations du champ de gravitation, que le mouvement des singularités a lieu suivant les géodésiques de l'espace-temps sans avoir à introduire ce résultat comme postulat indépendant. Ceci fut démontré en 1927 par Einstein travaillant en collaboration avec Grommer, puis la démonstration a été reprise et étendue de diverses façons par Einstein et ses collaborateurs Infeld et Hoffman. La démonstration du théorème d'Einstein présente, dit Louis de Broglie en 1953, une certaine analogie avec celle qu'il a lui-même donnée en 1927 pour prouver qu'un corpuscule doit toujours avoir sa vitesse dirigée suivant le gradient de la phase de l'onde  $u$  dont il constitue une singularité. «M. Vigier poursuit avec beaucoup d'ardeur des tentatives pour préciser cette analogie en cherchant à introduire les fonctions d'onde  $u$  dans la définition de la métrique de l'espace-temps. Bien que ces tentatives ne soient pas encore parvenues à leur plein achèvement, il est certain que la voie dans laquelle il s'est engagé est très intéressante, car elle pourrait conduire à une unification des idées de la Relativité généralisée et de la Mécanique ondulatoire» (ouvrage cité, p. 156). Les corpuscules matériels et les photons étant considérés comme des régions singulières dans la métrique de l'espace-temps entourées d'un champ ondulatoire dont elles feraient partie et dont la définition introduirait la constante de Planck, il deviendrait possible, selon Louis de Broglie, d'unir les conceptions d'Einstein sur les particules et celles de la théorie de la double solution. Cette «grandiose synthèse» de la Relativité et des Quanta aurait entre beaucoup d'autres, l'avantage d'éviter le «subjectivisme», apparenté, dit Louis de Broglie, à l'idéalisme au sens des philosophes, qui tend à nier l'existence physique indépendante de l'observateur. «Or, le physicien reste instinctivement, comme Meyerson l'a naguère fortement souligné, un réaliste» et il a pour cela quelques bonnes raisons : les interprétations subjectivistes lui causeront toujours une impression de malaise et je crois que finalement il serait heureux de s'en affranchir» (ouvrage cité, p. 156). Mais cette synthèse, redonnant une signification profonde et réaliste à la théorie de la double solution, aurait aussi un autre avantage : les zones singulières des divers corpuscules peuvent en effet empiéter l'une sur l'autre à partir d'une certaine échelle ; cet empiètement n'est pas assez net et important à l'échelle

atomique ( $10^{-8}$  à  $10^{-11}$  cm) pour gêner l'interprétation «orthodoxe» mais il n'en va pas nécessairement de même à l'échelle nucléaire ( $10^{-13}$  cm). A cette échelle, il se peut que des zones singulières des corpuscules empiètent et que ces derniers ne puissent plus être considérés comme isolés. Nous voyons ainsi apparaître un nouveau mode de calcul de la relation entre les individus physiques qui ferait intervenir une considération de densité et aussi de caractères individuels, définis comme singularité de l'onde  $\Psi$ . La théorie des phénomènes nucléaires et en particulier des forces qui maintiennent la stabilité du noyau pourrait être abordée par cette voie nouvelle. La Physique pourrait définir une structure des particules, ce qui n'est pas possible avec l'onde  $\Psi$  qui exclut toute représentation structurale des particules à cause de son caractère statistique. Les nouveaux types de mésons que l'on découvre pourraient ainsi être pourvus d'une image structurale, grâce à ce retour aux images spatio-temporelles. L'onde  $\Psi$  statistique ne pourrait plus alors être considérée comme une représentation complète de la réalité ; et l'indéterminisme qui accompagne cette conception, de même que l'impossibilité de représenter les réalités de l'échelle atomique d'une façon précise dans le cadre de l'espace et du temps par des variables qui nous seraient cachées, devraient être considérés comme incompatibles avec cette nouvelle représentation de la réalité physique.

### 3 - La théorie de la double solution en mécanique ondulatoire

Or, il est très important de noter que, si l'on accepte au point de départ de ne pas considérer l'individu physique comme une réalité limitée à elle-même et définie par ses limites spatiales, mais comme la singularité d'une onde, c'est-à-dire comme une réalité qui ne peut se définir par l'inhérence à ses propres limites, mais qui est aussi définie par l'interaction qu'elle a à distance avec d'autres réalités physiques, la conséquence de cette largeur initiale dans la définition de l'individu est que cette notion reste affectée d'un coefficient de réalisme. Tout au contraire, si la notion d'individu est définie au point de départ, *stricto sensu*, comme une particule limitée par ses dimensions, alors cet être physique perd sa réalité, et le formalisme probabilitaire remplace le réalisme de la théorie précédente. C'est précisément dans les théories probabilitaires (qui acceptent au point de départ la notion classique d'individu) que cette notion s'estompe par la suite dans la théorie de l'onde de probabilité ; les corpuscules deviennent, selon l'expression de Bohr citée par Louis de Broglie, «unsharply defined individuals within finite space-time limits». L'onde aussi perd toute signification physique réaliste ; elle n'est plus, selon l'expression de Destouches, qu'une représentation de probabilité, dépendant des connaissances acquises par celui qui l'emploie. «Elle est personnelle et subjective comme le sont les répartitions de probabilité et, comme elles, elle se modifie brusquement quand l'utilisateur acquiert de nouvelles informations : c'est là ce que M. Heisenberg a appelé la «réduction du paquet d'ondes par la mesure», réduction qui suffirait à elle seule à démontrer le caractère non physique de l'onde  $\Psi$ » (ouvrage cité, p. 150). Cette probabilité ne résulte pas d'une ignorance ; elle est de la contingence pure ; telle est la «probabilité pure», qui ne résulte pas d'un déterminisme caché défini et en droit calculable d'après des paramètres cachés ; les paramètres cachés n'existeraient pas.

L'individu physique, le corpuscule, devient dans les théories de Bohr et Heisenberg un ensemble de potentialités affectées de probabilités ; il n'est plus qu'un

être qui se manifeste à nous d'une façon fugitive, tantôt sous un aspect, tantôt sous un autre, conformément à la notion de complémentarité qui fait partie de la théorie de Bohr, et selon les relations d'incertitude de Heisenberg, fondement d'une théorie indéterministe et probabilitaire. On ne peut en général attribuer au corpuscule ni position, ni vitesse, ni trajectoire bien déterminées : il peut seulement se révéler, au moment où l'on fait une observation ou une mesure, comme ayant telle position ou telle vitesse. Il possède pour ainsi dire à chaque instant toute une série de positions ou d'états de mouvement possibles, ces diverses potentialités pouvant s'actualiser au moment de la mesure avec certaines probabilités. L'onde  $\Psi$  associée est une représentation de l'ensemble des potentialités du corpuscule avec leurs probabilités respectives. L'extension de l'onde  $\Psi$  dans l'espace représente l'indétermination de la position du corpuscule qui peut se révéler présent en un point quelconque de la région occupée par l'onde avec une probabilité proportionnelle au carré de l'amplitude de l'onde en ce point. Il en va de même pour les états de mouvement : l'onde  $\Psi$  a une décomposition spectrale en série ou intégrale de Fourier et cette décomposition représente tous les états possibles d'une mesure de la quantité de mouvement, la probabilité de chaque résultat possible d'une telle mesure étant donnée par le carré du coefficient correspondant de la décomposition de Fourier. Cette théorie a la chance de trouver devant elle, tout prêt à lui servir de moyen d'expression un formalisme mathématique parfaitement adéquat : théorie des fonctions et valeurs propres, développements en série de fonctions propres, matrices, espace de Hilbert ; toutes les ressources de l'analyse linéaire sont ainsi immédiatement utilisables. La théorie de la double solution n'est pas aussi bien servie par l'état actuel du développement du formalisme mathématique ; il semble qu'une certaine irrégularité dans le développement de la pensée mathématique selon les diverses voies ait conduit à une facilité beaucoup plus grande d'expression pour la théorie indéterministe et probabilitaire que pour la théorie de la double solution ; mais le privilège ainsi donné par un certain état du développement mathématique à l'une des interprétations de la relation onde-corpuscule ne doit pas être considéré comme un indice de supériorité de la doctrine aisément formulable, en ce qui concerne la valeur de la représentation qu'elle donne de la réalité physique. Il faut dissocier la perfection formelle et la fidélité au réel. Cette fidélité au réel se traduit par un certain pouvoir de découverte et une fécondité dans la recherche. Or, la théorie indéterministe et probabilitaire de la relation entre onde et corpuscule semble avoir perdu ce pouvoir de découverte, et s'enfermer dans un formalisme auto-constructif de plus en plus remarquable (matrices  $S$ , longueur minimum, champs non localisés) qui pourtant ne permet pas de résoudre, par exemple, les problèmes relatifs à la stabilité du noyau.

Louis de Broglie considère cette opposition entre les deux conceptions de la relation onde-corpuscule comme résidant essentiellement dans le postulat déterministe ou indéterministe. On pourrait aussi considérer que ce qui est en question est la représentation de l'individu physique élémentaire d'abord, à tous les niveaux ensuite. La théorie probabilitaire ne peut être probabilitaire que parce qu'elle considère que l'individu physique est ce qu'il apparaît dans la relation avec le sujet mesurant ; il y a comme une récurrence des probabilités qui s'installent dans l'être même de l'individu physique malgré la contingence de la relation que l'événement de mesure fait intervenir. Au contraire, à la base de la théorie de la double solution, il y a l'idée que la relation a valeur d'être, est attachée à l'être, fait réellement partie de l'être. A l'individu appartient cette onde dont il est centre et singularité ; c'est l'individu qui porte

l'instrument par lequel s'établit la relation, que cette relation soit celle d'une mesure ou quelque autre événement qui comporte un échange d'énergie. La relation a valeur d'être ; elle est opération individuante. Dans la théorie indéterministe et probabilitaire, il subsiste au sujet de l'individu physique un certain substantialisme statique ; l'individu peut bien être un des termes de la relation, mais la relation est indépendante des termes ; à la limite, la relation n'est rien, elle n'est que la probabilité pour que la relation entre les termes s'établisse ici ou là. La relation n'est pas de même nature que les termes ; elle est chose purement formelle, artificielle aussi au sens profond du terme quand il y a mesure, c'est-à-dire relation du sujet et de l'objet. Ce formalisme et cette artificialité, venus d'une définition trop étroite de l'individuation physique, rejaillissent alors sur la définition d'usage de l'individu, qui, pratiquement, n'est défini que par la relation : il devient alors cet «unsharply defined individual». Mais précisément l'individu ne peut pas être «sharply defined» au début, avant toute relation, car il porte autour de lui sa possibilité de relation, il est cette possibilité de relation. Individuation et relation sont inséparables ; la capacité de relation fait partie de l'être, et entre dans sa définition et dans la détermination de ses limites : il n'y a pas de limite entre l'individu et son activité de relation ; la relation est contemporaine de l'être ; elle fait partie de l'être énergiquement et spatialement. La relation existe en même temps que l'être sous forme de champ, et le potentiel qu'elle définit est véritable, non formel. Ce n'est pas parce qu'une énergie est sous forme potentielle qu'elle n'existe pas. On répondra que l'on ne peut définir le potentiel en dehors d'un système ; cela est vrai, mais précisément il se peut qu'il faille postuler que l'individu est un être qui ne peut exister comme individu qu'en relation avec un réel non individué. Dans la conception probabilitaire, on postule que l'individu peut être seul et il se trouve ensuite incapable d'incorporer la relation, qui paraît accidentelle et indéterminée. La relation ne doit être conçue ni comme immanente à l'être, ni comme extérieure à lui et accidentelle ; ces deux théories se rejoignent dans leur opposition mutuelle en ce sens qu'elles supposent que l'individu pourrait être en droit seul. Si l'on pose au contraire que l'individu fait partie d'un système au minimum, la relation devient aussi réelle que l'individu en tant qu'être qui pourrait, abstraction, être conçu comme isolé. L'individu est *être et relation* ; il est centre d'activité, mais cette activité est transductive ; elle s'exerce à travers et par un champ de forces qui modifie tout le système en fonction de l'individu et l'individu en fonction de tout le système. La relation existe toujours sous forme de potentiel, mais elle peut ou peut ne pas être à tel instant en train de modifier corrélativement individu et système. Les lois quantiques semblent indiquer que cette relation n'opère que de degré en degré et non de façon continue, ce qui assure au système comme à l'individu des états stables ou métastables malgré la conservation des potentiels. Le formalisme suppose que l'individu soit conçu avant la relation, qui reste alors calculable de manière pure, sans être assujettie aux conditions des états énergétiques de l'individu ; l'état de l'individu et ses changements d'états ne sont pas conçus comme principe et origine de la relation ; dans le formalisme, la relation ne se confond pas avec sa modalité énergétique. Au contraire, dans le réalisme, la relation est toujours échange énergétique qui implique opération de la part de l'individu ; structure de l'individu et opération de l'individu sont liées ; toute relation modifie la structure et tout changement de structure modifie la relation, ou plutôt *est* relation, car tout changement de structure de l'individu modifie son niveau énergétique et implique par conséquent échange d'énergie avec d'autres individus constituant le système dans lequel l'individu a reçu sa genèse.

Louis de Broglie estime que ce réalisme exige un retour aux représentations cartésiennes de l'espace et du temps, où tout se fait par «figure et mouvement». Des réserves doivent être faites sur ce point ; Descartes refuse en effet de considérer comme possible l'action à distance, il n'admet comme possible que l'action par contact ; pour qu'un individu agisse en un point, il faut qu'il y soit présent ; la représentation cartésienne de l'individuation identifie précisément l'individu à ses limites géométriques caractérisées par sa figure. Il semble au contraire que la conception qui considère l'individu comme la singularité d'une onde, qui par conséquent fait intervenir un champ, n'admet pas la représentation cartésienne de l'individuation, même si elle admet sa conception du déterminisme. Il y a, pour reprendre l'expression de Bachelard, une épistémologie non cartésienne, non pas au sens du déterminisme ou de l'indéterminisme, mais en ce qui concerne le mode d'action d'un individu sur un autre, par contact ou par l'intermédiaire d'un champ (ce que Bachelard nomme l'«électrisme»). Ce serait plutôt à cause d'une définition de l'individuation, cartésienne au point de départ, que la physique probabilitaire aboutit à l'indéterminisme. Et c'est cette définition initiale de l'individuation qui est le postulat de base de toute théorie physique. Pour Descartes, la relation ne fait pas partie de l'individu, ne l'exprime pas, ne le transforme pas ; elle est accident par rapport à la substance. La théorie indéterministe conserve cette définition de l'individu, au moins implicitement, puisqu'elle calcule les probabilités de présence en un point sans tenir compte de l'individu qui doit y être présent ; elle n'est qu'un déterminisme qui postule que les paramètres cachés n'existent pas ; mais ce qu'il y a d'identique dans ce déterminisme et cet indéterminisme, c'est la détermination, qui est toujours événement pour l'individu et non opération opérationnelle. La détermination y est rapport et non relation, véritable acte relationnel. C'est pourquoi il vaut mieux ne pas affirmer trop la possibilité d'un retour aux conceptions cartésiennes de l'espace et du temps. Le système d'Einstein, comme le dit d'ailleurs à plusieurs reprises Louis de Broglie, convient beaucoup mieux à cette conception de l'individuation que tout autre, et même que celui de Descartes ; un corpuscule qui peut être représenté comme la singularité d'un champ n'est pas concevable dans le géométrisme cartésien, car on ne peut pas introduire de singularité dans cet espace qui est *Res extensa*, substance étendue, sans modifier beaucoup la géométrie et la mécanique cartésienne.

On peut, en dernière analyse, se demander s'il ne faut pas considérer la théorie des singularités comme ne pouvant entrer ni dans le cadre d'une physique indéterministe, ni dans celui d'une physique déterministe, mais comme le fondement d'une nouvelle représentation du réel enfermant les deux autres comme des cas particuliers, et que l'on devrait nommer théorie du temps transductif ou théorie des phases de l'être.

Cette définition d'une manière nouvelle de penser le devenir, comportant le déterminisme et l'indéterminisme comme cas limites s'applique à d'autres domaines de réalité que celui des corpuscules élémentaires ; ainsi, on a pu obtenir la diffraction de faisceaux de molécules par les surfaces cristallines (Stern, en 1932, a obtenu la diffraction de rayons moléculaires d'Hydrogène et d'Hélium, en vérifiant la relation de Louis de Broglie entre la longueur d'onde et la vitesse  $\lambda = h / mv$ , à 1 % près).

Cependant, il semble difficile de généraliser cette méthode en l'appliquant à tous les ordres de grandeur sans opérer une refonte de ce que l'on pourrait nommer la topologie et la chronologie de l'axiomatique physique, c'est-à-dire sans repenser chaque fois le problème de l'individuation de l'ensemble dans lequel le phénomène s'accom-

plit ; à ce titre, on peut se poser deux questions : quelles sont les limites d'emploi de la notion de photon comme individu physique ? Que peut-on considérer comme source réelle de lumière dans les cas où le caractère continu, ondulatoire de la lumière entre en jeu pour produire un phénomène ? Dans ces deux cas il semble qu'il faille considérer le système physique dans sa totalité.

Supposons qu'un champ, par exemple magnétique, existe et soit constant. On peut parler de l'existence du champ et mesurer son intensité en un point déterminé, de même que l'on peut définir sa direction. Supposons maintenant que ce qui produisait ce champ, par exemple un courant dans un solénoïde, vienne à cesser. Le champ aussi vient à cesser, non pas brusquement et simultanément en tous points, mais selon une perturbation qui se propage à partir de l'origine du champ, du solénoïde, avec la vitesse d'une onde électromagnétique. Peut-on considérer cette perturbation qui se propage comme un photon, ou tout au moins comme un grain d'énergie ? S'il s'agissait d'un champ magnétique alternatif, ce point de vue serait normal, et il serait possible de définir une fréquence et une longueur d'onde caractérisant la propagation de ce champ magnétique alternatif. Ne faudrait-il pas alors caractériser la présence du champ magnétique continu en chaque point comme un potentiel qui est une relation entre le solénoïde et les corps susceptibles de transformer ces variations du champ magnétique en un courant, par exemple ? Mais on peut supposer que le solénoïde disparaisse à l'instant où l'on coupe le courant qui entretenait le champ magnétique continu ; cette perturbation ne se propagera pas moins, comme si le solénoïde existait encore, et sera capable de produire les mêmes effets d'induction dans les autres corps ; ce ne sera plus ici une relation entre deux individus physiques, puisque l'un d'eux aura disparu, au moment où la perturbation arrivera en un point déterminé éloigné de son origine.

De la même manière, il paraît assez difficile de donner l'individualité du photon aux modifications d'un champ électromagnétique quelconque. Depuis les ondes radioélectriques longues de dix kilomètres (télégraphie internationale et sous-marine) jusqu'aux rayons  $\gamma$  les plus pénétrants, une analogie de formule et une véritable continuité dans les modes de production comme dans les propriétés physiques relie toutes les relations électromagnétiques. Or, la nature granulaire de ces radiations est très apparente pour les courtes longueurs d'onde, mais elle devient très floue pour les grandes longueurs d'onde, et on peut tendre si on le désire vers une longueur d'onde infinie, correspondant à une fréquence nulle, sans que la réalité du champ électrique et du champ magnétique soit pour autant anéantie. Une perturbation qui se produirait dans ces champs se propagerait à la vitesse de la lumière ; mais si aucune perturbation ne se produit, rien ne se propage, et pourtant les champs continuent à exister puisqu'on peut les mesurer en tant que champs continus. Faut-il distinguer le champ continu de la perturbation qui pourrait se propager si elle apparaissait ? On peut aussi interpréter la continuité du champ en chaque point comme une information indiquant que la source existait encore à un instant déterminé. Puisque le champ est réel, il faudrait supposer réelle une onde de longueur infinie qui correspondrait à cette fréquence nulle. Mais alors l'individualité du grain d'énergie perd sa signification en dehors des êtres physiques qui rayonnent ou reçoivent cette énergie. Par là encore il semble qu'une définition de l'individualité physique soit à préciser. Peut-être ne faudrait-il pas parler de l'individualité du grain d'énergie comme de l'individualité du grain de matière ; il y a une source du photon et de la perturbation électromagnétique. La

conception de l'espace serait à remettre en question ; il est douteux que la conception cartésienne puisse convenir sans être complétée. Remarquons bien enfin qu'un formalisme quantitatif ne suffit pas à résoudre cette difficulté de relation entre l'espace et le temps : la cessation d'un champ magnétique n'est pas identique à l'établissement du champ magnétique ; même si les effets d'induction que les deux variations de flux peuvent provoquer dans un circuit sont, à la cessation et à l'établissement, égaux au sens du courant près, la présence du champ magnétique constant correspond à une possibilité d'échange d'énergie entre, par exemple, le solénoïde qui le crée et un circuit que l'on fait tourner à une certaine distance de manière à faire pénétrer par une des faces un flux constamment variable. Quand le champ n'existe plus, cette possibilité de couplage énergétique n'existe plus ; le régime des échanges d'énergie possibles dans le système a changé ; on peut dire que la topologie du système a changé à cause de la disparition d'un champ constant qui pourtant ne transportait pas d'énergie quand aucune variation de flux induit n'avait lieu. Par là apparaît la réalité de relations autres que celles des événements entre individus, (telles qu'une théorie des probabilités peut les faire apparaître).

Enfin, il serait très important de savoir si la nouvelle voie dans laquelle Louis de Broglie souhaite voir s'engager la Mécanique ondulatoire supprime ou conçoit l'indiscernabilité des individus de mêmes caractéristiques, par exemple des électrons. D'après Kahan et Kwal (*La Mécanique ondulatoire*, p. 161 et suivantes), employant encore les méthodes probabilitaires, il faut postuler que la probabilité de trouver deux électrons dans deux états définis, lorsqu'ils sont en interaction, est indépendante de la manière de les numéroter ; cette indiscernabilité des particules identiques produit la dégénérescence d'échange du problème qui recherche les niveaux d'énergie respectifs. On peut se demander aussi si le principe d'exclusion de Pauli est encore valable.

Une difficulté de même ordre relative à l'individuation des systèmes physiques apparaît dans le phénomène d'interférences : quand on considère une expérience quelconque d'interférences à champ non localisé, on fait la théorie de cette expérience (trous d'Young envisagés comme moyen de produire non une diffraction mais deux oscillateurs synchrones, miroirs de Fresnel, lentille de Billet), en disant que les ondes lumineuses sont émises par deux sources synchrones, synchrones puisqu'elles reçoivent leur lumière d'une unique source, et qu'elles ne sont elles-mêmes que des sources secondaires, disposées à des distances égales d'une source primaire. Or, si nous considérons attentivement la structure et l'activité de cette source primaire, nous nous rendons compte qu'il est possible d'obtenir un phénomène très net d'interférence, avec extinction pratiquement complète dans les franges sombres, même si l'on utilise une source primaire renfermant un très grand nombre d'atomes ; une source constituée par exemple par un segment de filament de tungstène de 1/2 millimètre de longueur et 0,2 mm de diamètre en contient nécessairement plusieurs dizaines de milliers. Bien plus : on peut prendre une source très volumineuse, comme un arc au charbon dans lequel la lumière émane d'un cratère et d'une pointe dont la surface active (celle dont part la colonne de vapeur lumineuse) est de l'ordre du centimètre carré pour une forte intensité. Or, la lumière qui émane de cette forte plage lumineuse, ayant passé à travers un diaphragme de petite surface qui sert de source primaire, est capable de produire le phénomène d'interférence, comme si elle était produite par un très petit segment de filament incandescent. Existe-t-il alors un synchronisme réel entre les molécules et les atomes de ces grandes surfaces lumineuses ? A chaque instant un très

grand nombre d'oscillateurs non synchronisés émettent de la lumière ; il semblerait normal de considérer le phénomène comme un résultat conforme aux lois de la statistique ; alors on devrait supposer que le phénomène d'interférence sera d'autant plus flou qu'il y aura un plus grand nombre d'oscillateurs non synchronisés (nous voulons dire par là non de fréquences différentes, mais en rapport de phase quelconque) pour constituer la source primaire ; et il ne semble pas que l'expérience vérifie cette prévision. Mais , étant donné l'ordre de grandeur des sources que l'on emploie, même les sources les plus petites contiennent déjà un grand nombre d'oscillateurs élémentaires qui ne paraissent pas pouvoir être en phase. Ces oscillateurs ne peuvent pas être en phase quand ils ont des fréquences différentes ; or, le phénomène se produit toujours, bien que seules les franges centrales soient nettes, parce que les franges relatives à chaque fréquence se superposent d'autant moins qu'elles sont plus éloignées de la frange centrale. Quel est le synchronisme de phase qui peut exister entre des ondes émises par des oscillateurs de même fréquence ? Ce synchronisme tient-il à l'unité du système qui les contient ? Y a-t-il un couplage qui se produit entre ces oscillateurs placés à faible distance les uns des autres ? Mais si l'on constituait une source primaire au moyen d'un dispositif d'optique réunissant les rayons émis par deux sources bien distinctes, ce synchronisme de phase subsisterait-il ? Ou bien alors le phénomène est-il indépendant de tout synchronisme de phase ? Il n'est peut-être pas sans intérêt de rattacher l'étude de la lumière à celle de la source qui la produit. L'individualité du photon ne peut être considérée comme absolument indépendante de l'oscillateur qui le produit, ni du système duquel cet oscillateur fait éventuellement partie. Ainsi tout les oscillateurs compris dans un même système énergétique auraient entre eux un certain couplage qui pourrait réaliser le synchronisme, non seulement de fréquence mais de phase entre ces oscillateurs, de manière telle que l'individualité des photons soit affectée, marquée en quelque façon par cette communauté systématique d'origine. Remarquons enfin que la lumière provenant d'une étoile peut encore donner lieu à un phénomène d'interférence, comme si la source était réellement de très petit diamètre réel ; il paraît pourtant impossible de considérer une étoile comme un unique oscillateur, même s'il se présente sous un diamètre apparent plus petit que toute grandeur assignable ; l'extrême petitesse de ce diamètre apparent ne peut en principe changer le rapport de phase des différents photons arrivant sur l'interféromètre ; il peut arriver sur cet interféromètre des photons en provenance de parties très éloignées l'une de l'autre (par rapport à la longueur d'onde) sur l'étoile qui est prise comme source. D'où provient alors le synchronisme ? Sans doute de l'appareil où se produisent les interférences ; mais il n'est pas lui-même une véritable source. Ou bien alors il faut supposer que chaque photon est coupé en deux quantités d'énergie qui seraient comme des semi-photons, et que chaque moitié du photon viendrait interférer avec l'autre moitié sur l'écran où se produit le phénomène ; cette supposition ne paraît guère acceptable, à cause précisément du caractère individuel du photon. Il semble, pour toutes ces raisons, qu'on ne puisse accorder au photon l'individualité physique au même titre qu'à un corpuscule matériel ; l'individualité du photon serait seulement proportionnelle à sa fréquence, à la quantité d'énergie  $h\nu$  qu'il transporte, sans que cette individualité puisse jamais être complète, car il faudrait alors que cette fréquence fût infinie, et aucun oscillateur ne peut produire une fréquence infinie. Un photon qui aurait une fréquence infinie pourrait être assimilé à un véritable grain de matière. Encore devons-nous remarquer qu'il existe peut-être un seuil au-delà duquel on peut

dire que la fréquence du photon correspond à une véritable individualité : celle pour laquelle l'énergie du photon est ou serait égale à celle d'une particule matérielle dont la transformation en énergie donnerait précisément la quantité d'énergie qui serait celle de ce photon de très haute fréquence. Ce photon serait alors fonctionnellement équivalent à une parcelle de matière.

#### **4 - Topologie, chronologie et ordre de grandeur de l'individuation physique**

Si, par ailleurs, on envisage directement la réalité microphysique, une interprétation de l'individuation à partir des phénomènes de changement de structure viserait à considérer le devenir comme essentiellement lié aux opérations d'individuation qui s'accomplissent dans les transformations successives ; le déterminisme resterait applicable comme cas-limite lorsque le système considéré n'est le théâtre d'aucune individuation, c'est-à-dire lorsqu'aucun échange ne s'accomplit entre structure et énergie, venant modifier les structures du système; et le laissant topologiquement identique à ce qu'il était dans ses états antérieurs ; au contraire, l'indéterminisme apparaîtrait comme cas-limite lorsqu'un changement complet de structure se manifeste dans un système, avec transition d'un ordre de grandeur à un autre ordre de grandeur ; c'est le cas, par exemple, des modifications apportées à un système par la fission d'un noyau atomique : des énergies intranucléaires, faisant partie jusque-là du système interne de ce noyau, sont libérées par la fission, et peuvent agir sous forme d'un photon gamma ou d'un neutron sur des corps faisant partie d'un système situé à un échelon supérieur à celui du noyau atomique. Rien, dans un système macroscopique, ne permet de prévoir à quel instant du temps macroscopique se situera une fission libérant une énergie qui sera pourtant efficace au niveau macroscopique. L'indéterminisme n'est pas seulement lié à la mesure ; il provient aussi du fait que la réalité physique comporte des échelons de grandeur imbriqués les uns dans les autres, topologiquement, et ayant pourtant chacun leur devenir propre, leur chronologie particulière. L'indéterminisme existerait à l'état pur s'il n'y avait aucune corrélation entre la topologie et la chronologie des systèmes physiques. Cette absence de corrélation n'est jamais absolument complète ; ce n'est qu'abstraitement que l'on peut parler d'un indéterminisme absolu (réalisable par une résonance interne complète) ou d'un déterminisme absolu (réalisable par une indépendance complète entre chronologie et topologie). Le cas général est celui d'un certain niveau de corrélation entre chronologie et topologie d'un système, niveau d'ailleurs variable en fonction des vicissitudes de son propre devenir : un système réagit sur lui-même non pas seulement au sens du principe de l'entropie, par la loi générale de ses transformations énergétiques internes, mais aussi en modifiant sa propre structure à travers le temps. Le devenir d'un système est la manière dont il s'individue, c'est-à-dire essentiellement la manière dont il se conditionne lui-même selon les différentes structures et opérations successives par lesquelles il se réverbère en lui-même et se déphase par rapport à son état initial. Le déterminisme et l'indéterminisme ne sont que des cas limites, parce qu'il y a un devenir des systèmes : ce devenir est celui de leur individuation ; il existe une réactivité des systèmes par rapport à eux-mêmes. L'évolution d'un système serait déterminée s'il n'y avait aucune résonance interne du système, c'est-à-dire aucun échange entre les différents échelons qu'il renferme et qui le constituent ; aucun changement quantique de structure ne serait possible, et on pourrait connaître le devenir de ce système

en théorie du continu, ou selon les lois des grands nombres, comme le fait la Thermodynamique. L'indéterminisme pur correspondrait à une résonance interne si élevée que toute modification survenant à un échelon déterminé retentirait immédiatement à tous les niveaux sous forme d'un changement de structure. En fait, le cas général est celui des seuils quantiques de résonance : pour qu'une modification se produisant à un des niveaux atteigne les autres niveaux, il faut qu'elle soit supérieure à une certaine valeur ; la résonance interne ne s'accomplit que de manière discontinue et avec un certain retard d'un échelon à l'autre ; l'être physique individué n'est pas totalement simultané par rapport à lui-même. Sa topologie et sa chronologie sont séparées par un certain écart, variable selon le devenir de l'ensemble individué ; la substance serait un individu physique totalement résonant par rapport à lui-même, et par conséquent totalement identique à lui-même, parfaitement cohérent avec lui-même et un. L'être physique doit être considéré, au contraire, comme plus qu'unité et plus qu'identité, riche en potentiels ; l'individu est en voie d'individuation à partir d'une réalité préindividuelle qui le sous-tend ; l'individu parfait, totalement individué, substantiel, appauvri et vidé de ses potentiels, est une abstraction ; l'individu est en voie de devenir ontogénétique, il a par rapport à lui-même une relative cohérence, une relative unité et une relative identité. L'individu physique doit être pensé comme un ensemble chrono-topologique, dont le devenir complexe est fait de crises successives d'individuation ; le devenir de l'être consiste dans cette non-coïncidence de la chronologie et de la topologie. L'individuation d'un ensemble physique serait alors constituée par l'enchaînement des régimes successifs de cet ensemble.

Une telle conception considérerait donc les régimes énergétiques et les états structuraux comme convertibles les uns en les autres à travers le devenir d'un ensemble ; grâce à la notion d'ordres de grandeur et à la notion de seuil dans les échanges, elle affirmerait que l'individuation existe entre le continu pur et le discontinu pur ; la notion de seuil et d'échange quantique est, en effet, une médiation entre le continu pur et le discontinu pur. Elle ferait intervenir la notion d'information comme un caractère fondamental de l'individuation conçue selon des dimensions à la fois chronologiques et topologiques. On pourrait alors parler d'un niveau d'individuation plus ou moins élevé : un ensemble posséderait un niveau d'individuation d'autant plus élevé qu'il enfermerait et compatibiliserait dans sa systématique chronologique et topologique plus de réalité préindividuelle donnée, ou encore des ordres de grandeur plus éloignés l'un de l'autre.

Une telle hypothèse suppose qu'il n'y a pas d'individu élémentaire, d'individu premier et antérieur à toute genèse ; il y a individuation dans un ensemble ; la réalité première est préindividuelle, plus riche que l'individu entendu comme résultat de l'individuation ; le préindividuel est la source de la dimensionnalité chronologique et topologique. Les oppositions entre continu et discontinu, particule et énergie, exprimeraient donc non pas tant les aspects complémentaires du réel que les dimensions qui surgissent dans le réel lorsqu'il s'individue ; la complémentarité au niveau de la réalité individué serait la traduction du fait que l'individuation apparaît d'une part comme ontogénèse et d'autre part comme opération d'une réalité préindividuelle qui ne donne pas seulement l'individu, modèle de la substance, mais aussi l'énergie ou le champ associé à l'individu ; seul le couple individu-champ associé rend compte du niveau de réalité préindividuelle.

C'est cette supposition du caractère préindividuel de la réalité première qui par ailleurs permet de considérer l'individu physique comme étant en fait un ensemble ;

L'individu correspond à une certaine dimensionnalité du réel, c'est-à-dire à une topologie et une chronologie associées ; l'individu est édifice sous sa forme la plus courante, c'est-à-dire sous la forme sous laquelle il nous apparaît, cristal ou molécule. Comme tel, il n'est pas un absolu, mais une réalité qui correspond à un certain état d'équilibre, en général métastable, et fondé sur un régime d'échanges entre les différents ordres de grandeur qui peut être modifié soit par le devenir interne soit par un événement extérieur apportant une certaine condition nouvelle au régime interne (par exemple une condition énergétique, lorsque le neutron provenant d'une fission de noyau provoque la fission d'un autre noyau). Il y a donc une certaine consistance de l'individu, mais non une antitypie absolue, une impénétrabilité ayant un sens substantiel. La consistance de l'édifice individuel est encore fondée sur des conditions quantiques ; elle dépend de seuils.

Aussi les limites de l'individu physique sont-elles elles-mêmes métastables ; un ensemble de noyaux fissibles n'est pas un ensemble individualisé réellement si le nombre de noyaux, compte tenu de la radio-activité moyenne des noyaux, est assez petit pour que la fission d'un noyau ait peu de chances de provoquer la fission d'un autre noyau<sup>1</sup> ; tout se passe comme si chaque noyau était isolé des autres ; chacun a sa chronologie propre et la fission advient pour chaque noyau comme s'il était seul ; au contraire, si l'on rassemble une grande quantité de matière fissible, la probabilité, pour les résultats de la fission d'un noyau, d'en provoquer au moins une autre augmente : quand cette probabilité atteint l'unité, la chronologie interne de chaque noyau change brusquement : au lieu de consister en elle-même, elle forme un réseau de résonance interne avec celles de tous les autres noyaux susceptibles de fission : l'individu physique est alors toute la masse de matière fissible, et non plus chaque noyau ; la notion de masse critique donne l'exemple de ce qu'on peut nommer un seuil relatif d'individuation : la chronologie de l'ensemble devient brusquement coextensive à la topologie de l'ensemble : il y a individuation parce qu'il y a échange entre le niveau microphysique et le niveau macrophysique ; la capacité de réception d'information de l'ensemble augmente brusquement. C'est en modifiant les conditions topologiques que l'on peut utiliser l'énergie nucléaire soit pour des effets brusques (par rapprochement de plusieurs masses, inférieures chacune à la masse critique), soit pour des effets continus modérés (par contrôle de l'échange entre les noyaux fissibles au moyen d'un dispositif réglable qui maintient l'ensemble au-dessous du coefficient unitaire d'amplification, par exemple par absorption plus ou moins grande du rayonnement). On peut dire par conséquent que le degré d'individuation d'un ensemble dépend de la corrélation entre chronologie et topologie du système ; ce degré d'individuation peut se nommer aussi niveau de communication interactive, puisqu'il définit le degré de résonance interne de l'ensemble<sup>2</sup>.

De ce point de vue, il semble possible de comprendre pourquoi les représentations antagonistes du continu et du discontinu, de la matière et de l'énergie, de la structure et de l'opération, ne sont pas utilisables autrement que sous forme de couples complémentaires ; c'est parce que ces notions définissent les aspects opposés et extrêmes

1. En ce cas, la communication entre ordres de grandeur (ici chaque noyau et la population totale des noyaux) est insuffisante.
2. Dans un pareil montage, on peut dire qu'il se produit une individuation à partir du moment où le système peut *diverger*, c'est-à-dire est capable de recevoir de l'information.

des ordres de réalité entre lesquels s'institue l'individuation ; mais l'opération d'individuation est le centre actif de cette relation ; c'est elle qui en est l'unité se dédoublant en aspects qui pour nous sont complémentaires alors que dans le réel ils sont couplés par l'unité continue et transductive de l'être intermédiaire, que nous nommons ici résonance interne ; les aspects complémentaires du réel sont des aspects extrêmes définissant la dimensionnalité du réel. Comme nous ne pouvons appréhender la réalité que par ses manifestations, c'est-à-dire lorsqu'elle change, nous ne percevons que les aspects complémentaires extrêmes ; mais ce sont les dimensions du réel plutôt que le réel que nous percevons ; nous saisissons sa chronologie et sa topologie d'individuation sans pouvoir saisir le réel préindividuel qui sous-tend cette transformation.

L'information, entendue comme arrivée d'une singularité créant une communication entre ordres de réalité, est ce que nous pouvons le plus facilement penser, au moins dans quelques cas particuliers comme la réaction en chaîne, libre ou limitée. Cette intervention d'une notion d'information ne permet cependant pas de résoudre le problème du rapport des différents niveaux d'individuation. Un cristal se compose de molécules ; pour qu'une solution sursaturée cristallise, il faut la réunion de conditions énergétiques (métastabilité) et de conditions structurales (germe cristallin) ; un être individué tel qu'une molécule, qui est déjà un édifice, peut-il intervenir comme germe structural de cet édifice plus grand qu'est un cristal ? – Ou bien faut-il un germe structural qui soit déjà d'un ordre de grandeur supérieur à celui d'une molécule pour que la cristallisation puisse commencer ? Il est difficile, dans l'état actuel des connaissances, d'apporter une réponse généralisable à cette question. On peut seulement dire que le problème des rapports de la matière inerte et de la vie serait plus clair si l'on pouvait montrer que le vivant se caractérise par le fait qu'il découvre dans son propre champ de réalité des conditions structurales lui permettant de résoudre ses propres incompatibilités, la distance entre les ordres de grandeur de sa réalité, alors que la matière inerte n'a pas ce pouvoir d'autogénèse des structures ; il faut une singularité pour que la solution sursaturée cristallise ; ceci signifie-t-il que la matière inerte n'augmente pas son capital de singularités, alors que la matière vivante augmente ce capital, cette augmentation étant précisément l'ontogénèse du vivant, capable d'adaptation et d'invention ? On ne peut donner cette distinction qu'à titre d'hypothèse méthodologique ; il ne semble pas qu'il faille opposer une matière vivante et une matière non vivante, mais plutôt une individuation primaire en systèmes inertes et une individuation secondaire en systèmes vivants, précisément selon les différentes modalités des régimes de communication au cours de ces individuations ; il y aurait alors, entre l'inerte et le vivant, une différence quantique de capacité de réception d'information plutôt qu'une différence substantielle : la continuité, si elle existe, entre l'inerte et le vivant devrait être recherchée au niveau qui se situe entre la réalité microphysique et la réalité macrophysique, c'est-à-dire à celui de l'individuation des systèmes comme les grosses molécules de la chimie organique, assez complexes pour que des régimes variables de réception d'information puissent y exister, et assez restreints en dimensions pour que les forces microphysiques y interviennent comme porteuses de conditions énergétiques et structurales.

Selon cette conception, on pourrait dire que la bifurcation entre le vivant et le non-vivant se situe à un certain niveau dimensionnel, celui des macromolécules ; les phénomènes d'un ordre de grandeur inférieur, que l'on nomme microphysiques, ne seraient en fait ni physiques ni vitaux, mais préphysiques et prévitaux ; le physique

pur, non vivant, ne commencerait qu'à l'échelon supra-moléculaire : c'est à ce niveau que l'individuation donne le cristal ou la masse de matière protoplasmique.

Dans les formes macrophysiques d'individuation, on distingue bien le vivant du non-vivant ; pendant qu'un organisme assimile en se diversifiant, le cristal s'accroît par l'itération d'une adjonction de couches ordonnées, en nombre indéfini. Mais au niveau des macromolécules, on ne peut guère dire si le virus filtrant est vivant ou non vivant. Adopter la notion de réception d'information comme expression essentielle de l'opération d'individuation, ce serait affirmer que l'individuation s'opère à un certain échelon dimensionnel (topologique et chronologique) ; au-dessous de cet échelon, la réalité est préphysique et prévitale, parce que préindividuelle. Au-dessus de cet échelon, il y a individuation *physique* lorsque le système est capable de recevoir une seule fois de l'information, puis développe et amplifie en s'individuant de manière non autolimitée cette singularité initiale. Si le système est capable de recevoir successivement plusieurs apports d'information, de compatibiliser plusieurs singularités au lieu d'itérer par effet cumulatif et par amplification transductive la singularité unique et initiale, l'individuation est de type vital, autolimitée, organisée.

Il est habituel de voir dans les processus vitaux une complexité plus grande que dans les processus non vitaux, physico-chimiques. Pourtant, pour être fidèle, même dans les conjectures les plus hypothétiques, à l'intention qui anime cette recherche, nous supposerions que l'individuation vitale ne vient pas *après* l'individuation physico-chimique, mais pendant cette individuation, avant son achèvement, en la suspendant au moment où elle n'a pas atteint son équilibre stable, et en la rendant capable de s'étendre et de se propager avant l'itération de la structure parfaite capable seulement de se répéter, ce qui conserverait dans l'individu vivant quelque chose de la tension préindividuelle, de la communication active, sous forme de résonance interne, entre les ordres extrêmes de grandeur.

Selon cette manière de voir, l'individuation vitale viendrait s'insérer dans l'individuation physique en en suspendant le cours, en la ralentissant, en la rendant capable de propagation à l'état inchoatif. L'individu vivant serait en quelque manière, à ses niveaux les plus primitifs, un cristal à l'état naissant s'amplifiant sans se stabiliser.

Pour rapprocher ce schéma d'interprétation de notions plus courantes, on peut faire appel à l'idée de néoténie, et généraliser ce type de rapports entre classes d'individus, en supposant, dans la catégorie des vivants, une cascade de développements néoténiques possibles. L'individuation animale peut, en un certain sens, être considérée comme plus complexe que l'individuation végétale. Cependant, on peut aussi considérer l'animal comme un végétal inchoatif, se développant et s'organisant tout en conservant les possibilités motrices, réceptrices, réactionnelles, qui apparaissent dans la reproduction des végétaux. Si l'on suppose que l'individuation vitale retient et dilate la phase la plus précoce de l'individuation physique – si bien que le vital serait du physique en suspens, ralenti en son processus et indéfiniment dilaté – on peut supposer aussi que l'individuation animale s'alimente à la phase la plus primitive de l'individuation végétale, retenant en elle quelque chose d'antérieur au développement comme végétal adulte, et maintenant, en particulier, pendant un temps plus long, la capacité de recevoir de l'information.

On comprendrait ainsi pourquoi ces catégories d'individus de plus en plus complexes, mais aussi de plus en plus inachevés, de moins en moins stables et autosuffisants, ont besoin, comme milieu associé, des couches d'individus plus achevés et plus

stables. Les vivants ont besoin pour vivre des individus physico-chimiques ; les animaux ont besoin des végétaux, qui sont pour eux, au sens propre du terme, la Nature, comme, pour les végétaux, les composés chimiques.



DEUXIÈME PARTIE

*L'individuation des êtres vivants*



## **Information et ontogénèse : l'individuation vitale**

### I. — PRINCIPES POUR UNE ÉTUDE DE L'INDIVIDUATION DU VIVANT

#### **I. Individuation vitale et information ; les niveaux d'organisation ; activité vitale et activité psychique**

La physiologie pose le difficile problème des niveaux de l'individualité, selon les espèces et selon les moments de l'existence de chaque être ; le même être peut en effet exister à des niveaux différents : l'embryon n'est pas individualisé au même titre que l'être adulte ; par ailleurs, dans des espèces assez voisines, on peut trouver des conduites qui correspondent à une vie plus individualisée ou moins individualisée selon les espèces, sans que ces différences paraissent nécessairement liées à une supériorité ou à une infériorité de l'organisation vitale.

Pour apporter quelque clarté, il serait bon de définir une mesure des niveaux de l'individuation ; mais, si le degré d'individualité est soumis à des variations dans une même espèce selon les circonstances, il est difficile de mesurer de manière absolue cette individualité. Il faudrait alors définir le type de réalité dans lequel s'opère l'individuation, en disant avec quel régime dynamique elle est échangeable quand le niveau d'organisation ne varie pas dans l'ensemble du système recélant l'unité vitale. Alors nous obtiendrions une possibilité de mesurer le degré d'individualité. Selon le postulat méthodologique que nous venons de définir, il serait bon d'avoir recours à l'étude de l'intégration dans les systèmes d'organisation. L'organisation peut, en effet, se faire soit dans chaque être, soit par la relation organique qui existe entre les différents êtres. Dans ce dernier cas, l'intégration interne est doublée dans l'être d'une intégration externe ; le groupe est intégrateur. La seule réalité concrète est l'unité vitale, qui peut dans certains cas se réduire à un seul être et qui dans d'autres cas correspond à un groupe très différencié d'êtres multiples<sup>1</sup>.

Par ailleurs, le fait pour un individu d'être mortel et non divisible par scission ou régénérable par échange de protoplasme correspond à un niveau d'individuation qui indique l'existence de seuils. A la différence de l'individuation physique, l'individua-

1. Ainsi, les Termites construisent les édifices les plus complexes du règne animal, malgré la relative simplicité de leur organisation nerveuse : ils agissent presque comme un organisme unique, en travaillant en groupe.

tion biologique admet l'existence du tout de l'espèce, de la colonie, ou de la société ; elle n'est pas indéfiniment extensible comme l'individuation physique. Si l'individuation physique est illimitée, nous devons rechercher où se trouve la transition entre l'individuation physique et l'individuation biologique. Or, l'illimité biologique se trouve dans l'espèce ou dans le groupe. Ce qu'on nomme individu en biologie est en réalité en quelque manière un sous-individu beaucoup plus qu'un individu ; en biologie, il semble que la notion d'individualité soit applicable à plusieurs étages, ou selon différents niveaux d'inclusion successifs. Mais analogiquement, il faudrait considérer l'individu physique comme une société biologique, et il serait à lui seul l'image d'une totalité, quoique très simple.

La première conséquence de cette manière de voir fait que le niveau d'organisation contenu dans un système physique est inférieur à celui d'un système biologique, mais qu'un individu physique peut posséder éventuellement un niveau d'organisation supérieur à celui d'un système individuel biologique intégré dans un ensemble plus vaste. Rien ne s'oppose théoriquement à ce qu'il y ait une possibilité d'échanges et d'alternances entre un système physique et un système biologique ; mais, si cette hypothèse est valable, il faudra supposer qu'une unité individuelle physique se transforme en un groupe biologique, et que c'est en quelque manière la suspension du développement de l'être physique, et son analyse, non point une relation synthétique, réunissant des individus physiques achevés, qui fait apparaître le vivant. S'il en va ainsi, nous devons dire que seuls des édifices physiques très complexes peuvent se transmuier en êtres vivants, ce qui limite beaucoup les cas possibles de génération spontanée. Selon cette vue, l'unité de vie serait le groupe complet, organisé, non l'individu isolé.

Cette doctrine n'est point un matérialisme, puisqu'elle suppose un enchaînement depuis la réalité physique jusqu'aux formes biologiques supérieures, sans établir de distinction de classes et de genres ; mais elle doit, si elle est complète et satisfaisante, pouvoir expliquer pourquoi et en quel sens il y a possibilité de remarquer inductivement la relation espèce-genre, ou encore individu-espèce. Cette distinction doit venir se ranger dans une réalité plus vaste, qui puisse rendre compte de la continuité aussi bien que des discontinuités entre les espèces. Cette discontinuité paraît pouvoir être rapportée au caractère quantique qui apparaît en physique. Le critère de syncrystallisation qui permet de reconnaître des espèces chimiques, en indiquant dans quel système elles cristallisent, indique un type de rapports d'analogie réelle fondée sur une identité de dynamisme ontogénétique ; le processus de formation du cristal est le même dans les deux cas ; il peut y avoir enchaînement au cours de la croissance d'un cristal fait de plusieurs espèces chimiques différentes, si bien que la croissance est continue malgré l'hétérogénéité spécifique des différentes couches. L'unité créée par la continuité d'une opération d'individuation enveloppant des espèces qui paraissent hétérogènes les unes par rapport aux autres selon une classification inductive indique une réalité profonde, appartenant à la nature de ces espèces aussi rigoureusement que ce que l'on nomme caractères spécifiques ; la possibilité de syncrystallisation n'indique pourtant pas l'existence d'un genre, car on ne peut, à partir du critère de syncrystallisation, redescendre aux caractères particuliers de chaque corps syncrystallisable en ajoutant des différences spécifiques. Une telle propriété, qui indique l'existence d'un processus d'information au cours d'une opération d'individuation, ne fait pas partie de la systématique des genres et des espèces ; elle indique d'autres pro-

propriétés du réel, les propriétés qu'il offre lorsqu'on le considère relativement à la possibilité des ontogénèses spontanées qui peuvent s'effectuer en lui selon ses propres structures et ses propres potentiels.

Ce sont de telles propriétés que l'on peut rechercher pour caractériser le vivant, plutôt que la forme spécifique, qui ne permet pas de redescendre jusqu'à l'individu parce qu'elle a été obtenue par abstraction, donc par réduction. Une telle recherche suppose que l'on considère comme légitime l'emploi en biologie, d'un paradigme tiré du domaine des sciences physiques, et particulièrement des processus de morphogénèse qui s'accomplissent dans ce domaine. Pour cela, il faut supposer que les niveaux élémentaires de l'ordre biologique recèlent une organisation qui est du même ordre que celle que recèlent les systèmes physiques les plus parfaitement individués, par exemple ceux qui engendrent les cristaux, ou les grosses molécules métastables de la chimie organique. Certes, une pareille hypothèse de recherche peut paraître fort surprenante : la coutume amène, en effet, à penser que les êtres vivants ne peuvent provenir des êtres physiques, parce qu'ils sont supérieurs à ces derniers grâce à leur organisation. Cependant, cette attitude même est la conséquence d'un postulat initial, selon lequel la nature inerte ne peut recéler une organisation élevée<sup>2</sup>. Si l'on posait, au contraire, au point de départ, que le monde physique est déjà hautement organisé, cette primitive erreur provenant d'une dévaluation de la matière inerte ne pourrait être commise ; dans le matérialisme, il y a une doctrine des valeurs qui suppose un spiritualisme implicite : la matière est donnée comme moins richement organisée que l'être vivant, et le matérialisme cherche à montrer que le supérieur peut sortir de l'inférieur. Il constitue une tentative de réduction du complexe au simple. Mais si, dès le début, on estime que la matière constitue des systèmes pourvus d'un très haut niveau d'organisation, on ne peut aussi facilement hiérarchiser vie et matière. Peut-être faut-il supposer que l'organisation se conserve mais se transforme dans le passage de la matière à la vie. S'il en était ainsi, il faudrait supposer que la science ne sera jamais achevée, parce que cette science est une relation entre des êtres qui ont par définition le même degré d'organisation : un système matériel et un être vivant organisé qui essaie de penser ce système au moyen de la science. S'il était vrai que l'organisation ne se perd ni ne se crée, on aboutirait à cette conséquence que l'organisation ne peut que se transformer. Un type de relation directe entre l'objet et le sujet se manifeste dans cette affirmation, car la relation entre la pensée et le réel devient relation entre deux réels organisés qui peuvent être analogiquement liés par leur structure interne.

Pourtant, même si l'organisation se conserve, il est faux de dire que la mort n'est rien ; il peut y avoir mort, évolution, involution, et la théorie du rapport entre la matière et la vie doit pouvoir rendre compte de ces transformations.

Selon cette théorie, il y aurait un niveau déterminé d'organisation dans chaque système, et on pourrait trouver ces mêmes niveaux dans un être physique et dans un être vivant. Pour cette raison, il faudrait supposer que lorsque des êtres comme un animal sont composés de plusieurs rangs superposés de relais et de systèmes d'intégration, il n'y a pas en eux une organisation unique qui n'aurait ni cause, ni origine, ni équivalent extérieur : le niveau d'organisation appartenant à chaque système étant limité, on

2. Ce serait vrai si l'on considérait le monde physique comme matière et comme substance ; mais ce n'est plus vrai si on l'envisage comme contenant des systèmes où existent des énergies potentielles et des relations, supports d'information. Le matérialisme ne tient pas compte de l'information.

peut penser que si un être paraît posséder un haut niveau d'organisation, c'est en réalité parce qu'il intègre des éléments déjà informés et intégrés, et que sa tâche intégratrice propre est assez limitée. L'individualité propre serait alors réduite à une organisation assez restreinte, et le mot de nature appliqué à ce qui dans l'individu n'est pas le produit de son activité aurait un sens très important, car chaque individu serait redevable à sa nature de la riche organisation qu'il paraît posséder en propre. On pourrait supposer alors que la richesse externe de la relation au milieu est égale à la richesse interne de l'organisation contenue dans un individu.

L'intégration interne est rendue possible par le caractère quantique de la relation entre les milieux (extérieur et intérieur) et l'individu en tant que structure définie. Les relais et les intégrateurs caractéristiques de l'individu ne pourraient fonctionner sans ce régime quantique des échanges. Le groupe, par rapport à ces sous-individus, existe comme intégrateur et différenciateur. La relation entre l'être singulier et le groupe est la même qu'entre l'individu et les sous-individus. En ce sens, il est possible de dire qu'il existe une homogénéité de relation entre les différents échelons hiérarchiques d'un même individu, et de même entre le groupe et l'individu. Le niveau total d'information se mesurerait alors par le nombre d'étages d'intégration et de différenciation, ainsi que par la relation entre l'intégration et la différenciation, que l'on peut nommer transduction, dans le vivant. Dans l'être biologique, la transduction est non pas directe mais indirecte, après une double chaîne ascendante et descendante ; au long de chacune de ces chaînes, c'est la transduction qui permet aux signaux d'information de passer, mais ce passage, au lieu d'être un simple transport de l'information, est intégration ou différenciation, et il se produit un travail préalable grâce auquel la transduction finale est rendue possible, alors que dans le domaine physique cette transduction existe dans un système comme une résonance interne élevée ou faible<sup>3</sup> ; si l'intégration et la différenciation étaient seules réelles, la vie n'existerait pas, car il faut que la résonance existe aussi, mais il s'agit là d'une résonance d'un type particulier, qui admet une activité préalable exigeant une élaboration.

Si nous employons des termes psychologiques pour décrire ces activités, nous verrons que l'intégration correspond à l'usage de la représentation, et la différenciation à l'usage de l'activité qui distribue dans le temps des énergies acquises progressivement et mises en réserve, tandis que la représentation met en réserve de l'information qui est acquise par sauts brusques selon les circonstances, de manière à réaliser un continu. Enfin, la transduction est opérée par l'affectivité et par tous les systèmes qui jouent dans l'organisme le rôle de transducteurs à divers niveaux. L'individu serait donc toujours un système de transduction, mais, alors que cette transduction est directe et à un seul niveau dans le système physique, elle est indirecte et hiérarchisée dans l'être vivant. Il serait faux de penser que seule la transduction existe dans un système physique, car il y existe aussi une intégration et une différenciation, mais elles sont situées aux limites mêmes de l'individu, et décelables seulement lorsqu'il s'accroît. Cette intégration et cette différenciation aux limites se trouvent dans l'individu vivant, mais elles caractérisent alors sa relation au groupe ou au monde, et peuvent être relativement indépendantes de celles qui opèrent à l'intérieur du vivant. Une telle affirmation ne peut permettre de comprendre comment se relie ces deux groupes d'inté-

3. Cette résonance est l'analogie active, ou couplage de termes non symétriques, qui existe dans un système en voie d'individuation, comme entre la solution et le germe cristallin.

gration et de différenciation. Celles qui agissent à l'extérieur causent des changements de structure de l'ensemble dans lequel elles se produisent, changements comparables à ceux d'un corpuscule qui absorbe ou émet de l'énergie d'une manière quantique, en passant d'un état plus excité à un état moins excité, ou inversement. Peut-être la relation entre les deux types de processus est-elle la base de cette variation de niveaux de l'individu, accompagnée d'un changement de structure qui est le corrélatif interne d'un échange d'information ou d'énergie avec l'extérieur. Remarquons, en effet, que l'effort n'a pas seulement des aspects moteurs, mais aussi des aspects affectifs et représentatifs ; ses caractères affectifs sont le pont entre ses caractères moteurs et ses caractères représentatifs ; le caractère quantique de l'effort, couvrant à la fois une continuité et une discontinuité, représente très nettement cette intégration et cette différenciation en relations mutuelles d'un groupement intérieur à un groupement extérieur.

Le problème de l'individuation serait résolu si nous savions ce qu'est l'information dans son rapport aux autres grandeurs fondamentales comme la quantité de matière ou la quantité d'énergie.

L'homéostasie de l'être vivant n'existe pas chez l'être purement physique, parce que l'homéostasie se rapporte aux conditions de transduction externes, grâce auxquelles l'être utilise l'équivalence aux conditions extérieures comme garanties de sa propre stabilité et de sa transduction interne. Le caractère transductif hétérogène n'apparaît en physique que dans les marges de cette réalité physique ; l'intériorité et l'extériorité sont partout dans l'être vivant, au contraire ; le système nerveux et le milieu intérieur font que cette intériorité est partout en contact avec une extériorité relative. C'est l'équilibre entre l'intégration et la différenciation qui caractérise la vie ; mais l'homéostasie n'est pas toute la stabilité vitale. Le caractère quantique de l'action discontinue vient s'opposer au caractère continu de la connaissance constructive de synthèses pour constituer ce mixte de continu et de discontinu qui se manifeste dans les qualités régulatrices servant au rapport entre l'intégration et la différenciation. Les qualités apparaissent dans la réactivité par laquelle le vivant apprécie sa propre action ; or, ces qualités ne permettent pas de réduire ce rapport à une simple conscience du décalage entre le but et le résultat, donc à un simple signal. C'est ce qui manque à l'automate pour être un être vivant ; l'automate ne peut que s'adapter d'une manière convergente à un ensemble de conditions en réduisant de plus en plus l'écart qui existe entre son action et le but prédéterminé ; mais il n'invente pas et ne découvre pas des buts au cours de son action, car il ne réalise aucune véritable transduction, la transduction étant l'élargissement d'un domaine initialement très restreint qui prend de plus en plus de structure et d'étendue ; les espèces biologiques sont douées de cette capacité de transduction, grâce à laquelle elles peuvent s'étendre indéfiniment. Les cristaux aussi sont doués de ce pouvoir de s'accroître indéfiniment ; mais, tandis que le cristal a toute sa puissance de s'accroître localisée sur sa limite, ce pouvoir est, dans l'espèce, dévolu à un ensemble d'individus qui s'accroissent pour eux-mêmes, de l'intérieur aussi bien que de l'extérieur, et qui sont limités dans le temps et dans l'espace, mais qui se reproduisent et sont illimités grâce à leur capacité de se reproduire. La plus éminente transduction biologique est donc essentiellement le fait que chaque individu reproduit des analogues. L'espèce avance dans le temps, comme une modification chimico-physique qui irait de proche en proche, avec un assez faible recouvrement des générations, comme des couches moléculaires actives au bord d'un cristal

en voie de formation<sup>4</sup>. Dans quelques cas, un édifice comparable à celui du cristal est déposé par les générations qui se succèdent<sup>5</sup>. Par ailleurs, l'accroissement de l'individu vivant est une transduction de type permanent et localisé, qui n'a pas d'analogie en physique ; une individualité particulière s'ajoute à l'individualité spécifique.

La vie serait donc conditionnée par la récurrence de causalité grâce à laquelle un processus d'intégration et un processus de différenciation peuvent recevoir un couplage tout en restant distincts dans leurs structures. Ainsi, la vie n'est pas une substance distincte de la matière ; elle suppose des processus d'intégration et de différenciation qui ne peuvent en aucune manière être donnés par autre chose que des structures physiques. Il existerait en ce sens une profonde trinité de l'être vivant par laquelle on trouverait en lui deux activités complémentaires et une troisième qui réalise l'intégration des précédentes en même temps que leur différenciation au moyen de l'activité de récurrence causale ; la récurrence, en effet, n'ajoute pas une troisième fonction aux précédentes, mais la qualification qu'elle autorise et constitue apporte une relation entre des activités qui ne pourraient avoir aucune autre communauté. La base de l'unité et de l'identité affective est donc dans la polarité affective grâce à laquelle il peut y avoir relation de l'un et du multiple, de la différenciation et de l'intégration. C'est la relation de deux dynamismes que la qualification constitue ; elle est déjà cette relation au niveau le plus bas, et elle le reste au niveau de l'affectivité supérieure des sentiments humains. Dès le plaisir et la douleur, saisis dans leur caractère concrètement organique, la relation se manifeste comme fermeture de l'arc réflexe, qui est toujours qualifiée et orientée ; plus haut, dans la qualité sensible, une semblable polarité, intégrée sous forme de constellation globale et particulièrement dense, caractérise la personnalité acquise et permet de la reconnaître. Quand un sujet veut exprimer ses états internes, c'est à cette relation qu'il a recours, par l'intermédiaire de l'affectivité, principe de l'art et de toute communication. Pour caractériser une chose extérieure que l'on ne peut montrer, c'est par l'affectivité que l'on passe de la totalité continue de la connaissance à l'unité singulière de l'objet à évoquer, et cela est possible parce que l'affectivité est présente et disponible pour instituer la relation. Toute association d'idées passe par cette relation affective. Il y a donc deux types possibles d'utilisation de la relation déjà constituée, en allant de l'unité de la connaissance à la pluralité de l'action, ou de la multiplicité de l'action à l'unité de la connaissance ; ces deux démarches complémentaires sont réunies dans certains symbolismes, comme le symbolisme poétique, et grâce à cette double relation le symbolisme poétique peut se fermer sur lui-même dans la récurrence esthétique, qui ne sert pas à l'intégration de tout le sujet, parce qu'elle est, en fait, déjà virtuellement contenue dans les prémisses de l'objet-symbole à contempler et à jouer, mixte d'activité et de connaissance.

L'étude anatomo-physiologique des processus vitaux montre la distinction des organes récepteurs et moteurs, jusque dans la disposition des aires corticales et dans le fonctionnement du cerveau ; mais nous savons aussi que le cerveau n'est pas seulement composé d'aires de projection ; une grande partie des lobes frontaux sert à l'association entre les aires réceptrices et motrices ; la pratique neurochirurgicale de la lobotomie, qui consiste à affaiblir la récurrence de causalité reliant l'intégration à

4. On peut dire en ce sens qu'il existe une relation d'information entre l'espèce et le milieu, dans le système naturel.

5. Chez les Polypiers par exemple.

la différenciation, modifie profondément l'affectivité du sujet, alors que, en principe, cette intervention lobotomique laisse parfaitement intacts le ou les centres de l'affectivité, situés dans la région de l'infundibulum du thalamus, c'est-à-dire dans des régions fort différentes de celles qui constituent le néopallium ; il faudrait, selon cette hypothèse, distinguer entre l'affectivité instantanée, qui est peut-être en effet localisable dans la région de l'infundibulum du thalamus, et l'affectivité relationnelle, portant sur les produits élaborés de l'activité intégratrice et de l'activité différenciatrice, et que l'on pourrait nommer affectivité active, caractérisant l'individu dans sa vie singulière, non dans sa relation à l'espèce. La région de l'archéo-pallium concernerait alors beaucoup plus la régulation des instincts que celle de l'affectivité élaborée ; elle se manifesterait dans la relation entre les tendances du sujet et les qualités qu'il découvre dans le milieu, plus que dans l'élaboration consciente de cette transduction caractéristique de l'activité du néo-pallium, et qui est l'affectivité de l'individu en tant qu'individu.

Par là également, on comprendrait que l'affectivité soit la seule fonction capable, grâce à son aspect relationnel, de donner un sens à la négativité : le néant d'action, comme le néant de connaissance, sont insaisissables sans un contexte positif dans lequel ils interviennent comme une limitation ou un manque pur ; par contre, pour l'affectivité, le néant peut se définir comme le contraire d'une autre qualité ; comme Platon l'a noté, toute qualité réalisée apparaît comme insérée selon une mesure dans une dyade indéfinie de qualités contraires et absolues ; les qualités vont par couples d'opposés, et cette bipolarité de toute relation qualitative se constitue comme une permanente possibilité d'orientation pour l'être qualifié et qualifiant ; le néant a un sens dans l'affectivité, parce que deux dynamismes s'y affrontent à tout instant ; la relation de l'intégration à la différenciation s'y constitue comme le conflit bipolaire dans lequel s'échangent et s'équilibrent les forces. C'est grâce à cette orientation de l'être par rapport à lui-même, à cette polarisation affective de tout contenu et de tout constituant psychique, que l'être conserve son identité. L'identité semble fondée sur la permanence de cette orientation au cours de l'existence, orientation qui se déploie grâce à la qualification de l'action et de la connaissance. Certaines intuitions très profondes des philosophes présocratiques montrent comment un dynamisme qualitatif échange les structures et les actions dans l'existence, soit à l'intérieur d'un être, soit d'un être à un autre. Héraclite et Empédocle en particulier ont défini une relation de la structure et de l'opération qui suppose une bipolarité du réel, selon une multitude de voies complémentaires. L'affectivité réalise un type de relation qui, en termes d'action, serait conflit, et, en termes de connaissance, incompatibilité ; cette relation ne peut exister qu'au niveau de l'affectivité, parce que sa bipolarité lui permet de faire l'unité de l'hétérogène ; la qualité est transductive par nature, car tout spectre qualitatif relie et distingue des termes qui ne sont ni identiques ni étrangers les uns aux autres ; l'identité du sujet est précisément de type transductif, en particulier à travers la première de toutes les transductivités, celle du temps, qui peut autant qu'on le voudra être fragmenté en instants ou saisi comme une continuité ; chaque instant est séparé de ceux qui le suivent ou qui le précèdent par cela même qui le relie à ces instants et constitue sa continuité par rapport à eux ; distinction et continuité, séparation et relation sont les deux aspects complémentaires du même type de réalité. Le type fondamental de transduction vitale est la série temporelle, à la fois intégratrice et différenciatrice ;

l'identité de l'être vivant est faite de sa temporalité. On ferait une erreur en concevant la temporalité comme pure différenciation, comme nécessité de choix permanente et toujours recommencée : la vie individuelle est différenciation dans la mesure où elle est intégration ; il y a ici une relation complémentaire qui ne peut perdre un de ses deux termes sans cesser d'exister elle-même en se commuant en une fausse différenciation, qui est en réalité une activité esthétique par laquelle, à l'intérieur d'une personnalité dissociée, chaque choix est connu comme choix par la conscience du sujet, et devient une information à intégrer, alors qu'il était une énergie à différencier : c'est le choix qui est choisi, plus que l'objet du choix ; l'orientation affective perd son pouvoir relationnel à l'intérieur d'un être dont le choix constitue toute l'activité relationnelle, prenant appui en quelque sorte sur elle-même dans sa réactivité. Le choix doit être éminemment discontinu pour représenter une véritable différenciation ; un choix continu, chez un sujet conscient du fait qu'il choisit, est en réalité un mixte de choix et d'information ; de cette simultanéité du choix et de l'information résulte l'élimination de l'élément de discontinuité caractéristique de l'action : une action mêlée d'information par une récurrence de cette espèce devient en réalité une existence mixte, à la fois continue et discontinue, quantique, procédant par sauts brusques qui introduisent un revirement dans la conscience ; une action de ce type ne peut aboutir à une véritable affectivité constructive, mais seulement à une stabilité précaire, dans laquelle une illusion de choix est donnée par une récurrence qui aboutit à des oscillations de relaxation. La relaxation diffère du choix constructif en ce que le choix ne ramène jamais le sujet à des états antérieurs, tandis que la relaxation ramène périodiquement le sujet à un état neutre qui est le même que les états neutres antérieurs ; un sentiment tel que celui de l'absurde vide (que nous cherchons à distinguer de l'absurde mystérieux) correspond précisément à cet état de retour au néant, dans lequel toute réactivité ou récurrence est abolie par une inactivité et une absence d'information absolues ; c'est que, dans cet état, l'activité valorise l'information, et l'absence d'activité cause un vide complet de l'information : si des éléments d'information se présentent alors venant de l'extérieur, ils sont délaissés comme absurdes parce que non valorisés ; ils ne sont pas qualifiés, parce que l'affectivité directe du sujet ne joue plus et a été remplacée par une récurrence de l'information et de l'action. Cette existence est le caractère de tout esthétisme ; le sujet en état d'esthétisme est un sujet qui a remplacé son affectivité par une réactivité de l'action et de l'information selon un cycle fermé, incapable d'admettre une action nouvelle ou une information nouvelle. En un certain sens, on pourrait traiter l'esthétisme comme une fonction vicariante de l'affectivité ; mais l'esthétisme détruit le recours à l'affectif en constituant un type d'existence qui élimine les circonstances dans lesquelles une véritable action ou une véritable information pourraient prendre naissance ; la série temporelle est remplacée par une série d'unités cyclochroniques qui se succèdent sans se continuer, et réalisent une fermeture du temps, selon un rythme itératif. Toute artificialité, renonçant à l'aspect créateur du temps vital, devient condition d'esthétisme, même si cet esthétisme n'emploie pas la construction de l'objet pour réaliser le retour de causalité de l'action à l'information, et se contente plus simplement d'un recours à une action qui modifie de manière itérative les conditions d'appréhension du monde.

## 2. Les niveaux successifs d'individuation : vital, psychique, transindividuel

Comment le psychique et le vital se distinguent-ils l'un de l'autre ? Selon cette théorie de l'individuation, le psychique et le vital ne se distinguent pas comme deux substances, ni même comme deux fonctions parallèles ou superposées ; le psychique intervient comme un ralentissement de l'individuation du vivant, une amplification néoténique de l'état premier de cette genèse ; il y a psychisme quand le vivant ne se concrétise pas complètement, conserve une dualité interne. Si l'être vivant pouvait être entièrement apaisé et satisfait en lui-même, dans ce qu'il est en tant qu'individu individué, à l'intérieur de ses limites somatiques et par la relation au milieu, il n'y aurait pas d'appel au psychisme ; mais c'est lorsque la vie, au lieu de pouvoir recouvrir et résoudre en unité la dualité de la perception et de l'action, devient parallèle à un ensemble composé par la perception et l'action, que le vivant se problématise. Tous les problèmes du vivant ne peuvent pas être résolus par la transductivité simple de l'affectivité régulatrice ; quand l'affectivité ne peut plus intervenir comme pouvoir de résolution, quand elle ne peut plus opérer cette transduction qui est une individuation perpétuée à l'intérieur du vivant déjà individué, l'affectivité quitte son rôle central dans le vivant et se range auprès des fonctions perceptivo-actives ; une problématique perceptivo-active et une problématique affectivo-émotionnelle emplissent alors le vivant ; l'appel à la vie psychique est comme un ralentissement du vivant qui le conserve en état métastable et tendu, riche en potentiels<sup>6</sup>. La différence essentielle entre la simple vie et le psychisme consiste en ce que l'affectivité ne joue pas le même rôle dans ces deux modes d'existence ; dans la vie, l'affectivité a une valeur régulatrice ; elle surmonte les autres fonctions et assure cette permanente individuation qui est la vie même ; dans le psychisme, l'affectivité est débordée ; elle pose des problèmes au lieu d'en résoudre, et laisse non résolus ceux des fonctions perceptivo-actives. L'entrée dans l'existence psychique se manifeste essentiellement comme l'apparition d'une problématique nouvelle, plus haute, plus difficile, qui ne peut recevoir aucune véritable solution à l'intérieur de l'être vivant proprement dit, conçu à l'intérieur de ses limites comme être individué ; la vie psychique n'est donc ni une sollicitation ni un réarrangement supérieur des fonctions vitales, qui continuent à exister sous elle et avec elle, mais une nouvelle plongée dans la réalité préindividuelle, suivie d'une individuation plus primitive. Entre la vie du vivant et le psychisme, il y a l'intervalle d'une individuation nouvelle ; le vital n'est pas une matière pour le psychique ; il n'est pas nécessairement repris et réassumé par le psychisme, car le vital a déjà son organisation, et le psychisme ne peut guère que le dérégler en essayant d'intervenir en lui. Un psychisme qui essaye de se constituer en assumant du vital et en le prenant pour matière afin de lui donner forme n'aboutit qu'à des malformations et à une illusion de fonctionnement.

6. Ceci ne signifie pas qu'il y ait des êtres seulement vivants et d'autres vivants et pensants : il est probable que les animaux se trouvent parfois en situation psychique. Seulement, ces situations qui conduisent à des actes de pensée sont moins fréquentes chez les animaux. L'homme, disposant de possibilités psychiques plus étendues, en particulier grâce aux ressources du symbolisme, fait plus souvent appel au psychisme ; c'est la situation purement vitale qui est chez lui exceptionnelle, et pour laquelle il se sent plus démuné. Mais il n'y a pas là une nature, une essence permettant de fonder une anthropologie ; simplement, un seuil est franchi : l'animal est mieux équipé pour vivre que pour penser, et l'homme pour penser que pour vivre. Mais l'un et l'autre vivent et pensent, de façon courante ou exceptionnelle.

En fait, le véritable psychisme apparaît lorsque les fonctions vitales ne peuvent plus résoudre les problèmes posés au vivant, lorsque cette structure triadique des fonctions perceptives, actives et affectives n'est plus utilisable. Le psychisme apparaît ou tout au moins est postulé lorsque l'être vivant n'a plus en lui-même assez d'être pour résoudre les problèmes qui lui sont posés. On ne doit pas s'étonner de trouver à la base de la vie psychique des motivations purement vitales : mais on doit remarquer qu'elles existent à titre de problèmes et non de forces déterminantes, ou directrices : elles n'exercent donc pas un déterminisme constructif sur la vie psychique qu'elles appellent à exister : elles la provoquent mais ne la conditionnent pas positivement. Le psychisme apparaît comme un nouvel étage d'individuation de l'être, qui a pour corrélatif, dans l'être, une incompatibilité et une sursaturation ralentissante des dynamismes vitaux, et, hors de l'être en tant qu'individu limité, un recours à une nouvelle charge de réalité préindividuelle capable d'apporter à l'être une réalité nouvelle ; le vivant s'individue plus précocement, et il ne peut s'individuer en étant à lui-même sa propre matière, comme la larve qui se métamorphose en se nourrissant d'elle-même ; le psychisme exprime du vital, et, corrélativement, une certaine charge de réalité préindividuelle.

Une telle conception du rapport entre l'individuation vitale et l'individuation psychique conduit à se représenter l'existence du vivant comme jouant le rôle d'une souche pour l'individuation psychique, mais non d'une matière par rapport à laquelle le psychisme serait une forme. Elle exige par ailleurs que l'on fasse l'hypothèse suivante : l'individuation n'obéit pas à une loi de tout ou rien : elle peut s'effectuer de manière quantique, par sauts brusques, et une première étape d'individuation laisse autour de l'individu constitué, associée à lui, une certaine charge de réalité préindividuelle, que l'on peut nommer nature associée, et qui est encore riche en potentiels et en forces organisables.

Entre vital et psychique existe donc, lorsque le psychique apparaît, une relation qui n'est pas de matière à forme, mais d'individuation à individuation ; l'individuation psychique est une dilatation, une expansion précoce de l'individuation vitale.

Il résulte d'une pareille hypothèse que l'entrée dans la voie de l'individuation psychique oblige l'être individué à se dépasser : la problématique psychique, faisant appel à de la réalité préindividuelle, aboutit à des fonctions et à des structures qui ne s'achèvent pas à l'intérieur des limites de l'être individué vivant ; si l'on nomme individu l'organisme vivant, le psychique aboutit à un ordre de réalité transindividuelle ; en effet, la réalité préindividuelle associée aux organismes vivants individués n'est pas découpée comme eux et ne reçoit pas de limites comparables à celles des individus vivants séparés ; lorsque cette réalité est saisie dans une nouvelle individuation amorcée par le vivant, elle conserve une relation de participation qui rattache chaque être psychique aux autres êtres psychiques ; le psychique est du transindividuel naissant ; il peut apparaître pendant un certain temps comme du psychique pur, réalité dernière qui pourrait consister en elle-même ; mais le vivant ne peut emprunter à la nature associée des potentiels produisant une nouvelle individuation sans entrer dans un ordre de réalité qui le fait participer à un ensemble de réalité psychique dépassant les limites du vivant ; la réalité psychique n'est pas fermée sur elle-même. La problématique psychique ne peut se résoudre de manière intra-individuelle. L'entrée dans la réalité psychique est une entrée dans une voie transitoire, car la résolution de la problématique psychique intra-individuelle (celle de la perception et celle de l'affectivité) amène au niveau du transindividuel ; les structures et les fonctions complètes résul-

tant de l'individuation de la réalité préindividuelle associée à l'individu vivant ne s'accomplissent et ne se stabilisent que dans le collectif. La vie psychique va du pré-individuel au collectif. Une vie psychique qui voudrait être intra-individuelle n'arriverait pas à surmonter une disparation fondamentale entre la problématique percepti-ve et la problématique affective<sup>7</sup>. L'être psychique, c'est-à-dire l'être qui accomplit le plus complètement possible les fonctions d'individuation en ne limitant pas l'individuation à cette première étape du vital, résout la disparation de sa problématique interne dans la mesure où il participe à l'individuation du collectif. Ce collectif, réalité transindividuelle obtenue par individuation des réalités préindividuelles associées à une pluralité de vivants, se distingue du social pur et de l'interindividuel pur ; le social pur existe, en effet, dans les sociétés animales ; il ne nécessite pas pour exister une nouvelle individuation dilatant l'individuation vitale ; il exprime la manière dont les vivants existent en société ; c'est l'unité vitale au premier degré qui est directement sociale ; l'information qui est attachée aux structures et aux fonctions sociales (par exemple la différenciation fonctionnelle des individus dans la solidarité organique des sociétés animales) manque aux organismes individués en tant qu'organismes. Cette société suppose comme condition d'existence l'hétérogénéité structurale et fonctionnelle des différents individus en société. Au contraire le collectif transindividuel groupe des individus homogènes ; même si ces individus présentent quelque hétérogénéité, c'est en tant qu'ils ont une homogénéité de base que le collectif les groupe, et non pas en tant qu'ils sont complémentaires les uns par rapport aux autres dans une unité fonctionnelle supérieure. Société et transindividualité peuvent d'ailleurs exister en se superposant dans le groupe comme le vital et le psychique se superposent dans la vie individuelle. Le collectif se distingue de l'interindividuel en tant que l'interindividuel ne nécessite pas de nouvelle individuation dans les individus entre lesquels il s'institue, mais seulement un certain régime de réciprocité et d'échanges qui supposent des analogies entre les structures intra-individuelles et non une mise en question des problématiques individuelles. La naissance de l'interindividuel est progressive et ne suppose pas la mise en jeu de l'émotion, capacité de l'être individué de se désindividualiser provisoirement pour participer à une individuation plus vaste. L'interindividualité est un échange entre des réalités individuées qui restent à leur même niveau d'individuation, et qui cherchent dans les autres individus une image de leur propre existence parallèle à cette existence. L'adjonction d'un certain coefficient d'interindividualité à une société peut donner l'illusion de transindividualité, mais le collectif n'existe véritablement que si une individuation l'institue. Il est historique.

## II. – FORME SPÉCIFIQUE ET SUBSTANCE VIVANTE

### 1. Insuffisance de la notion de forme spécifique ; notion d'individu pur ; caractère non univoque de la notion d'individu

La vie peut exister sans que les individus soient séparés les uns des autres, anatomiquement et physiologiquement, ou seulement physiologiquement. Comme type de ce

7. C'est cette disparation qui est traitée comme information et que le psychisme fait apparaître.

genre d'existence, nous pouvons prendre les Cœlentérés, dans le règne animal ; ces êtres se caractérisent par le fait qu'ils n'ont pas de cavité générale ; celle qui creuse leur corps et se prolonge en canaux plus ou moins compliqués est une cavité digestive. Leur symétrie est radiaire, les organes se répétant autour de l'axe qui passe par la bouche. La plupart des Cœlentérés sont aptes à bourgeonner et à former ces colonies ; les individus formés par bourgeonnement sont nommés les blastozoïtes, et peuvent rester en communication avec l'être initial nommé oozoïte parce qu'il est né d'un œuf ; les Coraux, les Hydroïdes, les Gorgones forment des colonies très nombreuses. Or, des formations continues peuvent apparaître entre les individus, constituant une unité matérielle solide de la colonie ; c'est ce qui se voit chez les Polypiers réunis en colonie, lorsque le cœnenchyme comble les espaces séparant les individus ; ce dépôt de calcaire, compact ou spongieux, fait perdre au Polypier sa forme rameuse et lui donne un aspect massif ; les individus n'apparaissent plus que par leurs calices ouverts au niveau de la surface commune de la colonie. Un cœnosarque réunit alors les individus d'une même colonie, donnant naissance aux individus nouveaux par bourgeonnement et sécrétant le cœnenchyme. Dans certaines formations en colonie, les individus manifestent une différenciation qui aboutit à faire d'eux en quelque manière des organes : les uns ont un rôle nutritif, les autres un rôle défensif, les autres un rôle sexuel, et l'on pourrait affirmer en quelque manière que la véritable individualité se trouve transférée à la colonie s'il ne subsistait un résidu inexpugnable d'individualité chez les êtres différenciés qui composent la colonie, à savoir l'absence de synchronisme dans les naissances et les morts particulières ; temporellement, il reste une distinction entre les individus que n'abolit pas le haut degré de solidarité de leurs relations complémentaires. Certes, on pourrait dire que dans un organisme supérieur aussi il existe des naissances et morts particulières de cellules ; mais ce qui naît et ce qui meurt sans synchronisme, chez cet animal supérieur, n'est pas l'organe, mais le constituant de l'organe, la cellule élémentaire<sup>8</sup>. Nous voudrions montrer que le critère qui permet de reconnaître l'individualité réelle, ici, n'est pas la liaison ou la séparation matérielle, spatiale, des êtres en société ou en colonie, mais la possibilité de vie à part, de migration hors de l'unité biologique première. La différence qui existe entre un organisme et une colonie réside dans le fait que les individus d'une colonie peuvent mourir l'un après l'autre et être remplacés sans que la colonie périclite ; c'est la non-immortalité qui fait l'individualité ; chaque individu peut être traité comme un quantum d'existence vivante ; la colonie, au contraire, ne possède pas ce caractère quantique ; elle est en quelque manière continue dans son développement et son existence. C'est le caractère thanatologique qui marque l'individualité. A ce compte on devrait dire que l'Amibe, ainsi qu'un grand nombre d'Infusoires, ne sont pas, à parler strictement, de véritables individus ; ces êtres sont capables de régénération par échange d'un noyau avec un autre être, et peuvent pendant longtemps se reproduire par scission en deux parties ; certaines Holothuries peuvent également se diviser en une pluralité de segments lorsque les conditions de vie deviennent mauvaises, chaque segment reconstituant par la suite une unité complète, c'est-à-dire une Holothurie semblable à la précédente. Dans ce cas, il n'y a pas à proprement parler de distinction entre les individus et l'espèce ; les individus ne meurent pas mais se divisent. L'individualité n'apparaît qu'avec la mort des êtres ; elle en est le corrélatif. Une étude de la vie préindi-

8. Ce qui suppose trois niveaux de composition – organisme, organe, cellule.

viduelle présente un intérêt théorique, car le passage de ces systèmes préindividuels d'existence aux systèmes individuels permet de saisir le ou les corrélatifs de l'individuation, et leur signification biologique ; en particulier, le vaste domaine des Cœlentérés manifeste une zone de transition entre les systèmes non individués de vie et les systèmes totalement individués ; l'étude de ces mixtes permet d'établir de précieuses équivalences fonctionnelles entre systèmes individués et systèmes non individués à un même niveau d'organisation biologique et dans des circonstances à peu près équivalentes, soit en une même espèce, soit d'une espèce à une espèce très voisine.

Un point intéressant, qui mérite d'être noté avant une étude générale, est le suivant : c'est la reproduction sexuée qui semble associée le plus directement au caractère thanatologique individuel, dès ce niveau : en effet, les colonies de Cœlentérés pondent, dans certains cas, des œufs qui donnent des Méduses, et c'est par ces Méduses que la reproduction est assurée ; mais, dans certains cas c'est un individu qui se détache tout entier de la colonie, et qui va pondre au loin après avoir mené une vie détachée, puis meurt, alors que se fonde une nouvelle colonie par bourgeonnement sur un individu-souche sorti de cet œuf ; il existe ainsi un individu libre, pouvant mourir, entre deux colonies susceptibles d'un développement indéfini dans le temps ; l'individu joue ici, par rapport aux colonies, un rôle de propagation transductive ; à sa naissance il émane d'une colonie, avant sa mort il engendre le point de départ d'une nouvelle colonie, après un certain déplacement dans le temps et dans l'espace. L'individu ne fait pas partie d'une colonie ; il s'insère entre deux colonies sans être intégré dans aucune, et sa naissance et sa fin s'équilibrent dans la mesure où il émane d'une communauté mais en engendre une autre ; *il est relation*<sup>9</sup>. Or, une telle fonction est très difficile à percevoir au niveau supérieur et hautement différencié, car l'individu, dans les formes individuées des systèmes de vie, est en fait un mixte : il résume en lui deux choses : le caractère de pure individualité, comparable à celui que l'on voit en œuvre dans la relation entre deux colonies, et le caractère de vie continue, qui correspond à la fonction de simultanéité organisée telle que nous la voyons en œuvre dans une colonie ; les instincts de l'individu et ses tendances définissent la distinction entre ces deux fonctions qui pourraient ne pas être représentées ensemble dans l'être ; les instincts, en effet, sont relatifs à l'individu pur, en tant qu'il est ce qui transmet à travers le temps et l'espace l'activité vitale ; les tendances, au contraire, quotidiennes et continues, ne possèdent pas cet aspect d'irréversibilité de la nature créatrice que les instincts définissent par des « coups d'aiguillons » successifs, qui déplacent l'individu constitué et peuvent être en contradiction avec ses tendances ; les tendances sont du continu, du commun aussi, car il peut y avoir aisément synergie entre les tendances, communes à un très grand nombre d'individus, tandis que les instincts peuvent être beaucoup plus atypiques dans la mesure même où ils correspondent à une fonction de transfert de l'individu et non à une intégration dans la communauté vitale ; les instincts peuvent même être en apparence dévitalisants, parce que précisément ils ne font pas partie de la continuité quotidienne de l'existence ; les instincts se manifestent généralement par leur caractère de conséquence sans prémisses ; ils font apparaître, en effet, un dynamisme transductif qui n'emprunte rien à la continuité des tendances, et qui peut même l'inhiber ; les communautés humaines édifient tout un système de

9. Cette relation est amplificatrice, car une colonie peut émettre plusieurs individus capables d'engendrer une colonie complète.

défense contre les pulsions instinctives, en cherchant à définir les tendances et les instincts en termes univoques, comme s'ils étaient de même nature ; c'est là qu'est l'erreur ; en effet, si les tendances et les instincts sont de même nature, il devient impossible de distinguer le caractère transductif<sup>10</sup> de celui de l'appartenance à une société ; les manifestations de l'instinct sexuel sont par exemple traitées comme le témoignage de l'existence d'une tendance, et on vient alors à parler d'un besoin sexuel ; le développement de certaines sociétés incite peut-être à confondre besoins et tendances dans l'individu, car l'hyperadaptation à la vie communautaire peut se traduire par l'inhibition des instincts au profit des tendances ; les tendances, en effet, étant du continu et par conséquent du stable, sont intégrables à la vie communautaire, et constituent même un moyen d'intégration de l'individu, qui est incorporé à la communauté par ses besoins nutritifs, défensifs, et par ce qui fait de lui un consommateur et un utilisateur. La doctrine de Freud ne distingue pas assez nettement les instincts des tendances. Elle semble considérer l'individu de manière univoque, et quoi qu'elle distingue en lui, du point de vue structural et dynamique, un certain nombre de zones, elle laisse subsister l'idée que l'individu peut aboutir à une intégration complète par la construction du surmoi, comme si l'être pouvait découvrir une condition d'unité absolue dans le passage à l'acte de ses virtualités ; trop hylémorphique, cette doctrine ne peut rendre compte d'une dualité essentielle à l'individu que par le recours à une aliénation inhibitrice, le rapport à l'espèce ne pouvant être conçu que comme inclusion de l'individu ; mais l'entéléchie aristotélicienne ne peut rendre compte de tout le sens de l'individu, et laisse de côté l'aspect proprement instinctif, par lequel l'individu est une transduction qui s'opère et non une virtualité qui s'actualise. Même si l'on doit dire que le métaphysique est encore du physiologique, il faut reconnaître l'aspect de dualité de l'individu, et caractériser par sa fonctionnalité transcommunautaire cette existence des pulsions instinctives. Le caractère thanatologique de l'individu est incompatible avec les tendances quotidiennes, qui peuvent dissimuler ce caractère ou différer son existence manifeste, mais non l'anéantir. C'est pourquoi une analyse psychique doit tenir compte du caractère complémentaire des tendances et des instincts dans l'être que nous nommons individu, et qui est, en fait, dans toutes les espèces individuées, un mixte de continuité vitale et de singularité instinctive, transcommunautaire. Les «deux natures» que les moralistes classiques rencontrent dans l'homme ne sont pas un artefact, ni la traduction d'un dogme créationiste mythologique dans le plan de l'observation courante ; la facilité serait en fait ici du côté du monisme biologique des tendances, selon une pensée opératoire qui croit avoir assez fait en définissant l'individu comme l'être non analysable qui ne peut être objet de conscience que par son inclusion dans l'espèce. En fait la doctrine d'Aristote, prototype de tous les vitalismes, provient d'une interprétation de la vie axée sur les espèces «supérieures», c'est-à-dire totalement individuées ; il ne pouvait en être autrement en un temps où les espèces dites inférieures étaient difficilement observables. Aristote tient compte de certaines espèces de Cœlentérés et de Vers, mais surtout pour discuter les caractères d'inhérence de l'âme au corps selon la totalité ou partie par partie, chez les Annélides marins qui peuvent se régénérer après section accidentelle, et dont les deux segments conti-

10. Qui est, dans l'individu, l'expression de la discontinuité, de la singularité originelle traduite en comportement, et essentiellement l'instrument du pouvoir amplificateur par propagation transductive qui caractérise l'individuation.

nent à vivre. En fait, le modèle des vivants est dans les formes supérieures, et, comme «les êtres ne veulent pas être mal gouvernés», l'aspiration de tous les êtres vers une forme unique incite Aristote à tenir compte avant tout des formes supérieures. Ce n'est pas le vitalisme proprement dit qui a conduit à confondre les instincts et les tendances, mais un vitalisme fondé sur une inspection partielle de la vie, et qui valorise les formes les plus proches de l'espèce humaine, en constituant un anthropocentrisme de fait, plus encore qu'un vitalisme proprement dit.

Par ailleurs, un vitalisme qui ignore la distinction entre les fonctions relatives aux tendances et celles qui sont relatives à l'instinct ne peut établir de différence entre les fonctions en elles-mêmes et les dynamismes structuraux qui permettent l'exercice de ces fonctions en maintenant la stabilité de ces caractères vitaux ; ainsi, «l'instinct de mort»<sup>11</sup> ne peut être considéré comme le symétrique de l'instinct de vie ; il est, en effet, la limite dynamique de l'exercice de cet instinct, et non un autre instinct ; il apparaît comme la marque d'une frontière temporelle au-delà de laquelle cet instinct positif ne s'exerce plus parce que le rôle transductif de l'individu isolé est achevé, soit parce qu'il est accompli, soit parce qu'il a échoué et que le quantum de durée de l'individu pur est épuisé ; il marque la fin du dynamisme de l'individu pur. La tendance de l'être à persévérer dans son être, au sens du *conatus* spinoziste, fait partie d'un ensemble instinctif qui conduit à «l'instinct de mort». C'est en ce sens que l'on peut découvrir une relation de l'instinct génésique et de l'instinct de mort, car ils sont fonctionnellement homogènes. L'instinct génésique et l'instinct de mort sont, au contraire, hétérogènes par rapport aux différentes tendances, qui sont du continu et de la réalité socialement intégrable<sup>12</sup>. A l'alternance du stade individuel et de la colonie fait place, chez les espèces supérieures, la simultanéité de la vie individuelle et de la société, ce qui complique l'individu, en mettant en lui un double faisceau de fonctions individuelles (instinct) et sociales (tendances).

## 2. L'individu comme polarité ; fonctions de genèse interne et de genèse externe

La méthode qui se dégage de ces considérations préliminaires exige que l'on ne soit pas d'abord préoccupé d'ordonner hiérarchiquement les niveaux des systèmes vitaux, mais qu'on les distingue pour voir quelles sont les équivalences fonctionnelles qui permettent de saisir la réalité vitale à travers ces différents systèmes, en développant tout l'éventail des systèmes vitaux, au lieu de classer pour hiérarchiser. Selon notre hypothèse initiale, la vie se déploie par transfert et néoténisation ; l'évolution est une transduction plus qu'un progrès continu ou dialectique. Les fonctions vitales doivent être étudiées selon une méthode d'équivalence posant le principe selon lequel il peut y avoir équivalence de structures et d'activités fonctionnelles. Une relation d'équivalence peut être décelée, des formes préindividuelles aux formes individualisées, en passant par les formes mixtes qui comportent individualité et transindividualité alter-

11. Cette expression est souvent employée par Freud, surtout après la guerre de 1914-1918.

12. De ce point de vue, il serait intéressant de considérer les formes animales supérieures comme provenant de la *néoténisation* des espèces inférieures en lesquelles le stade de vie individuelle correspond à la fonction de reproduction amplificatrice, tandis que le stade de vie *en colonie* correspond à l'aspect homéostatique, continu. Dans les espèces supérieures, ce sont les individus qui vivent en société : les deux stades et les deux manières d'être deviennent simultanés.

nantes, selon les conditions extérieures ou intérieures de la vie. On doit supposer d'autre part qu'il existe une relative solidarité des espèces, rendant une hiérarchisation assez abstraite, tout au moins quand elle ne tient compte que des caractères anatomo-physiologiques de l'individu ; une étude rationnelle des espèces devrait intégrer une sociologie de chacune des espèces.

Il est, certes, difficile de définir en quelque manière dans l'abstrait une méthode pour l'étude de l'individuation vitale ; cependant, il semble que cette hypothèse de la dualité fonctionnelle permette de rendre compte des deux types de relations et des deux genres de limites que l'on découvre dans l'individu ; en un premier sens, l'individu peut être traité comme être particulier, parcellaire, membre actuel d'une espèce, fragment détachable ou non actuellement détachable d'une colonie ; en un second sens, l'individu est ce qui est capable de transmettre la vie de l'espèce, et constitue le dépositaire des caractères spécifiques, même s'il ne doit jamais être appelé à les actualiser en lui-même ; porteur de virtualités qui ne prennent pas nécessairement pour lui un sens d'actualité, il est limité dans l'espace, et aussi limité dans le temps ; il constitue alors un quantum de temps pour l'activité vitale, et sa limite temporelle est essentielle à sa fonction de relation. Souvent, cet individu est libre dans l'espace, car il assure le transport des germes spécifiques de l'espèce, et sa brièveté temporelle a pour contrepartie son extrême mobilité spatiale. Selon la première forme d'existence, au contraire, l'individu est une parcelle d'un tout actuellement existant, dans lequel il s'insère et qui le limite spatialement ; comme être parcellaire, l'individu possède une structure qui lui permet de s'accroître ; il est polarisé à l'intérieur de lui-même, et son organisation lui permet d'incorporer de la matière alimentaire, soit par autotrophie, soit en partant de substances déjà élaborées ; c'est en tant qu'être parcellaire que l'individu possède un certain schéma corporel selon lequel il s'accroît par différenciation et spécialisation qui déterminent les parties au cours de leur croissance progressive à partir de l'œuf ou du bourgeon primitif ; certaines études sur la régénération, et en particulier celles qui ont été consacrées à la Planaire d'eau douce, montrent que la capacité de régénération provient d'éléments qui conservent une capacité germinative même quand l'individu est adulte, et que ces éléments ont une parenté avec les cellules sexuelles ; cependant, la capacité de développement ne suffit pas à expliquer la régénération, même si l'on fait intervenir l'action d'une substance hypothétique comme l'organisme, destinée à expliquer l'induction exercée par un élément terminal, par exemple une tête que l'on peut greffer n'importe où sur le corps d'un Plathelminthe ; pour que cette induction puisse s'exercer, il faut qu'un certain nombre d'éléments secondaires, incluant sans doute des mécanismes physiques et des dynamismes hormonaux, soient présents ; mais il faut surtout que depuis la segmentation de l'œuf intervienne un principe d'organisation et de détermination qui aboutit à la production des différents organes de l'être. C'est ce principe de détermination spatiale qui ne peut être confondu avec le principe de production au dehors d'autres êtres, soit par bourgeonnement, soit par reproduction sexuée ; même si certaines cellules peuvent indistinctement servir à la régénération de l'être particulier ou engendrer d'autres êtres, même s'il y a liaison entre la régénération et la reproduction, il intervient une différence d'orientation dans la manière dont cette activité fondamentale s'exerce, soit vers l'intérieur, soit vers l'extérieur ; c'est même là le critère qui permet de distinguer la préindividualité de l'individualité proprement dite, car à l'état de préindividualité ces deux fonctions sont soudées, et le même être peut être considéré comme organisme, société, ou colonie ; la reproduction par scissi-

parité est un phénomène à la fois de modification du schéma corporel de l'individu parcellaire et de reproduction ; le bourgeonnement est encore assez partiellement un mixte des deux types de génération, croissance et reproduction proprement dite ; mais lorsqu'on monte dans la série animale, cette distinction entre les deux générations devient de plus en plus nette : au niveau des mammifères par exemple, la distinction devient si nette qu'elle est compensée par une relation d'extériorité entre le jeune et le parent, assez semblable à un parasitage, interne d'abord, externe ensuite, par la gestation, puis par l'allaitement ; la femelle est un être apte à être parasité, et un parasitage quelconque peut créer chez un mâle l'apparition de caractères sexuels femelles, comme l'a montré l'étude du Crabe sacculiné. Tout se passe comme si les formes complexes nécessitaient une rigoureuse distinction entre les fonctions de genèse externe et celles de genèse interne. La genèse externe, ou reproduction, fait en effet intervenir une fonction amplificatrice éminemment liée à l'opération d'individuation ; la simple croissance, pouvant exister en régime continu, appartient au contraire à la colonie et ne nécessite pas l'individuation.

Cette distinction est réalisée par le détachement extrêmement précoce du jeune qui, au lieu de se développer comme un bourgeon, est un être indépendant, parasite du parent, mais entièrement distinct de lui dans son organisation interne ; la gestation correspond à cette séparation anatomique compensée par une relation nutritive ; la quantité de matière organisée qui se détache du corps d'un Mammifère pour former un œuf est moins considérable que celle qui se détache d'un Oiseau. La gestation, permettant la séparation anatomique du jeune, tout en maintenant la relation alimentaire, autorise le ralentissement de la croissance du jeune, et accentue la fœtalisation, selon l'hypothèse de Bolk, qui voit dans ce principe une des raisons de l'évolution ; la maturation moins rapide de l'individu lui permet de se consacrer à une plus longue formation par apprentissage, au temps où les centres nerveux sont encore réceptifs, c'est-à-dire avant l'âge adulte. Or, si nous considérons ces divers caractères des organisations vitales, nous voyons que les deux fonctions de l'individu conservent leur distinction, et que cette distinction s'accuse lorsque l'individu se perfectionne ; dans une organisation vitale simple, ces fonctions sont antagonistes ; elles ne peuvent être que successivement remplies, ou confiées à des formes différentes<sup>13</sup> ; quand l'individu est assez développé, il peut assurer l'accomplissement simultané des deux fonctions, grâce à une séparation plus complète des opérations relatives à chacune ; alors la reproduction devient le fait de tous les individus, qui possèdent également l'exercice des autres fonctions. L'individu est donc le système de compatibilité de ces deux fonctions antagonistes qui correspondent, l'une, à l'intégration dans la communauté vitale, et l'autre, à l'activité amplificatrice de l'individu par laquelle il transmet la vie en engendrant des jeunes. L'organisation interne correspond à un autre type d'être que la reproduction ; dans les espèces totalement individualisées, l'organisation actuelle et la reproduction sont réunies dans le même être ; fonctions somatiques et fonctions germinales se trouvent compatibilisées dans l'existence individuelle, le stade de la vie en colonie ayant disparu.

Pour ces différentes raisons, nous distinguerons trois systèmes vitaux : la vie pré-individuelle pure, dans laquelle les fonctions somatiques et germinales ne sont pas

13. On peut faire un rapprochement entre la pluralité de stades de développement de l'individu (larve, nymphe, stade imaginal) et l'alternance individu-colonie.

distinctes, comme chez certains Protozoaires, et en partie chez les Spongiaires ; les formes méta-individuelles, dans lesquelles les fonctions somatiques et germinales sont distinctes mais nécessitent pour s'accomplir une spécialisation de l'action individuelle qui engage une spécialisation de l'individu selon les fonctions somatiques ou les fonctions germinales ; enfin, les formes totalement individualisées, dans lesquelles les fonctions germinales sont dévolues aux mêmes individus que ceux qui exercent les fonctions somatiques ; il n'y a plus alors de colonie, mais une communauté ou société. On peut trouver des formes transitoires entre ces trois groupes, en particulier dans les sociétés d'insectes, qui sont souvent constituées grâce à la différenciation organique de leurs membres dont certains sont reproducteurs, d'autres guerriers, d'autres ouvriers ; dans certaines sociétés, l'âge dans le développement individuel intervient comme principe de sélection entre les différentes fonctions qui sont ainsi successivement accomplies, ce qui est un principe d'unité exigeant une plus faible complexité des structures individuelles que lorsque l'individu accomplit simultanément les fonctions somatiques et les fonctions germinales. En ce sens, on peut considérer les formes de vie uniquement représentées par des êtres individuels comme équivalant à des formes alternantes (colonie et individu séparé) dans lesquelles le passage au stade de la colonie ne se produirait jamais, l'individu séparé engendrant d'autres individus au lieu de fonder une colonie qui émettra des individus séparés. Dans la forme alternante, la colonie est comme l'achèvement de l'individu ; l'individu est *plus jeune* que la colonie, et la colonie est l'état adulte *après* l'individu, comparable *mutatis mutandis* à une larve de colonie. Dès lors, quand l'individu, au lieu de fonder une colonie, se reproduit sous forme d'individu, les fonctions vitales de continuité (nutrition, croissance, différenciation fonctionnelle) doivent être remplies par une nouvelle couche de comportements de l'individu, les comportements sociaux.

### 3. Individuation et reproduction

La fonction essentielle de l'individu vivant, en tant qu'individu, distinct d'une colonie, est l'amplification, la propagation discontinue, par exemple avec changement de lieu. On peut se demander alors quel est le sens de la reproduction. L'individu immortel peut-il exister ? La mort est l'aboutissement fatal de tout organisme pluricellulaire, mais elle résulte de son fonctionnement, et non d'une propriété intrinsèque de la matière vivante. Pour Rabaud, la propriété intrinsèque de la matière vivante réside dans «cet incessant processus de destruction et de reconstruction en fonction des échanges avec l'extérieur, qui constitue le métabolisme» (*Zoologie biologique*, IV<sup>e</sup> partie, p. 475). Si, dans un organisme unicellulaire, la reconstruction compensait la destruction, le processus s'effectuant de telle sorte que les produits non assimilés ne s'accumulent pas au point de gêner le fonctionnement, l'organisme resterait indéfiniment comparable à lui-même.

Cependant, selon Rabaud, cette illusion de l'individu immortel ne correspond qu'à une construction de l'esprit ; deux faits modifient l'individu : le premier est que le métabolisme s'effectue dans des conditions constamment changeantes ; de la reconstruction de la matière vivante ne résultent pas, forcément, des masses nouvelles de protoplasme identiques aux précédentes, parce que la quantité et la qualité des matériaux mis en présence, l'intensité et la nature des influences externes, varient sans trêve. Le second fait est que les rapports qui existent entre les éléments composant la

masse individuelle changent au gré des influences et leur changement aboutit parfois à une sorte de déséquilibre ; tel est en particulier le rapport nucléo-plasmique, c'est-à-dire celui qui s'établit entre la masse du noyau et celle du cytoplasme<sup>14</sup>.

C'est ce rapport qui gouverne la reproduction. Rabaud veut montrer que la reproduction de l'individu ne fait intervenir aucune finalité, et s'explique de manière purement causale. Il convient d'étudier cette explication, pour apprécier en quelle mesure le déséquilibre causant la mort diffère du déséquilibre causant la reproduction. Car il convient de remarquer que la profonde modification qui affecte l'individu dans la reproduction n'est pas la même que dans la mort ; même si, par une scission en deux individus nouveaux d'égale taille, l'individu perd son identité, il devient autre, puisque deux individus remplacent maintenant l'individu unique, mais il ne meurt pas ; aucune matière organique ne se décompose ; il n'y a pas de cadavre, et la continuité entre l'individu unique et les deux individus auxquels il a donné naissance est complète. Il y a ici non pas une fin, mais une transformation de la topologie de l'être vivant, qui fait apparaître deux individus au lieu d'un seul.

Rabaud établit que c'est uniquement la valeur du rapport nucléoplasmique qui fait que la cellule se divise en deux parties indépendantes, quel que soit le volume de la cellule, sans aucune intervention d'une influence mystérieuse. Une analyse de la reproduction chez les Métazoaires permet de l'affirmer clairement, en raison de la relative simplicité anatomique des individus qui les constituent.

La schizogonie s'effectue comme une division cellulaire : l'individu se divise en deux parties, égales ou inégales, et chaque partie, devenant indépendante, constitue un nouvel individu ; le noyau traverse, avec des variations multiples, la série des phases habituelles qui comprennent sa division en fragments, les chromosomes (assez peu nets chez les Protozoaires), puis la division de ces chromosomes et leur séparation en deux groupes égaux, enfin la scission du cytoplasme, dans le sens transversal pour les Infusoires et longitudinal pour les Flagellés. Chacun des nouveaux individus se complète ; il régénère une bouche, un flagelle, etc.

Dans d'autres cas, l'individu sécrète d'abord une enveloppe de cellulose, à l'intérieur de laquelle il se divise en une série d'individus de taille très réduite, ressemblant à l'individu initial, ou différant de lui, mais reprenant par la suite rapidement l'aspect spécifique. La schizogonie consiste en ce fait que l'individu se multiplie isolément, sans qu'intervienne l'action fécondante d'un autre individu de la même espèce.

Dans d'autres cas, au contraire, la multiplication ne commence qu'après l'union de deux individus. Cette conjugaison ou accouplement peut être temporaire, comme chez les Infusoires, en fonction des conditions de milieu. Les deux individus, après s'être accolés par une partie de leur surface, échangent chacun avec leur partenaire un pronucleus, puis se séparent, et se multiplient par simple division. Chez ces Infusoires, les deux modes de reproduction, gamogonie et schizogonie, alternent selon les conditions de milieu. De plus, dans la gamogonie, les deux individus sont parfaitement semblables ; on ne peut les qualifier de mâle ou de femelle. La conjugaison peut aussi aboutir à la fusion non plus seulement de deux pronuclei, mais de deux individus entiers, qui sont en état de fusion totale, pour un temps tout au moins ; il est d'ailleurs fort difficile de dire si l'individualité des deux êtres qui fusionnent est conservée ; leur

14. Ce serait peut-être dans le changement de ce rapport qu'il faudrait voir l'expression initiale du processus d'amplification se prolongeant dans la reproduction.

noyau subit, en effet, deux divisions successives : tous les produits de la division dégénèrent, sauf un : les deux restes non dégénérés des deux noyaux fusionnent, mais aussitôt ce noyau commun se divise, et la masse fusionnée se divise à son tour et donne deux nouveaux individus complets. Y a-t-il eu conservation de l'identité individuelle des deux Infusoires dans les masses non dégénérées des noyaux, au moment de la fusion des deux noyaux ? Il est difficile de répondre à cette question. Cet exemple est tiré du cas de l'Actinophris. La fusion peut être plus complète encore chez l'Amibe, en particulier chez l'*Amoeba diploïdea* qui possède normalement deux noyaux. Les noyaux de chaque individu, puis les deux individus, fusionnent, mais chaque noyau se divise séparément, en perdant une partie de sa substance ; puis le reste de chacun des noyaux se rapproche du reste du noyau de l'autre individu, sans fusionner ; un seul individu binucléé se forme alors, puis se multiplie. Dans ce cas, il subsiste de chaque individu primitif ce noyau, ou plutôt ce reste du noyau, dans les individus qui viennent de la multiplication par division de l'individu binucléé intermédiaire. Dans ce procédé, on ne peut distinguer de mâle et de femelle.

L'apparition de la distinction entre mâle et femelle se fait chez les Vorticelles, Infusoires fixés. Le gamète mâle est un individu de taille réduite, provenant d'une Vorticelle qui a subi, coup sur coup, deux divisions successives. Cet individu s'accroche à une Vorticelle fixée, et fusionne entièrement avec elle. Après disparition des macronuclei, division et dégénérescence des micronuclei, sauf en un fragment qui subsiste, et donne un pronucleus, les pronuclei, qui constituent le seul reste des micronuclei primitifs, s'échangent, puis les pronuclei mâles dégénèrent, et le gamète mâle lui-même est absorbé ; le noyau se fragmente en huit parties égales dont sept constituent le macronucleus et la huitième le micronucleus. Il arrive que cette gamogonie alterne avec une schizogonie, selon un véritable cycle évolutif. Tels sont les Sporozoaires, et particulièrement les Hématozoaires et les Coccidies. Le cycle des Hématozoaires comporte d'abord une Amibe, fixée dans un globule du sang humain ; cet individu se divise suivant des plans de division radiaires : les nouveaux individus (mérozoïtes) se répandent dans le sang et vont se fixer sur de nouveaux globules rouges ; au bout d'un certain temps ces mérozoïtes cessent de se multiplier, ce que l'on doit attribuer, suivant Rabaud, à une modification de l'hôte sous l'action du parasite. Parfois, ils changent de forme. Par contre, si une modification du milieu se produit (absorption par un moustique), ces mérozoïtes deviennent macrogamétocytes ou microgamétocytes : les macrogamétocytes, rejetant une partie de leur noyau, deviennent macrogamètes ; les microgamétocytes émettent des prolongements qui renferment, pris ensemble, toute la substance du noyau, et sont des microgamètes. La conjugaison des macrogamètes et des microgamètes donne un élément entouré d'une membrane mince qui s'accroît et se divise en sporoblastes, d'où naissent des éléments allongés nommés sporozoïtes que le Moustique inocule à un Homme, ce qui fait que le cycle recommence. Il y a donc ici alternance d'un certain nombre de formes et de deux types de reproduction. La reproduction des Coccidies se produit de la même manière, mais sans hôte intermédiaire. Chez les Grégarines, la reproduction agame existe à peine et la sexualité est marquée de façon particulièrement nette. Là encore, dans la fusion de deux individus qui s'enkystent ensemble, une partie seulement du noyau prend part à la reproduction. Les individus enkystés (macrogamétocyte et microgamétocyte) se divisent et forment des macrogamètes et des microgamètes ; l'œuf, fécondé, se multiplie en se divisant en spores, et ces spores se divisent en huit

sporozoïtes qui se développent ultérieurement en Grégarines adultes. Dans ce cas, les deux procédés de reproduction sont imbriqués l'un dans l'autre au point de ne constituer qu'un seul processus complexe ; il semble que la gamogonie ait absorbé la schizogonie, puisqu'il existe, dans le groupe formé par deux Grégarines enkystées ensemble, une véritable schizogonie qui passe des microgamétocytes et du macrogamétocyte que constituent ces deux Grégarines aux microgamètes et aux macrogamètes ; les spores se divisent également en sporozoïtes.

Selon Rabaud, la reproduction consiste essentiellement dans la schizogonie. Cette schizogonie donne généralement des parties égales, sauf dans certains cas. La schizogonie continue indéfiniment dans un milieu constamment renouvelé, comme l'ont montré les recherches de Baitselle, Woodruff, Chatton et Metalnikow. La sexualité apparaît sous l'action du milieu : une différenciation s'établit entre les individus, et aucune division en se produit plus sans conjugaison préalable de deux individus et fusion de leurs noyaux. Rabaud n'accepte pas les conclusions de l'étude de Maupas qui suppose que la schizogonie trop prolongée entraîne la mort des individus, tandis que la sexualité permettrait un rajeunissement ; la sexualité serait ainsi un processus obligatoire. Maupas suppose également que la conjugaison ne s'effectue qu'entre individus de lignées différentes. A cette thèse, Rabaud oppose les travaux de Jennings, qui montrent que la conjugaison s'effectue aussi entre individus tout proches parents. De plus, la reproduction asexuée n'entraîne nullement le vieillissement des individus, ni leur mort. Les recherches expérimentales de M. et de Mme Chatton montrent que la sexualité s'établit ou ne s'établit pas, suivant la qualité des échanges nutritifs auxquels sont soumis les infusoires. Rabaud affirme que l'on peut provoquer la conjugaison de *Colpidium colpoda* ou de *Glaucoma scintillans* en ajoutant à l'infusion où vivent ces Protozoaires une certaine quantité de  $Cl_2Ca$  et en alimentant avec *Bacterium fluorescens*. Pour Rabaud, la sexualité apparaît «non comme un processus indispensable, mais comme une complication n'apportant avec elle aucun avantage évident». La fusion de deux protoplasmes tout à fait comparables, également vieux et fatigués, ou supposés tels, ne peut aboutir à un rajeunissement.

Enfin, Rabaud ne veut pas admettre l'idée selon laquelle la multiplication sexuée serait supérieure à la multiplication asexuée parce qu'elle donnerait lieu à la combinaison de substances issues de deux générateurs indépendants et engendrerait ainsi un organisme vraiment nouveau, doué de caractères lui appartenant en propre, tandis que la reproduction asexuée ne serait que la continuation d'un même individu, fragmenté en un grand nombre de parties distinctes. La multiplication asexuée ne donne pas naissance à des individus qui se ressemblent jusqu'à l'identité. Selon Woodruff, il existe une véritable refonte de l'appareil nucléaire qui, se produisant périodiquement au bout d'un certain nombre de générations, indique que l'organisme, même dans le cas de la reproduction asexuée, loin de demeurer semblable à lui-même, subit des modifications plus ou moins importantes.

La sexualité, selon Rabaud, n'apporte aux Protozoaires rien de particulièrement utile à l'existence ; la multiplication scissipare demeure le processus le plus direct, mettant en évidence le caractère fondamental de la reproduction. La division du noyau, en effet, est toujours égale, mais la division se fait quelquefois de manière telle que la fragmentation du corps cellulaire donne des parties très inégales ; la petite cellule, ou cellule fille, qui se sépare de la grande, ou cellule mère, est une partie quelconque de celle-ci, capable de reproduire un individu semblable à elle. La sexualité

n'est qu'un cas particulier d'un phénomène général, cas où l'élément issu d'un individu ne se multiplie qu'après union avec un élément issu d'un autre individu. Nous remarquerons cependant que ce qui se multiplie est l'élément issu de deux individus.

Chez les Métazoaires, les processus sont les mêmes, mais ils posent le problème de l'individuation d'une manière plus complexe, car le phénomène de reproduction y est difficilement détachable de l'association et de la dissociation, pouvant intervenir à des degrés variés, et créant ainsi tout un tissu de rapports entre les individus descendants, ou entre ascendants et descendants, ou entre l'ensemble formé par les ascendants et les descendants. La reproduction n'y est plus seulement, comme chez les Protozoaires, genèse d'un individu par un processus que Rabaud ramène à la schizogonie ; elle y est perpétuation de conditions intermédiaires et d'états médiateurs entre la séparation complète d'individus indépendants et un mode de vie où il n'y aurait qu'accroissement sans reproduction ni apparition d'individus nouveaux ; il est donc nécessaire d'étudier ces formes de vie qui sont une transition entre l'individuation franche par schizogonie et la vie sans individuation, afin de saisir s'il se peut les conditions de l'individuation ontogénétique à ce niveau. Il subsiste toutefois dans notre étude un préjugé de méthode : nous cherchons à saisir les critères de l'individualité en biologie en définissant les conditions de l'individuation, pour des espèces où l'état individué et l'état non individué sont dans un rapport variable. Cette méthode génétique peut laisser subsister quelque caractère qui n'aura pas été saisi ; nous ne pourrions la juger que par ses résultats, et nous supposons pour l'instant que la genèse peut rendre compte de l'être, l'individuation de l'individu.

La scission d'un individu, adulte ou non, en deux parties égales qui se complètent chacune pour leur compte, c'est-à-dire la schizogonie, existe chez de nombreux Métazoaires, où, malgré les apparences, elle est comparable à celle qui existe chez les Protozoaires. Selon Rabaud, la seule différence véritable est que le processus porte sur un fragment qui comporte de nombreuses cellules ; mais ces cellules forment un tout aussi cohérent que peuvent l'être les composants d'un Protozoaire : « Dans les deux cas, la division résulte d'un processus qui intéresse des unités physiologiques parfaitement comparables » (*op. cit.*, p. 486). Dans certains cas, l'individu se scinde en deux parties sensiblement égales ; c'est le cas qui se rapproche le plus de la schizogonie observée chez les Protozoaires. Ce cas se présente chez divers Cœlentérés : l'Hydre d'eau douce, plusieurs Actinies ; le plan de scission passe par l'axe longitudinal du corps, parfois, mais rarement, par l'axe transversal ; on le trouve aussi chez certaines Méduses (*Stomobrachium mirabile*). Cette rupture dure de 1 à 3 heures ; celle des Actinies commence au niveau du pied, puis gagne en remontant tout le long du corps et pénètre dans son épaisseur ; les deux moitiés se séparent, les bords de la plaie se rapprochent, les cellules mises à nu se multiplient et donnent des parties nouvelles qui remplacent les parties absentes : la schizogonie implique la régénération. Ce processus existe chez divers Echinodermes, des Astéries (*Asterias tenuispina*), des Ophiures (*Ophiactis*, *Ophiocoma*, *Ophioteta*). Le plan de scission passe par deux interradians, et divise l'animal en deux parties sensiblement égales, avec, toutefois, un bras de plus à l'une qu'à l'autre, quand le nombre de bras est impair (cas de l'Astérie pentamère) ; après la séparation, chaque fragment du disque s'arrondit, le liquide de la cavité générale afflue au niveau de la plaie, se coagule et la ferme ; le tégument se cicatrise, et les tissus sous-jacents, proliférant activement, donnent naissance à deux ou trois bras et font, des deux fragments, deux individus complets. Cette division peut donner quatre

individus complets, chez les Holothuries telles que *Cucumaria lactea* et *Cucumaria planci* ; un premier sectionnement, transversal, donne deux moitiés, et ces deux moitiés se sectionnent encore, donnant ainsi quatre individus semblables au premier.

Rabaud ramène à la scissiparité (cas où la scission donne des parties égales ou sub-égales) les cas où les fragments qui se séparent sont inégaux, voire très inégaux. « Ces cas, en effet, ne diffèrent de la scissiparité que par l'importance relative et le nombre de parties qui se séparent ; les processus de régénération et le résultat final restent les mêmes : la multiplication des individus aux dépens d'un seul » (p. 487). Peut-être pourrait-on faire remarquer cependant que dans le cas de la scissiparité il n'y a pas de reste à la division ; l'individu ne meurt pas à proprement parler ; il se multiplie ; au contraire, un individu comme un poisson pond des œufs un certain nombre de fois, puis meurt. Ce qui importe ici n'est évidemment pas le rapport de dimensions entre les différentes parts qui apparaissent lors de la reproduction ; c'est le fait que les deux parts sont ou ne sont pas contemporaines l'une de l'autre ; si, dans une division en deux parties égales, une des parties était viable et l'autre non viable, soit de suite, soit quelque temps après, il faudrait dire que ce processus est différent de la scissiparité dans laquelle les deux moitiés sont contemporaines l'une de l'autre, ont le même âge. La véritable limite se situe donc entre tous les processus de division engendrant des individus de même âge et les processus de division qui engendrent un individu jeune et laissent un individu plus âgé, qui ne se renouvelle pas quand il engendre des êtres plus jeunes. Les animaux qui possèdent la reproduction par scissiparité peuvent généralement se fragmenter de manière telle qu'un lambeau seulement se détache et redonne un nouvel individu. Des Actinies, comme *Aptasia larerata* ou *Sagartioides*, se dilacèrent ; chez d'autres, les tentacules se détachent, par exemple chez *Boloceroïdes* (étudié par Okadia et Komori) de manière spontanée, et ces fragments régénèrent. Un Madréporaire *Schizocyatus fissilis*, se divise longitudinalement en six segments égaux, qui régénèrent et donnent six individus complets. Les bras de plusieurs Astéries, séparés du corps, bourgeonnent en un animal complet, après avoir passé par le stade dit « comète », caractérisé par le fait que les bras jeunes sont plus petits que le bras ancien. Pour certaines espèces (*Linckia multiflora*, *Ophidiaster*, *Brinsinga*, *Labidiaster*, *Asterina tenuispina*, *Asterina glacialis*), il faut qu'un fragment du disque reste attaché au bras pour que la régénération ait lieu. Des Planaires, telles que *Policelis cornuta*, des Vers oligochètes, tels que *Lumbriculus*, des Polychètes, tels que *Syllis gracilis*, et d'autres encore, se disloquent, sous certaines conditions, en un nombre variable de fragments. Les Tuniciers se multiplient constamment par fragmentation transversale de leur post-abdomen ; le cœur, qui est dans ce segment terminal, disparaît et se reforme à chaque segmentation. Chez l'Hydre d'eau douce, un tronçon de tentacule régénère s'il représente au moins le 1/200<sup>e</sup> du poids total ; au-dessous de ce poids, un tronçon régénère moins facilement. Il en va de même pour un fragment de Planaire ou d'Oligochète. Quand l'amputation est très minime, la reproduction prend, du point de vue de l'animal qui reste presque intact, l'apparence d'une simple reconstitution (Rabaud, *op. cit.*, p. 489). Rabaud affirme que l'autotomie, cas où l'animal se mutile spontanément à la suite d'une excitation externe, puis se recomplète alors que le fragment détaché se désagrège sans proliférer, est un cas particulier de la schizogonie. Il est possible que, du point de vue de l'individu ancien, l'autotomie et la schizogonie aient des conséquences identiques, à savoir la nécessité de régénération pour remplacer le fragment détaché. Mais il n'en va pas de même du point

de vue du fragment détaché ; il y a de nombreux cas d'autotomie dans lesquels le fragment détaché ne peut nullement se régénérer de manière à donner un individu nouveau. L'autotomie est en général un processus de défense. Chez le Phasme *Carausius morosus*, par exemple, l'autotomie se produit lorsqu'un membre est pincé ; cette autotomie se produit à des endroits déterminés, où se trouvent des muscles spéciaux qui se contractent brusquement quand le membre est excité par pression en un point particulier, et rompent le membre. Ces fragments de membre ne donnent pas un nouveau *Carausius morosus* ; la queue du Léopard, brisée par autotomie réflexe, ne donne pas non plus un nouveau Léopard. Il semble bien que le réflexe d'autotomie fasse partie d'une conduite défensive, et ne se rattache pas directement, comme un cas particulier, à la reproduction schizogonique. Remarquons encore que l'autotomie, provoquée systématiquement par déclenchement du réflexe, sur le Phasme et d'autres insectes, produit un degré de mutilation tel que toute régénération devient impossible, l'animal pouvant être, par exemple, privé de toutes ses pattes ; dans ce cas, l'autotomie conduit à la mort de l'individu, sans aucune reproduction ; elle est donc un réflexe de l'individu qui détache un article ou un membre, mais ne divise pas l'individu en tant qu'individu, et ne comporte pas la mise en jeu de la fonction essentielle d'amplification.

L'existence de la schizogonie comme fait fondamental et schème fondamental de la reproduction prend une grande importance relativement à la nature de l'individu par rapport à la lignée spécifique : Selon Weismann, il y aurait, dans l'ensemble du corps de l'individu, deux parties : l'une, périssable, strictement liée à l'individu, est le soma ; l'autre, continue sans interruption d'une génération à l'autre, aussi loin que la lignée se prolonge, est le germe. A chaque génération, selon Weismann, le germe produit un soma nouveau et lui donne ses caractères propres ; par essence, il est héréditaire ; jamais le soma ne produit la moindre parcelle de germe et une modification subie par le soma ne se répercute pas sur le germe, mais demeure individuelle. L'individu est ainsi strictement distingué de l'espèce : le soma n'est que porteur du germe qui continue à propager l'espèce sans rien retenir de son passage à travers les différents individus successifs.

Selon Rabaud, au contraire, l'examen de la schizogonie permet de réfuter cette distinction injustifiée entre soma et germe. Toutes les parties d'un être capable de schizogonie sont soma et germe ; elles sont soma et germe l'une par rapport à l'autre ; elles sont faites de la même substance : «Tous les tentacules, tous les fragments de tentacule d'une Hydre produisent autant d'Hydres semblables entre elles, car tous ces tentacules sont faits de la même substance. Si l'un d'eux éprouvait isolément, et sous une action locale, la moindre modification, les autres tentacules n'éprouveraient pas la même modification. Séparé du corps, le tentacule modifié produirait peut-être un individu porteur d'une disposition nouvelle ; mais les autres tentacules produiraient sûrement des jeunes entièrement comparables à l'Hydre originelle. Tous ces tentacules sont, au même titre, *substance héréditaire*» (Rabaud, *Zoologie biologique*, pp. 491-492).

Toute reproduction, pour Rabaud, est une régénération ; elle part donc de l'individu lui-même qui est en toutes ses parties substance héréditaire. Le mode schizogonique de reproduction est le mode fondamental ; il donne à l'état pur la régénération, c'est-à-dire la prolifération intense des éléments qui constituent les germes schizogoniques. C'est, en effet, de ce nom de germes que l'on peut selon Rabaud, qualifier les fragments qui prolifèrent et se complètent séparés du parent, même s'il s'agit des deux

moitiés d'une Actinie ou d'un Echinoderme ; aucune particularité essentielle ne s'attache aux dimensions des fragments, car les processus de régénération ne changent pas avec la taille. D'un même animal se séparent des fragments très inégaux en taille, et qui pourtant se régénèrent de la même manière, comme on le voit, par exemple, pour la Planaire. Il y a donc continuité entre le cas où l'animal se coupe en deux moitiés et le cas où il ne perd qu'un très petit fragment qui redevient pourtant un individu complet. Ces fragments, que l'on peut nommer germes schizogoniques, et qui méritent parfois, à cause d'une formation particulière, le nom de bourgeons, proviennent d'une partie quelconque du corps. La propriété de régénération, grâce à laquelle ils se transforment en un individu complet, n'est donc pas le privilège d'éléments déterminés du corps, en lesquels résiderait le germen, à l'exclusion des autres, qui seraient pur soma. Tous les éléments du corps, indifféremment, et sous certaines conditions, jouissent de la même propriété. La régénération serait ainsi le mode vital fondamental de l'amplification.

Cette conclusion, relative à la nature schizogonique de toute reproduction, puisque toute reproduction est une régénération, est de la plus grande importance pour la notion d'individu. Celle-ci perdait la substantialité héréditaire dans la thèse de Weismann ; l'individu ne devenait qu'un simple accident sans importance et sans véritable densité au long de la série généalogique. D'après la théorie qui ramène toute reproduction à une régénération schizogonique, l'individu devient substantiel et non accidentel ; c'est en lui de manière réelle, indivise, complète, que réside la capacité de se reproduire, et non dans un germen à l'abri de tout mélange et de toute atteinte qui serait porté par l'individu sans être de l'individu. L'individu, dans le plein sens du terme, est substance vivante ; son pouvoir de régénération, principe de la reproduction, exprime la base du processus d'amplification que manifestent les phénomènes vitaux.

Dans d'autres cas, il est intéressant de considérer un mode de reproduction agame d'une grande importance, parce qu'il utilise un individu unique et détaché comme chaînon entre deux colonies ; dans ce cas, tout se passe comme si l'individuation apparaissait de manière simple entre deux états où elle est diffuse parce qu'elle réside à la fois dans le tout et en chacune des parties plus ou moins autonomes ; on pourrait dire alors que l'individuation se manifeste dans l'individu pur qui est la forme opérant la transition d'une colonie à une autre colonie.

Les Eponges émettent des gemmules et les Bryozoaires des statoblastes ; dans les deux cas il s'agit de bourgeons qui ne diffèrent pas des bourgeons quelconques ; toutefois, le statoblaste se charge de substances inertes, se sépare de la souche et passe l'hiver sans se modifier sensiblement : c'est bien un «bourgeon dormant», par exemple chez *Stolonica socialis*, d'après les études de M. de Sélys-Longchamps. Rabaud n'accepte pas le rôle nutritif des enclaves, dans ce cas ; mais il cite d'autres cas, par exemple celui des Plumatelles, Bryozoaires Ectoproctes, formant des statoblastes qui tombent dans la cavité générale et ne sont libérés que par la mort du parent<sup>15</sup>. Les gemmules qui naissent des Spongilles (Eponges d'eau douce) et des

15. Ici, l'individu apparaît particulièrement comme ce qui correspond à des conditions de crise, de discontinuité, de transfert, d'amplification par propagation au loin, impliquant risque, mobilité, concentration, indépendance provisoire par rapport à la nourriture, autonomie, liberté temporaire. Ce rapport entre l'individu et la colonie est du même ordre que celui de la graine au végétal.

Eponges marines acalcaires sont des amas de cellules embryonnaires renfermant une grande quantité d'enclaves, le tout entouré d'une enveloppe. Ces gemmules se forment à l'intérieur de l'Eponge par un rassemblement de cellules libres issues des différentes régions de l'Eponge, et qui s'accumulent par places. Autour d'elles, d'autres cellules se disposent en membranes épithéliales, sécrètent une enveloppe de spongine et disparaissent ; la gemmule demeure incluse dans les tissus de l'Eponge jusqu'à la mort du parent. Dans certains cas, les gemmules ont une masse centrale faite de tissus différenciés ; elles prennent le nom de Sorites. C'est le cas des Hexactinellidés, de Tethyides, de Desmacionidés. Ce procédé de reproduction peut ne pas exister. Mais il convient de remarquer que, dans les colonies où il existe, tant par son mode de formation que par son rôle, il représente et remplace la colonie dans sa totalité ; il n'entre en jeu qu'en cas de mort de la colonie, événement qui peut ne jamais se produire ; le statoblaste est donc une forme concentrée, individualisée, qui est dépositaire du pouvoir de reproduire la colonie.

On peut enfin remarquer que, même au cours de la reproduction agame, une réduction de l'organisme complexe s'opère qui amène la formation des gamètes ; sans doute, c'est bien tout l'organisme qui se reproduit, mais il se reproduit à travers des êtres individués élémentaires : les gamètes, et particulièrement les spermatozoïdes, sont comparables aux plus petites unités vivantes pouvant exister à l'état autonome ; il y a passage de la reproduction de l'organisme complexe par une phase d'individuation élémentaire, avec un destin autonome, évidemment très limité dans le temps et placé sous la dépendance des conditions de milieu bio-chimique, mais constituant pourtant une phase d'individuation élémentaire. On pourrait peut-être, pour ces différentes raisons, tempérer le dualisme de l'opposition soma-germen, ainsi que le monisme de la théorie de Rabaud selon laquelle l'individu est substance héréditaire ; certes, l'individu est substance héréditaire, mais comme gamète seulement de façon absolue ; or, le gamète, dans la reproduction sexuée des organismes complexes, n'est pas unique gamète : il est gamète par rapport à un partenaire ; c'est le couple de gamètes qui est à la fois substance héréditaire et réalité capable d'ontogénèse.

#### **4. Indifférenciation et dédifférenciation comme conditions de l'individuation reproductrice**

Par une sorte de loi d'opposition qui apparaît dans tout problème concernant l'être individué, ce que l'individu gagne en densité et en substantialité lorsqu'on définit la reproduction comme une régénération et non une transmission du germe de soma à soma, il le perd en indépendance par rapport aux autres individus. Les espèces dans lesquelles la substantialité de l'individu est la plus évidente et solide, allant jusqu'à la capacité de ne jamais mourir puisque chaque individu peut se diviser sans restes, sont aussi celles dans lesquelles les frontières de l'individu sont les plus difficiles à tracer parce que tous les modes d'association y existent, et parce que la reproduction donne lieu souvent à des formes intermédiaires entre un organisme et une société, auxquelles on ne sait quel nom appliquer, parce qu'elles sont effectivement des mixtes.

Cette disparition de l'indépendance de l'individu peut se produire soit à titre provisoire, dans le bourgeonnement, soit à titre définitif, et l'on obtient alors une colonie ; dans la colonie même, divers degrés d'indépendance sont possibles.

Le bourgeonnement produit des individus indépendants, mais il ne les produit que lentement, et les divers fragments prolifèrent d'abord avant de se séparer les uns des autres, comme si la régénération était alors antérieure à la schizogonie, au lieu de la suivre. Cette régénération préalable par prolifération donne naissance à une masse de contours indéfinis qui proémine, faiblement d'abord puis de plus en plus, et que l'on nomme un bourgeon : l'amplification est contemporaine du début du processus.

La région où se produit le bourgeon est en général localisée d'une façon plus ou moins étroite, ce qui, selon Rabaud, n'implique pas de propriétés de nature spéciale, l'opposant à toutes les autres régions (et qui la désigneraient comme support d'un germe possible). La localisation tient « sûrement à quelque disposition secondaire qui retentit sur le métabolisme local » (Rabaud, *op. cit.*, p. 492) ; elle est un « incident secondaire ». Il faut remarquer seulement que les parties du corps qui sont le plus capables de se détacher et de proliférer, comme les tentacules chez l'Hydre d'eau douce, jouant le rôle de germe, ne sont pas le lieu de naissance des bourgeons. C'est, au contraire, la paroi du corps qui produit aisément des bourgeons, se séparant ultérieurement de leur point d'origine. Ce ne seraient, selon Rabaud, que les conditions locales, purement contingentes, qui restreindraient à certains éléments du corps une possibilité absolument générale « dans son essence ». Cette possibilité de prolifération ne serait pas le privilège de certains éléments du corps à l'exclusion de certains autres.

Ce qu'il y a de commun aux deux modes de reproduction, par schizogonie et par bourgeonnement, c'est l'existence d'éléments indifférenciés ou dédifférenciés, qui jouent le rôle d'éléments reproducteurs, tout en étant des éléments quelconques du corps : avant la prolifération du germe schizogonique, comme au moment de la formation d'un bourgeon, les éléments qui servent à la formation de ce germe ou de ce bourgeon conservent ou récupèrent des propriétés embryonnaires, c'est-à-dire demeurent indifférenciés ou se dédifférencient<sup>16</sup>.

La localisation du bourgeonnement et ses caractéristiques essentielles se manifestent chez les Cœlentérés du groupe des Hydroïdes ; chez l'Hydre d'eau douce, le bourgeon est un diverticule de la paroi, qui s'allonge, se renfle, puis se perce à son extrémité libre, où apparaissent des tentacules ; le bourgeon semble provenir de cellules indifférenciées qui se multiplient activement et s'insinuent entre les éléments de l'endoderme et entre ceux de l'ectoderme auxquels elles se substituent ; ces cellules ne seraient donc pas dédifférenciées, mais non différenciées ; elles jouent le rôle de véritables cellules génératrices. Ce serait leur répartition sous l'épithélium tégumentaire, due à des influences inconnues, qui donnerait naissance à ce bourgeonnement localisé. La substantialité de tout l'individu ne ferait aucun doute si l'on pouvait affirmer que la dédifférenciation est le seul procédé de bourgeonnement ; elle est moins nette dans le cas où, comme chez l'Hydre d'eau douce, c'est d'une indifférenciation qu'il s'agit. Mais Rabaud fait remarquer que ces éléments indifférenciés ne sont pas réunis en organes spéciaux ; ce sont des éléments dispersés qui appartiennent, originellement, aux téguments au contact desquels ils se trouvent.

Remarquons que pour éclaircir tout à fait cette question des éléments indifférenciés et pour connaître leur rôle dans la reproduction, il serait bon de voir s'il existe une différence entre les propriétés schizogoniques et les propriétés relatives au bourgeonne-

16. Ce fait, très important théoriquement, pourrait contribuer à étayer l'hypothèse, présentée plus haut, d'une *néoténisation* comme condition d'une individuation.

ment du germe schizogonique ; ce germe, quand il est de taille notable, comme le bras d'une Astérie ou d'une Ophiure, s'intègre sans se renouveler au nouvel individu ; ce nouvel individu a donc une partie de son corps qui est ancienne tandis que les autres sont nouvelles. Cette partie ancienne, au cours d'une nouvelle schizogonie, a-t-elle les mêmes propriétés que celles qui ont été nouvellement formées ? Peut-elle encore donner naissance par régénération à un individu nouveau ? Des expériences systématiques en ce sens ne paraissent pas avoir été tentées dans la perspective d'une étude de la *néoténisation*.

La localisation du bourgeonnement est également bien marquée chez les Hydroïdes marins. Chez certains Hydroïdes, il se forme des stolons, qui sont des bourgeons non différenciés ; le cœnosarque s'amincit et finalement se sépare du rameau originel lorsque le stolon s'allonge ; le périsarque s'amincit et le bourgeon, propagule ou frustule, devient libre, avec un substrat auquel il adhère et sur lequel il rampe lentement ; c'est à ce moment-là seulement qu'il prolifère sur un point de sa longueur ; la prolifération grandit rapidement suivant une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal de la frustule, et en 48 heures se transforme en hydranthe. La même frustule produit ainsi plusieurs hydranthes qui restent liés entre eux. Nous devons remarquer que dans ce procédé de reproduction, il y a une véritable synthèse de la schizogonie et du bourgeonnement ; en effet, la formation du stolon commence comme un bourgeonnement ; mais au lieu de proliférer ce bourgeon se détache, ce qui correspond à une schizogonie ; puis le bourgeon détaché se met à proliférer, ce qui correspond à un bourgeonnement ; nous devons remarquer encore que cette synthèse de la schizogonie et du bourgeonnement conduit à une forme de vie qui est intermédiaire entre l'individualisation pure et une vie tellement collective, avec de si fortes liaisons entre les individus, qu'ils ne seraient plus que les organes différents d'un tout unique constituant le véritable individu. Cas intéressant, d'autres Cœlentérés, telles les Campanulaires, produisent une frustule qui, en se détachant de l'hydrocaule, entraîne avec elle l'hydranthe au-dessous duquel elle s'est formée ; mais cet hydranthe se résorbe et disparaît, à mesure que la frustule émet des bourgeons ; tout se passe comme si l'activité de bourgeonnement qui engendre un ensemble nouveau était incompatible avec la conservation d'un individu déjà formé. Peut-être faut-il voir dans cette disparition de l'hydranthe une conséquence de la dédifférenciation que nous avons vue à l'œuvre dans toute activité reproductrice, soit par schizogonie, soit par formation d'un bourgeon.

Le bourgeonnement existe également chez les Tuniciers, où il se complique du fait que le bourgeon se développe au bout d'un stolon, poussant à la partie inférieure du corps sur un tissu indifférencié, appartenant au mésenchyme, et assez étroitement localisé, dans la région du post-abdomen.

Ce stolon est un tube limité par l'ectoderme et divisé suivant sa longueur en deux parties par une cloison de mésenchyme ; la souche émet plusieurs bourgeons qui croissent chacun et donnent une Claveline indépendante. La partie active du bourgeon est un massif de cellules mésenchymateuses issues de la cloison ; c'est aux dépens de ces cellules que se différencie l'individu entier ; d'autres éléments sont résorbés. Dans ce cas, le procédé conserve donc quelque chose du bourgeonnement ; c'est un bourgeonnement à distance, qui se fait par l'intermédiaire du stolon ; mais c'est pourtant un bourgeonnement puisque la séparation ne s'effectue qu'après la différenciation.

Le bourgeonnement se présente sous un autre aspect, qui pose le problème de la relation entre l'individu souche et l'individu jeune, chez les Vers oligochètes aquatiques, du groupe des Naïdimorphes. En effet, le bourgeonnement se produit dans une zone assez étroitement localisée à la partie postérieure du Ver, en arrière d'un disséminement. A ce niveau, les éléments du tégument externe se multiplient, à partir de la face ventrale, et il en résulte un épaississement qui se propage tout autour de l'anneau, en même temps qu'apparaît un étranglement superficiel suivant le plan médian transversal, manifestant une relative discontinuité morphologique entre les deux individus ; les cellules non différenciées de l'intestin se multiplient ainsi que des éléments du mésoderme qui tapissent la cavité du segment. Dans le sein du tissu embryonnaire formé par ces cellules se différencient les divers organes d'un nouvel individu, un zoïde, la tête apparaissant dans la partie antérieure du bourgeon, au contact immédiat des tissus du parent. Souvent, ce nouveau zoïde, avant de se séparer de son parent, bourgeonne à son tour de la même manière ; il se constitue alors une chaîne de plusieurs individus disposés en file, les uns derrière les autres. Chaque individu bourgeonne de façon à peu près continue ; il arrive même qu'une seconde zone de prolifération se produise dans l'un des segments situés en avant du segment postérieur. Il peut arriver de plus que la zone indifférenciée s'établisse non dans le dernier anneau, mais plus haut ; alors les anneaux suivants, déjà différenciés avant l'établissement de la zone indifférenciée, ne se différencient pas pour former le nouvel individu ; ils font immédiatement partie intégrante du zoïde et se raccordent aux tissus homologues issus du bourgeon ; la souche régénère les parties enlevées.

C'est donc en définitive une zone indifférenciée qui sépare les individus restant agrégés en chaîne ; ces individus peuvent rester assez longtemps reliés pour devenir presque adultes ; c'est ce que l'on voit chez certains Turbellariés rhabdocèles, Vers non segmentés voisins des Planaires. Nous pouvons voir par là combien le mode de reproduction importe dans la relation de l'individu aux autres individus ; la relation d'indépendance ou de dépendance exprime en grande partie la manière dont l'individu a été engendré, si bien qu'un aspect important de la relation interindividuelle est une forme de la reproduction, même quand elle se prolonge pendant toute la vie de chaque individu.

C'est ce qu'il est particulièrement important d'étudier dans le cas où les divers modes et degrés d'individuation se manifestent dans les colonies.

Le bourgeonnement colonial ne s'établit pas constamment suivant le même mode. En fait on trouve toutes les transitions entre la prolifération qui n'est qu'un accroissement de substance et la prolifération qui, donnant naissance à des individus anatomiquement et physiologiquement distincts, les laisse pourtant groupés en une unité mécanique. Les deux cas limites peuvent être représentés au moyen de la Claveline et des Eponges. La Claveline représente le cas limite où les individus, bien que se séparant les uns des autres, demeurent pourtant assez étroitement groupés ; les Eponges représentent, au contraire, le cas limite où une prolifération active donne un simple accroissement de substance, alors que les parties nouvelles paraissent être autant d'individus ; cependant, même dans ce cas, l'état individué n'est pas totalement aboli ; il peut se manifester si le mode de reproduction change ; on le voit réapparaître temporairement si l'Eponge produit un bourgeon qui se détache, ce qui arrive quelquefois ; ceci confirmerait l'hypothèse selon laquelle il existe un lien entre l'apparition de l'individu vivant bien caractérisé et les fonctions de reproduction amplificatrice : l'individu

est essentiellement porteur de la capacité de reproduire (pas nécessairement de se reproduire, car il peut, au contraire, reproduire une colonie qui ne lui est nullement comparable).

La reproduction des Clavelines se fait, avons-nous vu, par un stolon ; ce stolon s'allonge tout en se fixant sur un substrat, puis son extrémité se développe en un individu, qui se détache de la souche, mais se fixe sur place. Tous les stolons issus de la même souche se comportent de la même manière et produisent un certain nombre de bourgeons : il s'ensuit un groupement d'individus fixés côte à côte, mais indépendants les uns des autres.

Au contraire, l'Eponge, d'abord simple, se ramifie, et chaque ramification prend l'aspect de l'Eponge initiale, avec un oscule nouveau et des pores inhalants ; ces parties nouvelles, morphologiquement, paraissent représenter une série d'individus ; mais le critère morphologique externe est ici en défaut et se montre insuffisant ; ces ramifications demeurent en continuité complète et définitive avec la masse de l'Eponge ; aucune d'elles n'a la valeur d'un bourgeon ; les diverses régions de l'Eponge forment une masse d'un seul tenant, dont aucun élément ne possède une véritable autonomie. Remarquons, cependant, que l'ensemble de l'Eponge ne peut guère être dit individu avec plus de raison que chacune des parties ; les diverses parties ne sont pas des organes de l'individu que serait l'Eponge, car ces diverses parties sont non seulement continues mais aussi homogènes ; l'apparition de nouvelles parties est un accroissement de la quantité de matière vivante de l'Eponge, mais n'apporte pas une différenciation appréciable. Comme il n'y a rien de plus dans le tout que dans les parties, il est difficile d'appeler le tout *individu* simplement parce qu'il est le tout. Ce tout n'est nullement indivisible ; si l'on enlève une partie de cette Eponge qui s'est multipliée, on ne la mutile pas, on la diminue seulement. Nous sommes ici devant une absence de structure qui ne permet pas de donner le nom d'individu au tout plus qu'aux parties, ni de l'enlever aux parties pour le donner au tout, puisque le tout n'est que la somme des parties, le tas qu'elles forment. En fait, ce cas extrême est celui où l'individualité appartient de manière égale aux parties et au tout ; les parties n'ont pas une véritable individualité puisqu'elles ne sont pas indépendantes ; mais elles ont pourtant une forme définie, avec un oscule et des pores inhalants et une certaine orientation par rapport à l'ensemble, plus prononcée chez certaines espèces. Il n'y a donc pas une continuité absolument complète entre les diverses parties, et une relative unité appartient à chaque partie à défaut d'indépendance ; chaque partie est complète par elle-même et pourrait se suffire ; elle possède donc une certaine individualité virtuelle que le mode de reproduction ne met pas en valeur. Par ailleurs, le tout aussi possède une relative individualité, complémentaire de celle des parties ; cette individualité est faite du rudiment d'orientation qui semble gouverner la genèse des nouvelles parties : elles ne viennent pas absolument au hasard par rapport aux anciennes, mais selon certaines directions de croissance privilégiées. Les études qui ont été faites jusqu'ici ne sont pas suffisantes pour que l'on puisse dire avec certitude par quelle force le tout agit sur les parties de manière à les orienter, ce qui produit, malgré le hasard de la prolifération, des ensembles non pas organisés, mais ordonnés, premier degré de l'individuation, avant lequel il n'y a que la pure continuité. Ce qui est très remarquable, en effet, c'est que l'individualité du tout ne se manifeste ici que comme une forme, non comme une organisation ; mais cette existence d'une forme n'est pas négligeable, puisque l'individualité du tout est faite précisément de ce qui est enlevé aux parties de

leur liberté et de leur capacité d'accroissement en tous sens ; si légère que soit cette influence, elle est pourtant une subordination de la génération des parties, et de leur croissance, à l'existence et à la disposition du tout ; elle est l'amorce d'une structure. L'apparition la plus légère de l'individualité est donc contemporaine de la manifestation d'une structure dynamique dans le processus de reproduction d'un être, reproduction qui, d'ailleurs, ne se distingue pas encore de l'accroissement.

Remarquons de plus que si deux Eponges sont voisines l'une de l'autre, le bourgeonnement qu'elles émettent marque bien une distinction entre les deux individus-groupes ; cette structure dynamique de croissance ne passe pas d'un individu à l'autre ; les prolongements de chaque Eponge restent distincts, et n'influent pas les uns sur les autres, comme si cette dominance morphologique exercée par le tout sur ses parties était réservée à elles seules, et ne se transmettait pas, même par la plus étroite proximité. Le critère morphologique est donc important, car il apparaît au tout premier degré d'individualité, à un état où l'individualité est encore répartie et n'existe dans le tout que de manière à peine sensible. Tout se passe comme si l'individualité était une grandeur pouvant se répartir entre les parties et le tout ; plus le tout est individualisé, moins les parties le sont ; au contraire, si les parties sont presque des individus complets, virtuellement détachables sans avoir besoin par après de régénération, le tout est peu individualisé ; il existe cependant comme inhibiteur ou accélérateur de la croissance des parties ; par sa dominance, exercée sur la reproduction, il joue un rôle morphologique. Nous devons regretter que les études sur la genèse des formes ne soient pas assez poussées pour que l'on puisse dire par quel agent s'exercent ces influences accélératrices ou inhibitrices qui constituent un véritable champ de croissance dans lequel l'individu se développe et qu'il entretient lui-même. Le même type de phénomènes se remarque dans le monde végétal : les Lichens, association d'une algue et d'un champignon, ne se développent pas anarchiquement ; les extrémités, dans certaines espèces, sont cornées, pourvues d'indurations ; les formes deviennent comparables, lorsque la lumière est peu abondante, à celles des feuilles des végétaux, si bien que l'on pourrait prendre cette association de végétaux pour une plante unique vivant dans le même type de milieu (Carex, Fougères).

Entre les deux formes extrêmes de la Claveline et de l'Eponge existent une multitude de degrés d'individualisation de l'ensemble, c'est-à-dire, selon notre hypothèse, une multitude de valeurs du rapport entre le degré d'individualisation des parties et le degré d'individualisation du tout. D'autres Clavelines donnent des stolons irradiés de façon plus ou moins régulière, mais sans tunique propre ; ils se ramifient et s'intriquent dans la tunique du parent particulièrement épaisse, et bourgeonnent à l'intérieur de cette tunique ; en se développant, les bourgeons émergent partiellement ; la région du thorax, comprenant le pharynx et la chambre péribranchiale, possède une tunique propre et sort hors de la tunique du parent. Une fois entièrement développés, les adultes demeurent en continuité avec le stolon originel, mais perdent toute relation fonctionnelle avec lui ; seule la tunique commune les réunit et les maintient. Il existe cependant une certaine régularité de groupement : le seul fait d'avoir une tunique et surtout une origine commune suffit à définir pour tous ces bourgeons développés une certaine incorporation dans l'individualité du tout. Comme chaque individu bourgeonne à son tour, la colonie, renfermant les produits de plusieurs générations, s'étend et peut acquérir d'assez grandes dimensions. Remarquons cependant que cette structure dynamique de l'ensemble paraît avoir une certaine limite ; ce n'est pas toute la

colonie qui est organisée d'un seul tenant ; quand elle est grande, elle est formée de plusieurs groupes répartis au hasard ; mais chaque groupe présente un certain ordre ; on nomme ces groupes, qui indiquent vraiment la dimension de l'individualité de groupe pour l'espèce considérée, des cénobies.

Un processus de reproduction semblable a lieu chez *Heterocarpa glomerata* qui engendre des stolons se résorbant lorsque l'individu nouveau a pris naissance ; la tunique seule subsiste, maintenant étroitement liés entre eux les produits de plusieurs générations successives. C'est donc bien, ici encore, le mode de reproduction qui détermine tel ou tel degré d'individualité, reliant le régime de l'individuation à celui de la reproduction. Chez les Botrylles, la reproduction, qui a lieu de manière différente, aboutit à un régime différent d'individuation : la reproduction se fait par un stolon très court (alors que chez les Polystyélinés il atteint 1,5 cm) qui se transforme intégralement en un individu ; les bourgeons forment alors des cénobies nettement délimitées : toute la colonie dérive d'un premier individu qui commence à bourgeonner avant d'avoir atteint l'état adulte. Ensuite, ce bourgeonnement se produit de manière symétrique, jusqu'à ce que quatre bourgeons de la même génération subsistent seuls (ceux qui les portaient s'étant résorbés) : ces bourgeons sont disposés en croix, de telle sorte que leurs cloaques convergent et se confondent en un cloaque commun, autour duquel se groupent les générations successives de bourgeons au fur et à mesure de la disparition des générations les plus anciennes : il en résulte une agglomération importante d'individus possédant au complet tous les organes, le cœur notamment, qui rendent possible une vie autonome.

Or, l'autonomie des individus n'est pas entière : ils conservent entre eux des relations vasculaires ; un vaisseau circulaire entoure la cénobie. Pourtant, chaque individu a un cœur dont le battement n'est pas synchrone du battement des autres. Ainsi, ce régime de reproduction, dans lequel une dominance morphologique nette du tout sur les parties se manifeste par une symétrie assez rigoureuse dans le bourgeonnement puis par la forme circulaire du cénobie en cours de développement, correspond à une colonie dans laquelle l'individualité du tout est assez nettement marquée, au point de créer des relations vasculaires entre les individus.

Chez les Cœlentérés, la formation de colonies est un phénomène courant. La plupart des Hydroïdes produisent des stolons nombreux, qui naissent au-dessous de l'hydranthe, puis s'allongent et se ramifient sans se détacher de la souche ; en se ramifiant, ils émettent des bourgeons latéraux qui se transforment en hydranthes et poussent, à leur tour, un stolon. Cette ramification est *indéfinie*, et au processus *indéfini* de reproduction correspond une colonie également indéfinie. On doit remarquer cependant un fait très important mais qui n'a pas été assez étudié pour qu'on puisse fonder sur lui seul une théorie : des ruptures se produisent dans cette ramification indéfinie qui conduisent à des individus collectifs, à des colonies limitées, comme dans les cas précédents où l'on voyait la colonie donner par prolifération non pas une colonie unique de dimensions indéfinies, mais des cénobies de dimensions limitées : tout se passe comme si une certaine limite quantitative produisait une induction morphologique élémentaire qui répartit la colonie en groupes restreints ; un certain phénomène d'individuation paraît donc prendre naissance au sein même des processus d'accroissement qui, ici, ne sont pas séparés de ceux de reproduction. Ces ruptures sont considérées par Rabaud (*op. cit.*, p. 510) comme accidentelles et non physiologiques. L'auteur les sépare des ruptures des stolons courts, qu'il qualifie de «ruptures physiolo-

giques» ; mais les conditions de ces «ruptures physiologiques» sont aussi peu connues que celles qui interrompent la continuité du développement. Il n'y a donc pas de raison péremptoire qui nous oblige à opposer les ruptures dites accidentelles aux ruptures physiologiques ; elles dépendent peut-être l'une et l'autre au même titre du processus de reproduction considéré dans sa structure dynamique, qui préside à l'établissement de la structure anatomique et physiologique de la colonie ou des groupements d'individus. A l'intérieur d'un des groupes d'hydranthes, un cœnosarque demeure continu tout au long de l'hydrocaule, mettant en relation tous les hydranthes par le système de canaux qui le traverse ; ainsi, des liens physiologiques, et en particulier une communauté nutritive, est établie par cette continuité morphologique qui s'accompagne elle-même d'une continuité dans le processus de la reproduction. Toutefois, le caractère indirect de cette continuité laisse aux hydranthes un certain degré d'autonomie fonctionnelle.

La forme de la colonie est en général corrélative du mode de reproduction : ainsi, chez d'autres Cœlentérés, les Hydractinies, le stolon rampe et se ramifie en demeurant étroitement en contact avec le substrat ; il forme ainsi un réseau sans aucun rameau dressé ; les bourgeons naissent et s'accroissent perpendiculairement à ce réseau, se transformant en hydranthes allongés.

Chez les Hexacoralliaires, les bourgeons naissent directement aux dépens de la paroi du corps, au-dessus du squelette qui sert de point d'appui. Les colonies affectent des formes très variées, mais ces formes sont en relation avec le mode de génération, et permettent de reconnaître l'espèce. L'existence d'une polarité, dans les immenses colonies de Madréporaires, qui forment les récifs de coraux, est remarquable. Le développement affecte souvent la forme de branchages très ramifiés, qui obéissent à une orientation d'ensemble, indiquant une relative individualité morphologique de la colonie. L'aspect esthétique de ces ramifications coralliaires semble indiquer que cette morphologie n'est pas arbitraire. Elle pourrait être rapprochée de la manière dont se forment certaines efflorescences complexes comme celles de la glace, qui n'est pas indépendante des caractères du substrat sur lequel elle se forme, mais qui pourtant déploie des formes en accord avec les lois de la cristallisation. Peut-être faudrait-il rechercher dans la parenté des formes les analogies fonctionnelles qui relient un grand nombre de processus d'individuation appartenant à des domaines très différents ; un aspect serait commun à tous : l'identité du processus d'accroissement, qui serait création d'ensembles organisés à partir d'un schème autoconstitutif relevant d'un dynamisme d'accroissement et de données initiales dépendant du hasard ; une même loi pourrait alors se retrouver dans l'accroissement d'une efflorescence, dans le développement d'un arbre, dans la formation d'une colonie, dans la genèse même d'images mentales, comme si une dominance dynamique donnait une structure à des ensembles à partir d'une singularité. Une analogie morphologique pourrait révéler une identité de processus de formation des individualités collectives ; dans tous les cas, la structure de l'individu serait liée au schème de sa genèse, et le critère, le fondement même peut-être de l'être individué, résiderait dans l'autonomie de ce schème génétique.



## Chapitre II

# Individuation et information

### I. — INFORMATION ET INDIVIDUATION VITALE

#### 1. Individuation et régimes d'information

Une question peut donc se poser, qui est peut-être plus formelle que profonde, car on ne peut y répondre que par une refonte des concepts habituels : le bourgeonnement colonial consiste-t-il en un simple accroissement, dans des proportions démesurées, d'un seul individu ? donne-t-il au contraire naissance à des individus distincts, bien que liés entre eux ? En un mot qu'est-ce qu'un individu ? A cette question, nous répondrons qu'on ne peut pas, en toute rigueur, parler d'individu, mais d'individuation ; c'est à l'activité, à la genèse qu'il faut remonter, au lieu d'essayer d'appréhender l'être tout fait pour découvrir les critères au moyen desquels on saura s'il est un individu ou non. L'individu n'est pas un être mais un acte, et l'être est individu comme agent de cet acte d'individuation par lequel il se manifeste et existe. L'individualité est un aspect de la génération, s'explique par la genèse d'un être et consiste en la perpétuation de cette genèse ; l'individu est ce qui a été individué et continue à s'individualuer ; il est relation transductive d'une activité, à la fois résultat et agent, consistance et cohérence de cette activité par laquelle il a été constitué et par laquelle il constitue ; il est la substance héréditaire, selon l'expression de Rabaud, car il transmet l'activité qu'il a reçue ; il est ce qui fait passer cette activité, à travers le temps, sous forme condensée, comme information. Il emmagasine, transforme, réactualise et exerce le schème qui l'a constitué ; il le propage en s'individualuant. L'individu est le résultat d'une formation ; il est résumé exhaustif et peut redonner un ensemble vaste ; l'existence de l'individu est cette opération de transfert amplifiant. Pour cette raison, l'individu est toujours en relation double et amphibologique avec ce qui le précède et ce qui le suit. L'accroissement est la plus simple et la plus fondamentale de ces opérations de transfert qui établissent l'individualité. L'individu condense de l'information, la transporte, puis module un nouveau milieu.

L'individu assimile une genèse et l'exerce à son tour. Quand le système nerveux est assez développé, cette genèse peut être assimilée par le système nerveux et s'épanouir en actes créateurs, comme l'image que l'être invente selon une loi de développement qui a des germes dans l'expérience mais qui n'existerait pas sans une activité autoconstitutive. L'apprentissage ne diffère pas profondément de la genèse, mais il se trouve être une genèse qui exige une formation somatique très complexe. C'est en

fonction de cette activité de transfert amplifiant, genèse active et non pas subie, que l'individu est ce qu'il est ; les degrés d'individualité sont relatifs à la densité de cette activité. Ce critère est seul fondamental, à savoir l'exercice d'une activité amplifiante et transductive. Si cette activité est répartie entre le tout d'une colonie et les parties de cette colonie, il faut dire que les parties sont des individus incomplets, mais il ne faut pas considérer le tout comme un organisme dont les individus ne seraient que les organes : ces individus incomplets sont, en effet, d'autant plus incomplets qu'ils sont plus dépendants les uns des autres et moins détachables virtuellement ; on peut remarquer d'ailleurs que dans la morphologie même l'interdépendance des individus incomplets se marque par l'importance des fonctions de relation mutuelle qui appartiennent au tout. Si cette relation entre les parties du tout est uniquement nutritive, on peut considérer l'individualité des parties comme encore appréciable ; le fait pour ces individus de puiser dans le même milieu intérieur établit un lien entre eux, mais ce lien laisse pourtant subsister une certaine indépendance. Au contraire, si des filets nerveux relient les différentes parties les unes aux autres, le fonctionnement de ces différentes parties est lié par une solidarité beaucoup plus étroite ; avec la communauté d'information existe la liaison fonctionnelle étroite ; l'individualité des parties devient très faible. Ce n'est donc pas le critère morphologique seul, mais le critère morphologique et le critère fonctionnel qu'il faut faire intervenir pour déterminer le degré d'individualité. Par exemple, comme l'indique Rabaud (*op. cit.*, p. 511), les cellules d'un organisme comme un Métazoaire sont définies par des contours bien déterminés, mais elles ne sont pourtant pas des individus, car chacune d'elles ne fonctionne que sous l'influence directe, constante, et inéluctable, de ses voisines ; elle contracte de très étroits rapports de dépendance avec elles, tels que son activité fonctionnelle n'est qu'un élément de l'activité fonctionnelle de l'ensemble. Cette perte de l'autonomie fonctionnelle produit un très bas niveau d'individualité. L'individualité peut donc être présentée, indépendamment de toute genèse, comme caractérisée par l'autonomie fonctionnelle ; mais cela n'est vrai que si l'on donne au mot autonomie son plein sens : régulation par soi-même, fait de n'obéir qu'à sa propre loi, de se développer selon sa propre structure ; ce critère coïncide avec la substantialité héréditaire ; est autonome l'être qui régit lui-même son développement, qui emmagasine lui-même l'information et régit son action au moyen de cette information. L'individu est l'être capable de conserver ou d'augmenter un contenu d'information. Il est l'être autonome quant à l'information, car c'est en cela qu'est la véritable autonomie<sup>1</sup>. Si des individus, reliés entre eux par un cénosarque, n'avaient en commun que la nourriture, on pourrait encore les nommer des individus. Mais si avec cette nourriture passent des messages chimiques d'un individu à l'autre, et par conséquent s'il y a un état du tout qui régit les différentes parties, alors l'autonomie de l'information devient très faible dans chaque partie et l'individualité baisse corrélativement. C'est le régime de l'information qu'il faut étudier dans un être pour savoir quel est le degré d'individualité des parties par rapport au tout ; l'individu se caractérise comme unité d'un système d'information ; quand un point de l'ensemble reçoit une excitation, cette information va se réfléchir dans l'organisme et revient sous forme de réflexe moteur ou sécrétoire plus ou moins généralisé ; cette réflexion de l'information a lieu parfois dans la partie

1. Pour cette raison, une graine doit être considérée comme individu, car elle porte un message spécifique complet et est douée pour un certain temps (plusieurs années généralement) d'une absolue autonomie.

même où l'excitation s'est produite, ou dans une partie qui constitue avec elle une même unité organique ; mais ce réflexe est pourtant placé sous la dépendance d'un centre, si le tout est individualisé ; ce centre crée facilitation ou inhibition. Il y a en ce cas un centre où l'individu emmagasine l'information passée et au moyen duquel il commande, surveille, inhibe ou facilite (« contrôle », dans le vocabulaire anglais) le passage d'une information centripète à une réaction centrifuge. C'est l'existence de ce centre par lequel l'être se gouverne et module son milieu qui définit l'individualité. Plus ce contrôle est fort, plus le tout est fortement individualisé, et moins les parties peuvent être considérées comme des individus autonomes. Un régime de l'information parcellaire montre une faible individualisation du tout. Chez les animaux dont les parties sont très différenciées, comme les Mammifères, le régime de l'information est très centralisé ; l'information reçue par une partie quelconque du corps retentit immédiatement sur le système nerveux central, et toutes les parties du corps répondent en un temps assez court par une réaction appropriée, tout au moins celles qui sont directement placées sous la dépendance du système nerveux central. Chez les animaux qui ont un système nerveux peu centralisé, la relation s'établit plus lentement entre les différentes parties ; l'unité du système d'information existe, mais avec moins de rapidité. Nous pouvons avoir une notion de cette individualité moins cohérente, moins rigoureusement unifiée, en analysant ce que serait notre individualité si les systèmes sympathique et parasympathique existaient seuls en nous : il subsisterait une unité de l'information, mais les réactions seraient plus lentes, plus diffuses, et moins parfaitement unifiées ; cette différence est si grande entre les deux régimes de l'information que nous avons de la peine parfois à faire coïncider en nous le retentissement d'une information dans le système nerveux central avec son retentissement dans le système sympathique, et que cette difficulté peut parfois aller jusqu'au dédoublement, comme si c'était bien un régime d'information qui définisse l'individualité ; un être qui aurait deux régimes d'information totalement indépendants aurait deux individualités. Ce qui complique le problème dans le cas des colonies de Métazoaires est le fait que toute relation alimentaire est aussi relation chimique, et que l'importance des messages chimiques est d'autant plus grande que l'être est plus élémentaire ; c'est cette sensibilité chimique qui fait l'unité et assure l'individualité d'une plante, permettant l'autorégulation des échanges en fonction des besoins, l'ouverture et la fermeture des pores, la sudation, les mouvements de la sève, comme les études de Sir Bose l'ont montré. On peut donc supposer que chez l'animal l'existence d'une communauté d'information chimique affaiblit le niveau d'individualité des parties mais laisse pourtant subsister une certaine individualité. En résumé, c'est le régime de l'information qui définit le degré d'individualité ; pour l'apprécier, il faut établir un rapport entre la vitesse de propagation de l'information et la durée de l'acte ou de l'événement auquel cette information est relative. Dès lors, si la durée de propagation de l'information est petite par rapport à la durée de l'acte ou de l'événement, une région importante de l'être, voire tout l'être, pourra prendre les attitudes et réaliser les modifications convenant à cet acte ; dans le cas contraire, l'événement ou l'acte restera une réalité locale, même si, par après, le retentissement existe pour l'ensemble de la colonie ; l'individualité est marquée par rapport à un type d'acte ou d'événement déterminé par la possibilité de réaction, donc de contrôle, d'utilisation de l'information en fonction de l'état de l'organisme, et par conséquent d'autonomie ; la zone autonome, c'est-à-dire la zone dans laquelle l'information a le temps de se propager dans un sens centripète puis dans un

faudrait que les signaux d'information centripètes ayant déclenché des signaux d'information centrifuges chez un individu soient reçus comme centrifuges par les autres individus<sup>3</sup> ; or, toute information qui émane d'un individu est reçue comme centripète par un autre individu, qui lui répond par sa réaction centrifuge propre ; pour que l'interaction devienne communication, il faudrait que l'un des individus gouverne les autres, c'est-à-dire que les autres perdent leur autonomie, et que les signaux d'information centrifuges émanés d'un individu restent centrifuges chez ceux qui les reçoivent : cette organisation, qui implique qu'un individu devienne chef, ne paraît pas exister dans les colonies.

Quand des obstacles matériels persistent et limitent les déplacements des individus, des organismes fonctionnellement autonomes, anatomiquement distincts, mais matériellement solidaires, restent attachés au même support : ils sont pourtant des individus ; même s'ils sont attachés l'un à l'autre, ils jouent l'un par rapport à l'autre le rôle d'un substrat.

Comme conclusion à l'essai de détermination de ce critère fonctionnel de l'individualité, on peut dire que les hydranthes d'une colonie de Cœlentérés possèdent l'individualité des réactions locales et rapides, telles que les contractions et les mouvements de cils ; il n'existe pas de système nerveux qui établisse un synchronisme fonctionnel entre les hydranthes. Par contre, c'est à la colonie qu'appartient l'individualité des réactions lentes ; les hydranthes communiquent entre eux par le système de canaux creusés dans le cœnosarque, canaux qui débouchent directement dans les diverses cavités gastriques et, par là, établissent entre les hydranthes une dépendance fonctionnelle évidente<sup>4</sup> : les produits de la digestion et de l'assimilation des hydranthes se déversent dans une sorte de circulation commune ; chaque hydranthe se nourrit et nourrit aussi l'ensemble des autres.

Dans certains cas, l'individualité des parties d'une colonie peut devenir temporairement complète ; c'est le cas des Millepores et des Hydrocoralliaires : tous les hydranthes sont reliés par un système de canaux intriqués en un riche réseau creusé dans la masse calcaire ; mais, comme les hydranthes ne cessent d'éliminer du calcaire, qui s'accumule autour d'eux, ils se décollent de temps à autre du fond de la loge, remontent vers son orifice et perdent toute relation avec le système de canaux ; mais bientôt ils recommencent à proliférer et à produire autour d'eux une série de bourgeons reliés entre eux par un nouveau système de canaux. Dès lors, chaque hydranthe devient le centre d'une cénobie, associée à d'autres cénobies, provenant toutes de l'individualisation, complète mais passagère, d'hydranthes détachés de cénobies plus anciennes.

Dans les colonies de Bryozoaires, il peut y avoir soit simple juxtaposition d'individus, soit unité circulatoire de l'ensemble, chaque Bryozoaire étant dépourvu de cœur.

Dans les colonies de Tuniciers et de Botrylles, l'individualité des parties est complète, malgré l'existence d'un cloaque commun chez les Botrylles ; le cloaque commun ne peut, en effet, véhiculer une information de façon régulière.

3. Un signal d'information centripète est du type de ceux qu'apportent les organes des sens. Un signal centrifuge est celui qui suscite une réaction, une posture, un geste.
4. Un macro-organisme peut avoir des individualités localisées : réflexes, réaction de pigmentation de la peau aux rayons ultraviolets, horripilation locale, réactions locales de défense contre une invasion microbienne.

## 2. Régimes d'information et rapports entre individus

L'individualisation est-elle liée à la spécialisation ? On peut se poser cette question en considérant les colonies polymorphes.

Le polymorphisme est souvent une conséquence du bourgeonnement, et si l'on estime que l'individualité dépend des conditions de la reproduction, il semble bien qu'il faille considérer le polymorphisme comme lié à l'individualité. Il arrive, en effet, que les divers bourgeons dans une colonie de Cœlentérés ne se développent pas tous de la même façon. La colonie se compose alors d'individus différents les uns des autres par la forme et par le mode de fonctionnement. Chez quelques Hydraires comme *Hydractinia* et *Clava*, l'hydrorhize s'étale sur un support (coquille habitée par un Pagure) en un réseau très serré et en assises superposées ; les hydranthes naissent directement de ce stolon rampant et se dressent verticalement ; chez les *Clava* un court hydrocaule sert de pédoncule aux hydranthes. Une partie des hydranthes a une bouche et des tentacules ; ce sont les gastrozoïdes, ou individus nourriciers. D'autres, sans bouche, sont stériles et très contractiles, se contournant en spirale (zoïdes spiraux ou dactylozoïdes) puis se détendant et heurtant les corps environnants avec leur extrémité qui renferme des nématocystes ; ce seraient les défenseurs de la colonie ; d'autres, courts, stériles, en forme d'épine, sont nommés acanthozoïdes, et sont considérés comme servant d'abri ; d'autres, les gonozoïdes, donnent les produits sexuels. Ces diverses parties forment un tout continu ; le cœnosarque, sillonné de canaux, remplit l'hydrorhize et se relie aux divers hydranthes, sans solution de continuité. Chez les Millepores, on distingue également gastrozoïdes, dactylozoïdes, et gonozoïdes. Chez les Siphonophores, le polymorphisme est plus poussé encore : ce sont des colonies flottantes dont les divers éléments naissent aux dépens d'une Méduse initiale, dont le manubrium s'allonge et bourgeonne ; on trouve des nectozoïdes, des gastrozoïdes pourvus d'un large orifice buccal et de tentacules fort longs ; les dactylozoïdes, auxquels on attribue un rôle défensif, les gonozoïdes ; parfois une lame aplatie ou bractée, ou phyllozoïde, est censée protéger l'ensemble. Selon Rabaud, la finalité indiquée dans les noms est trop accentuée ; le rôle des zoïdes n'est pas aussi net (*op. cit.*, p. 517). On ne peut dire que ce polymorphisme résulte d'une « division physiologique du travail » ; en effet, la plupart des fonctions ont été attribuées sans examen véritable du mode de vie de ces colonies ; les acanthozoïdes sont tout à fait inutiles et manquent dans la plupart des espèces ; les « aviculaires » des Bryozoaires du groupe des Chilostomidés ne sont que de simples variations anormales, et non des organes défensifs. Rabaud conclut en disant que le polymorphisme des Cœlentérés se ramène à des variations localisées dépendant du métabolisme général du Siphonophore ou de l'Hydractinie ; aussi la différence est-elle faible entre la vie d'une colonie polymorphe et la vie d'une colonie non polymorphe ; la différence d'aspect est considérable, mais le mode de vie et les propriétés fonctionnelles sont presque les mêmes. Le polymorphisme ne provient pas de l'influence des individus les uns sur les autres, ni de la nécessité de l'existence, ni d'une autre influence déterminant le polymorphisme ; seuls les gastrozoïdes et les gonozoïdes sont des individus accomplissant une fonction ; tous les autres ne résultent que d'un déficit.

On peut se demander si, par ailleurs, la relation des individus entre eux permet de définir différents degrés de l'individualité. Relativement à la reproduction, la gestation, la viviparité, l'ovoviviparité, représentent différents modes et différents types de

relation. Il est important de remarquer que ces relations se retrouvent dans des cas concernant non la reproduction, mais une certaine forme d'association comme le parasitisme. Il existe même une analogie fonctionnelle profonde entre la gestation des vivipares et des cas de parasitisme comme celui du Monstrillide ou de la Sacculine. Il existe encore des cas d'association qui sont constitués par un parasitisme réciproque de deux animaux contemporains l'un de l'autre. Ces cas sont précieux pour la théorie des systèmes d'information : ils permettent en quelque manière d'écrire des identités (concernant le régime de l'information dans la relation interindividuelle), là où un examen morphologique ne trouverait que de superficielles ressemblances que l'on oserait à peine qualifier d'analogies, car l'identité des rapports, constitutive de l'analogie, n'y apparaîtrait pas avec assez de netteté. Selon cette voie, il devient possible de caractériser un grand nombre de relations par rapport à un type unique de rapports interindividuels pris comme base, celui de la reproduction. Nous traiterons, à titre d'hypothèse, les formes élémentaires de l'association (parasitisme) comme des compléments de la reproduction. En effet, lorsqu'un individu est devenu complètement autonome, comme un alevin qui nage par ses propres moyens et qui se nourrit tout seul, il est un nouvel individu qui est né absolument ; quand, par contre, une relation continue à exister entre le parent et le jeune sous forme de solidarité humorale, nutritive, comme lorsque l'ovule fécondé vient se nider selon un mode défini de placentation, jusqu'à la naissance proprement dite, une phase d'association qui diminue le degré d'individualisation de l'embryon vient s'intercaler entre la reproduction proprement dite (division de l'œuf) et le moment de pleine individualité. Même après la naissance, il faut considérer l'individu jeune comme encore imparfaitement individualisé : la relation au parent se prolonge pendant un temps plus ou moins long, sous forme d'allaitement, parfois de transport permanent (poche marsupiale ; chauve-souris), qui est encore de l'ordre du parasitisme avec fixation externe. Nous devons remarquer d'ailleurs que certains cas de parasitisme sont rendus possibles par le fait que plusieurs animaux possèdent des organes, replis, ou appendices, destinés à permettre la fixation aisée des jeunes ; il peut y avoir alors remplacement du jeune par un individu d'une autre espèce, et il se produit en ce cas, à la place du complexe homophysaire constitué par la réunion du parent et du jeune, un complexe hétérophysaire, constitué par l'assemblage d'un individu et de son hôte parasite. Les modifications du métabolisme, tout comme les modifications morphologiques qui les accompagnent, sont à peu près les mêmes dans le cas du complexe hétérophysaire et dans celui du complexe homophysaire : un Crabe mâle sacculiné prend une forme comparable à celle d'une femelle. Une femelle gravide a les mêmes réactions qu'un animal parasité. En outre, la relation asymétrique du parasitisme conduit le parasite à une régression ; chez la plupart des espèces parasites, il est impossible de parler d'une « adaptation » au parasitisme, car cette adaptation est une destruction des organes assurant l'autonomie individuelle de l'être : la perte, par exemple, de l'intestin, est fréquente chez les animaux qui, après avoir cherché un hôte, s'y fixent et se nourrissent aux dépens de leur hôte ; il ne s'agit pas d'une adaptation, au sens absolu du terme, mais d'une régression du niveau d'organisation du parasite qui aboutit à faire du complexe hétérophysaire entier un être qui n'a pas un niveau d'organisation supérieur à celui d'un véritable individu. Il semble même que le niveau d'organisation du complexe hétérophysaire soit inférieur à celui d'un seul individu, car il n'y a pas, chez l'être parasité, de progrès, mais plutôt des phénomènes d'ana-

morphose<sup>5</sup> ; peut-être faudrait-il dire que, dans ce cas, le niveau général d'information du complexe hétérophysaire est égal à la différence entre celui de l'individu parasité et celui du parasite<sup>6</sup>. Ce parasite peut d'ailleurs être une société d'individus ; quand la différence tend vers zéro, le complexe hétérophysaire n'est plus viable, et il se dissocie, soit par la mort de l'être parasité et la libération du parasite, soit par la mort du parasite. Il faudrait donc considérer un complexe hétérophysaire comme étant *moins* qu'un individu complet. Faut-il considérer de la même manière le complexe homophysaire ? Rabaud tend à le faire, en assimilant la gestation à une véritable maladie ; cependant, ce point mérite examen ; en effet, tandis que la chute du niveau d'organisation est à peu près stable dans le cas d'un complexe hétérophysaire, cette chute n'est pas toujours la même pendant la durée du complexe homophysaire ; l'état gravide peut correspondre en certains cas à une plus grande résistance aux maladies infectieuses, au froid, comme si une véritable exaltation des fonctions vitales se manifestait ; la sensibilité aux agents chimiques est plus grande, et les réactions plus vives, ce qui semble indiquer une augmentation et une polarisation adaptative de l'activité sensorielle. L'activité motrice peut également être exaltée, ce qui paraît paradoxal en raison de l'alourdissement du corps et de la plus grande dépense d'énergie produite. Il semble donc que dans ce cas la relation puisse être tantôt additive et tantôt soustractive, selon les circonstances et selon le métabolisme de d'embryon et de la mère.

Enfin, on doit distinguer du parasitisme asymétrique les formes symétriques d'association qui sont une symbiose, comme celle que l'on voit dans les Lichens, composés d'une Algue qui «parasite» un Champignon et d'un Champignon qui «parasite» une Algue. Dans ce cas, en effet, la qualité totale d'organisation des êtres ainsi constitués dépasse celle d'un seul individu ; la régression morphologique de chacun des deux êtres est beaucoup moins grande que dans le cas du parasitisme pur, parce qu'une causalité réciproque relie les deux êtres selon une réaction positive ; l'activité de chacun des êtres se traduit par une capacité plus grande d'activité pour le partenaire<sup>7</sup> ; au contraire, le parasitisme est fondé sur une réaction négative qui constitue une mutuelle inhibition, ou tout au moins une inhibition exercée par le parasite sur l'hôte (ainsi, dans le cas où un mâle parasité présente les caractères d'une femelle, cette analogie est due à l'influence inhibitrice exercée par le parasite sur son hôte ; les caractères sexuels secondaires paraissent dus à un dimorphisme résultant d'une inhibition, chez la femelle, des caractères correspondants qui se développent chez le mâle seul ; cette inhibition – par exemple celle qui entrave le développement des phanères – se manifeste dans le parasitisme<sup>8</sup>. Dans l'association réciproque de symbiose, comme celle d'une Algue et d'un Champignon, cette double inhibition ne se manifeste pas ; la causalité récurrente est ici positive, ce qui conduit à une augmentation

5. Ce terme est surtout employé pour les végétaux ; mais on peut l'employer pour désigner la régression morphologique des constituants du complexe hétérophysaire.

6. En effet, plus le parasite est vigoureux et bien adapté, plus il nuit à son hôte, plus il le diminue, car il ne respecte pas son autonomie fonctionnelle. Si le parasite se développe trop, il finit par détruire son hôte, et peut ainsi se détruire lui-même, comme le Gui qui fait périr l'arbre sur lequel il s'est fixé.

7. L'Algue verte effectue la synthèse chlorophyllienne et fournit des aliments au Champignon en décomposant le gaz carbonique de l'air. Le Champignon retient l'humidité et fixe le Lichen sur le support ; il fournit de l'eau à l'Algue verte.

8. C'est le cas du Crabe mâle parasité par la Sacculine.

des capacités de l'ensemble formé ; les Lichens arrivent à pousser et à prospérer là où ni algue ni champignon ne poussent, avec une grande luxuriance, comme sur un bloc de ciment lisse, exposé à la gelée et au soleil ardent dans une atmosphère sèche, subsistant entre l'hiver et l'été des écarts de température de l'ordre de 60° C, ainsi que de très considérables écarts de l'état hygrométrique de l'air<sup>9</sup>. Ce sont encore des Lichens luxuriants que l'on rencontre dans la toundra, où la neige recouvre le sol pendant plusieurs mois. On décrit aussi des associations de cette espèce entre le Pagure enfoncé dans une coquille et des Anémones de mer qui s'installent sur la coquille ; les Anémones auraient une influence sur les proies, soient parce qu'elles les attirent par leurs vives couleurs, soit parce qu'elles les paralysent par leurs éléments urticants et facilitent ainsi la capture par le Pagure, qui est fort peu mobile quand il est dans une coquille. Par ailleurs, et inversement, les reliefs de la nourriture du Pagure sont consommés par les Anémones de mer ; ce dernier détail est plus sûr que celui qui concerne l'utilité des Anémones pour le Pagure. Cependant, on doit noter que le Pagure a tendance à mettre sur la coquille dans laquelle il s'abrite des Anémones, et, plus généralement, tous les objets, vivants ou non, qu'il rencontre et qui ont une vive couleur ; en captivité, ce Crabe saisit tous les tissus ou papiers de couleur qu'on lui offre et se les pose sur le dos ; faut-il considérer ce réflexe comme finalisé ? Il est assez difficile de le dire, cependant il semble que ce soit le Crabe qui constitue lui-même l'association, peut-être par conduite de mimétisme (c'est ainsi que certains zoologistes interprètent le réflexe qui fait que ce Crabe se pose des objets de vive couleur sur le dos), mais on doit reconnaître dans ce cas que le mimétisme est très grossier, car sur un fond de sable gris ou noir le Pagure accepte de se recouvrir de rouge ou de jaune, ce qui le rend très visible ; en fait, on peut supposer sans irrationalité que le Pagure constitue cette association, et que, une fois entrée dans ce cycle de causalité (quel que soit le type de réflexe ou de tropisme qui fait agir le Crabe), l'Anémone de mer se développe grâce aux conditions de vie plus riches qui lui sont offertes par la nourriture du Crabe ; enfin, il faut noter qu'il n'y a pas là un véritable parasitisme ; l'Anémone de mer ne dégénère pas, mais se développe au contraire remarquablement ; elle se nourrit, en effet, non grâce à des suçoirs ou des ventouses qui aspireraient la substance de son hôte, mais de manière normale et habituelle ; la proximité des pinces du Crabe et de ses palpes la met seulement dans un milieu nutritif plus riche en petits débris assimilables ; mais elle reste un individu séparé, sans continuité physiologique avec le Crabe. Par ailleurs, le Crabe ne se sert pas des substances élaborées par l'Anémone de mer, qui est sur la coquille élue par le Crabe comme elle pourrait être sur toute autre coquille ou sur un rocher. Entre le Crabe et l'Anémone, il y a la coquille et l'eau, et c'est pour cela que nous avons dans ce cas une véritable société ; chaque individu reste individu, mais modifie le milieu dans lequel vivent les deux individus ; c'est par le milieu extérieur que s'établit la relation entre des individus formant une société, et par là il existe une grande différence du régime de la causalité et de l'échange d'information entre les cas de parasitisme et ceux d'association. Le régime de la causalité interindividuelle est tout différent. Nous devons remarquer égale-

9. Cette association subsiste dans le mode de reproduction – dans ce que l'on peut nommer le stade strictement individuel du Lichen : en effet les Lichens se reproduisent par les spores du Champignon dont le mycelium vient entourer les graines vertes de l'Algue. Une telle unité reproductrice, la sorédie, est l'équivalent d'une graine.

ment qu'une Algue et un Champignon associés sous forme de Lichen sont, en fait, l'un pour l'autre, des éléments du milieu extérieur et non du milieu intérieur ; d'après la théorie de Schwendener, l'Algue assimile le carbone, grâce à sa chlorophylle, ce qui est profitable pour le Champignon, et le Champignon protège l'Algue contre la dessiccation au moyen de ses filaments qui l'abritent et lui permettent de vivre là où, seule, elle aurait certainement péri<sup>10</sup>. Cette relation de deux êtres qui sont l'un par rapport à l'autre un équivalent de milieu extérieur peut comporter différentes modalités topologiques, mais avec toujours le même rôle fonctionnel ; le thalle se différencie des apothécies ; dans certaines espèces, les filaments du Champignon peuvent être plus serrés dans la périphérie, constituant ce qu'on nomme l'«écorce» du Lichen, alors que le centre est la «moelle», la région intermédiaire devenant celle qui contient les gonidies, cellules vertes d'Algues analogues à celles de la terre et des rochers ; ce Lichen est dit hétéromère. Dans les Lichens homéomères, au contraire, tels que les Lichens gélatineux, la répartition des filaments de Champignon et des cellules de l'Algue est homogène. Enfin, on doit remarquer que cette association va jusqu'aux éléments reproducteurs, comportant les deux types de végétaux : les sorédies contiennent à la fois des cellules de l'Algue et des filaments du Champignon ; ces fragments se détachent du Lichen et servent à sa multiplication ; par contre, les fructifications semblent appartenir au Champignon seul : elles sont composées d'un hyménium comme chez les Champignons ascomycètes, dont les cellules sont les asques entremêlés d'autres cellules stériles, les paraphyses, et dans lesquelles se forment les spores. L'association constitue ici comme une seconde individualité qui se superpose à l'individualité des êtres qui s'associent, sans la détruire ; il y a ici un système reproducteur de la société en tant que société, et un système reproducteur du Champignon en tant que Champignon ; l'association ne détruit pas les individualités des individus qui la constituent ; au contraire, la relation du type du parasitisme diminue l'individualité des êtres ; celle de la placentation est intermédiaire ; elle peut évoluer dans les deux sens, aussi bien dans celui de la société que dans celui du parasitisme ; de plus, elle est éminemment évolutive, et, en ce sens, se transforme ; l'association, comme le parasitisme, est statique ; il importe de noter cet aspect aussi bien dans le cas des états stables que dans celui de la placentation, parasitisme homophysaire qui tend à devenir une société temporaire. Il paraît en ce sens possible de considérer toutes les formes de l'association comme des mixtes du parasitisme et de la société parfaite qui aboutit à la formation d'une véritable individualité sociale secondaire, composée comme celle qui se manifeste dans le groupement Algue-Champignon ; il n'est point d'association qui soit exempte d'un certain parasitisme et par conséquent d'une certaine régression diminuant l'individualité des êtres qui se groupent ; mais, par ailleurs, le parasitisme pur est rare, étant donné qu'il tend à se détruire de lui-même par une sorte de nécrose interne qu'il développe dans le groupe où le parasitisme a lieu, faisant tomber à un niveau très bas l'organisation de ce groupe. Le groupe concret peut être considéré comme intermédiaire entre la société complète et le pur parasitisme, où le niveau d'organisation qui caractérise le groupe est la différence entre celui du parasite et celui du parasité.

10. Dans le Lichen, le champignon est comme un milieu extérieur pour l'Algue verte (de telles algues se développent sur les rochers ou la terre humide), et l'Algue donne au Champignon des aliments qu'il ne pourrait trouver que dans un milieu végétal, puisqu'il est privé de chlorophylle.

### 3. Individuation, information, et structure de l'individu

Une très importante question qui se pose encore est celle qui consiste à savoir quelle est la structure de l'individualité : où réside le dynamisme organisateur de l'individu ? Est-il consubstantiel à tout l'individu ? Ou bien est-il localisé en quelques éléments fondamentaux qui gouverneraient l'ensemble de l'organisme individuel ? C'est cette question qui se pose pour tous les individus et aussi particulièrement pour ceux qui subissent des métamorphoses, sorte de reproduction de l'être à partir de lui-même, reproduction sans multiplication, reproduction de l'unité et de l'identité mais sans similitude, au cours de laquelle l'être devient autre tout en restant un individu, ce qui semble montrer que l'individualité ne réside pas dans la ressemblance à soi-même et dans le fait de ne pas se modifier, et conduit à exclure l'idée d'une individualité entièrement consubstantielle à tout l'être.

Les recherches des biologistes ont porté soit sur le développement de l'œuf (études de Dalcq, sur l'œuf et son dynamisme organisateur), soit sur les métamorphoses de certains animaux, et particulièrement des insectes dans lesquels le passage par l'état de nymphe implique une réorganisation importante de l'organisme après une dédifférenciation très poussée. Dans le premier cas, il semble que la différenciation précède de loin l'apparition de régions anatomiquement et cytologiquement distinctes ; au stade de la division en macromères et micromères, une ablation d'une partie de l'œuf produit déjà la disparition ou l'atrophie de telle ou telle partie du corps, alors que l'on croirait opérer sur une masse continue : le continu est déjà hétérogène, comme si une véritable polarité se dessinait dans l'œuf commençant à peine à se segmenter. Dans la nymphe, quelques «disques imaginaires» dirigent la réorganisation d'une masse qui a subi une dédifférenciation profonde. La structure individuelle peut donc se réduire à quelques éléments, à partir desquels elle gagne toute la masse. Cette théorie des «organisateurs» semble indiquer que la matière vivante peut être le siège de certains champs que l'on connaît mal, et que l'on ne peut mesurer ni déceler par aucun procédé actuellement connu ; on ne peut les comparer qu'à la formation des cristaux ou plutôt des figures cristallines dans un milieu sursaturé ou qui est dans d'autres conditions favorables à la cristallisation<sup>11</sup> ; mais ce cas n'est pas absolument analogue, car le cristal est en principe indéfini dans sa croissance, alors que l'individu semble avoir des limites ; à vrai dire, la formation des cristaux serait plutôt comparable à l'accroissement d'une colonie, qui ne se développe pas dans n'importe quelle direction et n'importe comment, mais selon des directions qu'elle-même privilégie au cours de son développement ; il y a au fond de ces deux processus une orientation, une polarité qui fait que l'être individuel est ce qui est capable de croître et même de se reproduire avec une certaine polarité, c'est-à-dire analogiquement par rapport à lui-même, à partir de ses germes organisateurs, de manière transductive, car cette propriété d'analogie ne s'épuise pas ; l'analogie par rapport à soi est caractéristique de l'être individuel, et elle est la propriété qui permet de le reconnaître<sup>12</sup>. Il y a une préparation de l'individualité toutes les fois qu'une polarité se crée, toutes les fois qu'une qualification asymétrique, une orientation et un ordre apparaissent ; la condition de l'individuation

11. La surfusion, par exemple.

12. Le pouvoir que l'individu possède de fonder une colonie, donc de transporter une information efficace, est du même ordre.

réside dans cette existence de potentiels qui permet à la matière, inerte ou vivante, d'être polarisée ; il y a d'ailleurs réversibilité entre la condition de polarité et l'existence de potentiels ; tout champ fait apparaître des polarités dans des milieux primitivement non orientés, comme un champ de forces mécaniques dans une masse de verre, qui modifie ses propriétés optiques par exemple. Or, jusqu'à ce jour, les recherches sur la polarisation de la matière, pour intéressantes et suggestives qu'elles soient, sont restées fragmentaires et partiellement incoordonnées ; une théorie d'ensemble de la polarisation est à faire, qui éclairerait sans doute davantage les rapports de ce qu'on nomme la matière vivante (ou la matière organisée) et la matière inerte ou inorganique<sup>13</sup> ; il semble bien, en effet, que la matière non vivante soit déjà organisable, et que cette organisation précède tout passage à la vie fonctionnelle, comme si l'organisation était une sorte de vie statique intermédiaire entre la réalité inorganique et la vie fonctionnelle proprement dite. Cette dernière serait celle où un être se reproduit, tandis que dans la matière non vivante l'individu produit bien des effets sur d'autres individus, mais ne produit pas, généralement, des individus semblables à lui : l'individu physique ne véhicule pas d'autre message que sa propre capacité de croître ; il n'est pas « substance héréditaire », pour employer l'expression par laquelle Rabaud désigne l'individu vivant ; ainsi, un photoélectron, tombant sur une cible, peut émettre des électrons secondaires qui sont plusieurs pour un seul photoélectron ; mais ces électrons secondaires ne sont pas les descendants de l'électron primaire ou photoélectron ; ils sont d'autres électrons qui sont émis au moment du choc du photoélectron contre une plaque de métal (cellule à multiplicateur d'électrons) ou contre une molécule de gaz (cellule à gaz).

Dans ces conditions, l'individualité et la provenance de l'électron primaire ne comptent guère ; il peut s'agir d'un photoélectron, mais aussi d'un thermoélectron (thyatron) ou d'un électron émis par quelque autre procédé, par exemple par ionisation d'un gaz (tube compteur de Geiger-Muller) : le résultat ne change pas pour l'émission des électrons secondaires, et il n'existe, par exemple, aucun moyen de discriminer les électrons secondaires provenant de la multiplication des électrons du courant d'obscurité d'une cellule à gaz ou à multiplicateur d'électrons de ceux qui proviennent des véritables photoélectrons ; il n'y a pas de marquage individuel des électrons, et pas même de marquage spécifique en fonction de leur origine, tout au moins avec les procédés de mesure dont nous disposons. Ce marquage est, au contraire, possible en physiologie, et il semble constituer un des caractères profonds de l'individualité, qui relie l'individu à sa genèse particulière. La régénération, qui suppose une immanence du schème organisateur à chaque individu et une conservation en lui du dynamisme par lequel il a été produit, ne semble pas exister en physique ; un cristal scié ne se régénère pas quand on le remet dans une eau-mère ; il continue à croître, mais sans favoriser le côté de l'amputation ; au contraire, un être vivant est activé ou perturbé par une section, et sa croissance se fait beaucoup plus activement du côté de l'amputation que sur les surfaces restées intactes, comme si l'immanence d'un dynamisme organisateur distinguait la surface qui a subi une section.

Il n'est peut-être pas possible de prévoir le point sur lequel devraient porter les recherches pour éclairer cette relation entre l'individualité et la polarisation ; cepen-

13. Colloque international du C. N. R. S. sur la polarisation de la matière, avril 1949.

dant, un autre aspect de la question commence à se faire jour, différent du précédent, mais sans doute connexe ; une voie possible d'étude se situerait dans l'intervalle qui sépare ces deux directions, et dans le secteur qu'elles délimitent sans le structurer ; cette seconde recherche est celle qui s'occupe de déterminer la relation entre les quanta et la vie. L'aspect quantique de la physique se retrouve en biologie et est peut-être un des caractères de l'individuation ; il se peut qu'un des principes de l'organisation soit une loi quantique fonctionnelle, définissant des seuils de fonctionnement des organes, et servant ainsi à l'organisation : le système nerveux, quel que soit son degré de complexité, ne se compose pas seulement d'un ensemble de conducteurs chimiques ; entre ces conducteurs électrochimiques existe un système de relation à plusieurs niveaux, système de relation qui offre des caractéristiques de fonctionnement voisines de ce qu'on nomme en physique la relaxation, et que l'on nomme parfois en physiologie le «tout ou rien» ; les biologistes et neurologues anglo-américains emploient volontiers l'expression *to fire*, se décharger comme un fusil, pour caractériser ce fonctionnement qui suppose qu'une certaine quantité d'énergie potentielle est accumulée puis exerce son effet tout d'un coup et complètement, non de manière continue. Non seulement les différents effecteurs se manifestent comme fonctionnant selon cette loi, mais les centres eux-mêmes, organisés comme une interconnexion de relais qui se facilitent ou s'inhibent les uns les autres, sont régis par cette loi. Ainsi, quoique dans un organisme tout soit relié à tout, physiologiquement parlant, des régimes divers et structurés de causalité peuvent s'établir grâce aux lois des fonctionnements quantiques. Une quantité qui n'atteint pas un certain seuil étant comme nulle pour tous les relais qui sont temporairement à un certain niveau de déclenchement, le message que véhicule cette information s'aiguille seulement dans les voies où le passage est possible avec un fonctionnement de relais ayant un seuil inférieur au niveau énergétique du message considéré ; ces caractéristiques de fonctionnement peuvent d'ailleurs être autres que la pure quantité d'énergie ; une modulation temporelle peut intervenir, par exemple une fréquence, mais sans doute moins universellement que ne le pensait Lapicque au moment où il a établi la théorie des relais synaptiques avec la notion de chronaxie. Il semblerait que ce fonctionnement créant un régime structuré de l'information dans un individu doive exiger une différenciation morphologique préalable, avec, en particulier, un système nerveux. Or, précisément, il se peut que les actions quantiques s'exerçant au niveau des grosses molécules de la chimie organique trouvent une facilitation ou une inhibition dans certaines directions, selon une loi de seuils fondée sur des propriétés quantiques des échanges d'énergie, et il y aurait là une racine de l'organisation sous forme d'une hétérogénéité des voies d'échange dans une masse pourtant continue. Avant toute différenciation anatomique, le continu hétérogène apporte les premiers éléments d'un régime du conditionnement, par une faible quantité d'énergie, de l'exercice d'une plus forte quantité d'énergie potentielle, ce qui est le point de départ d'un régime de l'information dans un milieu, et rend possibles les processus d'amplification.

Peut-être la séparation entre l'individu physique et l'individu vivant pourrait-elle être établie au moyen du critère suivant : l'information dans l'opération d'individuation physique n'est pas distincte des supports de l'énergie potentielle qui s'actualise dans les manifestations de l'organisation ; en ce sens, il n'y aurait pas de relais à distance sans vie ; au contraire, l'individuation dans le vivant serait fondée sur la distinction entre les structures modulatrices et les supports de l'énergie potentielle impli-

quée dans les opérations caractérisant l'individu ; la structure et le dynamisme du relais seraient ainsi essentiels à l'individu vivant ; c'est pourquoi, selon cette hypothèse, il serait possible de définir différents niveaux dans le régime de l'information pour l'individu physique et pour l'individu vivant : le vivant est lui-même un modulateur ; il a une alimentation en énergie, une entrée ou une mémoire, et un système effecteur ; l'individu physique a besoin du milieu comme source d'énergie et comme charge d'effecteur ; il apporte l'information, la singularité reçue.

## II. — INFORMATION ET ONTOGÉNÈSE

### I. Notion d'une problématique ontogénétique

L'ontogénèse de l'être vivant ne peut être pensée à partir de la seule notion d'homéostasie, ou maintien au moyen d'autorégulations d'un équilibre métastable perpétué. Cette représentation de la métastabilité pourrait convenir pour décrire un être entièrement adulte qui se maintient seulement dans l'existence, mais elle ne saurait suffire pour expliquer l'ontogénèse<sup>14</sup>. Il faut adjoindre à cette première notion celle d'une problématique interne de l'être. L'état d'un vivant est comme un problème à résoudre dont l'individu devient la solution à travers des montages successifs de structures et de fonctions. L'être individué jeune pourrait être considéré comme un système porteur d'information, sous forme de couples d'éléments antithétiques, liés par l'unité précaire de l'être individué dont la résonance interne crée une cohésion. L'homéostasie de l'équilibre métastable est le principe de cohésion qui lie par une activité de communication ces domaines entre lesquels existe une disparation. Le développement pourrait alors apparaître comme les inventions successives de fonctions et de structures qui résolvent, étapes par étapes, la problématique interne portée comme un message par l'individu. Ces inventions successives, ou individuations partielles que l'on pourrait nommer étapes d'amplification, contiennent des significations qui font que chaque étape de l'être se présente comme la solution des états antérieurs. Mais ces résolutions successives et fractionnées de la problématique interne ne peuvent être présentées comme un anéantissement des tensions de l'être. La Théorie de la Forme, utilisant la notion d'équilibre, suppose que l'être vise à découvrir dans la bonne forme son état d'équilibre le plus stable ; Freud pense aussi que l'être tend vers un apaisement de ses tensions internes. En fait, une forme n'est pour l'être une bonne forme que si elle est constructive, c'est-à-dire si elle incorpore véritablement les fondements de la disparation<sup>15</sup> antérieure dans une unité systématique de structures et de fonctions ; un accomplissement qui ne serait qu'une détente non constructive ne serait pas la découverte

14. Elle s'applique aussi assez bien aux fonctions continues d'une colonie ; mais elle n'exprime pas le caractère discontinu, ni le caractère d'information et le rôle amplificateur de l'individu.

15. Ce mot est emprunté à la théorie psycho-physiologique de la perception ; il y a disparation lorsque deux ensembles jumeaux non totalement superposables, tels que l'image rétinienne gauche et l'image rétinienne droite, sont saisis ensemble comme un système, pouvant permettre la formation d'un ensemble unique de degré supérieur qui intègre tous leurs éléments grâce à une dimension nouvelle (par exemple, dans le cas de la vision, l'étagement des plans en profondeur).

d'une bonne forme, mais seulement un appauvrissement ou une régression de l'individu. Ce qui devient bonne forme est ce qui, de l'individu, n'est pas encore individué. Seule la mort serait la résolution de toutes les tensions ; et la mort n'est la solution d'aucun problème. L'individuation résolutive est celle qui conserve les tensions dans l'équilibre de métastabilité au lieu de les anéantir dans l'équilibre de stabilité. L'individuation rend les tensions compatibles mais ne les relâche pas ; elle découvre un système de structures et de fonctions à l'intérieur duquel les tensions sont compatibles. L'équilibre du vivant est un équilibre de métastabilité, non un équilibre de stabilité. Les tensions internes restent constantes sous la forme de la cohésion de l'être par rapport à lui-même. La résonance interne de l'être est tension de la métastabilité ; elle est ce qui confronte les couples de déterminations entre lesquels existe une disparation qui ne peut devenir significative que par la découverte d'un ensemble structural et fonctionnel plus élevé.

On pourrait dire que l'ontogénèse est une problématique perpétuée, rebondissant de résolution en résolution jusqu'à la stabilité complète qui est celle de la forme adulte ; cependant, la maturation complète n'est pas atteinte par toutes les fonctions et toutes les structures de l'être au même moment ; plusieurs voies de l'ontogénèse se poursuivent parallèlement avec, parfois, une alternance d'activité qui fait que le processus de croissance affecte un ensemble de fonctions, puis un autre, ensuite un troisième, et revient enfin au premier ; il semble que cette capacité de résoudre des problèmes soit dans une certaine mesure limitée et apparaisse comme un fonctionnement de l'être sur lui-même, fonctionnement qui a une unité systématique et ne peut affecter tous les aspects de l'être à la fois. Selon Gesell, l'ontogénèse des individus vivants manifeste un processus de croissance fondé sur la coexistence d'un principe d'unité et d'un principe de dualité. Le principe d'unité est celui de *direction du développement*, apparent sous la forme d'un gradient de croissance. Le développement somatique et fonctionnel s'effectue par une série de vagues successives orientées selon l'axe céphalo-caudal, qui est fondamental, et s'irradient à partir des différents niveaux de cet axe selon le schéma secondaire proximo-distal. Ce premier principe d'unité par polarité du développement est complété par celui de dominance latérale : la symétrie bilatérale du corps, et en particulier des organes des sens et des effecteurs neuro-musculaires, n'empêche pas l'existence d'une asymétrie fonctionnelle, tant dans le développement que dans la réalité anatomo-physiologique. Par contre, il existe un principe de dualité, celui de la symétrie bilatérale de la plupart des organes, et particulièrement des organes des sens et des effecteurs. Le développement somatique et fonctionnel («développement du comportement» selon l'expression de Gesell) s'effectue selon un processus d'entrelacement réciproque, alliant unité et dualité par une sorte de tissage qui sépare, maintient ensemble, organise, différencie, rattache et structure les différentes fonctions et les différents montages somato-psychiques. Le développement est un comportement sur des comportements, un tissage progressif de comportements ; l'être adulte est un tissu dynamique, une organisation de séparations et de réunions de structures et de fonctions. Un double mouvement d'intégration et de différenciation constitue ce tissu structural et fonctionnel. Une maturation individuante progressive découpe les schémas de plus en plus détachés et précis à l'intérieur de l'unité globale de réactions et d'attitudes. Mais ce détachement des schémas d'action n'est possible que dans la mesure où ces schémas s'individuent, c'est-à-dire se forment comme unité synergique structurant plusieurs éléments qui pourraient être sépa-

rés. Un mouvement précis et adapté est bien, par rapport à tout l'organisme, le résultat d'une maturation individuante, mais cette maturation individuante ne peut pas constituer une unité fonctionnelle par pure analyse : l'individuation de ce que Gesell nomme un *pattern* (schème structural et fonctionnel) ne provient pas de la seule analyse d'un tout global préexistant, mais aussi et en même temps d'une structuration qui intègre synergiquement plusieurs fonctions. Chaque geste et chaque conduite impliquent tout le corps, mais ils ne sont pas obtenus par analyse et spécialisation d'un processus global qui les contiendrait implicitement ; ce n'est pas comme réservoir de toutes les conduites possibles qu'agit l'unité organismique primitive, mais comme pouvoir de cohésion, de réciprocité, d'unité, de symétrie ; la maturation permet l'individuation, mais l'individuation ne résulte pas de la maturation. Elle n'est pas non plus pure synthèse, pur apprentissage par conditionnement de réponses entrant dans un schème réactionnel naturel et préformé. Le développement se fait à travers des apprentissages successifs, occasion d'intégration de processus au cours de la maturation de l'organisme. La relation de l'organisme au monde se fait à travers la fluctuation autorégulatrice du comportement, schème de différenciation et d'intégration plus complexe que le seul apprentissage par conditionnement de réflexes. La résolution des problèmes que porte l'individu se fait selon un processus d'amplification constructive<sup>16</sup>.

La description que Gesell donne de l'ontogénèse humaine et les principes au moyen desquels il l'interprète prolongent, selon Gesell, les résultats de l'embryologie générale ; ces principes ne sont pas seulement métaphoriques et descriptifs ; ils traduisent, selon l'auteur, un aspect fondamental de la vie. Tout particulièrement, cette dualité maintenue par une unité que manifestent les principes de symétrie bilatérale et d'asymétrie fonctionnelle, ou bien encore de direction du développement et de maturation individuante, se trouve au principe même de l'ontogénèse, dans la structure chromosomique. Gesell cite la théorie de Wrinch selon laquelle le chromosome est une *structure* constituée de deux éléments : de longs filaments de molécules protéiniques identiques, disposés parallèlement, entourés de groupes de molécules d'acide nucléique cyclisées, le tout entrelacé comme dans une trame. Le symbole de la chaîne et de la trame pourrait ainsi être invoqué comme le fondement structural et fonctionnel du développement ; l'ontogénèse se ferait à partir de la dualité des couples de molécules protéiniques. Un caractère héréditaire serait non pas un élément prédéterminé, mais un problème à résoudre, un couple de deux éléments distingués et réunis, en relation de disparation. L'être individué contiendrait ainsi un certain nombre de couples de disparation générateurs de problématique. Le développement structural et fonctionnel serait une suite de résolutions de problèmes : une étape de développement est la solution d'un problème de disparation ; elle apporte à travers la dimension temporelle du successif comportant intégration et différenciation la signification unique à l'intérieur de laquelle le couple d'éléments disparates constitue un système continu. Le développement n'est donc ni pure analyse ni pure synthèse, ni même un mixte des deux aspects ; le développement est découverte de significations, *réalisation* structurale et fonctionnelle de significations. L'être contient sous forme de couples d'élé-

16. Le processus d'amplification constructive et d'intégration n'est pas nécessairement continu : quand l'individu fonde une colonie, quand la larve devient nymphe, quand la sorédie se fixe et donne un Lichen, l'individu se transforme, mais l'amplification demeure.

ments disparates une information implicite qui se réalise, se découvre dans le développement ; mais le développement n'est pas seulement un déroulement, une explication des caractères contenus dans une notion individuelle complète qui serait essence monadique. Il n'y a pas d'essence unique de l'être individué, parce que l'être individué n'est pas substance, pas *monade* : toute sa possibilité de développement lui vient de ce qu'il n'est pas unifié complètement, pas systématisé ; un être systématisé, ayant une essence comme une série a sa raison ne pourrait se développer. L'être n'est pas tout entier contenu dans son principe, ou plutôt dans ses principes ; l'être se développe à partir de ses principes, mais ses principes ne sont pas donnés en système ; il n'y a pas d'essence première d'un être individué : la genèse de l'individu est une découverte de *patterns* successifs qui résolvent les incompatibilités inhérentes aux couples de disparation de base ; le développement est la découverte de la dimension de résolution, ou encore de la signification, qui est la dimension non contenue dans les couples de disparation et grâce à laquelle ces couples deviennent systèmes<sup>17</sup>. Ainsi, chaque rétine est couverte d'une image bidimensionnelle ; l'image gauche et l'image droite sont disparates ; elles ne peuvent se recouvrir parce qu'elles représentent le monde vu de deux points de vue différents, ce qui crée une différence de parallaxes et de recouvrements des plans ; certains détails masqués par un premier plan dans l'image gauche, sont, au contraire, démasqués dans l'image droite, et inversement, si bien que certains détails ne figurent que sur une seule image monoculaire. Or, il n'y a pas une troisième image optiquement possible qui réunirait ces deux images ; elles sont par essence disparates et non superposables dans l'axiomatique de la bidimensionnalité. Pour qu'elles fassent apparaître une cohérence qui les incorpore, il faut qu'elles deviennent les fondements d'un monde perçu à l'intérieur d'une axiomatique en laquelle la disparation (condition d'impossibilité du système direct bidimensionnel) devient précisément l'indice d'une dimension nouvelle : dans le monde tridimensionnel, il n'y a plus deux images, mais le système intégré des deux images, système qui existe selon une axiomatique de niveau supérieur à celle de chacune des images, mais qui n'est pas contradictoire par rapport à elles. La tridimensionnalité intègre la bidimensionnalité ; tous les détails de chaque image sont présents dans le système d'intégration significative ; les détails occultés par le recouvrement des plans, et qui, par conséquent, n'existent que sur une seule image, sont retenus dans le système d'intégration, et perçus complètement, comme s'ils faisaient partie des deux images ; on ne saurait penser ici à un processus d'abstraction et de généralisation qui ne conserverait dans la signification perceptive que ce qui est commun aux deux images rétiniennees séparées : bien loin de ne retenir que ce qui est commun, la perception retient tout ce qui est particulier et l'incorpore à l'ensemble ; de plus, elle utilise le conflit entre deux particuliers pour découvrir le système supérieur dans lequel ces deux particuliers s'incorporent ; la découverte perceptive n'est pas une abstraction réductrice, mais une intégration, une opération amplifiante.

Or, il est possible de supposer que la perception n'est pas fondamentalement différente de la croissance, et que le vivant opère de manière semblable en toute activité. La croissance, en tant qu'activité, est amplification par différenciation et intégra-

17. L'ontogénèse elle-même peut ainsi être présentée comme une amplification ; l'action de l'individu vis-à-vis de lui-même est la même qu'à l'extérieur : il se développe en constituant une colonie de sous-ensembles, en lui-même, par entrelacement réciproque.

tion, non simple déroulement ou continuité. En toute opération vitale complète se trouvent réunis les deux aspects d'intégration et de différenciation. Ainsi, la perception ne saurait exister sans l'usage différentiel de la sensation, que l'on considère parfois comme une preuve de subjectivité et une justification de la critique de la validité d'un savoir obtenu à partir de la perception ; la sensation n'est pas ce qui apporte à l'*a priori* du sujet percevant un continuum confus, matière pour les formes *a priori* ; la sensation est le jeu différentiel des organes des sens, indiquant relation au milieu ; la sensation est pouvoir de différenciation, c'est-à-dire de saisie de structures relationnelles entre des objets ou entre le corps et des objets ; mais cette opération de différenciation sensorielle ne peut être cohérente avec elle-même que si elle est compatible par une autre activité, l'activité d'intégration, qui est perception. Sensation et perception ne sont pas deux activités qui se suivent, l'une, la sensation, fournissant une matière à l'autre ; ce sont deux activités jumelles et complémentaires, les deux versants de cette individuation amplifiante que le sujet opère selon sa relation au monde<sup>18</sup>. De même, la croissance n'est pas un processus à part : elle est le modèle de tous les processus vitaux ; le fait qu'elle est ontogénétique indique bien son rôle central, essentiel, mais ne signifie pas qu'il n'y a pas un certain coefficient ontogénétique en chaque activité de l'être. Une opération de sensation-perception est aussi une ontogénèse restreinte et relative ; mais elle est une ontogénèse qui s'effectue en utilisant des modèles structuraux et fonctionnels déjà formés : elle est supportée par l'être vivant déjà existant, est orientée par le contenu de la mémoire, et activée par les dynamismes instinctifs. Toutes les fonctions du vivant sont ontogénétiques en quelque mesure, non pas seulement parce qu'elles assurent une adaptation à un monde extérieur, mais parce qu'elles participent à cette individuation permanente qu'est la vie. L'individu vit dans la mesure où il continue à individuer, et il individue à travers l'activité de mémoire comme à travers l'imagination ou la pensée inventive abstraite. Le psychique, en ce sens, est vital, et il est vrai aussi que le vital est psychique, mais à condition d'entendre par *psychique* l'activité de construction de systèmes d'intégration à l'intérieur desquels la disparation des couples d'éléments prend un sens. L'adaptation, cas particulier où le couple de disparation comporte un élément du sujet et un élément représentatif du monde extérieur, est un critère insuffisant pour rendre compte de la vie. La vie comporte adaptation, mais pour qu'il y ait adaptation il faut qu'il y ait être vivant déjà individué ; l'individuation est antérieure à l'adaptation, et ne s'épuise pas en elle<sup>19</sup>.

## 2. Individuation et adaptation

L'adaptation est un corrélatif de l'individuation ; elle n'est possible que selon l'individuation. Tout le biologisme de l'adaptation, sur lequel repose un aspect important de la philosophie du XIX<sup>e</sup> siècle et qui s'est prolongé jusqu'à nous sous la forme du pragmatisme, suppose implicitement donné l'être vivant déjà individué ; les proces-

18. La sensation apporte, par l'usage différentiel, la pluralité, la non-compatibilité des données, la capacité problématique porteuse d'information. L'intégration perceptive ne peut s'effectuer que par construction, impliquant généralement réponse motrice efficace, amplification de l'univers sensori-moteur.

19. Ainsi, on pourrait dire que la fonction essentielle de l'individu est l'activité d'amplification, soit qu'il l'exerce à l'intérieur de lui-même soit qu'il se transforme en colonie.

sus de croissance sont partiellement mis de côté : c'est un biologisme sans ontogénèse. La notion d'adaptation représente en biologie la projection du schéma relationnel de pensée avec zone obscure entre deux termes clairs, comme dans le schéma hylémorphique : d'ailleurs, le schéma hylémorphique lui-même apparaît dans la notion d'adaptation : l'être vivant trouve dans le monde des formes qui structurent le vivant ; le vivant, par ailleurs, donne forme au monde pour l'approprier à lui : l'adaptation, passive et active, est conçue comme une influence réciproque et complexe à base de schéma hylémorphique. Or, l'adaptation étant donnée par la biologie comme l'aspect fondamental du vivant, il est assez naturel que la psychologie et les disciplines peu structurées, manquant de principes, aient cru emprunter à la biologie une expression fidèle et profonde de la vie en utilisant dans d'autres domaines le principe d'adaptation. Mais s'il était vrai que le principe d'adaptation n'exprime pas les fonctions vitales en profondeur et ne peut rendre compte de l'ontogénèse, il faudrait réformer tous les systèmes intellectuels fondés sur la notion d'adaptation. Il conviendrait en particulier de ne pas accepter les conséquences de la dynamique sociale de Kurt Lewin, représentant une synthèse de la théorie de la Forme développée en Allemagne et du Pragmatisme américain. En effet, la personnalité est représentée comme centre de tendances ; le milieu est essentiellement constitué par un but, vers lequel tend l'être, et par un ensemble de forces s'opposant au mouvement de l'individu vers le but : ces forces constituent une barrière, exerçant une réaction d'autant plus forte que l'action de l'individu est plus intense ; dès lors, les différentes attitudes possibles sont des conduites par rapport à cette barrière, visant à atteindre le but malgré celle-ci (par exemple, le détour est une de ces conduites). Une telle conception fait appel à la notion de champ de forces ; les conduites et les attitudes se comprennent comme des parcours possibles à l'intérieur de ce champ de forces, dans cet espace *hodologique* ; les animaux et les enfants projettent un espace hodologique plus simple que celui des hommes adultes ; chaque situation peut se représenter par la structure du champ de forces qui la constitue. Or, cette doctrine suppose que l'activité essentielle du vivant est l'adaptation, puisque le problème est défini en termes d'opposition de forces, c'est-à-dire de conflit entre les forces qui émanent du sujet, orientées vers le but, et les forces émanant de l'objet (de l'objet pour le sujet vivant), sous forme de barrière entre l'objet et le sujet. La découverte d'une solution est une structuration nouvelle du champ, modifiant la topologie de ce champ. Or, ce qui semble manquer à la théorie topologique et hodologique, c'est une représentation de l'être comme susceptible d'opérer *en lui* des individuations successives<sup>20</sup> ; pour que la topologie du champ de forces puisse être modifiée, il faut qu'un principe soit découvert, et que les configurations anciennes soient incorporées à ce système ; la découverte de significations est nécessaire pour que le donné se modifie. L'espace n'est pas seulement un champ de forces ; il n'est pas seulement hodologique. Pour que l'intégration des éléments à un système nouveau soit possible, il faut qu'il existe une condition de disparation dans la relation mutuelle de ces éléments ; si les éléments étaient aussi hétérogènes que le suppose Kurt Lewin, opposés comme une barrière qui repousse et un but qui attire, la disparation serait trop grande pour qu'une signification commune puisse être découverte. L'action, individuation englobant certains éléments du milieu et certains élé-

20. Autrement dit, selon cette doctrine, le couple générateur de disparation est le rapport individu-monde, non une dualité dont l'individu serait initialement porteur.

ments de l'être, ne peut s'accomplir qu'à partir d'éléments presque semblables. L'action n'est pas seulement une modification topologique du milieu ; elle modifie la trame même du sujet et des objets, d'une façon beaucoup plus fine et délicate ; ce n'est pas la répartition topologique abstraite des objets et des forces qui est modifiée : ce sont, de façon également globale mais plus intime et moins radicale, les incompatibilités de disparation qui sont surmontées et intégrées grâce à la découverte d'une dimension nouvelle ; le monde avant l'action n'est pas seulement un monde où il y a une barrière entre le sujet et le but ; c'est surtout un monde qui ne coïncide pas avec lui-même, parce qu'il ne peut être vu d'un unique point de vue. L'obstacle n'est que bien rarement un objet parmi des objets : il n'est généralement tel que de manière symbolique et pour les besoins d'une représentation claire et objectivante ; l'obstacle, dans le réel vécu, est la pluralité des manières d'être présent au monde. L'espace hodologique est déjà l'espace de la solution, l'espace significatif qui intègre les divers points de vue possibles en unité systématique, résultat d'une amplification. Avant l'espace hodologique, il y a ce chevauchement des perspectives qui ne permet pas de saisir l'obstacle déterminé, parce qu'il n'y a pas de dimensions par rapport auxquelles l'ensemble unique s'ordonnerait. La *fluctuatio animi* qui précède l'action résolue n'est pas hésitation entre plusieurs objets ou même entre plusieurs voies, mais recouvrement mouvant d'ensembles incompatibles, presque semblables, et pourtant disparates. Le sujet avant l'action est pris entre plusieurs mondes, entre plusieurs ordres ; l'action est une découverte de la signification de cette disparation, de ce par quoi les particularités de chaque ensemble s'intègrent dans un ensemble plus riche et plus vaste, possédant une dimension nouvelle. Ce n'est pas par dominance de l'un des ensembles, contraignant les autres, que l'action se manifeste comme organisatrice ; l'action est contemporaine de l'individuation par laquelle ce conflit de plans s'organise en espace : la pluralité d'ensembles devient système. Le schème de l'action n'est que le symbole subjectif de cette dimension significative nouvelle qui vient d'être découverte dans l'individuation active. Ainsi, telle incompatibilité peut être résolue comme signification systématique par un schème de succession et de conditionnement. L'action suit bien des chemins, mais ces chemins ne peuvent être des chemins que parce que l'univers s'est ordonné en s'individuant : le chemin est la dimension selon laquelle la vie du sujet dans le *hic et nunc* s'intègre au système en l'individuant et en individuant le sujet : le chemin est à la fois monde et sujet, il est la signification du système qui vient d'être découvert comme unité intégrant les différents points de vue antérieurs, les singularités apportées. L'être percevant est le même que l'être agissant : l'action commence par une résolution des problèmes de perception ; l'action est solution des problèmes de cohérence mutuelle des univers perceptifs ; il faut qu'il existe une certaine disparation entre ces univers pour que l'action soit possible ; si cette disparation est trop grande, l'action est impossible. L'action est une individuation au-dessus des perceptions, non une fonction sans lien avec la perception et indépendante d'elle dans l'existence : après les individuations perceptives, une individuation active vient donner une signification aux disparations qui se manifestent entre les univers résultant des individuations perceptives. La relation qui existe entre les perceptions et l'action ne peut être pensée selon les notions de genre et d'espèce. Perception et action pures sont les termes extrêmes d'une série transductive orientée de la perception vers l'action : les perceptions sont des découvertes partielles de significations, individuant un domaine limité par rapport au sujet ; l'action unifie et indi-

vidue les dimensions perceptives et leur contenu en trouvant une dimension nouvelle, celle de l'action : l'action est, en effet, ce parcours qui est une dimension, une manière d'organiser ; les chemins ne préexistent pas à l'action : ils sont l'individuation même qui fait apparaître une unité structurale et fonctionnelle dans cette pluralité conflictuelle<sup>21</sup>.

La notion d'adaptation est mal formée dans la mesure où elle suppose l'existence des termes comme précédant celle de la relation ; ce n'est pas la modalité de la relation telle que l'envisage la théorie de l'adaptation qui mérite d'être critiquée ; ce sont les conditions mêmes de cette relation venant après les termes. La théorie de l'adaptation active selon Lamarck présente cependant un avantage important sur celle de Darwin : elle considère l'activité de l'être individué comme jouant un rôle capital dans l'adaptation ; l'adaptation est une ontogénèse permanente. Cependant, la doctrine de Lamarck ne fait pas une place assez grande à ce conditionnement par l'aspect problématique de l'existence vitale. Ce ne sont pas seulement besoins et tendances qui conditionnent l'effort de l'être vivant ; en plus des besoins et des tendances d'origine spécifique et individuelle apparaissent des ensembles en lesquels l'être individué est engagé par la perception, et qui ne sont pas compatibles entre eux selon leurs dimensions internes. Chez Lamarck, comme chez Darwin, il y a l'idée que l'objet est objet pour l'être vivant, objet constitué et détaché qui représente un danger ou un aliment ou une retraite. Le monde par rapport auquel la perception a lieu est un monde déjà structuré selon un système de référence unitaire et objectif, dans la théorie de l'évolution. Or, c'est précisément cette conception objective du milieu qui fausse la notion d'adaptation. Il n'y a pas seulement un objet aliment ou un objet proie, mais un monde selon la recherche de nourriture et un monde selon l'évitement des prédateurs ou un monde selon la sexualité. Ces mondes perceptifs ne coïncident pas, mais sont pourtant peu différents les uns des autres ; ils ont quelques éléments propres à chacun (les objets désignés comme proie, prédateur, partenaire, aliment), comme les images monoculaires possèdent chacune en propre quelques franges<sup>22</sup>. L'adaptation est une résolution de degré supérieur qui doit engager le sujet comme porteur d'une dimension nouvelle. Pour chaque univers perceptif, les dimensions objectives suffisent : l'espace tridimensionnel apparie les deux images bidimensionnelles disparates. Mais les différents univers perceptifs ne peuvent plus être ramenés à un système d'une axiomatique dimensionnelle supérieure selon un principe d'objectivité ; l'être vivant entre alors dans l'axiomatique en y apportant une condition nouvelle qui devient dimension : l'action, le parcours, la succession des phases du rapport aux objets qui les modifie ; l'univers hodologique intègre les mondes perceptifs disparates en une perspective qui rend mutuellement corrélatifs le milieu et l'être vivant selon le devenir de l'être dans le milieu et du milieu autour de l'être. La notion même de milieu est trompeuse : il n'y a de milieu que pour un être vivant qui arrive à intégrer en unité d'action les mondes perceptifs. L'univers sensoriel n'est pas donné d'emblée : il n'y a que des mondes sen-

21. En ce sens, la croissance est une forme d'action amplificatrice. Elle peut être la seule possible pour certains vivants, comme les végétaux.

22. De plus, la totalité de chacun de ces mondes est un peu différente de la totalité des autres, en raison de différences qualitatives et structurales : les points-clefs ne sont pas organisés selon des réseaux exactement superposables ; de même, dans les images monoculaires, l'image droite et l'image gauche sont saisies de *points de vue* différents, ce qui crée, en particulier, une différence de perspectives.

soriels qui attendent l'action pour devenir significatifs. L'adaptation crée le milieu et l'être par rapport au milieu, les chemins de l'être ; avant l'action, il n'y a pas de chemins, pas d'univers unifié dans lequel on peut indiquer les directions et les intensités des forces pour trouver une résultante : le paradigme physique du parallélogramme des forces n'est pas applicable, car il suppose un espace un, c'est-à-dire des dimensions valables pour cet espace un, des axes de référence valables pour tout objet qui se trouvera dans ce champ et pour tout mouvement qui pourra s'y dérouler. En ce sens, la Théorie de la Forme et la Théorie des Champs de la dynamique de Kurt Lewin qui la prolonge sont des représentations rétroactives : il est aisé d'expliquer l'action quand on se donne l'être dans un milieu unique structuré ; mais c'est précisément l'action qui est condition de la cohérence de l'axiomatique au moyen de laquelle ce milieu est un : la Théorie de l'Adaptation, la Théorie de la Forme et la dynamique des champs rejettent avant l'action, pour expliquer l'action, ce que l'action crée et conditionne ; ces trois doctrines supposent une structure d'action avant l'action pour expliquer l'action : elles supposent le problème résolu ; or, le problème de l'action du vivant est précisément le problème de la découverte de la compatibilité. Ce problème est à un degré supérieur un problème d'individuation. Il ne peut être résolu au moyen de notions qui, comme celle d'état stable, supposent la préalable cohérence axiomatique. Ce qui est commun aux trois notions d'adaptation, de bonne forme, et d'espace hodologique, c'est la notion d'équilibre stable. Or, l'équilibre stable, celui qui est réalisé quand tous les potentiels sont actualisés dans un système, est précisément ce qui suppose qu'aucune incompatibilité n'existe, que le système est parfaitement unifié parce que toutes les transformations possibles se sont réalisées. Le système de l'équilibre stable est celui qui a atteint le plus haut degré d'homogénéité possible. Il ne peut en aucune mesure expliquer l'action, car il est le système dans lequel aucune transformation n'est possible puisque tous les potentiels sont épuisés : il est système mort.

Pour rendre compte de l'activité du vivant, il faut remplacer la notion d'équilibre stable par celle d'équilibre métastable, et celle de bonne forme par celle d'information ; le système dans lequel l'être agit est un univers de métastabilité ; la disparation préalable entre les mondes perceptifs devient condition de structure et d'opération en état d'équilibre métastable : c'est le vivant qui par son activité maintient cet équilibre métastable, le transpose, le prolonge, le soutient. L'univers complet n'existe qu'autant que le vivant entre dans l'axiomatique de cet univers ; si le vivant se dégage ou échoue, l'univers se défait en mondes perceptifs de nouveau disparates. Le vivant, entrant parmi ces mondes perceptifs pour en faire un univers, amplifie la singularité qu'il porte. Les mondes perceptifs et le vivant s'individuent ensemble en univers du devenir vital<sup>23</sup>.

Seul cet univers du devenir vital peut être pris comme système total véritable ; mais il n'est pas donné d'emblée ; il est le sens de la vie, non sa condition ou son origine. Goldstein a bien indiqué le sens de cette systématique du tout ; mais, la traitant comme unité organismique, il a été en quelque mesure obligé de la prendre comme principe et non comme sens : d'où l'aspect parménidien de sa conception de l'être : le tout est donné à l'origine, si bien que le devenir vital est difficile à saisir comme

23. C'est un des plus grands mérites de Lamarck d'avoir considéré l'évolution comme une incorporation à l'individu d'effets aléatoirement apportés par le milieu (comme la nourriture véhiculée par les courants d'eau, puis ingérée grâce à des cils vibratiles), ce qui réalise une amplification de l'aire du vivant.

dimension effective de cette systématique. La structure de l'organisme se comprendrait mieux au niveau des mondes perceptifs, dans la théorie de Goldstein, qu'au niveau de l'activité proprement dite. La dominance holique est au début, si bien que la totalité est totalité de l'être vivant plutôt que totalité de l'univers comprenant le vivant inséré par l'activité dans les mondes perceptifs qui ont pris un sens pour le devenir de cette activité. Les systèmes sensoriels sont difficiles à penser dans leur distinction relative ; pourtant, la distinction structurale et fonctionnelle des sens est la base de l'action, en tant que base de significations résidant dans les couples de formes à partir desquels seuls l'information peut exister. On ne peut donc pas unifier sous une fonction globale, la sensibilité, la pluralité des sensations, car cette pluralité est fondement de significations ultérieures en tant que pluralité de points de contact à partir desquels des significations seront possibles au cours d'individuations ultérieures.

### **3. Limites de l'individuation du vivant. Caractère central de l'être.**

#### **Nature du collectif**

Cette théorie ne suppose pas que toutes les fonctions vitales se confondent et sont identiques ; mais elle tend à désigner toutes ces fonctions par l'opération d'individuation qu'elles accomplissent ; ainsi, l'individuation serait une opération beaucoup plus générale et beaucoup plus répandue que ce que l'on considère comme étant une individuation. Le fait que l'être vivant est un individu séparé dans la plupart des espèces n'est qu'une conséquence de l'opération d'individuation ; l'ontogénèse est une individuation, mais n'est pas la seule individuation qui s'accomplisse dans le vivant ou en prenant le vivant comme base et en l'incorporant<sup>24</sup>. Vivre consiste à être agent, milieu et élément d'individuation. Les conduites perceptives, actives, adaptatives, sont des aspects de l'opération fondamentale et perpétuée d'individuation qui constitue la vie. Selon une telle conception, pour penser le vivant, il faut penser la vie comme une suite transductive d'opérations d'individuation, ou encore comme un enchaînement de résolutions successives, chaque résolution antérieure pouvant être reprise et réincorporée dans les résolutions ultérieures. Par là, on pourrait rendre compte du fait que la vie dans son ensemble apparaît comme une construction progressive de formes de plus en plus élaborées, c'est-à-dire capables de contenir des problèmes de plus en plus hauts. L'axiomatique vitale se complique et s'enrichit à travers l'évolution ; l'évolution n'est pas à proprement parler un perfectionnement mais une intégration, le maintien d'une métastabilité qui repose de plus en plus sur elle-même, accumulant des potentiels, assemblant structures et fonctions. L'individuation comme génératrice d'individus périssables, soumis au vieillissement et à la mort, n'est qu'un des aspects de cette individuation vitale généralisée, néoténisante, qui incorpore une axiomatique de plus en plus riche. L'individu, en effet, comme être limité, soumis au *hic et nunc* et à la précarité de sa condition isolée, exprime le fait qu'il reste quelque chose d'insoluble dans la problématique vitale ; c'est parce que la vie est résolution de problèmes qu'il reste quelque chose de résiduel, une scorie qui ne prend pas signification, un reste après toutes les opérations d'individuation. Ce qui

24. Inversement, l'individuation n'est pas la seule réalité vitale. Au sens strict, l'individuation est en quelque manière une solution d'urgence, provisoire, dramatique. Mais par ailleurs, parce qu'elle est directement liée à un processus de néoténisation, l'individuation est la racine de l'évolution.

reste dans l'être vieilli, c'est ce qui n'a pu être intégré, c'est l'inassimilé. De l'ἄπειρον d'avant l'individuation à l'ἄπειρον d'après la vie, de l'indéterminé d'avant à l'indéterminé d'après, de la poussière première à la poussière dernière, une opération s'est accomplie qui ne se résorbe pas en poussière ; la vie est dans son présent, dans sa résolution, non pas dans son reste. Et la mort existe pour le vivant en deux sens qui ne coïncident pas : elle est la mort adverse, celle de la rupture d'équilibre métastable qui ne s'entretient que par son propre fonctionnement, par sa capacité de permanente résolution : cette mort traduit la précarité même de l'individuation, son affrontement aux conditions du monde, le fait qu'elle s'engage en risquant et ne peut toujours réussir ; la vie est comme un problème posé qui peut n'être pas résolu, ou mal résolu : l'axiomatique s'effondre au cours même de la résolution du problème : un certain hasard d'extériorité existe ainsi en toute vie ; l'individu n'est pas enfermé en lui-même et il n'a pas de destin contenu en lui, car c'est le monde qu'il résout en même temps que lui-même : c'est le système du monde et de lui-même.

Mais la mort existe aussi pour l'individu en un autre sens : l'individu n'est pas pure intériorité : il s'alourdit lui-même du poids des résidus de ses opérations ; il est passif par lui-même ; il est à lui-même sa propre extériorité ; son activité l'appesantit, le charge d'un indéterminé inutilisable, d'un indéterminé en équilibre stable, qui n'a plus de nature, qui est dépourvu de potentiels et ne peut plus être la base de nouvelles individuations ; l'individu gagne peu à peu des éléments d'équilibre stable qui le chargent et l'empêchent d'aller vers de nouvelles individuations. L'entropie du système individué augmente au cours des opérations successives d'individuation, particulièrement de celles qui ne sont pas constructives. Les résultats sans potentiels du passé s'accumulent sans devenir les ferments de nouvelles individuations ; cette poussière sans chaleur, cette accumulation sans énergie sont comme la montée dans l'être de la mort passive, qui ne provient pas de l'affrontement au monde, mais de la convergence des transformations internes. On peut se demander cependant si le vieillissement n'est pas la contrepartie de l'ontogénèse. Les tissus cultivés *in vitro*, et repiqués assez fréquemment pour ne jamais donner de grosses masses, vivent indéfiniment ; on dit, en général, que ces tissus doivent leur longévité sans limite au fait que le repiquage empêche l'accumulation de produits toxiques d'élimination à l'intérieur de l'ensemble de matière vivante. Mais on peut aussi remarquer que le repiquage maintient toujours la parcelle de tissu vivant dans un état de croissance indifférenciée ; dès que la parcelle est assez grosse, elle se différencie, et les tissus différenciés meurent au bout d'un certain temps ; or, la différenciation est une structuration et une spécialisation fonctionnelle ; elle est résolution d'un problème, alors que la croissance indifférenciée des tissus fréquemment repiqués se place avant toute individuation au niveau de la parcelle : le repiquage perpétuel ramène le tissu toujours au même point de son évolution en tant qu'ensemble pouvant être le support d'une individuation. C'est sans doute à cause de cette absence d'individuation que la longévité est sans limite : il y a itération du processus de croissance, itération extérieurement provoquée. Le fait qu'un ensemble assez gros se différencie et meurt semble montrer que toute différenciation laisse un certain résidu qui ne peut être éliminé, et qui grève l'être individué d'un poids diminuant les chances d'individuations ultérieures. Le vieillissement est bien cette moindre capacité de renouvellement, comme le montrent les études sur la cicatrisation des plaies ; l'individu qui se structure et spécialise ses organes ou les montages automatiques de l'habitude devient de moins en moins capable de refaire de

nouvelles structures si les anciennes sont détruites. Tout se passe comme si le capital de potentiels primitifs allait en diminuant, et l'inertie de l'être en augmentant : la viscosité de l'être augmente par le jeu de la maturation individuelle<sup>25</sup>. Cette augmentation de l'inertie, de la rigidité, de la viscosité, est apparemment compensée par la richesse de plus en plus grande des dispositifs acquis, c'est-à-dire de l'adaptation ; mais l'adaptation est précaire en ce sens que si le milieu se modifie, les nouveaux problèmes peuvent n'être pas résolus, tandis que les structures et les fonctions antérieurement élaborées poussent à une itération infructueuse. En ce sens, le fait que l'individu n'est pas éternel paraît ne pas devoir être considéré comme accidentel ; la vie dans son ensemble peut être considérée comme une série transductive ; la mort comme événement final n'est que la consommation d'un processus d'amortissement qui est contemporain de chaque opération vitale en tant qu'opération d'individuation ; toute opération d'individuation dépose de la mort dans l'être individué qui se charge ainsi progressivement de quelque chose qu'il ne peut éliminer ; cet amortissement est différent de la dégradation des organes ; il est essentiel à l'activité d'individuation. L'indéterminé natif de l'être est peu à peu remplacé par de l'indéterminé passé, sans tension, pure charge inerte ; l'être va de la pluralité des potentiels initiaux à l'unité indistincte et homogène de la dissolution finale à travers les structurations successives d'équilibres métastables : les structures et les fonctions individuées font communiquer les deux indéterminés entre lesquels la vie s'insère.

Si l'individu a un sens, ce n'est sans doute pas seulement par la tendance de l'être à persévérer dans son être ; l'être individuel est transductif, non substantiel, et la tendance de l'être à persévérer dans son être cherche l'équivalence d'une substantialisation, même si l'individu n'est fait que de modes. En fait, on ne peut non plus trouver le sens de l'individu vivant dans l'intégration inconditionnelle à l'espèce ; l'espèce est une réalité aussi abstraite que le serait l'individu pris comme substance. Entre la substantialisation de l'être individuel et son absorption dans le continu supérieur de l'espèce où il est comme la feuille de l'arbre, selon l'expression que Schopenhauer a reprise d'Homère (Οἴη περ φυλλῶν γενέη, τοιήδε χαῖ ἀδρῶν)<sup>26</sup>, existe une possibilité de saisir l'individu en tant que limité comme un des versants de l'individuation vitale essentielle ; l'individu est réalité transductrice ; par l'étalement de son existence active dans la dimension temporelle, il augmente cette capacité que possède la vie de résoudre des problèmes ; l'individu porte une axiomatique, ou plutôt une dimension de l'axiomatique vitale ; l'évolution de l'individuation, cette liaison d'une structuration fonctionnelle et d'un amortissement couplés qu'est chaque opération perceptive et active, fait de l'individu un être qui traduit des potentiels incompatibles entre eux en équilibres métastables pouvant être maintenus au prix d'inventions successives. Comme toute série transductive, l'existence de l'individu doit être prise en son milieu pour être saisie en sa pleine réalité ; l'individu complet n'est pas seulement l'être qui va de sa naissance à sa mort : il est essentiellement *l'être de la maturité*, avec

25. Dans le cas du végétal, un phénomène analogue se produit : un arbre âgé peut continuer à s'accroître, mais, si l'une des grosses branches est brisée, l'arbre n'arrive pas à retrouver l'équilibre de sa structure ; pourtant, il continue régulièrement à accroître sa frondaison ; un arbre jeune, brisé, réoriente sa croissance et retrouve la verticalité, une des branches latérales, primitivement diagéotropique, devenant alors orthogéotropique.

26. *Le Monde comme volonté et comme représentation*, I livre II, § 36.

le statut d'existence qui est entre les deux extrêmes, et qui donne leur sens aux deux extrêmes ; naissance et mort, puis ontogénèse et destruction, processus anaboliques et processus cataboliques, sont des extrêmes par rapport au centre de maturité ; l'individu réel est l'individu mûr, l'individu médian. C'est comme tel que l'individu se perpétue, non en redevenant éternellement jeune ou en se transmuant au-delà de la mort dernière ; c'est en son centre d'existence que l'individu correspond le plus entièrement à sa fonction, par ces individuations qui résolvent le monde et résolvent l'être individué. Jeune et vieux, l'être individué est isolé ; mûr, il se structure dans le monde et structure le monde en lui. Les structures et les fonctions de l'individu mûr le rattachent au monde, l'insèrent dans le devenir ; les significations ne sont pas comme les êtres individués : elles ne sont pas contenues, enfermées, dans une enceinte individuelle qui se dégradera ; seules les significations réalisées, les structures et les fonctions couplées de l'individu mûr dépassent le *hic et nunc* de l'être individué ; l'individu mûr, celui qui résout les mondes perceptifs en action, est aussi celui qui participe au collectif et qui le crée ; le collectif existe en tant qu'individuation des charges de nature véhiculées par les individus. Ce n'est pas seulement l'espèce, en tant que phylum, mais l'unité collective d'être qui recueille cette traduction des structures et des fonctions élaborées par l'être individué<sup>27</sup>. On pourrait dire qu'une seconde naissance à laquelle participe l'individu est celle du collectif, qui incorpore l'individu lui-même et constitue l'amplification du schème qu'il porte. Comme signification effectuée, comme problème résolu, comme information, l'individu se traduit en collectif : il se prolonge ainsi latéralement et supérieurement, mais non dans sa fermeture individuelle. Par rapport à cette signification découverte, il est lui-même dans le *hic et nunc*, amortissement progressif, scorie, et se détache peu à peu du mouvement de vie. L'individu n'est pas complet ni substantiel ; il n'a de sens que dans l'individuation et par l'individuation, qui le dépose et le met de côté autant qu'elle l'assume par participation. L'individuation ne se fait pas seulement dans l'individu et pour lui ; elle se fait aussi autour de lui et au-dessus de lui. C'est par le centre de son existence que l'individu se traduit, se convertit en signification, se perpétue en information, implicite ou explicite, vitale ou culturelle, attendant les individus successifs qui construisent leur maturité et réassument les signes d'information laissés devant eux par leurs devanciers : l'individu rencontre la vie en sa maturité : l'entéléchie n'est ni seulement intérieure ni seulement personnelle ; elle est une individuation selon le collectif. Lucrèce représente les vivants comme les coureurs de relais qui se transmettent les flambeaux ; il entend par là sans doute la flamme de vie donnée à la naissance ; mais on pourrait entendre aussi ce qui est transmis à l'intérieur du collectif, recréé et réassumé à travers le temps par les individus successifs. Chez les espèces où il n'existe pas d'individus complets et distincts, jamais ne se crée aussi fortement cette inactualité du jeune ou du vieillard ; la colonie ou l'ensemble vital fait circuler une actualité permanente dans les différentes parties de l'être. Dans les espèces supérieures, l'ontogénèse accentuée et son corrélatif le vieillissement déphasent en avant et en arrière l'individu par rapport à cette actualité du collectif : l'être individué n'est en concordance de phase avec la vie proprement dite qu'à sa maturité. Et c'est là qu'est la résolution du problème que seule l'individuation des êtres séparés peut accomplir : la colonie est

27. Dans le cas des espèces qui ne donnent pas naissance à une colonie. Quand l'individu fonde une colonie, c'est la colonie qui correspond à sa maturité et à son action achevée.

figée dans sa permanente actualité ; elle ne peut se détacher d'elle-même, se déphaser en avant et en arrière par rapport à son présent ; elle ne peut que réagir et se développer selon la continuité. Par l'invention de l'individu séparé, la vie, trouvant ontogénèse et vieillissement, crée ce déphasage en avant et en arrière de chaque être individualisé par rapport au collectif et à l'actuel<sup>28</sup>. Le mode d'être du collectif des individus séparés diffère du présent perpétuel des colonies des vivants primitifs par le fait qu'il est la rencontre des devenirs individuels en un présent qui domine et incorpore en entéléchie réelle l'avance de la jeunesse et le retard de la vieillesse. Le collectif trouve et réalise la signification de ces deux décadres temporels qui sont le déphasage en avant de la croissance et le déphasage en arrière du vieillissement. Le collectif, équivalent fonctionnel de la colonie, est la signification des deux aspects inverses et contradictoires, incompatibles dans l'individu, de l'ontogénèse et de la dégradation. Par l'action, l'individu trouve la signification des disparations perceptives. Par cet analogue supérieur de l'action qu'est la présence, le collectif trouve la signification de la disparation qu'est dans l'individu le couple des processus anaboliques et des processus cataboliques, de l'ontogénèse et de la dégradation, couplage de montée vers l'existence et de descente vers la stabilité définitive de l'équilibre de mort. La seule et définitive métastabilité est celle du collectif, parce qu'elle se perpétue sans vieillir à travers des individuations successives. Les espèces inférieures peuvent ne pas comporter l'individualité séparée : la métastabilité peut être immanente à l'individu, ou plutôt elle traverse le tout imparfaitement découpé en individus. Dans les espèces supérieures, la permanence de la vie se retrouve au niveau du collectif ; mais elle s'y trouve à un niveau supérieur ; elle s'y retrouve comme signification, comme dimension en laquelle s'intègre la montée et la dégradation de l'être individualisé ; le collectif est porté par la maturité des individus, maturité qui est la dimension supérieure par rapport à laquelle s'ordonnent jeunesse et vieillesse, et non point un état transitoire d'équilibre entre jeunesse et vieillesse ; l'individu est mûr dans la mesure où il s'intègre au collectif, c'est-à-dire dans la mesure où il est à la fois jeune et vieux, en avant et en arrière par rapport au présent, contenant en lui des potentiels et des marques du passé. La maturité n'est pas un état mais une signification qui intègre les deux versants anabolique et catabolique de la vie. L'individu trouve son sens dans ce déphasage par lequel il propose la bidimensionnalité du temps, advenant puis passant, se gonflant de potentiels le long de l'avenir puis se structurant insulairement en passé, à l'intégration du collectif ; le collectif, avec le présent, est résolution de la bidimensionnalité incompatible dans l'individu selon la tridimensionnalité cohérente dans le présent. Car il y a une grande différence entre l'avenir et le passé, tels qu'ils sont pour l'individu séparé, et l'avenir et le passé, tels qu'ils sont dans le système tridimensionnel de la présence collective. *Par la présence du présent*, l'avenir et le passé deviennent dimensions ; avant l'individuation du collectif, l'avenir est la signification isolée des processus anaboliques et le passé la signification isolée des processus cataboliques. Ces deux processus ne coïncident pas : ils sont, l'un par rapport à l'autre, disparates et pourtant couplés, car chaque action les implique l'un et l'autre. Dans le collectif, l'action individuelle prend un sens parce qu'elle est présente. Le présent du collectif est comparable à la troisième dimension de l'espace pour la perception ; l'ave-

28. L'individu est une solution pour les problèmes de discontinuité, et par la discontinuité. C'est dans le collectif que se rétablit la continuité.

nir et le passé de l'individu y trouvent une coïncidence et s'y ordonnent en système grâce à une axiomatique de degré supérieur. L'individu apporte en lui les conditions de la profondeur temporelle, mais non cette dimension de profondeur ; seul, il serait pris entre son avenir et son passé, ce qui signifie qu'il ne serait pas entièrement vivant. Pour que toute la signification vitale soit trouvée, il faut que la dualité temporelle de l'individu s'ordonne selon la tridimensionnalité du collectif. Dans le collectif, le couplage de l'avenir et du passé devient signification, car l'être individué est reconnu comme intégré : il est intégré non pas seulement selon son avenir ou selon son passé, mais selon le sens de la condensation de son avenir et de son passé : l'individu se présente dans le collectif, il *s'unifie dans le présent* à travers son action. Le collectif n'est pas une substance ou une forme antérieure aux êtres individués et qui les contraindrait, pénétrerait en eux ou les conditionnerait : le collectif est la communication qui englobe et résout les disparations individuelles sous forme d'une présence qui est synergie des actions, coïncidence des avènements et des passés sous forme de résonance interne du collectif. La synergie collective suppose, en effet, une unité créant, à partir de ce qui, en chaque être individuel, n'est pas encore individué, et que l'on peut nommer charge de nature associée à l'être individué, un domaine de transductivité ; le collectif est ce en quoi une action individuelle a un sens pour les autres individus, comme symbole : chaque action présente aux autres est symbole des autres ; elle fait partie d'une réalité qui s'individue en totalité comme pouvant rendre compte de la pluralité simultanée et successive des actions.

Le collectif n'est pas seulement réciprocité des actions : chaque action y est signification, car chaque action résout le problème des individus séparés et se constitue comme symbole des autres actions ; la synergie des actions n'est pas seulement une synergie de fait, une solidarité qui aboutit à un résultat ; c'est en tant qu'elle est structurée comme symbolique des autres que chaque action possède cette capacité de faire coïncider le passé individuel avec le présent individuel. Pour que la dimension de présence existe, il ne faut pas seulement que plusieurs individus soient réunis : il faut aussi que cette réunion soit inscrite dans leur dimensionnalité propre, et qu'en eux le présent et l'avenir soient corrélatifs des dimensions d'autres êtres par l'intermédiaire de cette unité du présent ; le présent est ce en quoi il y a signification, ce par quoi se crée une certaine résonance du passé vers l'avenir et de l'avenir vers le passé : l'échange d'information d'un être à un autre passe par le présent ; chaque être devient réciproque par rapport à lui-même dans la mesure où il devient réciproque par rapport aux autres. L'intégration intra-individuelle est réciproque de l'intégration transindividuelle. La catégorie de la présence est aussi catégorie du transindividuel. Une structure et une fonction existent à la fois dans les individus et d'un individu à un autre, sans qu'elles puissent être définies comme extérieures ou intérieures uniquement. Cette relation entre les individus et à travers les individus exprime le fait que les individus s'amplifient en réalité plus vaste par l'intermédiaire de quelque chose qui, en eux, est tension problématique, information : cette réalité peut être nommée charge préindividuelle dans l'individu. L'action, résolution des pluralités perceptives en unité dynamique, implique l'entrée en jeu de cette réalité préindividuelle : l'être en tant qu'être individué pur n'a pas en lui de quoi aller au-delà des mondes perceptifs dans leur pluralité. L'être individuel resterait incompatible avec lui-même s'il n'avait que la perception, et il n'aurait que la perception s'il n'y avait de disponible pour résoudre ces problèmes que ce que l'être est, en tant qu'individu individué, en tant que résultat

figée dans sa permanente actualité ; elle ne peut se détacher d'elle-même, se déphaser en avant et en arrière par rapport à son présent ; elle ne peut que réagir et se développer selon la continuité. Par l'invention de l'individu séparé, la vie, trouvant ontogénèse et vieillissement, crée ce déphasage en avant et en arrière de chaque être individué par rapport au collectif et à l'actuel<sup>28</sup>. Le mode d'être du collectif des individus séparés diffère du présent perpétuel des colonies des vivants primitifs par le fait qu'il est la rencontre des devenirs individuels en un présent qui domine et incorpore en entéléchie réelle l'avance de la jeunesse et le retard de la vieillesse. Le collectif trouve et réalise la signification de ces deux décadrages temporels qui sont le déphasage en avant de la croissance et le déphasage en arrière du vieillissement. Le collectif, équivalent fonctionnel de la colonie, est la signification des deux aspects inverses et contradictoires, incompatibles dans l'individu, de l'ontogénèse et de la dégradation. Par l'action, l'individu trouve la signification des disparitions perceptives. Par cet analogue supérieur de l'action qu'est la présence, le collectif trouve la signification de la disparition qu'est dans l'individu le couple des processus anaboliques et des processus cataboliques, de l'ontogénèse et de la dégradation, couplage de montée vers l'existence et de descente vers la stabilité définitive de l'équilibre de mort. La seule et définitive métastabilité est celle du collectif, parce qu'elle se perpétue sans vieillir à travers des individuations successives. Les espèces inférieures peuvent ne pas comporter l'individualité séparée : la métastabilité peut être immanente à l'individu, ou plutôt elle traverse le tout imparfaitement découpé en individus. Dans les espèces supérieures, la permanence de la vie se retrouve au niveau du collectif ; mais elle s'y trouve à un niveau supérieur ; elle s'y retrouve comme signification, comme dimension en laquelle s'intègre la montée et la dégradation de l'être individué ; le collectif est porté par la maturité des individus, maturité qui est la dimension supérieure par rapport à laquelle s'ordonnent jeunesse et vieillesse, et non point un état transitoire d'équilibre entre jeunesse et vieillesse ; l'individu est mûr dans la mesure où il s'intègre au collectif, c'est-à-dire dans la mesure où il est à la fois jeune et vieux, en avant et en arrière par rapport au présent, contenant en lui des potentiels et des marques du passé. La maturité n'est pas un état mais une signification qui intègre les deux versants anabolique et catabolique de la vie. L'individu trouve son sens dans ce déphasage par lequel il propose la bidimensionnalité du temps, advenant puis passant, se gonflant de potentiels le long de l'avenir puis se structurant insulairement en passé, à l'intégration du collectif ; le collectif, avec le présent, est résolution de la bidimensionnalité incompatible dans l'individu selon la tridimensionnalité cohérente dans le présent. Car il y a une grande différence entre l'avenir et le passé, tels qu'ils sont pour l'individu séparé, et l'avenir et le passé, tels qu'ils sont dans le système tridimensionnel de la présence collective. *Par la présence du présent*, l'avenir et le passé deviennent dimensions ; avant l'individuation du collectif, l'avenir est la signification isolée des processus anaboliques et le passé la signification isolée des processus cataboliques. Ces deux processus ne coïncident pas : ils sont, l'un par rapport à l'autre, séparés et pourtant couplés, car chaque action les implique l'un et l'autre. Dans le collectif, l'action individuelle prend un sens parce qu'elle est présente. Le présent du collectif est comparable à la troisième dimension de l'espace pour la perception ; l'ave-

28. L'individu est une solution pour les problèmes de discontinuité, et par la discontinuité. C'est dans le collectif que se rétablit la continuité.

nir et le passé de l'individu y trouvent une coïncidence et s'y ordonnent en système grâce à une axiomatique de degré supérieur. L'individu apporte en lui les conditions de la profondeur temporelle, mais non cette dimension de profondeur ; seul, il serait pris entre son avenir et son passé, ce qui signifie qu'il ne serait pas entièrement vivant. Pour que toute la signification vitale soit trouvée, il faut que la dualité temporelle de l'individu s'ordonne selon la tridimensionnalité du collectif. Dans le collectif, le couplage de l'avenir et du passé devient signification, car l'être individué est reconnu comme intégré : il est intégré non pas seulement selon son avenir ou selon son passé, mais selon le sens de la condensation de son avenir et de son passé : l'individu se présente dans le collectif, il *s'unifie dans le présent* à travers son action. Le collectif n'est pas une substance ou une forme antérieure aux êtres individués et qui les contraindrait, pénétrerait en eux ou les conditionnerait : le collectif est la communication qui englobe et résout les disparations individuelles sous forme d'une présence qui est synergie des actions, coïncidence des avènements et des passés sous forme de résonance interne du collectif. La synergie collective suppose, en effet, une unité créant, à partir de ce qui, en chaque être individuel, n'est pas encore individué, et que l'on peut nommer charge de nature associée à l'être individué, un domaine de transductivité ; le collectif est ce en quoi une action individuelle a un sens pour les autres individus, comme symbole : chaque action présente aux autres est symbole des autres ; elle fait partie d'une réalité qui s'individue en totalité comme pouvant rendre compte de la pluralité simultanée et successive des actions.

Le collectif n'est pas seulement réciprocité des actions : chaque action y est signification, car chaque action résout le problème des individus séparés et se constitue comme symbole des autres actions ; la synergie des actions n'est pas seulement une synergie de fait, une solidarité qui aboutit à un résultat ; c'est en tant qu'elle est structurée comme symbolique des autres que chaque action possède cette capacité de faire coïncider le passé individuel avec le présent individuel. Pour que la dimension de présence existe, il ne faut pas seulement que plusieurs individus soient réunis : il faut aussi que cette réunion soit inscrite dans leur dimensionnalité propre, et qu'en eux le présent et l'avenir soient corrélatifs des dimensions d'autres êtres par l'intermédiaire de cette unité du présent ; le présent est ce en quoi il y a signification, ce par quoi se crée une certaine résonance du passé vers l'avenir et de l'avenir vers le passé : l'échange d'information d'un être à un autre passe par le présent ; chaque être devient réciproque par rapport à lui-même dans la mesure où il devient réciproque par rapport aux autres. L'intégration intra-individuelle est réciproque de l'intégration transindividuelle. La catégorie de la présence est aussi catégorie du transindividuel. Une structure et une fonction existent à la fois dans les individus et d'un individu à un autre, sans qu'elles puissent être définies comme extérieures ou intérieures uniquement. Cette relation entre les individus et à travers les individus exprime le fait que les individus s'amplifient en réalité plus vaste par l'intermédiaire de quelque chose qui, en eux, est tension problématique, information : cette réalité peut être nommée charge préindividuelle dans l'individu. L'action, résolution des pluralités perceptives en unité dynamique, implique l'entrée en jeu de cette réalité préindividuelle : l'être en tant qu'être individué pur n'a pas en lui de quoi aller au-delà des mondes perceptifs dans leur pluralité. L'être individuel resterait incompatible avec lui-même s'il n'avait que la perception, et il n'aurait que la perception s'il n'y avait de disponible pour résoudre ces problèmes que ce que l'être est, en tant qu'individu individué, en tant que résultat

d'une opération antérieure d'individuation. Il faut que l'être puisse faire appel en lui et hors de lui à une réalité non encore individualisée : cette réalité, c'est ce qu'il contient d'information relative à un réel préindividuel : c'est cette charge qui est le principe du transindividuel ; elle communique directement avec les autres réalités préindividuelles contenues dans les autres individus, comme les mailles d'un réseau communiquent les unes avec les autres en se dépassant chacune dans la maille suivante<sup>29</sup>. Participant à une réalité active dans laquelle il n'est qu'une maille, l'être individualisé agit dans le collectif : l'action est cet échange en réseau entre les individus d'un collectif, échange qui crée la résonance interne du système ainsi formé. Le groupe peut être considéré comme substance par rapport à l'individu, mais de façon inexacte. En effet, le groupe est atteint à partir de la charge de réalité préindividuelle de chacun des individus groupés ; ce ne sont pas les individus que le groupe incorpore directement, mais leurs charges de réalité préindividuelle : c'est par là, et non en tant qu'individus individualisés, que les êtres sont compris dans la relation transindividuelle. Le transindividuel est ce qui, chez les individus non provisoires, équivaut à la transformation en colonie pour les individus provisoires servant au transfert, ou au développement en plante pour la graine

#### 4. De l'information à la signification

On pourrait se demander alors comment représenter la fonction d'individuation lorsqu'elle se développe dans le vivant. Il faudrait pouvoir définir une notion qui serait valable pour penser l'individuation dans la nature physique aussi bien que dans la nature vivante, et ensuite, pour définir la différenciation interne du vivant qui prolonge son individuation en séparant les fonctions vitales en physiologiques et psychiques. Or, si nous reprenons le paradigme de la prise de forme technologique, nous trouvons une notion qui paraît pouvoir passer d'un ordre de réalité à l'autre, en raison de son caractère purement opératoire, non lié à telle ou telle matière, et se définissant seulement par rapport à un régime énergétique et structural : la notion d'information. La forme, par exemple le parallélépipède rectangle, n'agit pas directement sur la matière ; elle n'agit même pas après s'être matérialisée sous la forme du moule parallélépipédique ; le moule n'intervient que comme modulateur de l'énergie qui porte l'argile de telle ou telle manière en tel ou tel point ; le moule est porteur de signaux d'information ; la forme doit être traduite en signaux d'information pour pouvoir rencontrer efficacement la matière lorsque, à l'origine, elle lui est extérieure. L'individuation est une modulation. Or, la notion d'information nous est livrée à l'état séparé par les techniques nommées techniques de l'information, à partir desquelles a été édifiée la théorie de l'information. Mais il est difficile de retirer de ces techniques multiples, dans lesquelles la notion d'information est utilisée et conduit à l'emploi de quantités, une notion univoque d'information. En effet, la notion d'information apparaît de deux manières presque contradictoires. Dans un premier cas, l'information est, comme l'exprime Norbert Wiener, ce qui s'oppose à la dégradation de l'énergie, à l'augmentation de l'entropie d'un système ; elle est essentiellement négentropique. Dans un système où toutes les transformations possibles auraient été effectuées, où tous les

29. C'est parce qu'il n'est pas simple unité, substance, que l'individu cherche à fonder une colonie ou à s'amplifier en transindividuel. L'individu est problème parce qu'il n'est pas toute la vie.

potentiels se seraient actualisés, plus aucune transformation ne serait possible ; rien ne se distinguerait de rien. Ainsi, l'information, dans la transmission d'un message, est ce qui s'oppose au nivellement général de l'énergie modulée par le signal ; c'est ce qui fait qu'il est possible de distinguer, dans la transmission en alphabet Morse, le moment où le courant passe du moment où le courant ne passe pas. Si, par suite de l'inertie électrique du système de transmission (*self-inductance*) le courant s'établit très lentement et diminue très lentement, il devient impossible de discerner si le courant passe ou ne passe pas, si l'on a affaire à un trait, à un point, ou à un intervalle entre trait et point ; le signal d'information est la décision entre deux états possibles (par exemple, courant ou non-courant, dans le cas choisi) ; pour transmettre clairement un message en Morse, il faut manipuler assez lentement au départ pour que, malgré l'inertie du dispositif, les signaux soient encore distincts à l'arrivée, c'est-à-dire que l'on puisse nettement distinguer les moments de passage du courant et les moments sans courant, les périodes indécises d'établissement et de rupture restant brèves par rapport à la durée totale d'un signe ou d'un intervalle entre signes. Le signal d'information apporte la décision entre des possibles, en ce premier sens ; il suppose diversité possible des états, non-confusion, distinction. Il s'oppose en particulier au bruit de fond, c'est-à-dire à ce qui advient selon le hasard, comme l'agitation thermique des molécules ; lorsque le véhicule énergétique du signal est discontinu par essence, comme un courant électrique formé de charges élémentaires en transit, il faut que chaque élément du signal module un grand nombre d'unités élémentaires de l'énergie porteuse pour que le message soit correctement transmis ; un tube électronique de petite dimension a un bruit de fond plus élevé qu'un gros, parce que, par unité de temps, il laisse passer moins d'électrons ; cette discontinuité quantique due au type d'énergie porteuse employé doit, pour ne pas être gênante, rester très inférieure aux variations significatives, ayant un sens pour la transmission de l'information. Le signal d'information est donc pouvoir de décision, et la «quantité d'information» qui peut être transmise ou enregistrée par un système est proportionnelle au nombre de décisions significatives que ce système peut transmettre ou enregistrer. Ainsi, une émulsion photographique à grains fins a un pouvoir de résolution supérieur à celui d'une émulsion à gros grains ; un ruban magnétique à grains fins peut, pour une même vitesse de défilement devant la tête d'enregistrement et de lecture, enregistrer plus fidèlement le son, en reproduisant les sons aigus et les harmoniques des sons graves (ce qui est l'analogie des détails fins pour la photographie).

Le signal d'information est en ce sens ce qui n'est pas prévisible, ce qui découpe le prévisible au point que l'énergie qui véhicule ce signal, ou les supports qui l'enregistrent, doivent avoir des états qui, à l'ordre de grandeur des signaux d'information (durée ou étendue selon le cas), peuvent être considérés comme prévisibles, pour que l'imprévisibilité des états du support ou de l'énergie modulée n'interfère pas avec celle du signal d'information. Si l'on voulait transmettre un bruit de fond considéré comme signal au moyen d'un dispositif ayant déjà un bruit de fond, il faudrait que le bruit de fond propre du système de transmission soit très faible par rapport au bruit de fond à transmettre comme signal. Une étendue de sable fin, bien plate, uniformément éclairée, est fort difficile à photographier : il faut que le grain de la pellicule photographique soit beaucoup plus petit que la grandeur moyenne de l'image d'un grain de sable sur la pellicule, sinon les granulations de la pellicule développée pourront indifféremment être dues à l'image ou au grain de la pellicule : la décision, caractéristique

du signal d'information, n'existera plus. On ne peut pas contretyper l'image du grain d'une pellicule photographique au moyen d'une pellicule de même type ; il faut employer une pellicule à grain plus fin.

Cependant, en un autre sens, l'information est ce qui implique régularité et retour périodique, prévisibilité. Le signal est d'autant plus facile à transmettre qu'il est plus facilement prévisible ; ainsi, lorsqu'il faut synchroniser un oscillateur au moyen d'un autre oscillateur, plus les oscillateurs sont stables pris chacun à part, plus il est facile de synchroniser l'un des oscillateurs au moyen de l'autre : même si le signal de synchronisation est très faible, presque de même niveau que le bruit de fond, il est possible de le recevoir sans erreur au moyen du dispositif de comparaison de phase, supposant que le temps pendant lequel l'oscillateur récepteur est sensible au signal est extrêmement réduit à l'intérieur de la durée totale d'une période. C'est que dans ce cas le signal n'est pas seulement émis ou transmis par modulation d'une énergie : il est aussi reçu par un dispositif qui a son fonctionnement propre et qui doit intégrer le signal d'information à l'intérieur de son fonctionnement en lui faisant jouer un rôle d'information efficace : le signal d'information n'est pas seulement ce qui est à transmettre, sans détérioration causée par le bruit de fond et les autres aspects de hasard et de dégradation de l'énergie : il est aussi *ce qui doit être reçu*, c'est-à-dire prendre une signification, avoir une efficacité pour un ensemble ayant un fonctionnement propre. Comme, en général, les problèmes relatifs à l'information sont des problèmes de transmission, les aspects de l'information seuls retenus et soumis à l'appréciation technologique sont ceux qui sont relatifs à la non-détérioration des signaux en cours de transmission ; le problème de la signification des signaux ne se pose pas, parce que les signaux non dégradés ont à l'arrivée la signification qu'ils auraient eue au point de départ s'ils n'avaient pas été transmis mais simplement livrés directement ; c'est le sujet humain qui est récepteur au bout de la ligne de transmission comme il le serait si aucune distance ne le séparait de l'origine des signaux. Par contre, le problème est très différent lorsque les signaux ne sont pas seulement techniquement transmis mais aussi techniquement reçus, c'est-à-dire reçus par un système doué de fonctionnement propre et qui doit les intégrer à ce fonctionnement. On trouve alors que les grandeurs relatives à la *transmission* des signaux et celles qui sont relatives à leur *signification* sont antagonistes. Les signaux sont d'autant mieux transmis qu'ils se confondent moins avec l'uniformisation du prévisible ; mais pour qu'ils soient reçus, pour qu'ils s'intègrent au fonctionnement d'un système, il faut qu'ils présentent une analogie aussi parfaite que possible avec ceux qui pourraient être émis par le dispositif récepteur si on l'utilisait comme émetteur ; il faut qu'ils soient presque prévisibles ; deux oscillateurs se synchronisent d'autant plus facilement que les signaux émis par l'un et par l'autre sont plus voisins en fréquence et en forme (sinusoïdaux, relaxés, en dents de scie, en trains d'impulsions). Cet aspect de réciprocité possible est illustré par le couplage des oscillateurs : lorsque deux oscillateurs laissant rayonner une partie de leur énergie sont rapprochés l'un de l'autre, ils se synchronisent mutuellement de manière telle qu'on ne peut dire que l'un pilote l'autre ; ils ne forment plus qu'un seul système oscillant. En plus de la quantité de signaux d'information transmissibles par un système donné, il faut donc considérer leur aptitude à être reçus par un dispositif récepteur ; cette aptitude ne peut directement s'exprimer en termes de quantité. Il est difficile aussi de la nommer qualité, car la qualité paraît être une propriété absolue d'un être, alors qu'ici il s'agit d'une relation ; telle énergie modulée peut devenir

signaux d'information pour un système défini et non pour tel autre. On pourrait nommer cette aptitude de l'information, ou plutôt ce qui fonde cette aptitude, l'«*eccité*» de l'information : c'est ce qui fait que ceci est de l'information, est reçu comme tel, alors que cela n'est pas reçu comme information<sup>30</sup> ; le terme de qualité désigne trop des caractères génériques ; celui d'«*eccité*» particularise trop et enferme trop dans un caractère concret ce qui est aptitude relationnelle. Il importe seulement d'indiquer que cette aptitude relationnelle est attachée au schème de prévisibilité des signaux de l'information ; pour que les signaux prennent un sens dans un système, il faut qu'ils n'y apportent pas quelque chose d'entièrement nouveau ; un ensemble de signaux n'est significatif que sur un fond qui coïncide presque avec lui ; si les signaux recouvrent exactement la réalité locale, ils ne sont plus information, mais seulement itération extérieure d'une réalité intérieure ; s'ils en diffèrent trop, ils ne sont plus saisis comme ayant un sens, ils ne sont plus significatifs, n'étant pas intégrables. Les signaux doivent rencontrer pour être reçus des *formes préalables* par rapport auxquelles ils sont *significatifs* ; la signification est relationnelle. On pourrait comparer cette condition de la réception de signaux d'information à celle qui crée la disparation binoculaire dans la perception du relief. Pour que le relief et l'étagement en profondeur des plans soient effectivement perçus, il ne faut pas que l'image qui se forme sur la rétine de l'œil gauche soit la même que celle qui se forme sur la rétine de l'œil droit ; si les deux images sont complètement indépendantes (comme lorsqu'on regarde avec un œil un côté d'une feuille de papier et avec l'autre œil l'autre côté), aucune image n'apparaît parce qu'il n'existe alors aucun point commun ; il faut que les deux images soient non superposables, mais que leur différence soit faible et qu'elles puissent devenir superposables au moyen d'un certain nombre d'actions fractionnées sur un nombre de plans finis, correspondant à des lois simples de transformations. Le relief intervient comme signification de cette dualité des images ; la dualité des images n'est ni sentie ni perçue ; seul le relief est perçu : il est le sens de la différence des deux données. De même, pour qu'un signal reçoive une signification, non pas seulement dans un contexte psychologique, mais dans un échange de signaux entre objets techniques, il faut qu'il existe une disparation entre une forme déjà contenue dans le récepteur et un signal d'information apporté de l'extérieur. Si la disparation est nulle, le signal recouvre exactement la forme, et l'information est nulle, en tant que modification de l'état du système. Au contraire, plus la disparation augmente, plus l'information augmente, mais jusqu'à un certain point seulement, car au-delà de certaines limites, dépendant des caractéristiques du système récepteur, l'information devient brusquement nulle, lorsque l'opération par laquelle la disparation est assumée en tant que disparation ne peut plus s'effectuer. En augmentant l'écart des objectifs dans une prise de vue stéréoscopique, on augmente l'impression de relief et d'étagement successif des plans, car on augmente la disparation (ce dispositif est employé aussi pour l'observation directe à distance : la visée s'effectue au moyen de deux périscoptes dont les deux objectifs peuvent être écartés autant qu'on le désire, ce qui revient à augmenter l'écart entre les deux yeux) ; mais si l'écart entre les objectifs dépasse une certaine

30. Il n'y a information que lorsque ce qui émet les signaux et ce qui les reçoit forme système. L'information est *entre* les deux moitiés d'un système en relation de disparation. Cette information ne passe pas nécessairement par des signaux (par exemple dans la cristallisation) ; mais elle *peut* passer par des signaux, ce qui permet à des réalités éloignées l'une de l'autre de former système.

limite (variable avec l'écart réel entre le premier plan et le second plan), le sujet perçoit deux images différentes qui se brouillent, avec des dominances fugaces tantôt de l'œil gauche, tantôt de l'œil droit, dans une instabilité indéfinie de la perception, qui ne comporte plus d'information en tant qu'étagement des plans et relief des objets. De même, un oscillateur synchronisable qui reçoit des signaux strictement de même fréquence que l'oscillation locale et sans aucune différence de phase ne reçoit à proprement parler aucun signal, car il y a coïncidence absolue du fonctionnement local et du fonctionnement extérieur traduit par des signaux. Si la différence de fréquence augmente, l'information, grâce aux signaux effectivement intégrés, croît ; mais si les signaux reçus ont une fréquence trop différente de la fréquence locale, il n'y a plus aucune synchronisation ; les signaux ne sont pas utilisés comme véhicules d'information, et ne peuvent être pour l'oscillateur que ce que seraient des perturbations extérieures sans régularité (parasites ou bruit de fond, bruit blanc de l'agitation thermique). La condition de fréquence est fondamentale, mais il en existe d'autres, qui se ramènent à ceci : l'intégration des signaux à un système en fonctionnement est d'autant plus facile que la répartition de l'énergie dans une seule période du signal est plus voisine de la répartition d'énergie dans les échanges locaux ; ainsi, un oscillateur de relaxation est plus facilement synchronisé par les impulsions à front raide provenant d'un autre oscillateur de relaxation que par un signal sinusoïdal de même fréquence que les impulsions. On peut nommer *signal* ce qui est transmis, *forme* ce par rapport à quoi le signal est reçu dans le récepteur, et *information* proprement dite ce qui est effectivement intégré au fonctionnement du récepteur après l'épreuve de disparation portant sur le signal extrinsèque et la forme intrinsèque. Un enregistrement d'information est en fait une fixation de signaux, non un véritable enregistrement d'information ; le ruban magnétique ou la pellicule photographique enregistrent des signaux sous forme d'un ensemble d'états locaux, mais sans épreuve de disparation ; le ruban magnétique ou la pellicule doivent alors être utilisés comme source secondaire de signaux devant un véritable récepteur qui les intégrera ou ne les intégrera pas selon l'existence ou l'inexistence en lui de formes adéquates pour l'épreuve de disparation ; le ruban magnétique doit être réactualisé sous forme de signaux, et la pellicule photographique doit être éclairée ; elle module alors point par point la lumière comme la modulaient les objets photographiés. Si la disparation entre deux signaux externes est nécessaire à la perception, l'enregistrement doit livrer séparément deux ensembles ou séries de signaux : il faut deux photographies séparées pour donner la perception du relief, et deux pistes sur le ruban magnétique pour donner le relief sonore. Cette nécessité de deux enregistrements bien séparés montre que l'enregistrement véhicule des *signaux*, mais non de l'*information* directement intégrable : la disparation n'est pas faite, et ne peut pas être faite, car elle n'est pas au niveau des signaux, et ne donne pas naissance à un *signal* mais à une *signification*, qui n'a de sens que dans un fonctionnement ; il faut un récepteur en fonctionnement pour que la disparation ait lieu ; il faut un système avec structures et potentiels. Les conditions de bonne transmission des signaux ne doivent pas non plus être confondues avec les conditions d'existence d'un système. Le signal ne constitue pas la relation.

## 5. Topologie et ontogénèse

Jusqu'à ce jour, le problème des rapports de la matière inerte et de la vie a surtout été centré autour du problème de la fabrication des matières vivantes à partir de matières

inertes : c'est dans la composition chimique des substances vivantes que les propriétés de la vie ont été placées ; depuis la synthèse de l'urée, de nombreux corps de synthèse ont été élaborés ; ce ne sont plus seulement les corps à molécules assez petites, qui proviennent des transformations cataboliques, mais les corps participant directement aux fonctions anaboliques que la synthèse chimique peut produire. Cependant, il subsiste un hiatus entre la production des substances utilisées par la vie et la production du vivant : il faudrait pouvoir produire la topologie du vivant, son type particulier d'espace, la relation entre un milieu d'intériorité et un milieu d'extériorité pour dire que l'on approche de la vie. Les corps de la chimie organique n'apportent pas avec eux une topologie différente de celle des relations physiques et énergétiques habituelles. Pourtant, la condition topologique est peut-être primordiale dans le vivant en tant que vivant. Rien ne nous prouve que nous puissions penser adéquatement le vivant à travers les rapports euclidiens. L'espace du vivant n'est peut-être pas un espace euclidien ; le vivant peut être considéré dans l'espace euclidien, où il se définit alors comme un corps parmi des corps ; la structure même du vivant peut être décrite en termes euclidiens. Mais rien ne nous prouve que cette description soit adéquate. S'il existait un ensemble de configurations topologiques nécessaires à la vie, intraduisibles en termes euclidiens, on devrait considérer toute tentative pour faire un vivant avec de la matière élaborée par la chimie organique comme insuffisante : l'essence du vivant est peut-être un certain arrangement topologique que l'on ne peut connaître à partir de la physique et de la chimie, utilisant en général l'espace euclidien.

On ne peut actuellement que se borner à des conjectures en ce domaine. Il est pourtant intéressant de constater que les propriétés de la matière vivante se manifestent comme le maintien, l'auto-entretien de certaines conditions topologiques bien plus que comme des conditions énergétiques ou structurales pures. Ainsi, une des propriétés qui se retrouvent à la base de toutes les fonctions, qu'il s'agisse de la conduction de l'influx nerveux, de la contraction musculaire, ou de l'assimilation, est le caractère polarisé, asymétrique, de la perméabilité cellulaire. La membrane vivante, anatomiquement différenciée ou seulement fonctionnelle lorsque aucune formation particulière ne matérialise la limite, se caractérise comme ce qui sépare une région d'intériorité d'une région d'extériorité : la membrane est polarisée, laissant passer tel corps dans le sens centripète ou centrifuge, s'opposant au passage de tel autre. Sans doute, on peut trouver le mécanisme de cette perméabilité à sens unique pour un type défini de substance chimique ; ainsi, le mécanisme de la commande des muscles par l'intermédiaire de la plaque motrice a été expliqué par une libération d'acétylcholine, qui détruit momentanément le potentiel de la membrane polarisée ; mais ce n'est que reculer le problème, car la membrane est vivante précisément en ce sens qu'elle se repolarise toujours, comme s'il y avait, selon l'expression de Gellhorn, une « pompe à sodium et à potassium » qui recrée la polarisation de la membrane après fonctionnement ; une membrane inerte serait très rapidement ramenée à l'état neutre par son fonctionnement à titre de membrane sélective ; la membrane vivante conserve, au contraire, cette propriété ; elle régénère cette asymétrie caractéristique de son existence et de son fonctionnement. On pourrait dire que la substance vivante qui est à l'intérieur de la membrane régénère la membrane, mais que c'est la membrane qui fait que le vivant est à chaque instant vivant, parce que cette membrane est sélective : c'est elle qui maintient le milieu d'intériorité comme milieu d'extériorité par rapport au

milieu d'extériorité. On pourrait dire que *le vivant vit à la limite de lui-même, sur sa limite* ; c'est par rapport à cette limite qu'il y a une direction vers le dedans et une direction vers le dehors, dans un organisme simple et unicellulaire. Dans un organisme pluricellulaire, l'existence du milieu intérieur complique la topologie, en ce sens qu'il y a plusieurs étages d'intériorité et d'extériorité ; ainsi, une glande à sécrétion interne déverse dans le sang ou quelque autre liquide organique les produits de son activité : par rapport à cette glande, le milieu intérieur de l'organisme général est en fait un milieu d'extériorité. De même, la cavité de l'intestin est un milieu extérieur pour les cellules assimilatrices qui assurent l'absorption sélective au long du tractus intestinal. Selon la topologie de l'organisme vivant, l'intérieur de l'intestin est en fait extérieur à l'organisme, bien qu'il s'accomplisse dans cet espace un certain nombre de transformations conditionnées et contrôlées par les fonctions organiques ; cet espace est de l'extériorité annexée ; ainsi, si le contenu de l'estomac ou de l'intestin est nocif pour l'organisme, les mouvements coordonnés qui amènent l'expulsion arrivent à vider ces cavités, et rejettent dans l'espace complètement extérieur (extérieur indépendant) les substances nocives qui étaient dans l'espace extérieur annexé à l'intériorité. De même, la progression du bol alimentaire est régie par les différents degrés successifs d'élaboration bio-chimique de ce bol alimentaire, contrôlée par des intérocepteurs qui sont en fait des organes des sens qu'il vaudrait mieux nommer des médiocepteurs, car ils saisissent une information relative à l'espace extérieur annexé et non à la véritable intériorité. Nous trouvons ainsi divers niveaux d'intériorité dans un organisme ; l'espace des cavités digestives est de l'extériorité par rapport au sang qui irrigue les parois intestinales ; mais le sang est à son tour un milieu d'extériorité par rapport aux glandes à sécrétion interne qui déversent les produits de leur activité dans le sang. On peut donc dire que la structure d'un organisme complexe n'est pas seulement l'intégration et la différenciation ; elle est aussi cette instauration d'une médiation transductive d'intériorités et d'extériorités allant d'une intériorité absolue à une extériorité absolue à travers différents niveaux médiateurs d'intériorité et d'extériorité relative ; on pourrait classer les organismes d'après le nombre de médiations d'intériorité et d'extériorité qu'ils mettent en œuvre pour l'accomplissement de leurs fonctions. L'organisme le plus simple, que l'on peut nommer élémentaire, est celui qui ne possède pas de milieu intérieur médiateur, mais seulement un intérieur et un extérieur absolus. Pour cet organisme, la polarité caractéristique de la vie est au niveau de la membrane ; c'est à cet endroit que la vie existe de manière essentielle comme un aspect d'une topologie dynamique qui entretient elle-même la métastabilité par laquelle elle existe. La vie est auto-entretien d'une métastabilité, mais d'une métastabilité qui exige une condition topologique : structure et fonction sont liées, car la structure vitale la plus primitive et la plus profonde est topologique. Ce n'est que dans les organismes complexes que la structure d'intégration et de différenciation, avec apparition du système nerveux et de la distinction entre organes des sens, effecteurs et centres nerveux, apparaît ; cette structure non topologique d'intégration et de différenciation apparaît comme moyen de médiation et d'organisation pour soutenir et étendre la première structure, qui reste non seulement sous-jacente mais fondamentale. On ne saisit donc pas la structure de l'organisme quand on part de l'unité organique des ensembles complexes d'organismes évolués, car on risque d'attribuer un privilège à l'organisation de l'intégration et de la différenciation. On ne peut davantage rendre compte de la véritable structure du vivant en considérant les cellules qui

composent un organisme complexe comme des unités architectoniques de cet organisme, selon une méthode atomiste. La vision totalitaire et la vision élémentaire sont également inadéquates ; il faut partir de la fonction de base, appuyée sur la structure topologique première de l'intériorité et de l'extériorité, puis voir comment cette fonction est médiatisée par une chaîne d'intériorités et d'extériorités intermédiaires. Aux deux bouts de la chaîne, il y a encore l'intérieur absolu et l'extérieur absolu ; les fonctions d'intégration et de différenciation sont dans la fonction d'asymétrie métastable entre intériorité et extériorité absolues. C'est pourquoi l'individuation vivante doit être pensée selon les schèmes topologiques. D'ailleurs, les structures topologiques sont celles au moyen desquelles les problèmes spatiaux de l'organisme en voie d'évolution peuvent être résolus : ainsi, le développement du néo-pallium dans les espèces supérieures se fait essentiellement par un plissement du cortex : c'est une solution topologique, non une solution euclidienne. On comprend alors pourquoi l'homunculus n'est qu'une représentation très approximative des aires de projection corticales : la projection convertit en fait un espace euclidien en espace topologique, si bien que le cortex ne peut pas être représenté adéquatement de façon euclidienne. A la rigueur, il ne faudrait pas parler de projection pour le cortex, bien qu'il y ait, au sens géométrique du terme, projection pour de petites régions ; il faudrait dire : conversion de l'espace euclidien en espace topologique. Les structures fonctionnelles de base sont topologiques ; le schéma corporel convertit ces structures topologiques en structures euclidiennes à travers un système médiateur de relations qui est la dimensionnalité propre du schéma corporel.

Si l'individuation vivante est un processus qui se déroule essentiellement selon des structurations topologiques, on comprend pourquoi les cas limites entre la matière inerte et le vivant sont précisément des cas de processus qui se déroulent selon les dimensions d'extériorité et d'intériorité. Tels sont les cas d'individuation des cristaux. La différence entre le vivant et le cristal inerte consiste en ce fait que l'espace intérieur du cristal inerte ne sert pas à soutenir le prolongement de l'individuation qui s'effectue aux limites du cristal en voie d'accroissement : l'intériorité et l'extériorité n'existent que de couche moléculaire à couche moléculaire, de couche moléculaire déjà déposée à couche en train de se déposer ; on pourrait vider un cristal d'une partie importante de sa substance sans arrêter l'accroissement ; l'intérieur n'est pas homéostatique dans son ensemble par rapport à l'extérieur, ou plus exactement par rapport à la limite de polarité ; pour que le cristal s'individue il faut qu'il continue à s'accroître ; cette individuation est pelliculaire ; le passé ne sert à rien dans sa masse ; il ne joue qu'un rôle brut de soutien, il n'apporte pas la disponibilité d'un signal d'information : le temps successif n'est pas condensé. Au contraire, dans l'individu vivant, l'espace d'intériorité avec son contenu joue dans son ensemble un rôle pour la perpétuation de l'individuation ; il y a résonance et il peut y avoir résonance parce que ce qui a été produit par individuation dans le passé fait partie du contenu de l'espace intérieur : tout le contenu de l'espace intérieur est topologiquement en contact avec le contenu de l'espace extérieur sur les limites du vivant ; il n'y a pas, en effet, de distance en topologie ; toute la masse de matière vivante qui est dans l'espace intérieur est activement présente au monde extérieur sur la limite du vivant : tous les produits de l'individuation passée sont présents sans distance et sans retard. Le fait de faire partie du milieu d'intériorité ne signifie pas seulement «être dedans» au sens euclidien, mais être du côté intérieur de la limite sans retard d'efficacité fonctionnelle, sans

isolement, sans inertie. Le vivant n'intériorise pas seulement en assimilant ; il condense et présente tout ce qui a été élaboré dans le successif : cette fonction d'individuation est spatio-temporelle ; il faudrait définir, en plus d'une topologie du vivant, une chronologie du vivant associée à cette topologie, aussi élémentaire qu'elle et aussi différente de la forme physique du temps que la topologie est différente de la structure de l'espace euclidien. De même que, en topologie, les distances n'existent pas, de même, en chronologie, il n'y a pas de quantité de temps. Ceci ne signifie nullement que le temps de l'individuation vitale soit continu, comme l'affirme Bergson ; la continuité est un des schèmes chronologiques possibles, mais elle n'est pas le seul ; des schèmes de discontinuité, de contiguïté, d'enveloppement, peuvent être définis en chronologie comme en topologie. Alors que l'espace euclidien et le temps physique ne peuvent coïncider, les schèmes de chronologie et de topologie s'appliquent l'un sur l'autre ; ils ne sont pas distincts, et forment la dimensionnalité première du vivant : tout caractère topologique a un corrélatif chronologique, et inversement ; ainsi, le fait, pour la substance vivante, d'être à l'intérieur de la membrane polarisée sélective signifie que cette substance a été prise dans le passé condensé. Le fait qu'une substance est dans le milieu d'extériorité signifie que cette substance peut advenir, être proposée à l'assimilation, léser l'individu vivant : elle est à venir. Au niveau de la membrane polarisée s'affrontent le passé intérieur et l'avenir extérieur : cet affrontement dans l'opération d'assimilation sélective est le présent du vivant, qui est fait de cette polarité du passage et du refus, entre substances passées et substances qui adviennent, présentes l'une à l'autre à travers l'opération d'individuation ; le présent est cette métastabilité du rapport entre intérieur et extérieur, passé et avenir ; c'est par rapport à cette activité de présence mutuelle, allagmatique, que l'extérieur est extérieur et l'intérieur intérieur. Topologie et chronologie coïncident dans l'individuation du vivant. C'est seulement ultérieurement et selon les individuations psychique et collective que la coïncidence peut être rompue. Topologie et chronologie ne sont pas des formes *a priori* de la sensibilité, mais la dimensionnalité même du vivant s'individuant.

Il faudrait donc un mot pour désigner cette dimensionnalité d'abord unique et qui plus tard se dédouble en dimensionnalité temporelle et dimensionnalité spatiale séparées. Si non seulement ce mot, mais l'ensemble de représentations unifiées permettant de lui donner un sens précis existaient, il serait peut-être possible de penser la morphogénèse, d'interpréter la signification des formes, et de comprendre cette première relation du vivant à l'univers et aux autres vivants qui ne peut se comprendre ni selon les lois du monde physique ni selon les structures du psychisme élaboré ; avant même les structures sensori-motrices, des structures chronologiques et topologiques doivent exister qui sont l'univers des tropismes, des tendances et des instincts ; la psychologie de l'expression, encore trop détachée et arbitraire bien que fondée dans ses recherches, trouverait peut-être une voie d'axiomatisation dans une semblable recherche topologique et chronologique.

Par ailleurs, une recherche de cette espèce pourrait peut-être permettre de comprendre pourquoi il existe des processus intermédiaires entre ceux du monde inerte et ceux du monde animé, comme la formation des virus filtrants cristallisables, par exemple de celui de la mosaïque du tabac. Dans la sève de la plante, ce virus se développe comme un vivant : il assimile, puisque si l'on inocule une certaine quantité de ce virus à un plant de tabac, la quantité de virus augmente ; en extrayant la sève de la

plante, puis en faisant cristalliser le virus, on obtient une quantité plus grande de virus cristallisable. Par contre, lorsque ce virus est cristallisé, rien ne permet de dire qu'il est vivant : il n'est pas plus vivant que de l'hémoglobine ou de la chlorophylle. Si l'on trouvait des corps chimiques capables d'assimiler à l'état de solution, sans avoir besoin d'un germe cristallin dans une solution sursaturée ou en surfusion, une partie du hiatus qui sépare les processus vivants des processus physico-chimiques serait comblée. Le cas des virus filtrants paraît bien être intermédiaire entre les deux ordres de processus ; cependant, il faut remarquer que la mosaïque du tabac n'assimile qu'en milieu vivant ; ce peuvent donc être les potentiels de la plante vivante qui sont utilisés par le virus, virus qui ainsi ne serait pas véritablement vivant, si son activité d'assimilation est en réalité une activité empruntée, soutenue et alimentée par l'activité de la plante. Jusqu'à ce jour, le problème n'est pas résolu : on peut dire seulement qu'il faudrait sans doute considérer ce problème comme impliquant une formation d'axiomatique selon la chronologie et la topologie, et non pas seulement selon la connaissance physico-chimique. L'étude des fonctionnements élémentaires n'implique pas un atomisme. Il est regrettable que la systématique holistique du biologisme, telle qu'elle est présentée par Goldstein, soit conçue comme nécessairement macrophysique, prise sur la totalité d'un organisme complexe. L'ontologie parméniidienne de Goldstein empêche tout rapport entre l'étude du vivant et l'étude de l'inerte, dont les processus sont microphysiques. Il peut y avoir un ordre intermédiaire de phénomènes, entre le microphysique parcellaire et l'unité organismique macrophysique ; cet ordre serait celui des processus génétiques, chronologiques et topologiques, c'est-à-dire des processus d'individuation, communs à tous les ordres de réalité en lesquels s'opère une ontogénèse : il reste à découvrir une axiomatique de l'ontogénèse, si toutefois cette axiomatique est définissable. Il se peut que l'ontogénèse ne soit pas axiomatisable, ce qui expliquerait l'existence de la pensée philosophique comme perpétuellement marginale par rapport à toutes les autres études, la pensée philosophique étant celle qui est mue par la recherche implicite ou explicite de l'ontogénèse en tous les ordres de réalité.



## Conclusion

Concevoir l'individuation comme *opération* et comme opération de communication, donc comme opération première, c'est accepter un certain nombre de postulats ontologiques ; c'est aussi découvrir le fondement d'une normativité, car l'individu n'est pas la seule réalité, l'unique modèle de l'être, mais seulement une phase. Cependant, il est plus qu'une partie d'un tout, puisqu'il est le germe d'une totalité.

L'entrée dans le collectif doit être conçue comme une individuation supplémentaire, faisant appel à une charge de nature préindividuelle qui est portée par les êtres vivants. Rien ne permet, en effet, d'affirmer que toute la réalité des êtres vivants est incorporée à leur individualité constituée ; on peut considérer l'être comme un ensemble formé de réalité individualisée et de réalité préindividuelle<sup>1</sup> : c'est la réalité préindividuelle qui peut être considérée comme réalité fondant la transindividualité. Une telle réalité n'est nullement une forme en laquelle l'individu serait comme une matière, mais une réalité prolongeant l'individu de part et d'autre, comme un monde en lequel il est initialement inséré en étant au même niveau que tous les autres êtres qui composent ce monde. L'entrée dans le collectif est une amplification de l'individu sous forme de collectif de l'être qui comportait une réalité préindividuelle en même temps qu'une réalité individuelle. Ceci suppose que l'individuation des êtres n'épuise pas complètement les potentiels d'organisation, et qu'il n'y a pas qu'un seul état possible d'achèvement des êtres. Une telle conception repose donc sur un postulat de discontinuité ; l'individuation ne s'effectue pas selon le continu, ce qui aurait pour résultat de faire qu'une individuation ne pourrait être que totale ou nulle, puisque ce mode d'apparition de l'être en tant qu'unité ne peut opérer par fractions d'unité (alors qu'à une pluralité s'agrège une pluralité). Habituellement, le discontinu est conçu comme un discontinu spatial ou énergétique, apparaissant seulement dans les échanges ou dans les mouvements, pour les particules élémentaires de la physique et de la chimie. Ici, l'idée du discontinu devient celle d'une discontinuité de phases, jointe à l'hypothèse de la compatibilité des phases successives de l'être : un être, considéré comme individualisé, peut en fait exister selon plusieurs phases présentes ensemble, et il peut changer de phase d'être en lui-même ; il y a une pluralité dans l'être qui n'est pas la pluralité des parties (la pluralité des parties serait au-dessous du niveau de l'unité de l'être), mais une pluralité qui est au-dessus même de cette unité, parce qu'elle est celle de l'être comme phase, dans la relation d'une phase d'être à une autre phase d'être. L'être en tant qu'être est donné tout entier en chacune de ses phases, mais avec une réserve de devenir ; on pourrait dire que l'être a plusieurs formes et par consé-

1. Dans cette mesure – pour le vivant – la réalité préindividuelle est aussi réalité postindividuelle : la phase individualisée est un transfert entre deux phases du type de la colonie.

quent plusieurs entéléchies, non une seule comme le suppose la doctrine tirée d'une abstraction biologique<sup>2</sup>. La relation de l'être à ses propres parties, ou la considération du devenir de l'être en tant que ce devenir l'altère, ne peut donner la clef du rapport entre l'unité et la pluralité de l'être, non plus qu'entre l'être individué et les autres êtres. L'être, individué ou non, a une dimensionnalité spatio-temporelle, car, en un instant et en un lieu, il recèle plusieurs phases de l'être ; l'être n'est pas seulement ce qu'il est en tant que manifesté, car cette manifestation n'est l'entéléchie que d'une seule phase ; pendant que cette phase s'actualise, d'autres phases latentes et réelles, actuelles même en tant que potentiel énergétiquement présent, existent, et l'être consiste en elles autant que dans sa phase par laquelle il atteint l'entéléchie. L'erreur du schéma hylémorphique consiste principalement en ce qu'il n'autorise qu'une seule entéléchie pour l'être individué, alors que l'être doit être conçu comme ayant plusieurs phases ; l'être peut avoir plusieurs entéléchies successives qui ne sont pas des entéléchies des mêmes phases et ne sont pas, par conséquent, des itérations. La relation de l'être individué aux autres êtres est inconcevable dans une doctrine qui substantialise l'être individué parce qu'elle considère l'individuation comme une apparition d'être absolue, une création, ou bien comme une formation continue à partir d'éléments ne contenant pas en eux quelque chose qui annonce l'être individué et le prépare énergétiquement. Le monisme ontologique doit être remplacé par un pluralisme des phases, l'être incorporant, au lieu d'une seule forme donnée d'avance, des informations successives qui sont autant de structures et de fonctions réciproques. *La notion de forme doit être dégagée du schéma hylémorphique pour pouvoir être appliquée à l'être polyphasé.* Par là même, cet être ne peut être considéré à l'intérieur du schéma général des genres communs et des différences spécifiques, qui suppose la validité du schéma hylémorphique. Dégagée du schéma hylémorphique, la notion de forme peut devenir adéquate au caractère polyphasé de l'être en se structurant de manière relationnelle, selon la direction de recherche des théoriciens de la Forme : cette signification relationnelle de la forme est atteinte plus pleinement à l'intérieur de la notion d'information, pourvu que l'on entende l'information comme signification relationnelle d'une disparation, c'est-à-dire encore comme problème ne pouvant être résolu que par amplification. Une telle doctrine suppose qu'il n'y a de communication qu'à l'intérieur d'une réalité individuée, et que l'information est un des aspects de la réciprocité de l'être individué par rapport à lui-même. La relation de l'être par rapport à lui-même est infiniment plus riche que l'identité ; l'identité, relation pauvre, est la seule relation de l'être à lui-même que l'on puisse concevoir selon une doctrine qui considère l'être comme possédant une seule phase ; l'identité, en théorie de l'être polyphasé, est remplacée par la résonance interne qui devient, en certains cas, signification, et autorise une activité amplifiante. Une telle doctrine suppose que l'ordre des réalités soit saisi comme *transductif* et non comme *classificatoire*. Les grandes divisions du réel, notées par les genres dans la théorie hylémorphique, deviennent des phases, qui ne sont jamais totalement simultanées dans l'actualisation, mais existent pourtant soit sous forme *d'actualité structurale* et fonctionnelle, soit sous forme de *potentiels* : le potentiel devient une phase du réel actuellement existant, au lieu d'être

2. On pourrait même dire qu'il y a complémentarité de la phase individu et de la phase colonie. Avec les formes complexes d'organisation vitale, et grâce à la néoténisation, ces phases se rapprochent dans le collectif.

pure virtualité. Par contre, ce qui, en théorie hylémorphique de l'être individué, était considéré comme pure indétermination de la matière, devient série ordonnée, transductive, ou incompatibilité de plusieurs séries transductives. L'ordre transductif est celui selon lequel un *échelonnement qualitatif* ou *intensif* s'étale de part et d'autre à partir d'un centre où culmine l'être qualitatif ou intensif : telle est la série des couleurs, qu'il ne faut pas essayer de cerner par ses limites extrêmes, imprécises et tendues, du rouge extrême et du violet extrême, mais qu'il faut prendre *en son centre*, dans le vert-jaune où *culmine la sensibilité organique* ; le vert-jaune, pour l'espèce humaine, est le centre à partir duquel la qualité chromatique se dédouble vers le rouge et vers le violet ; il y a deux tendances dans la série des couleurs, tendances à partir du *centre* vers les *extrêmes*, tendances *déjà contenues dans le centre en tant que centre de série*. La série des couleurs doit être saisie d'abord en son *milieu réel*, variable pour chaque espèce<sup>3</sup> ; il en va de même pour les qualités tonales et les qualités thermiques ; pour l'être individué, il n'y a pas de matière qui soit pure indétermination, ni de diversité infinie du sensible, mais la bipolarité première des séries transductives ordonnées selon un axe. Au lieu d'une relation entre deux termes, la série transductive se constitue comme terme central unique se dédoublant en deux sens opposés à partir de lui-même, s'éloignant de lui-même en qualités complémentaires. Une telle représentation de l'être exige une réforme conceptuelle qui ne peut être obtenue qu'à partir d'une révision des schèmes de base ; l'usage d'un certain nombre de paradigmes est nécessaire pour remplacer le schéma hylémorphique, imposé directement par la culture. Cependant, le choix du domaine, capable de fournir les premiers paradigmes notionnels, ne peut être arbitraire : pour qu'un schème puisse être effectivement employé comme paradigme, il faut qu'une analogie opératoire et fonctionnelle entre le domaine d'origine et le domaine d'application du paradigme soit possible. Le schème hylémorphique est un paradigme retiré de l'opération technique de prise de forme, puis employé pour penser l'individu vivant saisi à travers son ontogénèse. Nous avons tenté, au contraire, de retirer un paradigme des sciences physiques, en pensant qu'il peut être transposé dans le domaine de l'individu vivant : l'étude de ce domaine physique est destinée non seulement à former des notions, mais encore à servir de base comme étant l'étude d'un premier domaine en lequel une opération d'individuation peut exister ; comme nous supposons qu'il y a des degrés divers d'individuation, nous avons utilisé le paradigme physique sans opérer une réduction du vital au physique, puisque la transposition du schème s'accompagne d'une composition de ce dernier. Nous ne voulons nullement dire que c'est l'individuation physique qui produit l'individuation vitale : nous voulons seulement dire que la réalité n'a pas explicité et développé toutes les étapes possibles de l'opération dans le système physique d'individuation, et qu'il reste encore dans le réel physiquement individué une disponibilité pour une individuation vitale<sup>4</sup> ; l'être physique individué peut être investi dans une individuation vitale ultérieure sans que son individuation physique soit dissoute ;

3. C'est seulement à partir de ce milieu – qui est aussi un optimum – que l'on peut établir des mesures, par exemple celle des coefficients de lucidité spectrale, par rapport au minimum de l'équivalent mécanique de la lumière, mesuré pour la meilleure efficacité lumineuse spécifique.
4. L'individuation physique est ici considérée comme une individuation qui brûle les étapes, qui ne reste pas assez en suspens à son origine ; l'individuation vitale serait comme une dilatation du stade inchoatif, permettant une organisation, un approfondissement de l'extrême début.

peut-être l'individuation physique est-elle la condition de l'individuation vitale sans jamais en être la cause, parce que le vital intervient comme un ralentissement amplificateur de l'individuation physique ; l'individuation physique est la *résolution d'un premier problème* en cours, et l'individuation vitale s'insère en elle, à la suite du surissement d'une nouvelle problématique ; il y a une problématique préphysique et une problématique prévitale ; l'individuation *physique* et l'individuation *vitale* sont des modes de résolutions ; elles ne sont pas des points de départ absolus. Selon cette doctrine, l'individuation est *l'avènement d'un moment de l'être* qui n'est pas premier. Non seulement il n'est pas premier, mais il emporte avec lui une certaine *rémanence de la phase préindividuelle* ; seule la phase préindividuelle peut être dite réellement monophasée ; au niveau de l'être individué, l'être est nécessairement déjà *polyphasé*, car le passé préindividuel se survit parallèlement à l'existence de l'être individué et reste un germe d'opérations amplifiantes nouvelles ; l'individuation intervient dans l'être comme la *naissance corrélative des phases distinctes* à partir de ce qui n'en comportait pas, étant pur potentiel omniprésent. L'individu, *résultat* mais aussi *milieu* de l'individuation, ne doit pas être considéré comme un : il n'est un que par rapport à d'autres individus, selon un *hic et nunc* très superficiel. En fait, l'individu est multiple en tant que polyphasé, multiple non comme s'il recélait en lui une pluralité d'individus secondaires plus localisés et plus momentanés mais parce qu'il est une solution provisoire, une phase du devenir qui conduira à de nouvelles opérations. L'unité de l'individu est la *phase centrale et moyenne de l'être*, à partir de laquelle naissent et s'écartent les autres phases en une *hipolarité* unidimensionnelle. L'être après l'individuation n'est pas seulement être individué ; c'est l'être qui comporte individuation, résultat de l'individuation et mouvement vers d'autres opérations à partir d'une rémanence de l'état primitif préindividuel. Après l'individuation, l'être *a un passé* et le préindividuel devient une phase ; le préindividuel est avant toute phase ; il ne devient la première phase qu'à partir de l'individuation qui dédouble l'être, le déphase par rapport à lui-même. C'est l'individuation qui crée les phases, car les phases ne sont que ce développement de l'être de part et d'autre de lui-même, ce double décadage à partir d'une consistance première traversée de *tensions* et de *potentiels* qui la rendaient incompatible avec elle-même. L'être préindividuel est *l'être sans phases*, tandis que *l'être après l'individuation est l'être phasé*. Une telle conception identifie ou tout au moins rattache *individuation et devenir de l'être* ; l'individu n'est pas considéré comme identique à l'être ; l'être est plus riche, plus durable, plus large que l'individu : l'individu est *individu de l'être, individu pris sur l'être, non constituant premier et élémentaire de l'être* ; il est une manière d'être, ou plutôt un moment d'être.

Proposer une conception de l'individuation comme genèse d'un être individué qui *n'est pas l'élément premier de l'être*, c'est s'obliger à indiquer le sens des conséquences qu'une telle conception doit avoir pour l'ensemble de la pensée philosophique. Il semble, en effet, qu'une certaine conception de l'individuation soit déjà contenue, au moins à titre implicite, dans la notion de terme. Lorsque la réflexion, intervenant avant toute ontologie, veut définir les conditions du jugement valide, elle a recours à une certaine conception du jugement, et, corrélativement, du contenu de la connaissance, de l'objet et du sujet comme termes. Or, antérieurement à tout exercice de la pensée critique portant sur les conditions du jugement et les conditions de la connaissance, il faudrait pouvoir répondre à cette question : qu'est-ce que la relation ? C'est une certaine conception de la relation, et en particulier de l'individualité des

termes comme antérieurs à la relation, qui est impliquée dans une telle théorie de la connaissance. Or, rien ne prouve que la connaissance soit une relation, et en particulier une relation dans laquelle les termes préexistent comme réalités individuées. Si la connaissance était conditionnée par la communauté d'une individuation englobant dans une unité structurale et fonctionnelle le sujet et l'objet, ce qui est dit des conditions du jugement se trouverait ne pas porter sur la réalité de la connaissance, mais sur une *traduction après-coup* de la connaissance sous forme de schéma relationnel entre des termes individués séparément. Une théorie de l'individuation doit se développer en théorie de la sensation, de la perception, de l'affection, de l'émotion. Elle doit faire coïncider *psychologie* et *logique*, dont la mutuelle séparation indique une double inadéquation à l'objet étudié plutôt qu'une séparation des points de vue. C'est la *théorie de l'individuation qui doit être première par rapport aux autres études critiques et ontologiques déductives*. C'est elle en effet qui indique comment il est légitime de découper l'être pour le faire entrer dans la relation propositionnelle. Avant toute catégorie particulière, il y a celle de l'être, qui est une réponse au problème de l'individuation : pour savoir *comment l'être peut être pensé*, il faut savoir comment il s'individue, car c'est cette individuation qui est le support de la validité de toute opération logique devant lui être conforme. La pensée est un certain *mode d'individuation secondaire* intervenant après l'*individuation fondamentale qui constitue le sujet* ; la pensée n'est pas nécessairement capable de penser l'être en sa totalité ; elle est seconde par rapport à la condition d'existence du sujet ; mais cette condition d'existence du sujet n'est pas isolée et unique, car le sujet n'est pas un terme isolé ayant pu se constituer de lui-même ; la substantialisation du sujet comme terme est une facilité que la pensée s'accorde pour pouvoir assister à la genèse et à la justification d'elle-même ; la pensée cherche à s'identifier au sujet, c'est-à-dire à s'identifier à sa condition d'existence pour ne pas être en retard sur elle. Or, si l'individu est lui-même relatif, comme phase de l'être, et plus riche que l'unité, comme dépositaire d'une situation préindividuelle qu'il transmet dans une activité amplifiante, il ne peut être saisi comme pur terme de relation. Le sujet est *substantialisé par la pensée* pour que la pensée puisse coïncider avec le sujet. Or, la substantialisation du sujet, supposant que le sujet peut être pris comme terme de relation, lui donne le statut d'un terme absolu ; la substance est comme le *terme relationnel devenu absolu*, ayant absorbé en lui tout ce qui était l'être de la relation. Une pareille *réduction logique* est sensible en tous les cas où l'individu est pensé ; car l'individu est toujours dans une certaine mesure *pensé* comme étant un *sujet* ; l'homme se met à la place de ce qu'il pense comme individu ; l'individu est ce qui pourrait avoir une intériorité, une conduite, des volitions, une responsabilité, ou au moins une certaine identité cohérente qui est du même ordre que la responsabilité. Il y a une subjectivité implicite de toute conception de l'individu, physique ou biologique, dans les doctrines courantes ; or, par ailleurs, et antérieurement à cette projection du statut de l'individualité subjective dans le monde, il s'effectue à l'intérieur du sujet une réduction qui ramène le sujet à être une substance, c'est-à-dire un terme ayant absorbé la relation en lui ; la substance est un cas extrême de la relation, celui de l'inconsistance de la relation. Dans ces conditions, il paraît difficile de considérer la notion d'individu comme devant être première par rapport à tout jugement et à toute critique ; l'être individuel, principe de la notion de substance, doit être considéré à travers l'individuation opération qui le fonde et l'amène à être ; l'étude de l'ontogénèse doit être antérieure à la logique et à l'ontologie. La théorie de l'indivi-

duction doit donc être considérée comme une théorie des *phases de l'être*, de son *devenir* en tant qu'*il est essentiel*. Selon la notion de substance, en effet, le devenir se raccorde mal à l'essence de l'être ; la notion d'accident est peu satisfaisante, et oblige à des édifices systématiques délicats comme celui de Leibniz, qui ne rendent guère compte du devenir en tant que devenir, puisque, tous les accidents étant compris dans l'essence conçue comme notion individuelle complète, il n'y a plus pour la substance monadique un véritable devenir, comportant pouvoir d'avenir ; l'édifice spinoziste n'est pas beaucoup plus satisfaisant relativement au devenir, qui est exclu plus qu'intégré, comme l'individu est nié en tant qu'être séparé. Dans une théorie des phases de l'être, le devenir est autre chose qu'une altération ou une succession d'états comparable à un développement sériel. Le devenir est, en effet, résolution perpétuée et renouvelée, résolution incorporante, amplifiante, procédant par crises, et telle que *son sens est en chacune de ses phases*, non à son *origine* ou en sa *fin* seulement. Expliquer le devenir comme série au lieu de le poser comme transduction est vouloir le faire sortir de ses termes extrêmes qui sont les plus pauvres et les moins stables ; une vie individuelle n'est ni le déroulement déterminé de ce qu'elle a été à son origine, ni un voyage vers un terme dernier qu'il s'agirait de préparer ; elle n'est pas non plus tension entre une naissance et une mort, entre un *Alpha* et un *Omega* qui seraient de vrais termes ; temporellement aussi l'être doit être saisi en son centre, en son présent au moment où il est, et non reconstitué à partir de l'abstraction de ses deux parties ; la substantialisation des extrémités de la série temporelle brise la consistance centrale de l'être ; le devenir est l'être comme *présent* en tant qu'il se déphase actuellement en passé et avenir, trouvant son sens en ce déphasage bipolaire. Il n'est pas passage d'un moment à l'autre comme on passerait du jaune au vert ; le devenir est transduction à partir du présent : il n'y a qu'une source du temps, la source centrale qu'est le présent, comme il y a une source unique des *qualités chromatiques en leur bipolarité*, une source unique de toutes les séries intensives et qualitatives. Le présent de l'être est *sa problématique en voie de résolution*, étant comme telle *bipolaire selon le temps, parce que problématique*. L'être individué n'est pas la substance mais *l'être mis en question*, l'être à travers une problématique, divisé, réuni, porté dans cette problématique qui se pose à travers lui et le fait devenir comme il fait le devenir. *Le devenir n'est pas devenir de l'être individué mais devenir d'individuation de l'être* : ce qui advient arrive sous forme d'une mise en question de l'être, c'est-à-dire sous forme d'*élément d'une problématique ouverte* qui est celle que l'individuation de l'être résout : l'individu est *contemporain de son devenir* car ce devenir est celui de son *individuation* ; le temps même est essence, non point comme déroulement à partir d'une origine ou tendance vers une fin, mais comme *constitution résolutive de l'être*. Une telle conception n'est possible que si l'on admet la notion de phases de l'être. Cette notion est différente de celles que la dialectique contient et utilise : la dialectique en effet implique bien l'existence d'un devenir significatif et ayant une capacité de constituer l'*essence* ; mais le devenir dialectique change l'être, l'oppose, le reprend : il y a une relative extériorité des *modifications* par rapport au *modifié* ; les phases, au contraire, sont phases de l'être ; ce n'est pas l'être qui passe à travers des phases en se modifiant ; c'est *l'être qui devient être des phases*, qui procède de lui-même en se déphasant par rapport à son centre de réalité. La dimensionnalité des phases est le devenir de l'être ; l'être est selon les phases qui sont ses phases, phases par rapport au centre qu'il est ; l'être ne se décentre pas en se déphasant en deux sens par rapport à lui-même ; le temps du

devenir est la direction de la bipolarité selon laquelle l'être se déphase ; l'être *s'individue* comme il *devient* ; s'individuer et devenir est un unique mode d'exister. Les phases de l'être sont données ensemble, elles font partie d'une manière d'être ; le devenir est une manière d'être, il est devenir de l'être, non devenir auquel l'être est soumis par quelque violence faite à son essence et dont l'être pourrait se passer, tout en étant ce qu'il est. Dans la conception de la dialectique, l'être a besoin du devenir, mais le devenir est pourtant conçu partiellement comme il l'était lorsque le devenir était considéré comme indépendant de l'être, étranger à l'être, *hostile à son essence* ; le devenir de la dialectique n'est *pas assez intégré à l'être qui devient* ; le temps de la dialectique est resté le temps de l'être intemporel *en essence* mais jeté dans le devenir par *son existence*<sup>5</sup>. La successivité des étapes dialectiques peut être contractée en parallélisme des phases de l'être si le devenir est véritablement devenir de l'être, de manière telle que l'on ne puisse pas dire que l'être est dans le devenir, mais que l'être devient ; le devenir est ontogénèse, φύσις. La dialectique sépare trop le devenir de l'existence par laquelle l'être devient. Ce n'est pas le devenir qui modifie l'être, mais l'être qui devient ; les modifications de l'être ne sont pas des conséquences du devenir mais des aspects des phases de l'être. L'existence des phases de l'être ne doit pas être conçue comme un simple pouvoir de succession : la succession n'existe que sur un fond de parallélisme des phases, comme dimension des phases ; permanence et succession sont des concepts qui ne peuvent rendre compte du devenir parce qu'ils supposent l'être réduit à une phase unique, c'est-à-dire exempt de phases.

Il existe un danger dans l'emploi du paradigme physique pour caractériser la vie : celui de la réduction. Mais ce danger peut être évité ; en effet, on peut employer ce paradigme en prenant le domaine physique comme support de structures et de fonctions reposant sur des caractères non vivants, les dilatant en leur phase initiale, les amplifiant, mais ne se ramenant pas à eux. Il y a bien un domaine de la connaissance du physique et un domaine de la connaissance du vivant ; mais il n'y a pas de la même façon un domaine réel du physique et un domaine réel du vivant, séparés par une certaine frontière également réelle ; c'est selon les structures et les fonctions que le physique et le vital sont distincts, sans être séparés selon le réel substantiel. Il y a un certain mode d'existence du physique qui ne doit pas être confondu avec le physique après l'émergence du vital ; après l'émergence du vital, le physique est un réel appauvri, détendu, un résidu du processus complet dont la vie est issue en se séparant. Mais il y a aussi un physique que l'on peut nommer le naturel, et qui est pré-vital aussi bien que pré-physique ; vie et matière non vivante peuvent en un certain sens être traitées comme deux vitesses d'évolution du réel. Peut-être, ici encore, ne faut-il pas essayer de recomposer la totalité à partir des termes extrêmes, en considérant ces termes extrêmes comme des bases substantielles susceptibles d'expliquer par leur combinaison toute la réalité relationnelle qu'elles laissent entre elles. Cette réalité intermédiaire, que l'on considère après coup comme un mixte engendré par relation, est peut-être ce qui porte les extrêmes, les engendre, les pousse hors d'elle comme bornes extrêmes de son existence. L'apparence relationnelle suppose peut-être un être pré-relationnel. L'opposition de l'inerte et du vivant serait le produit de l'application du schéma dualisant de source hylémorphique, avec sa zone d'ombre centrale caractéristique, lais-

5. Ceci revient à dire qu'aucune définition du devenir comme amplification n'est possible si l'on ne suppose pas une pluralité initiale des ordres de grandeur de la réalité.

sant croire à l'existence d'une relation là où en fait il y a le centre consistant de l'être<sup>6</sup>. Vie et matière inerte sont peut-être le résultat, vu à travers le schéma hylémorphique, de deux vitesses d'individuation d'une même réalité prévitale et préphysique. L'étude de l'individuation par laquelle cette différenciation s'opère ne peut donc être seulement un paradigmatisme ; logiquement, elle est une source de paradigmes ; mais elle peut n'être logiquement une source de paradigmes que si elle est fondamentalement, au moins à titre hypothétique, une saisie du devenir réel à partir duquel les domaines d'application des schèmes qu'elle dégage se constituent ; le paradigme, ici, n'est pas un paradigme analogique comme celui de Platon, mais une ligne conceptuelle et intuitive qui accompagne une genèse absolue des domaines avec leur structure et les opérations qui les caractérisent ; il est une découverte de l'axiomatique intellectuelle contemporaine de l'étude de l'être, non une initiation au domaine du difficilement connaissable à partir d'un domaine plus connu et plus facile à explorer (ce qui supposerait une relation analogique entre les deux domaines).

En ce sens, il ne faudrait pas dire que le vivant apparaît *après* la réalité physique et au-dessus d'elle en l'intégrant ; au contraire, l'apparition du vivant aurait pour effet de différer, de retarder la réalité physique en dilatant la phase initiale de sa constitution ; elle nécessiterait des conditions plus précises et plus complexes de tension et de métastabilité initiales, capables de «néoténiser» l'individuation physique. Avant même la genèse de l'être individuel en lui-même, une étude du devenir et des échanges qu'il comporte permettrait de saisir cette genèse possible de l'être individuel physique ou vivant, végétal ou animal, sur un fond de transformations de l'être. Qu'il s'agisse de l'être avant toute individuation ou de l'être dédoublé après l'individuation, la méthode consisterait toujours à tenter d'appréhender l'être en son centre, pour comprendre à partir de ce centre les aspects extrêmes et la dimension selon laquelle ces aspects opposés se constituent : l'être serait ainsi saisi comme unité tendue ou comme système structuré et fonctionnel, mais jamais comme ensemble de termes en relation entre eux ; le devenir, et les apparences de relations qu'il comporte, seraient alors connus comme dimensions de l'être, et nullement comme un cadre dans lequel il advient quelque chose à l'être selon un certain ordre. Le devenir est l'être se déphasant par rapport à lui-même, passant de l'état d'être sans phase à l'état d'être selon des phases qui sont ses phases.

Une telle conception de l'être suppose que l'on n'utilise pas le principe du tiers exclu, ou tout au moins qu'on le relativise ; en effet, l'être serait d'abord présenté comme ce qui existe à l'état d'unité tendue et recélant une incompatibilité qui le pousse vers une structuration et une fonctionnalisation constituant le devenir, le devenir lui-même pouvant être conçu comme la dimension selon laquelle cette résolution de l'état premier de l'être est possible par un déphasage. Le premier moteur ne serait donc pas l'être simple et un, mais l'être en tant qu'il est antérieur à toute apparition de phases, les recélant *énergétiquement*, non en tant que *formes* ou *structures* qui peuvent advenir, comme la position du problème recèle en un certain sens les solutions possibles, sous forme de tension vers une signification incorporant les données du problème, mais sans préformation des lignes effectives de la solution, qui apparaissent

6. Ce centre consistant de l'être est celui de la communication entre ordres de grandeur – molaire et moléculaire, interélémentaire et intra-élémentaire ; à partir de ce centre, une individuation rapide et itérative donne une réalité physique ; une individuation ralentie, progressivement organisée, donne du vivant.

seulement par le devenir réel de l'invention résolutive, et *sont ce devenir* ; ainsi, dans l'être avant tout devenir, c'est la puissance du devenir résolutif qui est contenue, par l'incompatibilité qu'il pourra compatibiliser, mais non la ligne d'existence de ce devenir, qui n'est pas déjà donné et ne peut être préformé, parce que la problématique est sans phases<sup>7</sup>. La découverte résolutive en son devenir fait apparaître structures et fonctions d'une part, matière appauvrie de ses tensions d'autre part, individu et milieu, information et matière. La résolution fait apparaître les deux aspects complémentaires que sont les termes extrêmes et la réalité instituant la médiation ; individu et milieu sont deux phases de l'être, termes extrêmes d'un dédoublement qui intervient comme invention résolutive, supposant une tension et une incompatibilité préalables qu'ils transforment en structuration asymétrique ; on peut dire que l'être se déphase en individu et milieu, permettant un grand nombre de modalités par le fait que ce déphasage est total ou partiel, susceptible de degrés ou non, admet un progrès continu ou procède par bonds.

Une telle théorie ne vise pas seulement à expliquer la genèse des êtres individués et à proposer une vision de l'individuation ; elle tend à faire de l'individuation le fondement d'un devenir amplifiant, et place ainsi l'individuation *entre* un état primitif de l'être non résolu et l'entrée dans la voie résolutive du devenir ; l'individuation n'est pas le résultat du devenir, ni quelque chose qui se produit dans le devenir, mais le devenir en lui-même, en tant que le devenir est devenir de l'être. L'individuation ne peut être convenablement connue si elle est rapportée à son résultat, à savoir l'individu constitué, et si on tend à donner de l'individuation une définition visant seulement à rendre compte des caractères de l'individu en lui-même ; l'individu ne permet pas de remonter à l'individuation, parce que l'individu n'est qu'un des aspects de l'individuation ; il y a un corrélatif de l'individu, constitué en même temps que lui par l'individuation : le milieu, qui est l'être, privé de ce qui est devenu l'individu<sup>8</sup>. Seul le couple individu-milieu pourrait permettre de remonter à l'individuation ; l'individuation est ce qui fait apparaître le déphasage de l'être en individu et milieu, à partir d'un être préalable capable de devenir individu et milieu. Individu et milieu ne doivent être pris que comme les termes extrêmes, conceptualisables mais non substantialisables, de l'être en lequel s'opère l'individuation. Le centre de l'individuation n'est pas l'individu constitué ; l'individu est latéral par rapport à l'individuation. L'être pris en son centre, au niveau de l'individuation, doit être saisi comme être se dédoublant en individu et milieu, ce qui est l'être se résolvant. Ultérieurement, l'être individué peut être à nouveau le théâtre d'une individuation, car l'individuation n'épuise pas d'emblée les ressources potentielles de l'être en une première opération d'individuation : le premier état préindividuel de l'être peut continuer à exister, associé au résultat d'une première individuation ; on peut supposer, en effet, que l'individuation s'opère de manière quantique, par sauts brusques, chaque palier d'individuation pouvant à nouveau être par rapport au suivant comme un état préindividuel de l'être ; il se produit alors un rapport des états successifs de l'individuation. C'est de cette manière, en particulier, que l'on peut expliquer la relation entre les êtres individués : cette relation n'est qu'apparemment entre les êtres ; elle est l'individuation collective d'une charge de

7. Elle suppose, par ailleurs, absence de communication entre plusieurs ordres de grandeur ; l'individuation intervient comme médiation amplifiante à travers un devenir.

8. Et une origine de l'individu, une situation préindividuelle.

réalité préindividuelle contenue dans les êtres ayant reçu un premier statut d'individuation. Ce que l'on définit comme rapport interindividuel est en réalité la cohérence d'une systématique d'individuation qui incorpore les individus déjà constitués en une unité plus vaste. C'est l'individuation qui fonde la relation, grâce à un rapport entre états successifs d'individuation, restant rattachés par l'unité énergétique et systématique de l'être.

Un monisme substantialiste comme celui de Spinoza se heurte à une grande difficulté lorsqu'il s'agit de rendre compte de l'être individuel. Cette difficulté ne vient pas tant de l'unité de la substance que de son éternité ; cette difficulté est d'ailleurs commune à toutes les doctrines substantialistes, même lorsqu'elles fragmentent la substance au point d'identifier substance et individu, et de tout composer avec des individus, comme le fait Leibniz qui admet une infinité de substances. Cette difficulté est seulement plus apparente chez Spinoza parce que Spinoza accepte jusqu'au bout les conséquences du substantialisme et refuse de placer une genèse de la substance sous forme de constitution des notions individuelles complètes, c'est-à-dire des essences substantielles, au début du devenir. L'être substantiel peut difficilement devenir parce que l'être substantiel est résolu d'avance ; il est toujours l'être absolument monophasé, parce qu'il consiste en lui-même ; le fait d'être en soi et par soi est aussi le fait d'être cohérent avec soi-même, de ne pouvoir être opposé à soi-même. La substance est *une* parce qu'elle est *stable* ; elle est actuelle, elle n'est pas tendue par des potentiels. Ce qui manque à la substance, malgré la terminologie de Spinoza, est d'être nature, ou encore de n'être pas à la fois et indissolublement naturée et naturante. Selon la doctrine que nous présentons, l'être n'est jamais un : quand il est monophasé, préindividuel, il est plus *qu'un* : il est un parce qu'il est indécomposé, mais il a en lui de quoi être plus que ce qu'il est dans son actuelle structure ; le principe du tiers exclu ne s'appliquerait qu'à un être résiduel incapable de devenir ; l'être n'est pas plusieurs au sens de la pluralité réalisée : il est *plus riche que la cohérence avec soi*<sup>9</sup>. L'être un est un être qui se limite à lui-même, un être cohérent. Or, nous voudrions dire que l'état originel de l'être est un état qui dépasse la cohérence avec soi-même, qui excède ses propres limites : l'être originel n'est pas stable, il est métastable ; il n'est pas un, il est capable d'expansion à partir de lui-même ; l'être ne subsiste pas par rapport à lui-même ; il est contenu, tendu, superposé à lui-même, et non pas un. L'être ne se réduit pas à ce qu'il est ; il est accumulé en lui-même, potentialisé. Il existe comme être et aussi comme énergie ; l'être est à la fois structure et énergie ; la structure elle-même n'est pas seulement structure car plusieurs ordres de dimension se superposent ; à chaque structure correspond un certain état énergétique qui peut apparaître dans les transformations ultérieures et qui fait partie de la métastabilité de l'être. Il semble que toutes les théories de la substance, du repos et du mouvement, du devenir et de l'éternité, de l'essence et de l'accident, reposent sur une conception des échanges et des modifications qui ne connaît que l'altération et l'équilibre stable, non la métastabilité. L'être, stable, possédant une structure, est conçu comme simple. Mais l'équilibre stable n'est peut-être qu'un cas limite. Le cas général des états est peut-être celui des états métastables : l'équilibre d'une structure réalisée n'est stable qu'à l'intérieur de

9. On pourrait dire aussi qu'il transfère un problème, qu'il transporte la possibilité d'une activité amplificatrice. Il tend vers une entéléchie qui ne se limite pas à sa réalité personnelle, car il est un mode condensé du réel et tend vers une phase d'amplification.

certaines limites et dans un ordre de grandeur unique, sans interaction avec d'autres ; il masque des potentiels qui, libérés, peuvent produire une brusque altération conduisant à une nouvelle structuration également métastable. Ainsi, être et devenir ne sont plus des notions opposées si l'on considère que les états sont des manières d'être métastables, des paliers de stabilité sautant de structure en structure : *le devenir n'est plus continuité d'une altération, mais enchaînement d'états métastables à travers les libérations d'énergie potentielle dont le jeu et l'existence font partie du régime de causalité constituant ces états* ; l'énergie contenue dans le système métastable est la même que celle qui s'actualise sous forme de *passage* d'un état à un autre. C'est cet ensemble structure-énergie que l'on peut nommer *être*. En ce sens, on ne peut dire que l'être est *un* : il est simultané, couplé à lui-même en un système qui dépasse l'unité, qui est *plus qu'un*. L'unité, et particulièrement celle de l'individu, peut apparaître au sein de l'être par une simplification séparatrice qui donne l'individu, et un milieu corrélatif, sans unité, mais homogène.

Une telle conception pourrait être considérée comme gratuite, et traitée comme on traite habituellement l'hypothèse créationniste : à quoi sert-il de rejeter dans un inconnaissable état de l'être préindividuel les forces destinées à rendre compte de l'ontogénèse, si l'on ne connaît cet état que par celui qui le suit ? S'il en était ainsi, on pourrait dire en effet que l'on recule seulement le problème, comme on fait en supposant l'existence préalable d'un être créateur : cet être n'est supposé créateur que dans la mesure où la notion de création sert à rendre compte du créé, si bien que l'essence de l'être invoqué comme créateur est en fait tout entière connue à partir du résultat sur lequel on doit retomber, c'est-à-dire l'être comme créé. Il semble cependant que l'hypothèse selon laquelle il existerait un état de l'être préindividuel joue un rôle différent de celui de l'hypothèse créationniste habituelle. Cette dernière, en effet, concentre tout le devenir en ses origines, si bien que tout créationnisme apporte avec lui le problème de la théodicée, aspect éthique d'un problème plus général : le devenir n'est plus un véritable devenir : il est tout entier comme déjà advenu dans l'acte de la création, ce qui oblige à apporter après coup de nombreux correctifs locaux à la théorie créationniste pour redonner un sens au devenir. Ces correctifs, cependant, ne sont en général apportés que sur les points qui choquent le plus le sentiment que l'homme a de devenir, par exemple sur le problème de la responsabilité morale. Mais c'est sur tous les points que le créationnisme devrait être corrigé, car il n'est pas plus satisfaisant d'anéantir la réalité du devenir physique que de diminuer celle du devenir de l'être humain comme sujet éthique : cette différence de traitement ne peut se justifier que par un dualisme lui-même contestable. Il y aurait une véritable théodicée physique à ajouter à la théodicée éthique. Au contraire, l'hypothèse d'un état préindividuel de l'être n'est pas totalement gratuite : il y a en elle plus que ce qu'elle est destinée à expliquer, et elle n'est pas uniquement formée à partir de l'examen de l'existence des individus ; elle est dérivée d'un certain nombre de schèmes de pensée empruntés aux domaines de la physique, de la biologie, de la technologie. La physique ne montre pas l'existence d'une réalité préindividuelle, mais elle montre qu'il existe des genèses de réalités individualisées à partir de conditions d'état ; un photon est en un certain sens un individu physique ; pourtant, il est aussi quantité d'énergie pouvant se manifester par une transformation. Un individu comme un électron est en interaction avec des champs. Un changement de structure d'un édifice moléculaire, atomique, ou nucléaire, fait apparaître de l'énergie et engendre des individus physiques. La physique invi-

te à penser l'individu comme étant échangeable contre la modification structurale d'un système, donc contre un certain état défini d'un système. Au fondement de l'ontogénèse des individus physiques, il y a une théorie générale des échanges et des modifications des états, que l'on pourrait nommer *allagmatique*. Cet ensemble conceptuel suppose que l'individu n'est pas un commencement absolu, et que l'on peut étudier sa genèse à partir d'un certain nombre de conditions énergétiques et structurales : l'ontogénèse s'inscrit dans le devenir des systèmes ; l'apparition d'un individu correspond à un certain état d'un système, présente un sens par rapport à ce système. Par ailleurs, l'individu physique est relatif, il n'est pas substantiel ; il est relatif parce qu'il est en relation, tout particulièrement en relation énergétique avec des champs, et cette relation fait partie de son être. Un électron, en mécanique ondulatoire, a une longueur d'onde associée : on peut faire interférer des électrons, dans le montage de Germer et Davis ; pourtant, les électrons sont bien considérés comme des grains d'électricité, des charges insécables. Cette existence du phénomène d'interférence, et généralement de tous les phénomènes dont on rend compte en définissant la longueur d'onde associée, montre qu'il y a une sorte de collectif physique dans lequel le rôle de l'individu n'est plus seulement un rôle parcellaire, dont on pourrait vouloir rendre compte au moyen de la notion de substance ; l'individu microphysique est une réalité énergétique autant qu'un être substantiel ; il adhère à sa genèse, reste présent à son devenir, parce qu'il est en perpétuelle relation avec les champs. L'individu n'est pas le tout de l'être ; il est seulement un aspect de l'être ; ce qui importe est l'étude des conditions dans lesquelles l'être se manifeste comme individu, comme s'il s'agissait là non de l'être mais d'une façon d'être, ou d'un moment d'être. Il y a en physique un être préindividuel et un être postindividuel ; un photon disparaît et devient changement de structure d'un édifice atomique, ou bien il change de longueur d'onde, comme s'il était devenu autre. L'individualité devient en quelque manière fonctionnelle ; elle n'est pas l'aspect unique de la réalité, mais une certaine fonction de la réalité.

En généralisant cette relativisation de l'individu et en la transposant dans le domaine réflexif, on peut faire de l'étude de l'individuation une théorie de l'être. L'individuation est alors située par rapport à l'être. Elle apparaît comme une modification de l'être à partir de laquelle sa problématique s'enrichit : elle est apparition de l'information à l'intérieur du système de l'être. Au lieu de traiter l'information comme une grandeur absolue, estimable et quantifiable dans un nombre limité de circonstances techniques, il faut la rattacher à l'individuation : il n'y a d'information que comme échange entre les parties d'un système qui comporte individuation, car pour que l'information existe il faut qu'elle ait un sens, qu'elle soit reçue, c'est-à-dire qu'elle puisse servir à effectuer une certaine opération ; l'information se définit par la manière dont un système individué s'affecte lui-même en se conditionnant : elle est ce par quoi existe un certain mode de conditionnement de l'être par lui-même, mode que l'on peut nommer *résonance interne* : l'information est individuanante et exige un certain degré d'individuation pour pouvoir être reçue ; elle est ce par quoi chemine l'opération d'individuation, ce par quoi cette opération se conditionne elle-même. La prise de forme par laquelle on représente en général l'individuation suppose information et sert de base à de l'information ; il n'y a d'information échangée qu'entre des êtres déjà individués et à l'intérieur d'une systématique de l'être qui est une nouvelle individuation : on pourrait dire que l'information est toujours interne ; il ne faut pas

confondre l'information avec les signaux et supports de signaux qui constituent son médiateur. L'information doit être comprise dans les conditions véritables de sa genèse, qui sont les conditions mêmes de l'individuation dans lesquelles elle joue un rôle : l'information est un certain aspect de l'individuation ; elle exige qu'avant elle, pour qu'elle soit comprise comme ayant un sens (ce sans quoi elle n'est pas information, mais seulement énergie faible), il y ait un certain potentiel ; le fait qu'une information est véritablement information est identique au fait que quelque chose s'individue ; et l'information est l'échange, la modalité de résonance interne selon laquelle cette individuation s'effectue. Toute information est à la fois informante et informée ; elle doit être saisie dans cette transition active de l'être qui s'individue<sup>10</sup>. Elle est ce par quoi l'être se déphase et devient. Dans ses aspects séparés, enregistrés, médiatement transmis, l'information exprime encore une individuation accomplie et la résurgence de cet accomplissement qui peut se prolonger en d'autres étapes d'amplification : l'information n'est jamais après l'individuation seulement, car si elle exprime une individuation accomplie c'est par rapport à une autre individuation capable de s'accomplir : expression d'une information accomplie, elle est le germe autour duquel une nouvelle individuation pourra s'accomplir : elle établit la transductivité des individuations successives, les rangeant en série parce qu'elle les traverse en portant de l'une à l'autre ce qui peut être repris. L'information est ce qui déborde d'une individuation sur l'autre, et du préindividuel sur l'individué, parce que le schème selon lequel une individuation s'accomplit est capable d'amorcer d'autres individuations : l'information a un pouvoir extérieur parce qu'elle est une solution intérieure ; elle est ce qui passe d'un problème à l'autre, ce qui peut rayonner d'un domaine d'individuation à un autre domaine d'individuation ; l'information est information significative parce qu'elle est d'abord le schème selon lequel un système a réussi à s'individuer ; c'est grâce à cela qu'elle peut le devenir pour un autre. Ceci suppose qu'il y ait une analogie entre les deux systèmes, le premier et le second. Or, dans une doctrine qui évite de faire appel à un postulat créationiste, pour qu'il y ait analogie entre deux systèmes il faut que ces deux systèmes fassent partie d'un système plus vaste ; ceci signifie que lorsque de l'information apparaît dans un sous-ensemble comme schème de résolution de ce sous-ensemble, elle est déjà résolution non pas seulement de ce sous-ensemble mais aussi de ce qui en lui exprime son appartenance à l'ensemble : elle est d'emblée susceptible d'être transférée aux autres sous-ensembles, elle est d'emblée intérieure au sous-ensemble d'origine et déjà intérieure à l'ensemble comme exprimant ce qui en chaque sous-ensemble est sa marque d'appartenance à l'ensemble, c'est-à-dire la façon dont il est modifié par les autres sous-ensembles constituant avec lui l'ensemble. On pourrait dire que l'information est à la fois intérieure et extérieure ; elle exprime les limites d'un sous-ensemble ; elle est médiation entre chaque sous-ensemble et l'ensemble. Elle est *résonance interne de l'ensemble en tant qu'il comporte des sous-ensembles* : elle réalise l'individuation de l'ensemble comme cheminement de solutions entre les sous-ensembles qui le constituent : elle est résonance interne des structures des sous-ensembles à l'intérieur de l'ensemble : cet échange est intérieur par rapport à l'ensemble et extérieur par rapport à chacun des sous-

10. Dans la même mesure, l'individu, issu d'une communication entre ordres de grandeurs primitivement isolés, emporte le message de leur dualité, puis reproduit l'ensemble par amplification. L'information conserve le préindividuel dans l'individu.

ensembles. L'information exprime l'immanence de l'ensemble en chacun des sous-ensembles et l'existence de l'ensemble comme groupe de sous-ensembles, incorporant réellement la quiddité de chacun, ce qui est la réciproque de l'immanence de l'ensemble à chacun des sous-ensembles. S'il y a en effet une dépendance de chaque sous-ensemble par rapport à l'ensemble, il y a aussi une dépendance de l'ensemble par rapport aux sous-ensembles<sup>11</sup>. Cette réciprocity entre deux niveaux désigne ce que l'on peut nommer résonance interne de l'ensemble, et définit l'ensemble comme réalité en cours d'individuation.

Une théorie de l'individuation peut-elle, par l'intermédiaire de la notion d'information, fournir une éthique ? Elle peut au moins servir à jeter les bases d'une éthique, même si elle ne peut l'achever parce qu'elle ne peut la circonstancier. L'éthique, dans les systèmes philosophiques, se partage en général en deux voies qui divergent et ne se rejoignent jamais : celle de l'éthique pure et celle de l'éthique appliquée. Cette dualité provient du fait que la substance est séparée du devenir, et que l'être étant défini comme un et complètement donné dans la substance individualisée est achevé : d'où, au niveau des essences et en dehors du devenir, une éthique pure qui ne sert qu'à préserver la substantialité théorique de l'être individualisé, et qui en fait l'entoure d'une illusion de substantialité. Cette première voie de l'éthique, que l'on pourrait nommer éthique substantialisante, ou éthique du sage, ou encore éthique contemplative, ne vaut que pour un état d'exception, qui ne serait pas lui-même stable sans son opposition à l'état de passion, de servitude, de vice, d'existence dans le *hic et nunc* ; sa substantialité n'est qu'une contre-existence, un antidevenir, et il a besoin qu'autour de lui la vie devienne pour recueillir par contraste l'impression de la substantialité ; la vertu contemplative a éminemment besoin des marchands et des fous, comme l'homme sobre a besoin de l'homme ivre pour avoir conscience d'être sobre, et l'adulte de l'enfant pour se savoir adulte. C'est seulement par un effet de relativité perceptive et affective que cette éthique peut apparaître comme une éthique de la sagesse visant l'immutabilité de l'être. Il en va de même pour l'autre branche de l'éthique, celle qui se donne pour pratique ; elle n'est pratique que par opposition à la première, et utilise les valeurs définies par la première pour pouvoir se constituer de manière stable ; en fait c'est bien le couple des deux éthiques qui possède une signification, non chaque éthique par elle-même. Pourtant, elles définissent des normes qui donnent des directions incompatibles, elles créent la divergence ; leur couple même est insuffisant en ce qu'il ne possède qu'une axiomatique logique commune, non des directions normatives mutuellement cohérentes. L'éthique du devenir et de l'action dans le présent a besoin de l'éthique de la sagesse selon l'éternité pour être consciente d'elle-même comme éthique de l'action ; elle s'accorde avec elle-même en ce qu'elle refuse plus qu'en ce qu'elle construit, tout comme l'éthique de la sagesse ; la cohérence interne de chacune de ces éthiques se fait par le négatif, comme refus des voies de l'autre éthique.

La notion de communication comme identique à la résonance interne d'un système en voie d'individuation peut, au contraire, s'efforcer de saisir l'être dans son devenir sans accorder un privilège à l'essence immobile de l'être ou au devenir en tant que devenir ; il ne peut y avoir d'éthique une et complète que dans la mesure où le deve-

11. C'est la condition de communication, qui se trouve une première fois au moment de l'individuation, et une seconde fois quand l'individu s'amplifie en collectif.

nir de l'être est saisi comme de l'être même, c'est-à-dire dans la mesure où le devenir est connu comme devenir de l'être. Les deux éthiques opposées, éthique théorique pure et éthique pratique, séparent intériorité et extériorité par rapport à l'être individué, parce qu'elles considèrent l'individuation comme antérieure au moment où la prise de conscience s'accomplit, pour l'éthique de la contemplation, et toujours postérieure à ce même moment, pour l'éthique pratique ; l'éthique théorique est une nostalgie perpétuelle de l'être individué dans sa pureté, comme l'éthique pratique est une préparation toujours recommencée à une ontogénèse toujours différée ; aucune des deux ne saisit et n'accompagne l'être dans son individuation. Or, si l'on considère l'individuation comme conditionnée par la résonance interne d'un système et pouvant s'effectuer de manière fractionnée, par constitutions successives d'équilibres métastables, on ne peut admettre *ni une éthique de l'éternité de l'être* qui vise à consacrer une structure découverte une fois comme définitive et éternelle, par conséquent respectable par-dessus tout, terme premier et dernier de référence, structure qui se traduit en normes, absolues comme elle, *ni une perpétuelle évolution de l'être toujours en mouvement* qui devient et se modifie de manière continue à travers toutes les circonstances mouvantes conditionnant l'action et modifiant sans cesse les normes selon lesquelles elle doit se développer pour accompagner cette permanente évolution. A cette stabilité de l'absolu inconditionnel et à cette perpétuelle évolution d'un relatif fluent il faut substituer la notion d'une série successive d'équilibres métastables<sup>12</sup>. Les normes sont les lignes de cohérence interne de chacun de ces équilibres, et les valeurs, les lignes selon lesquelles les structures d'un système se traduisent en structures du système qui le remplace ; les valeurs sont ce par quoi les normes d'un système peuvent devenir normes d'un autre système, à travers un changement de structures ; les valeurs établissent et permettent la transductivité des normes, non sous forme d'une norme permanente plus noble que les autres, car il serait bien difficile de découvrir une telle norme donnée de manière réelle, mais comme un sens de l'axiomatique du devenir qui se conserve d'un état métastable à l'autre. Les valeurs sont la capacité de transfert amplificateur contenue dans le système des normes, ce sont les normes amenées à l'état d'information : elles sont ce qui se conserve d'un état à un autre ; tout est relatif, sauf la formule même de cette relativité, formule selon laquelle un système de normes peut être converti en un autre système de normes<sup>13</sup>. C'est la normativité elle-même qui, dépassant le système sous sa forme donnée, peut être considérée comme valeur, c'est-à-dire comme ce qui passe d'un état à un autre. Les normes d'un système, prises une par une, sont fonctionnelles, et paraissent épuiser leur sens dans cette fonctionnalité ; mais leur système est plus que fonctionnel, et c'est en cela qu'il est valeur. On pourrait dire que la valeur est la relativité du système des normes, connue et définie dans le système même des normes. Pour que la normativité d'un système de normes soit complète, il faut qu'à l'intérieur même de ce système soient préfigurées sa propre destruction en tant que système et sa possibilité de traduction en un autre système, selon un ordre transductif. Que le système connaisse à l'intérieur de lui-

12. L'individu eu tant qu'individu, distinct de la colonie et du collectif, est issu d'une singularité et a un sens de discontinuité ; mais cette discontinuité est amplifiante et *tend* vers le continu, par changement d'ordre de grandeur.

13. Un système de normes est problématique, comme deux images en état de disparation ; il tend à se résoudre dans le collectif par amplification constructive.

même sa propre relativité, qu'il soit fait selon cette relativité, que dans ses conditions d'équilibre soit incorporée sa propre métastabilité, telle est la voie selon laquelle les deux éthiques doivent coïncider. La tendance à l'éternité devient alors la conscience du relatif, qui n'est plus une volonté d'arrêter le devenir ou de rendre absolue une origine et d'accorder un privilège normatif à une structure, mais le savoir de la métastabilité des normes, la conscience du sens de transfert qu'a l'individu en tant qu'individu. La volonté de trouver des normes absolues et immuables correspond à ce sentiment véridique selon lequel il y a quelque chose qui ne doit pas se perdre et qui, dépassant l'adaptation au devenir, doit posséder le pouvoir de diriger le devenir. Mais cette force directrice qui ne se perd pas ne peut être une norme ; une telle recherche d'une norme absolue ne peut conduire qu'à une morale de la sagesse comme séparation, retraite, et loisir, ce qui est une façon de mimer l'éternité et l'intemporalité à l'intérieur du devenir d'une vie : pendant ce temps, le devenir vital et social continue, et le sage devient une figure de sage, il joue un rôle de sage dans son siècle comme homme qui regarde passer la vie et s'écouler les passions ; s'il n'est pas lui-même dans le siècle, au moins son rôle d'homme qui n'est pas dans le siècle est bien dans le devenir. La sagesse n'est pas universalisable, parce qu'elle n'assume pas le tout du devenir, et qu'elle en forme une représentation mythique ; la sainteté ou les autres styles de vie individuelle sont, comme la sagesse, des termes extrêmes qui illustrent des pôles de la vie morale, mais non les éléments de la vie morale ; à partir de la sagesse, de la sainteté, ou de toute attitude morale de cette espèce, on ne peut refaire la vie morale par combinaison, car il n'y a pas préoccupation d'universalité dans ces styles de vie qui se prennent pour des absolus et ne sont pourtant pas universalisables ; ils ont tous besoin de la vie courante en face d'eux pour être ce qu'ils sont : ils ont besoin d'une base de vie courante qu'ils puissent nier. Une véritable éthique serait celle qui tiendrait compte de la vie courante sans s'assoupir dans le courant de cette vie, qui saurait définir à travers les normes un sens qui les dépasse. Très généralement, d'ailleurs, les morales essayent de combler cet intervalle qui existe entre ce par quoi une morale vaut et la tendance à retomber, à partir de principes de valeur, sur les normes découvertes dans la vie courante ; mais le raccordement entre les fondements et les normes est souvent arbitraire et mal fait ; c'est l'éthique en son centre qui est défaillante ; en ce domaine aussi existe la zone d'ombre centrale entre forme et matière, principe et conséquences. Il faudrait que les valeurs ne soient pas au-dessus des normes mais à travers elles, comme la résonance interne du réseau qu'elles forment et leur pouvoir amplificateur ; les normes pourraient être conçues comme exprimant une individuation définie, et ayant par conséquent un sens structural et fonctionnel, au niveau des êtres individués. Au contraire, les valeurs peuvent être conçues comme rattachées à la naissance même des normes<sup>14</sup>, exprimant le fait que les normes surgissent avec une individuation et ne durent qu'autant que cette individuation existe comme état actuel. La pluralité des systèmes de normes peut alors être envisagée autrement que *comme une contradiction*. Il n'y a contradiction provenant de la *multiplicité des normes* que si on fait de l'individu un absolu et non l'*expression d'une individuation*

14. Les valeurs sont le préindividuel des normes : elles expriment le rattachement à des ordres de grandeurs différents : issues du préindividuel, elles font tendre vers le post-individuel, soit sous la forme de la phase colonie, soit sous celle du transindividuel, pour les espèces supérieures. Elles viennent du continu et retrouvent le continu à travers l'individu, transfert discontinu.

créant un état seulement métastable et provisoire comme une phase discontinue de transfert.

Considéré comme recélant en lui une réalité non individualisée, l'être devient sujet moral en tant qu'il est réalité individualisée et réalité non individualisée associées ; vouloir accorder le primat à l'être en tant qu'il est individualisé ou à l'être en tant qu'il n'est pas individualisé, c'est opposer les normes, relatives à l'être individualisé dans un système, aux valeurs, relatives à la réalité non individualisée associée à l'être individualisé. La morale n'est ni dans les normes ni dans les valeurs, mais dans leur communication, saisie *en son centre réel*. Normes et valeurs sont des termes extrêmes de la dynamique de l'être, termes qui ne consistent pas en eux-mêmes et ne se soutiennent pas dans l'être par eux-mêmes. Il n'existe pas un problème de la relation des valeurs aux normes, de l'opposition de la morale ouverte et de la morale close mais un problème du déphasage de l'éthique. C'est une illusion rétroactive qui fait croire que le progrès historique ouvre progressivement l'éthique et remplace les morales closes par des morales ouvertes : chaque nouvel état d'une civilisation apporte ouverture et fermeture à partir d'un centre unique ; ouverture et fermeture sont la dimension d'une dyade indéfinie, unidimensionnelle et bipolaire. Tout acte, toute structuration fonctionnelle tend à s'étaler en normes et en valeurs selon un couple corrélatif. Normes et valeurs n'existent pas antérieurement au système d'être dans lequel elles apparaissent ; elles sont le devenir, au lieu d'apparaître dans le devenir sans faire partie du devenir ; il y a une historicité de l'émergence des valeurs comme il y a une historicité de la constitution des normes. On ne peut refaire l'éthique à partir des normes ou à partir des valeurs, pas plus qu'on ne peut refaire l'être à partir des formes et des matières auxquelles l'analyse abstractive ramène les conditions de l'ontogénèse. L'éthique est l'exigence selon laquelle il y a corrélation significative des normes et des valeurs. Saisir l'éthique en son unité exige que l'on accompagne l'ontogénèse : l'éthique est le sens de l'individuation, le sens de la synergie des individualisations successives. C'est le sens de la transductivité du devenir, sens selon lequel en chaque acte réside à la fois le mouvement pour aller plus loin et le schème qui s'intégrera à d'autres schèmes ; c'est le sens selon lequel l'intériorité d'un acte a un sens dans l'extériorité. Postuler que le sens intérieur est aussi un sens extérieur, qu'il n'y a pas d'îlots perdus dans le devenir, pas de régions éternellement fermées sur elles-mêmes, pas d'autarcie absolue de l'instant, c'est affirmer que chaque geste a un sens d'information et est symbolique par rapport à la vie entière et à l'ensemble des vies. Il y a éthique dans la mesure où il y a information, c'est-à-dire signification surmontant une disparation d'éléments d'êtres, et faisant ainsi que ce qui est intérieur soit aussi extérieur. La valeur d'un acte n'est pas son caractère universalisable selon la norme qu'il implique, mais l'effective réalité de son intégration dans un réseau d'actes qui est le devenir<sup>15</sup>. Il s'agit bien d'un réseau et non d'une chaîne d'actes ; la chaîne d'actes est une simplification abstraite du réseau ; la réalité éthique est bien structurée en réseau, c'est-à-dire qu'il y a une résonance des actes les uns par rapport aux autres, non pas à travers leurs normes implicites ou explicites, mais directement dans le système qu'ils forment et qui est le devenir de l'être ; la réduction à des normes est identique à la réduction à des formes : elle n'emporte

15. C'est-à-dire l'amplification par laquelle il trouve la dimension du continu en s'insérant dans le devenir de la colonie ou la réalité du collectif ; bien qu'il soit – selon les normes – acte de l'individu, il est, selon les valeurs, acte vers le collectif.

qu'un des termes extrêmes du réel. L'acte n'est ni matière ni forme, il est devenir en train de devenir, il est l'être dans la mesure où cet être est, en devenant. La relation entre les actes ne passe pas par le niveau abstrait des normes, mais elle va d'un acte aux autres comme on va du jaune-vert au vert et au jaune, par augmentation de la largeur de la bande de fréquences. L'acte moral est celui qui peut s'étaler, se déphaser en actes latéraux, se raccorder à d'autres actes en s'étalant à partir de son centre actif unique. Bien loin d'être rencontre d'une matière et d'une forme, d'une impulsion et d'une norme, d'un désir et d'une règle, d'une réalité empirique et d'une réalité transcendante, il est cette réalité qui est plus que l'unité et s'étale de part et d'autre d'elle-même en se raccordant aux autres réalités de même espèce ; reprenant la formule de Malebranche relative à la liberté, et selon laquelle l'homme est dit avoir du mouvement pour aller toujours plus loin, on pourrait affirmer que l'acte libre, ou acte moral, est celui qui a assez de réalité pour aller au-delà de lui-même et rencontrer les autres actes<sup>16</sup>. Il n'y a qu'un *centre* de l'acte, il n'y a pas de *limites* de l'acte. Chaque acte est centré mais infini ; la valeur d'un acte est sa largeur, sa capacité d'étalement transductif. L'acte n'est pas une unité dans la course vers une fin qui impliquerait une concaténation. Un acte qui n'est que lui-même n'est pas un acte moral. L'acte qui est une unité, qui consiste en lui-même, qui ne rayonne pas, qui n'a pas de bandes latérales, est effectivement un, mais s'insère dans le devenir sans faire partie du devenir, sans accomplir ce déphasage d'être qu'est le devenir. L'acte qui est plus qu'unité, qui ne peut résider et consister seulement en lui-même, mais qui réside aussi et s'accomplit en une infinité d'autres actes, est celui dont la relation aux autres est signification, possède valeur d'information. Descartes, en prenant la générosité comme fondement de la morale, a bien révélé ce pouvoir de l'acte de se prolonger au-delà de lui-même. Mais, voulant fonder une morale provisoire, c'est-à-dire une morale qui regarde seulement en avant, il n'a pas indiqué la force rétroactive de l'acte, aussi importante que sa force proactive. Chaque acte reprend le passé et le rencontre à nouveau ; chaque acte moral résiste au devenir et ne se laisse pas ensevelir comme passé ; sa force proactive est ce par quoi il fera pour toujours partie du système du présent, pouvant être réévoqué dans sa réalité, prolongé, repris par un acte, ultérieur selon la date, mais contemporain du premier selon la réalité dynamique du devenir de l'être. Les actes construisent une simultanéité réciproque, un réseau qui ne se laisse pas réduire par l'unidimensionnalité du successif. Un acte est moral dans la mesure où il a en vertu de sa réalité centrale le pouvoir de devenir ultérieurement simultanément par rapport à un autre acte. L'acte non moral est l'acte perdu en lui-même, qui s'ensevelit et ensevelit une partie du devenir du sujet : il est ce qui accomplit une perte d'être selon le devenir. Il introduit dans l'être une faille qui l'empêchera d'être simultané par rapport à lui-même. L'acte immoral, s'il existe, est celui qui détruit les significations des actes qui ont existé ou qui pourront être appelés à exister, et qui, au lieu de se localiser en lui-même comme l'acte non moral, introduit un schème de confusion empêchant les autres actes de se structurer en réseau. En ce sens, il n'est pas à proprement parler un acte, mais comme l'inverse d'un acte, un devenir qui absorbe et détruit les significations relationnelles des autres actes, qui les entraîne sur de fausses pistes de transductivité, qui égare le sujet par rapport à lui-même : c'est un acte parasite, un faux acte qui tire son apparence de signification d'une rencontre aléatoire. Tel est l'esthétisme

16. C'est-à-dire qui contient en lui-même un pouvoir d'amplification.

comme contre-morale, unification des actes selon un certain style commun et non selon leur pouvoir de transductivité<sup>17</sup>. L'esthétisme est un parasite du devenir moral ; il est création de formes abstraites dans l'existence du sujet, et illusion d'unification selon ces formes abstraites. L'esthétisme, qui veut des actes toujours nouveaux, se ment à lui-même en un certain sens et devient une itération de la nouveauté selon la norme extrinsèque de nouveauté ; de même, le conformisme ou l'opposition permanente aux normes sociales sont une démission devant le caractère d'actualité des actes, et un refuge dans un style d'itération selon une forme positive de coïncidence ou négative d'opposition par rapport à un donné. L'itération traduit la tendance d'un acte à régner sur tout le devenir au lieu de s'articuler aux autres actes ; l'acte non moral ou immoral est celui qui, ne comportant pas en lui une relative inadéquation à lui-même, tendant à devenir parfait à l'intérieur de ses propres limites, ne peut qu'être recommencé et non continué ; cet acte est égoïste en lui-même par rapport aux autres actes ; il a une tendance à persévérer dans son être qui fait qu'il se coupe des autres actes, n'est pas pénétré par eux et ne peut les pénétrer mais seulement les dominer ; tout acte moral comporte une certaine organisation interne qui le situe et le limite en tant qu'acte : il se développe selon une certaine régulation partiellement inhibitrice qui insère son existence comme acte dans un réseau d'actes. L'acte en lequel il n'y a plus cet indice de la totalité et de la possibilité des autres actes, l'acte qui se donne une aséité malgré le caractère génétique de son émergence comme phase du devenir, l'acte qui ne reçoit pas cette mesure à la fois activante et inhibitrice venant du réseau des autres actes est l'acte fou, en un certain sens identique à l'acte parfait. Un tel acte est celui dans lequel il n'y a plus présence de cette réalité préindividuelle qui est associée à l'être individué ; l'acte fou est celui qui tend à une totale individuation et n'admet plus comme réel que ce qui est totalement individué. Les actes sont en réseau dans la mesure où ils sont pris sur un fond de nature, source de devenir par l'individuation continuée. Cet acte fou n'a plus qu'une normativité interne ; il consiste en lui-même et s'entretient dans le vertige de son existence itérative. Il absorbe et concentre en lui-même toute émotion et toute action, il fait converger vers lui les différentes représentations du sujet et devient point de vue unique : toute sollicitation du sujet appelle l'itération de cet acte ; le sujet se ramène à l'individu en tant que résultat d'une seule individuation, et l'individu se réduit à la singularité d'un *hic et nunc* perpétuellement recommençant, se transportant partout lui-même comme un être détaché du monde et des autres sujets en abandonnant son rôle de transfert.

L'éthique est ce par quoi le sujet reste sujet, refusant de devenir individu absolu, domaine fermé de réalité, singularité détachée ; elle est ce par quoi le sujet reste dans une problématique interne et externe toujours tendue, c'est-à-dire dans un présent réel, vivant sur la zone centrale de l'être, ne voulant devenir ni forme ni matière. L'éthique exprime le sens de l'individuation perpétuée, la stabilité du devenir qui est celui de l'être comme préindividué, s'individuant, et tendant vers le continu qui reconstruit sous une forme de communication organisée une réalité aussi vaste que le système préindividuel. A travers l'individu, transfert amplificateur issu de la Nature, les sociétés deviennent un Monde.

17. L'esthétisme cause la même perte d'information que la connaissance abstraitive ne retenant, pour former la compréhension de l'espèce, que ce que les individus ont de commun entre eux.



## Note sur le Chapitre III, I<sup>e</sup> Partie

FRANÇOISE BALIBAR

Les pages que l'on va lire, non publiées lors de la première édition de la thèse, éclairent les rapports qu'entretient l'œuvre de Gilbert Simondon avec la physique moderne, et plus particulièrement la mécanique quantique. La mécanique quantique est ici convoquée pour illustrer et confirmer la thèse de Simondon sur l'individuation, thèse appuyée en l'occurrence sur une *critique de la notion classique d'individu*, telle qu'elle fonctionne dans la physique classique certes, mais aussi, on le verra, dans ce qu'il est convenu d'appeler l'interprétation orthodoxe (celle de Bohr) de la mécanique quantique. Reprenant l'idée fondamentale que *la relation a valeur d'être* et est opération individuelle – ce qui revient à affirmer que l'être complet, l'être préindividuel, est plus qu'une unité, plus qu'une identité, est autre que lui-même – Gilbert Simondon fait apparaître l'individu classique, comme un être appauvri, déphasé par rapport à lui-même – pour reprendre un concept emprunté à la physique des changements de phase que Simondon a élevé au statut de concept philosophique.

Les pages les plus percutantes (situées à la fin du jeu de feuillets retirés du manuscrit au moment de la publication en 1964) sont inspirées par la lecture des travaux et ouvrages de de Broglie, et plus particulièrement les textes postérieurs à 1953, c'est-à-dire après que de Broglie soit revenu à la théorie «de la double solution». Pour comprendre l'enjeu de cette référence à de Broglie, il convient de replacer l'intervention de Simondon dans le contexte de la critique, alors vive, de l'interprétation orthodoxe de la mécanique quantique. On va voir que, de fait, Simondon expose les arguments philosophiques qui soutiennent l'entreprise de de Broglie, arguments que de Broglie ne se donne pas la peine, ou ne s'autorise pas, ou n'a pas les moyens rhétoriques, d'explicitier.

On peut concevoir la dualité onde-corpuscule de deux façons différentes, explique Simondon, selon que l'on considère l'individu physique «comme une réalité limitée à elle-même et définie par ses limites spatiales ou comme une réalité qui ne peut se définir par l'inhérence à ses propres limites et qui est aussi définie par l'interaction qu'elle a à distance avec d'autres réalités physiques». C'est parce que l'interprétation orthodoxe, «de Copenhague», accepte au départ la notion classique d'individu, défini par ses limites spatiales, qu'elle est contrainte à une interprétation probabiliste – corrélative, selon Simondon, d'une perte de réalité des individus en question. Les individus deviennent, selon l'expression de Bohr citée par Simondon, «unsharply defined individuals within finite space-time limits», en contradiction avec la notion même d'individu dont on est parti. Simondon tient qu'on évite ce type de difficulté si l'on pose au départ une autre conception de l'individu, une conception où l'individu soit défini aussi par ses relations

avec les autres réalités physiques, une conception où «l'idée de relation ait valeur d'être».

Il donne à cet égard un exemple qui illustre bien cette formule ; cet exemple est celui du rayonnement du corps noir et plus précisément de l'absorption quantifiée de lumière par les atomes de la paroi. Il fait remarquer que la relation qui met en rapport un champ électromagnétique (pensable selon le continu) et un corpuscule (pensable selon le discontinu) oblige à une révision à la fois de la conception substantialiste des corpuscules (pour lesquels cette relation a donc valeur d'être tout autant que leur structure substantielle) et de la conception énergétiste et continuiste des ondes. Cette relation «entraîne la nécessité d'exprimer simultanément la discontinuité en termes énergétiques et la continuité en termes structuraux». L'opération de production (ou d'absorption) de la lumière comporte une part de transduction du réel corpusculaire à l'onde et vice-versa et c'est ce qui fonde la réalité de l'individu nommé photon.

Une fois énoncée cette critique, la théorie de la double solution de de Broglie apparaît comme une solution possible réalisant la conception de l'individu défendue par Simondon. La théorie de la double solution postule que toute solution continue  $\psi$  de l'équation de Schrödinger (liée à la densité de probabilité de présence de l'«individu») est doublée par une solution à singularités  $u$ , de même phase que  $\psi$ . On démontre que la singularité mobile de  $u$  suit au cours du temps une trajectoire telle qu'en chaque point la vitesse soit proportionnelle au gradient de la phase commune à  $u$  et  $\psi$ . La réalité physique est alors représentée non pas par l'onde  $\psi$ , qui n'a qu'une valeur statistique, mais par l'onde de singularités  $u$  ; «nous voyons apparaître, écrit G. Simondon, un nouveau mode de calcul de la relation entre les individus physiques qui ferait intervenir une considération de densité et aussi de caractères individuels, définis comme singularités de l'onde  $u$ ». La théorie de la double solution permet une représentation dans laquelle l'individu est à la fois l'onde et sa singularité, relation et être, au sens ordinaire du terme. Ce qui séduit Simondon dans la double solution de de Broglie, c'est manifestement le fait que la relation ne soit pas séparée de l'individu, lui soit constitutive : l'individu n'y est pas, comme c'est le cas dans la conception restreinte, classique, de l'individu, un des termes de la relation, indépendant de cette relation. L'individu, pour reprendre l'expression de Simondon, «porte l'instrument par lequel s'établit la relation».

Cette dernière remarque est importante parce qu'elle permet de penser autrement le problème de la mesure – dont on sait qu'il est l'une des épines dans le talon de la conception orthodoxe de la mécanique quantique. Certes Simondon ne propose pas une solution à ce problème, mais une autre manière de l'envisager qui pourrait peut-être aider les physiciens dans leur recherche d'une solution – ne serait-ce qu'en donnant idée qu'il existe d'autres constructions intellectuelles possibles que celle dans laquelle ils fonctionnent si bien. Simondon fait remarquer que si l'on postule (comme c'est le cas en théorie orthodoxe) que l'individu peut (en droit) être seul, que la relation lui est extérieure et n'est pas de même nature que les termes qu'elle lie, cette relation particulière qu'est la mesure apparaît alors comme artificielle. Si l'on suppose au contraire que la relation fait partie de l'individu, que l'individu fait partie d'un système minimum avec lequel il échange de l'énergie de façon potentielle, la structure de l'individu et l'opération de cet individu sont liées ; l'opération de mesure (c'est-à-dire la «relation du sujet à l'objet», précise Simondon), loin d'être cette confrontation avec l'extérieur qu'elle est supposée être, est en fait une modification de structure : l'indi-

vidu est tout autant sa structure que l'opération qui l'engendre. On ne peut plus dissocier l'individu du système (ici l'instrument de mesure).

Il ne me semble pas inutile de comparer cette conception des individus à celle développée par Bohr pour résoudre le même problème – celui de la relation entre ce que l'on appelle généralement l'objet et ce que l'on appelle généralement le sujet dans l'observation, c'est-à-dire (et là-dessus Bohr et Simondon sont d'accord) dans la constitution de l'objectivité. On sait que la réponse de Bohr porte le nom de *complémentarité*, appellation dont Bohr lui-même n'était pas satisfait et à laquelle il aurait préféré celle de réciprocité. L'idée est inverse de celle que développe Simondon – même si l'un et l'autre insistent sur la nécessaire liaison entre l'objet à mesurer et celui qui le mesure. Loin de chercher à associer certains traits de la description des êtres en une réalité unique, l'individu de Simondon ou la double solution de de Broglie, Bohr affirme au contraire leur mutuelle *exclusion*. Bohr entend bien ne renoncer ni à l'analyse ni à «notre position d'observateurs indépendants de la nature». «D'après l'essence de la théorie des quanta, nous devons nous contenter de considérer la représentation dans l'espace-temps et le principe de causalité, dont la *combinaison* est caractéristique des théories classiques, comme des traits complémentaires mais *s'excluant mutuellement* de la description de l'expérience, qui symbolisent l'idéalisation des possibilités d'observation et de définition» (Conférence de Côme, 1927). La différence à l'égard de la conception de Simondon se pose en ces termes : alors que pour ce dernier il s'agit de *compléter* une définition reposant sur les limites spatiales par une autre faisant intervenir les interactions, réglées par le principe de conservation de l'énergie qui n'est rien d'autre que ce que Bohr appelle le principe de causalité, Bohr entend poser au fondement de la théorie (et en conformité avec son formalisme) la disjonction entre ces deux points de vue, physiquement exclusifs l'un de l'autre puisqu'aussi bien le type d'expérience (et donc de relation dans la terminologie de Simondon) détermine la nature ondulatoire ou corpusculaire des objets auxquels on a affaire. Bohr s'est expliqué sur son opposition à de Broglie : «Les exigences apparemment contradictoires de la superposition et de l'individualité ne sont pas des aspects contraires, mais des aspects complémentaires de la nature. Je suis parfaitement d'accord avec ta remarque sur le travail de de Broglie : il cherche à parvenir à l'impossible, précisément par un mélange des aspects complémentaires de la chose» (lettre à Pauli du 13 août 1927).

On peut dire les choses autrement : alors que Bohr entend préserver la description en termes des concepts classiques d'onde et de particule («le langage de Newton et de Maxwell restera toujours le langage des physiciens») et axe sa réflexion sur le langage et son inadéquation à la représentation des choses, Simondon, tente de formuler une autre ontologie. D'où la différence d'attitude vis-à-vis de la physique classique : ses concepts ne sont pas remis en cause par Bohr alors que la critique de la notion d'individu développée par Simondon vaut tout autant pour les objets de la physique quantique que pour ceux de la physique classique.

Dès lors, le risque n'est-il pas de ne plus percevoir très clairement qu'il puisse exister quelque chose qui s'appelle un quantum d'action ? La nouveauté radicale de la physique quantique ne risque-t-elle pas de disparaître au profit d'une critique générale de la notion d'objet de la physique dans son ensemble ? Reste l'expression «fidélité au réel» utilisée par Simondon dans une déclaration de principe : «Il faut dissocier la perfection formelle et la fidélité au réel». Mais la perfection formelle n'est-elle pas elle-même pour le physicien une forme de fidélité au réel ? Le formalisme de la théorie quantique n'est-

il pas remarquablement simple, sans qu'on puisse en inférer la validité de l'interprétation ontologique qu'on pourrait en donner ?

#### Bibliographie

- N. Bohr, *Physique atomique et connaissance humaine*, traduction française, 1961, rééditée avec une introduction et un glossaire rédigés par C. Chevalley, Gallimard, 1991.
- L. de Broglie, *Les incertitudes de Heisenberg et l'interprétation probabiliste de la mécanique quantique*, Gauthier-Villars, 1982.

## *Suppléments*



## ANALYSE DES CRITÈRES DE L'INDIVIDUALITÉ

### Remarque liminaire

L'objet de cette étude est inséparable de sa méthode. Une relation de conditionnement réciproque lie en effet la réalité de son objet à la validité de la démarche employée. Nous faisons usage d'un seul postulat, qui a une signification ontologique et une valeur logique (ou épistémologique) ; nous supposons en effet que la véritable relation est partie intégrante de l'être.

Ce postulat ne doit pas être considéré comme un recours à une méthode ou à une doctrine qui suppose l'identité du rationnel et du réel. Nous essaierons en effet de montrer que les systèmes dialectiques ne comportent pas une critique assez profonde de la notion de substance, et qu'un substantialisme latent ne leur a pas permis de penser de manière adéquate la réalité de l'individu. Par ailleurs, nous tenons essentiellement à indiquer avant de commencer l'étude de l'individu, que ce travail tentera de se déployer dans l'hypothèse que ni le réalisme, ni le nominalisme ne sont rigoureusement valables. Ce travail voudrait aboutir à une critique des universaux, et particulièrement à une mise en question de la pensée qui suppose la classification par genres communs et différences spécifiques. Selon la doctrine qui va être présentée, les caractères génériques ou spécifiques sont partie intégrante de l'individu de la même manière que les éléments les plus singuliers qui distinguent un individu des autres individus. *Il ne peut y avoir science que de l'individu*, telle serait la conséquence épistémologique de cette enquête. Une nouvelle normativité pourrait être découverte à partir de cette conséquence.

Nous voudrions dépasser l'antithèse entre le nominalisme et le réalisme en montrant que ces doctrines ne sont pas valables pour la *relation*, qui peut être connue *analogiquement*. Dans la mesure où l'individu comporte une relation constitutive, c'est d'un tel mode de connaissance qu'il relève.

L'opposition entre le monisme et le dualisme ne peut subsister dans une appréhension de l'individu ; le dualisme est encore trop monistique pour pouvoir être conservé ; il suppose un substantialisme.

### Objet de l'étude concernant l'individu

Toute notion chargée de sens par la réflexion peut être prise sans nécessité de rigoureuse justification comme objet d'étude ; cependant, l'intérêt du choix peut provenir essentiellement de deux sources : la notion peut être un point de fuite vers lequel

convergent d'autres problèmes qu'elle gouverne ; alors la notion choisie est saisie comme symbole d'une difficulté privilégiée autour de laquelle les autres recherches s'organisent ; à la suite de l'examen, une nouvelle systématique de la pensée réflexive s'institue, et une nouvelle topologie de l'univers philosophique est proposée ; le problème a ainsi le mérite de concentrer autour de sa formulation une pluralité d'interrogations où se manifeste l'intention philosophique ; son rôle est logique et normatif. Il vise à opérer une réunion des *instances constitutives* dont Bacon définit le pouvoir dans la recherche inductive des essences. Cette voie est celle que suivent Aristote et Kant lorsqu'ils examinent la nature de la connaissance. Mais à cette démarche de logique normative et inductive s'oppose un usage de la problématique dans lequel la considération d'une difficulté a valeur de principe plutôt que de critère, et où la notion centrale possède le pouvoir de se concrétiser en une pluralité de termes réels, enveloppés ou non dans une problématique antérieure. C'est cette méthode qu'emploie Descartes quand, parti du problème de la connaissance, il trouve dans le développement de ce problème les principes de la construction progressive du monde du savoir. Dès lors, la considération de la genèse du problème n'est plus que secondaire ; elle peut être relative et arbitraire sans que ce caractère affecte l'activité ultérieure. Comme la décision dans la morale provisoire, le choix notionnel primitif est investi d'une valeur auto-justificative ; il se définit par l'opération qui le constitue plus que par la réalité qu'il vise objectivement, comme l'hypothèse cosmogonique des tourbillons, qui n'a pas besoin d'être vraie pour être valable.

C'est cet ordre que nous voudrions suivre ; malgré les apparences immédiates, il est peut-être plus proche parent de la méthode des sciences que l'ordre directement inductif. Toute science développée, comme la physique, manifeste une capacité de transformer progressivement une théorie en hypothèses, puis en réalités presque directement tangibles. L'œuvre prestigieuse de formalisation du savoir ne doit pas faire oublier la capacité non moins essentielle des sciences à concrétiser l'abstrait en le réalisant. Les théories corpusculaires, encore purement abstraites chez Leucippe, Démocrite, Epicure et Lucrèce, passent pendant le dix-neuvième siècle au niveau plus concret de théories spécialisées, comme la théorie cinétique des gaz, la théorie de l'électrolyse, la théorie atomique en chimie et l'explication du mouvement brownien. Aujourd'hui, il est presque possible de parler d'une réalité corpusculaire ou plus exactement d'une multitude de réalités corpusculaires sur lesquelles techniciens et chercheurs agissent pour leur imposer accélérations, concentrations, déviations mesurables et prévisibles. Or, on ne peut dire que le progrès des connaissances s'est borné à reconnaître pour fondée une théorie ancienne en vérifiant les hypothèses qu'elle permet de formuler : l'activité scientifique a véritablement constitué du concret à partir de l'abstrait, car le concret qui vérifie les hypothèses est un concret d'une espèce particulière : ce n'est pas celui d'un *fait*, mais celui d'un *effet* qui n'existerait pas en dehors de l'univers de pensée et d'action créé par ce développement même de la science. C'est en ce sens que la démarche scientifique est auto-justificative, non logiquement mais réellement, en construisant son objet avec du réel. Notre désir serait de suivre cette deuxième méthode pour traiter le problème de l'individu. La pensée philosophique n'est pas limitée à une investigation inductive ; pour pouvoir contrôler elle-même la validité de ses démarches, elle doit être constructive, dans l'ordre de réalité et d'action qui la définit. Comme retour de la conscience du sujet sur elle-même, elle doit opérer sa conversion particulière de l'abstrait vers le concret, en produisant

un système d'*effets axiologiques* qui constituent l'auto-justification particulière d'une œuvre réflexive. Cette nécessité de fermer par l'éthique le cycle qui va du concret à l'abstrait pour revenir à l'intégration dans le concret construit, Platon l'a traduite par l'image du « long détour » ; au bout de la *μακρὰν ὁδόν*, la conscience philosophique se réincarne dans le sensible.

### Méthode de l'étude concernant l'individu

La précédente distinction entre une méthode inductive et une méthode constructive exclut la possibilité d'un processus intellectuel qui partirait d'une pluralité de cas dans lesquels se manifeste un problème de l'individu pour aller vers une unité de l'essence de l'individu, unité dont la découverte pourrait se présenter comme solution du problème. Nous partirons au contraire du simple pour aller au complexe, et de l'abstrait pour aller au concret. Cette méthode exige une logique, ou plutôt une définition de critères permettant de délimiter de manière non ambiguë l'objet de recherches ; mais, à cause du caractère auto-justificatif et auto-constructif de cette pensée, aucune norme extérieure au champ de réalité choisi ne pourra être employée. C'est pourquoi nous avons résolu de partir d'un domaine déjà constitué, dans lequel les normes d'une pensée valide ont déjà été déterminées par le progrès d'une expérience constructive : la *physique*, avant la *biologie*, la *sociologie* et la *psychologie*, offre l'exemple d'une pensée assez riche et formalisée à la fois pour qu'on puisse lui demander de fournir elle-même ses propres critères de validité. Ayant alors tenté de saisir d'une part le rôle épistémologique de la notion d'individu dans ce domaine, et d'autre part le ou les contenus phénoménologiques auxquels elle renvoie, nous essaierons de transférer les résultats de cette première épreuve aux domaines logiquement et ontologiquement ultérieurs. Si ce transfert est partiellement ou totalement impossible, la connaissance des raisons de cette impossibilité devra être intégrée à la position du problème. La méthode *analogique* ou *paradigmatique* que supposent ces transferts successifs ne se fonde pas sur un postulat ontologique qui serait par exemple la rationalité du réel, ou une loi universelle d'exemplarisme, de type platonicien, ni non plus un monisme panthéistique implicite ; elle se fonde au contraire sur la recherche d'une structure et d'une opération caractéristiques de la réalité qu'on doit nommer individu ; si cette réalité existe, elle peut être susceptible de formes et de niveaux différents, mais doit autoriser le transfert intellectuel d'un domaine à un autre, au moyen des conversions nécessaires ; les notions qu'il faudra rajouter pour passer d'un domaine au domaine suivant seront alors caractéristiques de l'ordre de réalité qui fait le contenu de ces domaines. L'ontologie de l'individu sera dévoilée par le devenir de son épistémologie, et les principes d'une axiologie possible naîtront de cet examen, dans la mesure où il fournira un fondement à une postulation de valeur capable d'intégrer en un acte unique d'auto-constitution une conscience de la réalité ontologique et de la signification épistémologique.

### Principe de l'étude concernant l'individu

La réalité de l'individu, à quelque niveau qu'elle soit appréhendée, est d'abord régie par un principe extérieur et négatif que l'on peut nommer *principe du déterminisme énergétique*, ou encore principe de conservation énergétique. Si nous considérons un

système physique d'un point de vue macroscopique, le principe de conservation de l'énergie (généralisé, si on désire une absolue rigueur, par l'introduction d'un paramètre exprimant en unités d'énergie les variations de masse que pourrait subir le système au cours des transformations énergétiques) est valable absolument, c'est-à-dire sans considération du devenir intérieur au système selon lequel des individus apparaissent ou disparaissent au cours des diverses transformations successives. Il serait sans doute illusoire de rechercher l'essence profonde de l'individu sans une entorse au principe du déterminisme énergétique, même en affirmant que cette entorse est extraordinairement légère, comme Bergson veut le faire pour sauvegarder la notion d'une liberté psychique. Descartes, en un temps où la notion d'énergie cinétique n'était ni clairement définie, ni précisément mesurée, et confondue avec la quantité de mouvement, avait cru pouvoir faire reposer la possibilité d'une initiative absolue de la *res cogitans* sur la capacité d'imposer une variation de direction *sans augmentation ou diminution de travail* aux parties les moins denses du corps, c'est-à-dire aux *esprits animaux*, qui sont rigoureusement de la *res extensa* et ne participent en aucune façon à la *res cogitans*. Sans aucun doute, le principe de l'inertie de permet pas de suivre Descartes dans cette théorie de la relation entre les deux substances, mais l'exemple de la pensée cartésienne, avec tous les efforts destinés à résoudre les difficultés du bisubstantialisme, est une illustration exemplaire d'un travail destiné à fonder une théorie de la distinction et des relations entre l'essentielle intériorité d'un être indivisible et tout le reste du monde. Nous devons particulièrement remarquer que Descartes ne cherche pas à fonder d'une part la distinction et d'autre part la relation sur deux principes différents, ce qui reviendrait à s'accorder une facilité ; c'est contre une telle facilité que lutte Descartes quand il refuse le recours aux *espèces impresses* que lui eût aisément offert une référence aux doctrines de l'École. Parce qu'il a refusé l'apparente simplification qu'eût été un recours au mixte comme terme médiateur de la relation entre les substances Pensée et Étendue, Descartes a dû laisser subsister une faille dans son système ; mais au prix de cette imperfection se trouve sauvegardée une unité de méthode infiniment plus riche en signification et féconde en développements : le *principe de conservation* est affirmé de la substance Pensée aussi bien que de la substance Étendue. Descartes a particulièrement développé les conséquences du principe de conservation dans le domaine des grandeurs mesurant les modifications de la *res extensa* (théorie des machines simples), tandis que Malebranche a appliqué ce même principe de conservation aux modifications de la *res cogitans*, en particulier dans l'étude de l'attention ; chez Descartes, parce qu'il y a conservation de ce que nous nommons aujourd'hui le travail, le déplacement du point d'application d'une force dont la direction est parallèle à ce déplacement est inversement proportionnel à l'intensité de la force ; de même, chez Malebranche, l'étendue de l'objet connu et la clarté intelligible de la pensée qui le connaît varient en proportion inverse, comme l'intensité d'éclairement produit par un faisceau lumineux varie en proportion inverse de l'étendue sur laquelle il est réparti ; la pensée se conserve, mais peut se concentrer en se focalisant ou s'étaler en devenant diffuse. Descartes, d'ailleurs, avait déjà mis en œuvre ce principe de la conservation de la même quantité de pensée en établissant les règles du raisonnement ; le raisonnement juste et constructif tire sa fécondité du fait qu'il n'est pas une tautologie ; mais, pour cette raison même, il ne peut contrôler sa validité au moyen du principe d'identité : en fait, c'est à un principe analogue au principe de conservation dans les machines simples que Descartes a recours ;

de même que la machine cartésienne est celle qui opère une *transformation* au cours de laquelle le travail se conserve parce que la machine est en état de permanent équilibre tout au long de la transformation, de même, le raisonnement est rigoureux quand il opère un «transport d'évidence» d'une proposition à la proposition suivante ; le raisonnement cartésien ne repose pas sur l'*identité*, mais sur l'*équivalence* ; il opère un *transfert sans perte* du sens d'une proposition au sens de la proposition suivante. C'est pour cette raison qu'une doctrine comme celle des animaux-machines paraissait naturelle à Descartes : une représentation mécaniste des opérations vitales ne pouvait lui sembler une réduction à un niveau inférieur de réalité, puisque la pensée elle-même déroule ses opérations les plus authentiques selon un principe de conservation analogue à celui qui est à l'œuvre dans les machines simples et par conséquent parfaites.

Cependant la pensée cartésienne semble n'avoir pas pu pousser jusqu'à ses conséquences ultimes le principe de conservation ; elle a énoncé deux principes de conservation particuliers, l'un pour la *res extensa*, l'autre pour la *res cogitans*, et a seulement esquissé une généralisation du principe de conservation aux cas des échanges entre les deux substances : c'est le sens de la tendance, sensible chez Descartes vers la fin de sa vie, à admettre l'existence d'une idée de l'union de l'âme et du corps ; mais cette doctrine n'a pas été entièrement explicitée, et c'est plutôt dans les doctrines du parallélisme psycho-physiologique, chez Spinoza, ou de la notion individuelle concrète chez Leibniz, que le prolongement de cette ligne de recherches pourrait être suivi. Seule l'éthique de Descartes pourrait apporter quelques lumières à ce sujet, notamment celle qui se dégage des *Passions de l'âme* ou de la Correspondance avec Elisabeth. Le seul fait que Descartes ne veuille pas distinguer dans l'absolu le fondement du jugement de perfection de celui du jugement de réalité montre la possibilité d'un transfert qui légitime une extension du principe de conservation. C'est d'ailleurs sur un tel principe que reposent les deux démonstrations de l'existence de Dieu, car celle de la cinquième Méditation tomberait sous le coup de la critique de Kant si elle ne reposait pas sur celle de la troisième Méditation. Le transfert ontologique est valable parce qu'un premier transfert a été défini et opéré : celui qui conduit de l'infinité et de la perfection saisies non comme concepts séparés de leur objet, mais comme réalités véritables, au tout de la divinité dont elles étaient déjà parties intégrantes ; le transfert est possible parce qu'il y a passage non pas du concept à la chose, mais d'une réalité partielle à une réalité totale ; à aucun moment le jugement ne change de modalité ; c'est dans le réalisme épistémologique que commence et s'achève la démarche, car cette démarche est non une déduction mais un transfert ; l'argument ontologique n'est valable que dans la mesure où il utilise la réversibilité d'un transfert déjà accompli, comme dans une machine simple un travail moteur peut être converti en travail résistant par un changement infime du sens du déplacement ; ce qui est l'énoncé de la condition même de réversibilité ; nous avons ainsi dans le cartésianisme l'exemple d'une pensée qui a utilisé un principe de *conservation* grâce auquel des relations autres que l'identité ou l'altérité, à savoir l'équivalence ou le transfert des propriétés de la partie au tout, peuvent être logiquement pensées. Il n'est pas jusqu'au rapport entre une opération et une structure qui n'ait été envisagé par Descartes et repris par Spinoza dans la théorie du frayage des voies, destinée à expliquer la mémoire corporelle et les habitudes, avec, toujours présente, cette préoccupation de la réversibilité grâce à laquelle un acte donne lieu à la détermination d'une trace et une trace à la détermination ultérieure d'un acte.

Telle est la voie, largement ouverte par Descartes, que nous voudrions suivre en abordant une théorie de l'individu. Mais le *principe de conservation* ne peut suffire à lui tout seul pour fonder une recherche, car il est essentiellement négatif : il interdit de supposer l'intervention d'un terme étranger dans la relation de l'individu au milieu, dans la relation de l'individu à lui-même, ou dans la relation de l'individu à un autre individu ; mais il ne permet pas de décrire ce qu'est l'individu considéré dans sa structure et ses opérations ; il permet difficilement de constituer avec rigueur une hiérarchie des différents niveaux de l'individualité, et se comporte plus comme une précaution épistémologique que comme un principe constitutif.

C'est pourquoi le deuxième principe, essentiellement positif, ne pourra être découvert dans la simple inspection formelle des conditions de la connaissance de l'individu, mais devra être recherché dans l'analyse directe des formes les plus simples de l'individualité, saisies par les conditions de leur genèse. Nous tenterons d'établir en ce sens qu'il y a au niveau même de l'individualité physique un certain faisceau de conditions qui ne peuvent être confondues avec l'essence de l'individu, mais qui sont plus qu'une simple occasion de production de l'individu, parce qu'elles prolongent leur existence après l'apparition de l'individu sous la forme de caractères inhérents à l'individu : l'individu incorpore et concrétise les conditions dans lesquelles il a pris naissance, si bien qu'on peut envisager la genèse d'un individu comme une sorte de transfert de réalité, une autre répartition de matière et d'énergie, avec une relative réversibilité des conditions et du conditionné. En ce sens la genèse de l'individu ne peut être identifiée à une description empirique et extérieure des conditions : la genèse de l'individu doit être envisagée comme un changement d'état, dans lequel l'état initial n'est pas la *cause* de l'état final, mais plutôt son *équivalent antérieur*. Si ce point de vue est acceptable, il conduit à considérer non seulement tout individu comme complémentaire d'un milieu, mais il permet de comparer l'ensemble asymétrique formé par l'individu et son milieu complémentaire avec un autre ensemble, à savoir le système initial à partir duquel s'est constitué le passage à ce second état du système dans lequel l'individu est distinct de son milieu. Nous traiterons donc la genèse de l'individu par la théorie de l'équivalence dans les échanges comportant transformation d'un système. On peut nommer *allagmatique* cette théorie.

## ALLAGMATIQUE

L'*allagmatique* est la théorie des opérations. Elle est, dans l'ordre des sciences, symétrique à la théorie des structures, constituée par un ensemble systématisé de connaissances particulières : astronomie, physique, chimie, biologie.

On ne peut désigner chaque branche de l'*allagmatique* par un domaine objectif comme étude de la matière, étude de la vie.... En revanche une façon primitive mais utile de distinguer ses spécifications consiste à se servir des sciences déjà constituées pour dénommer des intervalles. Un intervalle signifie en effet possibilité d'un rapport, et un rapport implique opération. Nous obtiendrions ainsi l'allagmatique physico-chimique, l'allagmatique psycho-physiologique, l'allagmatique mécanique-thermodynamique. Mais le défaut de cette nomenclature concrète est que nous pouvons ignorer certaines opérations qui pourraient être théorétisées si un autre principe de classement permettait de les découvrir.

Peut-être conviendrait-il mieux de définir les grandes catégories d'opérations, les différents types de dynamismes transformateurs que l'étude objective révèle, et d'essayer de les classer d'après leurs caractéristiques intrinsèques.

Peut-être enfin le but théorique serait-il atteint si un seul type fondamental d'opération pouvait être défini, dont toutes les opérations particulières se tireraient comme des cas plus simples : ces degrés de simplicité définiraient alors une hiérarchie qui serait un principe rigoureux de classement.

Il est aussi difficile de définir une opération que de définir une structure autrement que par l'exemple. Toutefois, une structure étant donnée comme le résultat d'une construction, on peut dire que l'opération est ce qui fait apparaître une structure ou qui modifie une structure. L'opération est le complément ontologique de la structure et la structure est le complément ontologique de l'opération. L'*acte* contient à la fois l'opération et la structure ; aussi, selon le versant de l'acte sur lequel l'attention se porte, elle retient l'élément opération ou l'élément structure, en laissant son complément de côté. Ainsi, quand le géomètre trace une parallèle à une droite par un point pris hors de cette droite, le géomètre prête attention, dans la totalité de son acte, à l'élément structural qui seul intéresse la pensée géométrique, à savoir le fait que c'est une droite qui est tracée, et avec telle relation avec une autre droite. La structure de l'acte est ici le parallélisme d'une droite par rapport à une autre droite. Mais le géomètre pourrait aussi prêter attention à l'aspect d'opération de son acte, c'est à dire au geste par lequel il trace, sans se préoccuper de ce qu'il trace. Ce geste de tracer possède son schématisme propre. Le système dont il fait partie est un système opératoire, non un système structural ; ce geste procède en effet d'une volition qui est elle même un certain geste mental ; il suppose la disponibilité d'une certaine énergie qui se trouve libérée et commandée par le geste mental à travers tous les maillons d'une chaîne de cau-

salités conditionnelles complexes. L'exécution de ce geste met en jeu une régulation interne et externe du mouvement dans un schème opératoire de finalité. Ainsi, la géométrie et l'allagmatique prennent des voies divergentes dès le début même de leur activité.

Peut-être pourrions-nous essayer cependant de saisir des rencontres où le même acte est saisi à la fois comme opération et comme structure. Ces cas privilégiés et exceptionnels prennent un sens à la fois métaphysique et normatif. Ils sont axiologiques : tel est le *cogito* de Descartes ou le *volo* de Maine de Biran ; dans le *cogito*, l'acte de la pensée se saisit objectivement comme une structure et subjectivement comme une opération. Plus la pensée doute de sa propre existence structurale, plus cette opération du doute, saisie comme structure c'est-à-dire comme réalité-objet devant la pensée réfléchissante, se présente elle-même à la pensée comme une existence dont on ne peut douter. L'oscillation du doute, l'alternance réflexive permet à l'acte de pensée de se saisir à la fois et identiquement comme objet et comme sujet. L'évidence de la pensée est une évidence de l'existence de la pensée. L'hypothèse cartésienne du malin génie n'est là que comme un moyen d'accroître cette nécessaire oscillation, en rendant consciente pour le sujet la double situation de sa pensée par rapport à elle-même, saisie tantôt comme objet, tantôt comme sujet, tantôt comme structure d'une opération, tantôt comme opération sur une structure. Ce deuxième sujet négateur qu'est le malin génie a pour rôle de rendre nécessaire l'instabilité oscillante de la conscience de soi, en créant une conscience réflexive de cette instabilité : le sujet, obligé de se penser non pas seulement par rapport à lui-même mais dans son rapport au malin génie, se saisit comme s'il devenait extérieur et supérieur à la double situation qu'il occupe par rapport à lui-même : il devient sujet réflexif en prenant, pour résister au malin génie, le point de vue non plus seulement de l'être sujet ou de l'être objet mais de l'être de l'*acte de pensée* que l'attention de la conscience décompose en opération et structure. La négation démoniaque donne au sujet la conscience de son acte et de son être. Maine de Biran a puisé dans l'épreuve du *volo* la même vérité fondamentale. La négation est fournie ici par une extériorité qui n'est plus celle d'un autre sujet hostile, mais d'un monde inerte qui résiste en manifestant ainsi son irréductible altérité. Ces deux épreuves sont les mêmes : elles sont l'épreuve d'un *acte*, et c'est dans la mesure où l'*acte* est identifié à l'*être* qu'elles prennent une signification de principe et de point de départ ; elles fournissent une *ontologie* et une *axiologie*, car elles donnent au sujet la connaissance d'une première réalité, et comme cette réalité est connue absolument, la réussite de cet acte de connaissance fournit le paragon de la connaissance éminemment valable : la connaissance d'une réalité première fournit le critère d'une vérité.

Pourtant, même après un semblable point de départ qui semble vouloir ne privilégier ni l'aspect opératoire ni l'aspect structural de l'être, la pensée de Descartes comme celle de Biran traitent d'une part de la structure, d'autre part de l'opération. La morale reste en quelque mesure définitivement provisoire chez Descartes, parce qu'elle ne peut être entièrement adéquate à une science structurale qui reste inachevée. Et Maine de Biran, par un saut dans le monde de l'opération pure, définit la hiérarchie des trois vies en abandonnant le point de vue de l'unité psychophysiologique dans lequel l'épreuve de l'effort s'était située.

C'est qu'il a manqué à Descartes comme à Maine de Biran un état d'achèvement suffisant des sciences structurales. La science des opérations ne peut être atteinte que

si la science des structures sent de l'intérieur les limites de son propre domaine. L'allagmatique est le versant opératoire de la théorie scientifique. La science n'est, jusqu'à ce jour, qu'à moitié accomplie ; elle doit maintenant faire la théorie de l'opération. Or, comme une opération est une conversion d'une structure en une autre structure, il fallait d'abord une systématique des structures pour que ce travail puisse s'accomplir. La Cybernétique marque le début d'une *allagmatique générale*.

Le programme de l'*allagmatique* -qui vise à être une Cybernétique universelle- consiste à faire une théorie de l'opération. Mais il n'est pas possible de définir une opération à part d'une structure ; dès lors, le système structural sera présent dans la définition de l'opération sous sa forme la plus abstraite et la plus universelle ; et définir l'opération reviendra à définir une certaine convertibilité de l'opération en structure et de la structure en opération, puisque l'opération réalise la transformation d'une structure en une autre structure, et est donc investie de la structure antécédente qui va se reconvertir, à la fin de l'opération, en la structure suivante ; l'opération est un μεταξυ entre deux structures et est pourtant d'une autre nature que toute structure. Nous pouvons donc prévoir que l'*allagmatique* devra définir le rapport d'une opération à une opération et le rapport d'une opération à une structure. Ces rapports peuvent se nommer, pour les premiers, *transopérateurs*, et pour les seconds, conversions.

*Postulat d'équivalence* : une opération et une opération, ou une opération et une structure sont équivalentes quand elles entretiennent chacune un rapport transopérateur ou de conversion avec une même troisième.

*Définition* : l'analogie est une équivalence transopérateur.

*Définition* : la modulation et la démodulation sont les équivalences d'opération et de structure : la modulation est la transformation d'une énergie en structure et la démodulation la transformation d'une structure en énergie. Dans ce cas, la structure est un signal.

Nous ne pouvons déterminer par avance si la relation entre deux opérations passe par l'intermédiaire d'une structure ou si cette relation est directe mais suppose une structure de mise en relation. Toutefois, d'après le postulat que nous avons posé, l'analogie et l'acte analogique seraient différents de la modulation, qui met en rapport une opération et une structure. Nous supposerons que la relation de modulation définit l'application d'une structure à une opération, par l'intermédiaire d'un état qui est le μεταξυ de l'opération et de la structure à savoir l'énergie. Dans la modulation, il faut distinguer la *structure* véritable qui est la structure du signal, ou *forme*, de la structure qui met en relation la *forme* et l'*énergie*. L'opération est cette mise en relation, ou plutôt une condition de cette mise en relation. Car la mise en relation d'une opération et d'une structure est un acte, qui suppose opération sous forme d'énergie et structure par la forme, nommée encore signal.

L'acte analogique est la mise en relation de deux opérations, directement ou à travers des structures, tandis que l'acte de modulation est la mise en relation de l'opération et de la structure, à travers un ensemble actif nommé modulateur.

Toutes les opérations sont des aspects de l'acte de modulation ou de l'acte analogique, ou des combinaisons de l'acte de modulation et de l'acte analogique.

## THÉORIE DE L'ACTE ANALOGIQUE

L'acte analogique est la mise en relation de deux opérations. Il a été employé par Platon comme méthode logique de découverte inductive : le *paradigmatisme* consiste à transporter une opération de pensée apprise et éprouvée sur une structure particulière connue (par exemple celle qui sert à définir le pêcheur à la ligne dans le *Sophiste*) à une autre structure particulière inconnue et objet de recherche (la structure du sophiste dans le *Sophiste*). Cet acte de pensée, transfert d'opérations, ne suppose pas l'existence d'un terrain ontologique commun au pêcheur et au sophiste, à l'asplieutique et à la sophistique. Elle ne cherche en aucune manière à prouver que le pêcheur et le sophiste résultent de l'imitation par le Démiurge d'un même modèle commun : le *paradigmatisme* logique se libère de l'*exemplarisme* métaphysique. Le transfert d'opération est validé par une identité de rapports opératoires réels dans l'exercice de l'asplieutique et dans l'exercice de la sophistique. Si l'on inscrit les opérations du pêcheur et du sophiste, et que l'on efface les termes entre lesquels se déroulent ces opérations, on peut faire abstraction de la spécification du système de termes désignant les conditions des opérations du pêcheur ou les conditions des opérations du sophiste. La série des termes constituant la sophistique est remplaçable terme à terme par la série des termes constituant l'asplieutique : «pêcheur à la ligne» remplace «sophiste», «poissons» remplace «jeunes gens riches», tandis que les opérations entre ces termes subsistent intégralement ; l'opération de séduction puis l'opération de capture fructueuse sont les mêmes dans les deux séries : toutes les caractéristiques intrinsèques des termes eux-mêmes sont mises hors de cause dans l'acte analogique. Et c'est cette abstraction, cette indépendance des opérations par rapport aux termes qui donne à la méthode analogique son universalité. Puisque la considération des termes ne change rien à la nature des opérations, on peut passer du grand au petit, ou du petit au grand : telle est la méthode employée pour définir l'homme à partir de la cité, parce que le modèle logique, plus grand, est plus facile à saisir. Cette méthode est semblable à celle que les mathématiques emploient sous le nom de la quatrième proportionnelle : la première opération (quotient du premier couple de termes,  $a/b$ ), est transférée au second couple de termes ( $b/c$ ) et permet, étant donné  $b$ , de calculer  $c$  ; mais dans la méthode analogique platonicienne, ce n'est pas seulement l'opération de mesure qui est transférée, mais tout autre type d'opérations.

Par là, Platon a découvert un moyen de rationaliser le devenir, qui, après avoir fait l'objet de théories physiologique ioniennes, avait été abandonné au domaine de la connaissance trompeuse par les Eléates, théoriciens de l'immuable et de l'être intemporel. La méthode analogique suppose que l'on peut connaître *en définissant des structures par les opérations qui les dynamisent*, au lieu de connaître *en définissant les opérations par les structures entre lesquelles elles s'exercent*. La condition logique d'exercice de l'analogie suppose une condition ontologique du rapport entre la structure et l'opération. Car le transfert de l'*opération logique* par laquelle on pense un être, d'un être à un être *analogue*, ne peut être valable que si l'*opération logique* était modulée par l'ensemble systématique des *opérations essentielles* qui constituent l'être. L'analogie, si elle était un simple transfert des modalités de la pensée par laquelle on envisage un être, à un autre être, ne serait qu'une association d'idées. L'analogie ne devient logique que si le transfert d'une opération logique est le trans-

fert d'une opération qui reproduit le schème opératoire de l'être connu. L'analogie entre deux êtres au moyen de la pensée ne se légitime que si la pensée soutient un *rapport analogique* avec le schème opératoire de chacun des êtres représentés. Avant que la connaissance du rapport analogique entre deux êtres soit établie, il faut que la connaissance d'un être soit déjà un rapport analogique entre les opérations essentielles de cet être et les opérations de la pensée qui le connaît. C'est la connaissance d'un schématisme opératoire que la pensée transfère, et cette connaissance d'un schématisme est elle-même un schématisme consistant en opérations de la pensée. La pensée analogique établit une relation entre deux termes, parce que la pensée est *une médiation entre deux termes avec lesquels elle a, séparément, un rapport immédiat*. Cette médiation est faite de deux immédiations isolées : la pensée devient le μεταξυ opératoire d'êtres sans rapport ontologique parce qu'ils ne font pas partie du même système naturel d'existence.

On doit donc noter que la pensée analogique est celle qui relève des identités de rapports, non des rapports d'identité, mais il faut préciser que ces identités de rapport sont des identités de rapports opératoires, non des identités de rapports structuraux. Par là se découvre l'opposition entre la ressemblance et l'analogie : la ressemblance est faite de rapports structuraux. La pensée pseudo-scientifique fait un large usage de la ressemblance, parfois même de la ressemblance de vocabulaire, mais elle ne fait pas usage de l'analogie. Ainsi, la pensée pseudo-scientifique fait une véritable débauche d'images et de mots-clefs : onde, rayonnement... Ces mots ne recouvrent que des images confuses, à peine capables d'assurer une ressemblance affective entre la propagation d'un ébranlement mécanique dans un fluide et celle d'un champ électromagnétique sans support physique. Tout récemment, on a pu noter la confusion entre deux consonances voisines : celle du «servomécanisme» et celle du «cerveau», au sens où l'on peut nommer cerveau un centre de pilotage automatique ou d'autorégulation : le sens de «esclave» et de «organe de commande» sont mêlés dans la ressemblance affective de tout ce qui est «d'ordre cybernétique», et emploie des relais et des tubes à vide ou des thyatron. Au contraire, l'usage de l'analogie commence avec la science. Ainsi, Fresnel a véritablement employé la méthode analogique lorsqu'il a défini les lois de la propagation de la lumière ; tant qu'on a voulu conservé la *ressemblance* entre la propagation de la lumière et la propagation du son, on a été paralysé par la *ressemblance* entre l'onde lumineuse et l'onde sonore. Si l'on suppose une identité *structurale* entre l'onde lumineuse et l'onde sonore, on est obligé de disposer identiquement l'élongation de l'ébranlement sonore et de l'onde lumineuse ; au contraire, le génie de Fresnel a consisté à abandonner la ressemblance pour l'analogie : supposant une *structure* différente de l'onde lumineuse et de l'onde sonore, il représente l'onde lumineuse comme ayant une élongation perpendiculaire au sens de la propagation, et laisse à l'onde sonore son élongation longitudinale, parallèle au sens du déplacement . Dès lors, l'*analogie* apparaît . Entre ces termes structuraux différents, les *opérations* sont les mêmes : la combinaison d'ondes, qu'elles soient lumineuses ou sonores, se fait de la même manière dans le cas des ondes sonores que dans celui des ondes lumineuses . Mais *certain*s des résultats structuraux sont différents, à savoir ceux où intervient le caractère structural de l'élongation par rapport au sens du déplacement ; les résultats structuraux sont les mêmes quand cette différence structurale n'intervient pas. Le phénomène de diffraction est différent mais celui des ondes stationnaires est identique.

Telle est la légitimité de la méthode analogique. Mais toute théorie de la connaissance suppose une théorie de l'être ; la méthode analogique est valable si elle porte sur un monde où les êtres sont définis par leurs opérations et non par leurs structures, par ce qu'ils font et non par ce qu'ils sont : si un être est ce qu'il fait, s'il n'est pas indépendamment de ce qu'il fait, la méthode analogique peut être appliquée sans réserves. Si au contraire un être se définit par sa structure autant que par ses opérations, la pensée analogique ne peut atteindre toute la réalité de l'être. Si enfin c'est la structure, et non l'opération, qui est primordiale, la méthode analogique est dépourvue de sens profond et ne peut avoir qu'un rôle pédagogique ou heuristique. La question première de la théorie de la connaissance est donc métaphysique : quelle est la relation de l'opération et de la structure dans l'être ? Si l'on répond que c'est la structure, on aboutit à l'*objectivisme phénoméniste* de Kant et d'Auguste Comte ; la connaissance reste nécessairement relative et devient indéfiniment extensible par le progrès scientifique . Si au contraire l'on répond que c'est l'opération, on aboutit à l'*intuitionnisme dynamique* de Bergson : la connaissance est absolue et immédiate, mais n'atteint pas nécessairement tous les objets : le terme inerte comme la matière ne peut être connu que comme dégradation du dynamisme vital, et la connaissance du statique est une intuition qui se défait, qui retombe . Par ailleurs si le terme dynamique peut être objet d'intuition, les ruptures même ou les limites de ce dynamisme sont difficiles à connaître par intuition ; la science devient -paradoxalement- pur pragmatisme du savoir, recette pour agir. Cette méthode se nie partiellement elle-même car, partie du primat de l'opération, elle ne reconnaît plus la valeur opératoire de la connaissance scientifique, ou plutôt se sert de sa destinée opératoire pour la flétrir par le qualificatif d'«utilitaire». Or, l'utilité caractérise une congruence opératoire. Bergson, parti du pragmatisme, a sublimé cette inspiration opératoire de la théorie de la connaissance pour privilégier une «opération pure» qu'est l'intuition contemplative désintéressée, l'intuition métaphysique. Ayant introduit le dualisme dans le monde même de l'opération en distinguant l'opération utilitaire de l'opération désintéressée, cette spiritualité retrouvée dans l'opération désintéressée se retourne contre la matérialité de l'opération intéressée pour la juger, la condamner, et la réduire à l'esclavage d'une espèce inférieure. Or, cette dialectique de séparation de deux formes d'intuition, dans la connaissance bergsonienne, comme la naissance, à l'intérieur du rationalisme positiviste, de principes irréductibles à des lois phénoménales, tels que la thermodynamique les définit ou tels que la biologie les utilise, ce qui conduit à concevoir l'existence de deux types de structure d'inégal niveau (second principe de la thermodynamique, ou principe de l'idée organisatrice chez Claude Bernard), la structure hiérarchisante et la structure terme de la relation-loi, manifeste l'impossibilité de privilégier de façon absolue la structure ou l'opération. Un monisme épistémologique de la structure ou de l'opération ne reste pas fidèle à lui-même et recrée au cours de son développement le terme qu'il avait primitivement exclu. Le positivisme structural réintroduit la notion de hiérarchie, vitale ou énergétique, ce qui est en réalité une opération d'organisation ou de transformation irréversible, donc un dynamisme pur et indépendant de toute structure, puisque producteur de structure. L'intuitionnisme bergsonien distingue de l'opération pure qu'est l'intuition philosophique la pensée intéressée et utilitaire, matérialisante, spatialisante, c'est-à-dire la pensée qui s'attache aux structures artificielles ou naturelles : la connaissance vulgaire est une recherche de l'identique à travers la fluidité sans fin du devenir, un refus du mouvement au pro-

fit du statique. Agir, c'est-à-dire opérer, devient synonyme de spatialiser, immobiliser, structurer. La perception utilitaire abstrait et conceptualise. Le dynamisme opératoire de la vie produit une systématique de l'immobilité : par le canal du dynamisme, la structure s'est réintroduite dans la connaissance sous la forme d'une intuition déclassée, déshonorée, déstituée. L'aristocratie de l'intuition pure ne peut rien contre cette formation d'une classe inférieure. Il ne peut que la mépriser, non l'anéantir ni même la remplacer ; il ne peut résoudre ce problème social de la connaissance, et ne peut même pas le poser. Il ne peut donc dans la même mesure découvrir le critère de l'usage valable de la méthode analogique : elle reste l'emploi de la métaphore qui se présente comme expression mais non comme définition.

Le devoir de l'épistémologie *allagmatique* est de déterminer la relation véritable entre la structure et l'opération dans l'être, et, partant, d'organiser le rapport rigoureux et valable entre la connaissance structurale et la connaissance opératoire d'un être, entre la *science analytique* et la *science analogique*.

La *science analytique*, structurale, suppose qu'un tout est réductible à la somme de ses parties ou à la combinaison de ses éléments. La *science analogique* suppose au contraire que le tout est primordial et s'exprime par son opération, qui est un fonctionnement holique. Elle établit des équivalences entre des opérations, c'est-à-dire des fonctionnements holiques. Se demander *ce qu'est l'être*, c'est se demander *comment s'articulent le fonctionnement, c'est-à-dire le schématisation holique d'un être, et la structure, c'est-à-dire la systématique analytique du même être* : le schématisation *chronologique* et la systématique *spatiale* sont organisés ensemble dans l'être. Leur union fait l'individualité, l'*individu* étant un domaine de convertibilité réciproque d'opération en structure et de structure en opération : l'*individu* est l'unité de l'être saisi préalablement à toute distinction ou opposition d'opération et de structure. Il est ce en quoi une opération peut se reconvertir en structure et une structure en opération ; il est l'être préalablement à toute connaissance ou à toute action : il est le milieu de l'acte *allagmatique*.

La *théorie allagmatique est l'étude de l'être individu*. Elle organise et définit la relation de la théorie des opérations (cybernétique appliquée) et de la théorie des structures (science déterministe et analytique). La *théorie allagmatique* introduit à la théorie du savoir comme à la théorie des valeurs. Elle est *axiologique*, car elle saisit la réciprocité du dynamisme axiologique et des structures ontologiques. Elle saisit l'être non pas en dehors de l'espace et du temps, mais préalablement à la division en systématique spatiale et schématisation temporelle.

La connaissance de la relation entre l'opération et la structure s'établit grâce à une médiation entre le schématisation temporelle et la systématique spatiale dans l'*individu*. Cette médiation, cette condition commune, cette réalité non encore déployée en schématisation et systématique, en opération et en structure, nous pouvons la nommer tension interne ou encore sursaturation, ou encore incompatibilité. L'*individu est tension, sursaturation, incompatibilité*. Cette tension, sursaturation et incompatibilité, se développe en opération et en structure, en opération d'une structure, si bien que nous devons toujours considérer le *couple* opération-structure équivalent *allagmatiquement* à la tension, sursaturation et incompatibilité d'un individu. Il y a deux états de l'individu : l'état unifié, syncrétique, c'est-à-dire l'état de tension, et l'état analytique, c'est-à-dire l'état de distinction de l'opération et de la structure. L'acte est le changement d'état de l'individu.

Il y a deux parties dans l'*allagmatique* :

1°/ la théorie du passage de l'état syncrétique à l'état analytique.

2°/ la théorie du passage de l'état analytique à l'état syncrétique.

Tout acte de la première espèce équivaut à un acte de la deuxième espèce. On peut nommer *cristallisation* la première espèce d'acte et *modulation* la deuxième espèce. Nous prendrons comme postulat que toute *cristallisation* équivaut à une *modulation* inversée, et réciproquement. La cristallisation est l'acte qui, partant d'une individualité syncrétique, la transforme en une individualité analytique, composée d'une structure spatiale (topologie d'intériorité et d'extériorité, naissance d'une limite, forme organisée et homogène dans un milieu devenu amorphe, hétérogénéité stable assurée par la limite topologique) et d'une fonction opératoire s'exprimant sous forme d'activité organisée par un schématisme temporel énergétique : la *cristallisation* remplace l'état syncrétique de l'*individu individuante* par l'état analytique de l'*individu individuel*, caractérisé en particulier par l'altérité mutuelle de la forme *structurale* et du milieu *matériel* dans lequel elle existe. Au contraire la *modulation* fait la synthèse d'une *structure* et d'une *opération* en ordonnant une *opération* temporelle selon une structure morphologique : la force d'une opération y est informée par une *forme-signal* qui gouverne cette *force*. La *démodulation* est l'analyse de ce complexe syncrétique de forme et de force. Toute démodulation, ou *détection*, séparant la *forme* de la *force* qu'elle informe est une *cristallisation*. Elle ne peut se produire que si la condition de *tension*, *sursaturation*, et *incompatibilité* est remplie. Sinon, la *force modulée* subsiste comme individu individuante, sans jamais s'analyser en *structure* et *opération*.

Comme il y a un certain nombre d'intuitions à la base de toute théorie, nous renverrons ici aux deux domaines d'où proviennent les deux intuitions de base dont nous postulons la symétrie : le premier est la *chimie physique*, avec l'étude des conditions de genèse des cristaux, des solutions *sursaturées* ou *surfondues*, ainsi que l'étude de l'*épitaxie* ; le second est la théorie de l'information, et en particulier de la relation entre *signal*, *énergie d'alimentation*, et *structure du modulateur* dans les différents types de modulateurs que la technique des transmissions étudie théoriquement. Cette dernière étude comporte sa réciproque, à savoir la théorie de la démodulation, nommée encore *détection*, pourvu que l'on comprenne dans ce terme non pas seulement un dispositif de redressement appliqué à une énergie alternative modulée, mais aussi l'ensemble des filtres sélectifs grâce auxquels la ou les formes modulatrices sont séparées de l'énergie modulée et retrouvées à l'état de signal pur. Cette dernière étude, après avoir envisagé le modulateur simple, devra décrire le modulateur complexe, ou intermodulateur, dans lequel l'énergie d'alimentation a déjà reçu une modulation préalable, et reçoit une seconde modulation ; elle devra décrire également le démodulateur complexe, dans lequel plusieurs détections successives sont réalisées, le résidu énergétique d'une démodulation précédente prenant valeur d'énergie modulée pour la démodulation suivante.

Au terme de cette double étude, la notion philosophique de *causalité* se trouvera enrichie et la notion d'individu définie.

Il restera à préciser la manière dont se relie l'acte de cristallisation et l'acte de modulation dans le devenir des systèmes physiques, biologiques, psychologiques, sociaux. Ce sera le rôle de l'*hypothèse allagmatique sur la nature du devenir*.

## TABLE DES MATIERES

<i>Avertissement</i> .....	5
INTRODUCTION À LA PROBLÉMATIQUE DE GILBERT SIMONDON Jacques Garelli .....	7
*	
Introduction .....	21
PREMIÈRE PARTIE L'INDIVIDUATION PHYSIQUE	
Chapitre premier	
<b>FORME ET MATIÈRE</b> .....	37
I- FONDEMENTS DU SCÈME HYLÉMORPHIQUE. TECHNOLOGIE DE LA PRISE DE FORME .....	37
<b>1. Les conditions de l'individuation</b> .....	37
<b>2. Validité du schème hylémorphique ; la zone obscure du schème     hylémorphique ; généralisation de la notion de prise de forme ;     modelage, moulage, modulation</b> .....	43
<b>3. Limites du schème hylémorphique</b> .....	46
II- SIGNIFICATION PHYSIQUE DE LA PRISE DE FORME TECHNIQUE .....	50
<b>1. Conditions physiques de la prise de forme technique</b> .....	50
<b>2. Formes physiques implicites et qualités</b> .....	53
<b>3. L'ambivalence hylémorphique</b> .....	55
III- LES DEUX ASPECTS DE L'INDIVIDUATION .....	58
<b>1. Réalité et relativité du fondement de l'individuation</b> .....	58
<b>2. Le fondement énergétique de l'individuation : individu et milieu</b>	61
Chapitre 2	
<b>FORME ET ÉNERGIE</b> .....	65
I - ÉNERGIE POTENTIELLE ET STRUCTURES .....	65
<b>1. Energie potentielle et réalité du système ;     équivalence des énergies potentielles ;     dissymétrie et échanges énergétiques</b> .....	65
<b>2. Ordres différents d'énergie potentielle ; notions de changements     de phase, d'équilibre stable et d'équilibre métastable d'un état ;     théorie de Tamman</b> .....	69
II- INDIVIDUATION ET ÉTATS DE SYSTÈME .....	75
<b>1. Individuation et formes allotropiques cristallines ; être et relation</b>	75

2. L'individuation comme genèse des formes cristallines à partir d'un état amorphe .....	83
3. Conséquences épistémologiques : réalité de la relation et notion de substance .....	90
Chapitre 3	
FORME ET SUBSTANCE .....	97
I- CONTINU ET DISCONTINU .....	97
1. Rôle fonctionnel de la discontinuité .....	97
2. L'antinomie du continu et du discontinu .....	99
3. La méthode analogique .....	101
II- PARTICULE ET ÉNERGIE .....	108
1. Substantialisme et énergétisme .....	108
2. Le processus déductif .....	110
3. Le processus inductif .....	117
III- L'INDIVIDU NON-SUBSTANTIEL. INFORMATION ET COMPATIBILITÉ .....	121
1. Conception relativiste et notion d'individuation physique .....	121
2. La théorie quantique ; notion d'opération physique élémentaire intégrant les aspects complémentaires de continu et de discontinu .....	128
3. La théorie de la double solution en mécanique ondulatoire .....	139
4. Topologie, chronologie et ordre de grandeur de l'individuation physique .....	146

DEUXIEME PARTIE  
L'INDIVIDUATION DES ÊTRES VIVANTS

Chapitre premier	
INFORMATION ET ONTOGÉNÈSE : L'INDIVIDUATION VITALE .....	155
I- PRINCIPES POUR UNE ÉTUDE DE L'INDIVIDUATION DU VIVANT .....	155
1. Individuation vitale et information ; les niveaux d'organisation ; activité vitale et activité psychique .....	155
2. Les niveaux successifs d'individuation : vital, psychique, transindividuel .....	163
II- FORME SPÉCIFIQUE ET SUBSTANCE VIVANTE .....	165
1. Insuffisance de la notion de forme spécifique : notion d'individu pur ; caractère non univoque de la notion d'individu ...	165
2. L'individu comme polarité ; fonctions de genèse interne et de genèse externe .....	169
3. Individuation et reproduction .....	172
4. Indifférenciation et différenciation comme conditions de l'individuation reproductrice .....	180

## Chapitre 2

<b>INDIVIDUATION ET INFORMATION</b> .....	189
I- INFORMATION ET INDIVIDUATION VITALE .....	189
<b>1. Individuation et régimes d'information</b> .....	189
<b>2. Régimes d'information et rapports entre individus</b> .....	195
<b>3. Individuation, information, et structure de l'individu</b> .....	200
II- INFORMATION ET ONTOGÉNÈSE .....	203
<b>1. Notion d'une problématique ontogénétique</b> .....	203
<b>2. Individuation et adaptation</b> .....	207
<b>3. Limites de l'individuation du vivant.</b> <b>Caractère central de l'être. Nature du collectif</b> .....	212
<b>4. De l'information à la signification</b> .....	218
<b>5. Topologie et ontogénèse</b> .....	222
<b>CONCLUSION</b> .....	229
<b>NOTE SUR LE CHAPITRE III, 1<sup>e</sup> PARTIE</b>	
Françoise Balibar .....	249

## SUPPLÉMENTS

I- ANALYSE DES CRITÈRES DE L'INDIVIDUALITÉ .....	255
Remarque liminaire .....	255
Objet de l'étude concernant l'individu .....	255
Méthode de l'étude concernant l'individu .....	257
Principe de l'étude concernant l'individu .....	257
II- ALLAGMATIQUE .....	261
Théorie de l'acte analogique .....	264

De l'atomisme de Démocrite au principe d'indétermination de Heisenberg, de la pensée de l'individuel d'Aristote au retour à la chose même de Husserl, de l'ego cartésien et de la monade leibnizienne au Dasein heideggerien, la question de la genèse de l'individu n'a cessé de hanter les préoccupations des philosophes et des hommes de science. Par delà le champ d'une investigation épistémologique, qui tient compte des thèses de la thermodynamique, de la fabrication des objets techniques, de la formation des cristaux, l'originalité de Gilbert Simondon est de questionner en son fond historique et philosophique l'idée même de principe d'individuation. Attitude méthodologique qui conduit à concevoir sous un jour radicalement neuf les rapports d'empiétements et de chevauchements de l'individu à l'égard du champ transindividuel dont il émane et qui lui demeure toujours coprésent dans ses mutations et ses métamorphoses.

Ni objet ni sujet purs, chaque individu, sous son apparente identité, se révèle dès lors théâtre d'individuations, où s'entrecroisent les tensions résolutrices d'un champ préindividuel formant monde. Situation qui conduit Gilbert Simondon à développer une conception renouvelée de l'*information* qui, par delà l'idéalisme et le réalisme emprunté aux techniques du message codé, se révèle dans sa conception de la *transduction*, structure d'être et acte de connaissance en voie de résolution.

L'originalité de cette œuvre est d'allier à une rigoureuse réflexion d'ordre épistémologique et technique ancrée dans notre contemporanéité, une méditation historique de la tradition qui ne craint pas de remettre en question des attitudes philosophiques qui semblaient et semblent toujours aller de soi. Il s'agit en fait de réformer nos principes et nos concepts opératoires pour aborder, sous un jour neuf, le problème crucial de l'individu.