

ADRIEN GARY LUCCA

PROTOTYPE DE TRANSFORMATEUR DE LUMIERE

**ESSAI & DOCUMENTS**

Version 1

JAP





FRA ANGELICO (1387-1455) - SAINT DOMINIQUE. (DÉTAIL) - FLORENCE, MUSÉE DE ST-MARC.

ADRIEN GARY LUCCA

PROTOTYPE DE TRANSFORMATEUR DE LUMIERE

## ESSAI & DOCUMENTS

Version 1

*Première édition*

◦

BRUXELLES | MAASTRICHT  
A.L. | JAP  
2010

## Table des matières

Avant-propos	vii – viii
<b>ESSAI</b>	<b>1</b>
1. Description, propriétés et problèmes intrinsèques à l'objet	8
2. Relations de la lumière avec le dispositif décrit	
<i>La limite d'absorption des noirs</i>	10
<i>La réverbération de la lumière</i>	11
<i>L'appareil photographique comme instrument de mesure</i>	12
3. Géométrie ou « logique » du maillage	
<i>Esquisse d'une méthode d'échantillonnage des surfaces</i>	14
<i>Preliminaires</i>	15
<i>Si la dynamique de l'appareil de trames arrive à une limite</i>	16
<i>S'il se produit de brusques changements de luminosité</i>	18
<b>DOCUMENTS</b>	<b>19</b>
v.1.1 – « lumière du soir »	20
v.1.2 – premier prototype	22
v.1.3 – second prototype	24
v.1.4.x – simulations de cas particuliers	25
v.1.4.1 – <i>la dynamique de l'appareil arrive à une limite</i>	26
v.1.4.2 – <i>pic d'intensité</i>	28
v.1.4.3 – <i>maillage à géométrie variable</i>	29
Notes	30

## Avant-propos

*Nous penserons avoir mené ce travail à bien si ceux qui nous liront comprennent ce sujet assez difficile et qui, à ma connaissance, n'a jusqu'ici été traité par personne. Je demande donc que l'on ne considère pas ces pages comme écrites par un pur mathématicien, mais bien par un peintre.*

Alberti

Le présent travail est le fruit d'une recherche qui s'étendit sur plus d'un an, et que cette première publication n'épuise pas. Il y a plusieurs mois, Carine Bienfait me proposait de réaliser un livre pour Jeunesse et Arts Plastiques : il m'a alors semblé que compris dans une acception large, ce « livre » serait l'occasion de concevoir un objet se situant à la frontière de l'œuvre d'art et de l'écrit d'artiste. Ma proposition est ainsi allée chercher ses sources dans plusieurs domaines pour y emprunter de manière délibérément ingénue des usages, des concepts, du vocabulaire et des chaînes de connotation. Elle s'est aussi lointainement affiliée à d'anciens manuels de peinture, tel celui d'Alberti : *De Pictura* (1435).

J'ai voulu offrir à son lecteur ou à sa lectrice une véritable expérience de lecture – au sens peut-être le plus conservateur du terme – doublée d'une expérience visuelle et tactile de première main. Je prétends ainsi leur communiquer une synthèse d'observations et de pensées privées, personnelles. Cet essai pourra par conséquent contenir des erreurs ou des naïvetés qui m'auront échappées. Avant tout, j'espère y avoir trouvé un point d'équilibre entre contenus visuels, textuels et stylistiques.

Dans les « *Éléments* »\* de son traité (les « Rudimenta » – le premier livre), Alberti décrit un appareil qui *voit*, relié à la nature par une volonté, des organes, un *milieu*. L'air étant à la fois invisible et transparent, le milieu matériel à travers lequel la vue *pass*e et ce que les organes visuels *touchent*, c'est le lieu où se jouera la scène qui expliquera comment les images du monde nous atteignent. N'existaient à l'époque ni optique géométrique, ni théories de la couleur, ni physiologie de l'œil, de la rétine et du cerveau telles que nous les connaissons.

\* Toutes les expressions entre guillemets en italique sont utilisées dans la traduction française du texte d'Alberti établie par Jean-Louis Schefer en 1992, aux éditions MACULA, Paris.

Pourtant, si occultés que nous soient les détours que sa pensée prend pour arriver à ses fins, l'auteur se livre à une description phénoménologique qui reste extraordinairement précise ; même quand elle a recours à des analogies ou à des croyances qui nous sont étrangères, et qui ont déserté nos discours (mais sans doute pas notre vocabulaire).

L'optique du manuel descend de l'Antiquité. Ses « *rayons lumineux* » – qui n'ont que peu à voir avec les nôtres – se tendent dans l'atmosphère et réagissent aux obstacles. Tels des caméléons apeurés (« *comme pour que les chasseurs aient du mal à les découvrir* »), ils prennent la couleur des objets qu'ils touchent. Ainsi s'explique que nous puissions voir ces objets distants sans les toucher : les rayons s'unissent à nos yeux ; ils sont toniques, sujets à la fatigue et à l'épuisement. Ils nous servent d'intermédiaires vivants : nous les sentons.

Le texte qui suit n'aborde pas ces questions. Et ne serait-ce que par l'époque de sa rédaction, il se distancie tout à fait d'un tel discours. J'ai cependant voulu conserver de la posture d'Alberti un autre aspect qui m'a semblé très important. Dès la première page, l'auteur tient à se différencier : il écrira comme un peintre.

Sur le ton de l'humilité, il va définir son écriture, sa « *minerve* » comme plus « *grasse* » que celle usitée en mathématiques. Son texte n'est pas celui d'un géomètre : même s'il y a parenté de style, l'intelligence des mots y acquiert une richesse étrangère. Tout s'y rapporte au regard, au point de vue du *moi*, ni celui des choses ni celui des concepts en eux-mêmes. Les mots « *point* », « *ligne* », « *rayon* », « *surface* », « *horizon* »... n'y possèdent pas exactement le sens qu'un traité de géométrie leur donnerait. Ils ont le sens pondéré qu'un regard éduqué, attentif et curieux leur donne. Un sens peut-être plus primitif que celui qu'utilise le géomètre, mais d'une égale artificialité comparé au sens commun. C'est le sens que la Vision en personne, qui tient la plume du peintre, oppose aux abstractions de la Géométrie.

Le présent ouvrage n'est cependant pas celui d'un peintre. Au XVe siècle et jusqu'à une époque récente, peintre était peut-être le métier d'artiste le plus prestigieux. Ce métier a aujourd'hui largement perdu de son aura et de son influence, et son terrain de chasse gardé s'est ouvert à une multiplicité de pratiques artistiques plus ou moins apparentées. C'est plutôt l'ouvrage d'un chercheur qui a hérité entre autres choses de quelques aspects d'une longue histoire de la peinture, et a voulu lui rendre hommage.

A.L.

Feignons un moment de ne rien connaître aux discussions sur la couleur et situons nous, via l'imagination, dans une pièce éclairée. Regardons autour de nous, lorsque nous verrons une chose, nous pourrions en apprécier deux : l'image de la lumière se manifestant sur la surface d'objets situés dans notre champ visuel, et celle de ces objets eux-mêmes, manifestée par l'action de la lumière<sup>I</sup>. Regardons par exemple la surface d'un mur « blanc »<sup>II</sup>. Si le mur l'est entièrement, nous lui aurons attribué une propriété liée dans notre esprit à la substance de laquelle il est peint, ou fait (si c'est un mur de plâtre, par exemple). Le terme employé désignera notre perception d'une manière générale et familière qu'a cette surface de réagir à la lumière ambiante. Le mur sera toujours « blanc » dans l'ombre et continuera en quelque sorte à l'être s'il n'y a pas de lumière<sup>III</sup>. Cette perception se « collera » à l'objet tel que nous l'aurons conçu, il sera : *blanc sous le soleil et sous la lampe*<sup>IV</sup>.

Mais ceci sera vrai indépendamment du fait que la lumière qui se projette sur ce mur – que celui-ci absorbe et diffuse – nous apparaîtra généralement de manière différente en chaque point de sa surface. Son intensité et même sa couleur pourront varier : lorsque nous qualifions un objet d'une couleur, il se peut que nous parlions comme si cette couleur était indépendante de l'éclairage. Nous n'en sommes pas toujours conscients, c'est l'évidence qui parle<sup>V</sup>.

Sur les murs, la lumière n'apparaît presque jamais uniforme. Hormis dans des conditions spéciales<sup>VI</sup>, difficiles à obtenir, elle varie d'un point à l'autre, lentement ou brutalement.

<sup>I</sup> Les caractères romains signalent une note en fin de texte : pp. 19-20. Les autres symboles (\*, †, ‡, §, ...), une note en marge.

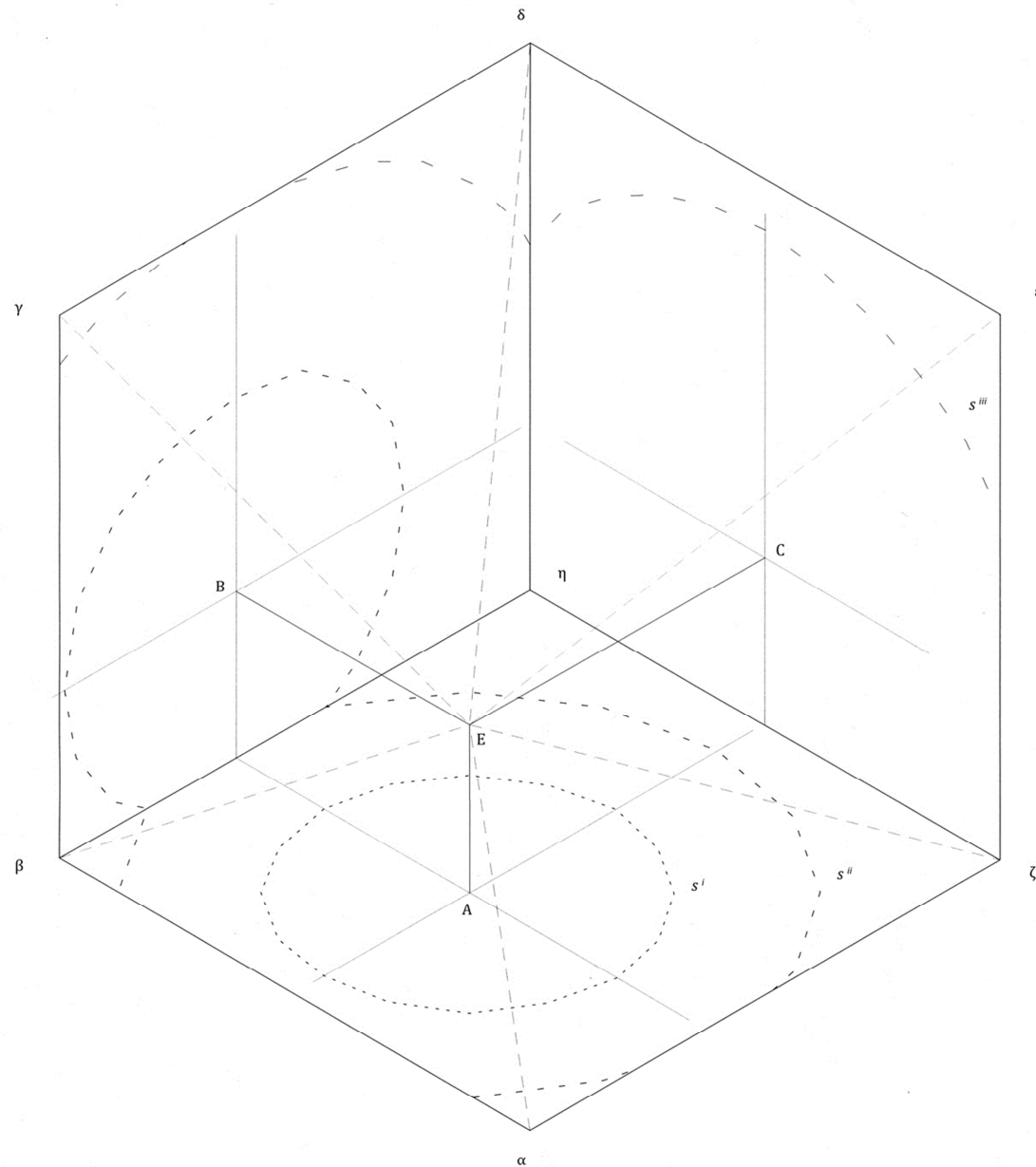


Fig. 1

Trois surfaces identiques et perpendiculaires forment un coin en  $\eta$ .

Dans le repère :  $\{ [\eta\delta] ; [\eta\zeta] ; [\eta\beta] \}$   
 le point E aux coordonnées :  $\{ 1 ; 2 ; 3 \}$   
 est une étoile miniature, source d'une lumière blanche omnidirectionnelle.

Les segments :  $[AE] ; [BE] ; [CE]$  joignent le point E aux surfaces :  $\alpha\beta\eta\zeta ; \beta\gamma\delta\eta ; \delta\epsilon\zeta\eta$  par le plus court chemin possible.

Les points : A ; B ; C représentent par conséquent des pics autour desquels l'intensité lumineuse décroît.

Les cercles :  $s^I ; s^II ; s^III$  (en pointillés), concentriques en A, B, C, sont formés par la rencontre des sphères :  $i ; ii ; iii$  concentriques en E, et des trois surfaces sur lesquelles la lumière se projette.

Si :  $[AE] = 1$ , alors :  $[A\eta] = \sqrt{2}$  ;  $[A\beta] = 2$  et  $[A\delta] = \sqrt{8}$ .

Ainsi, si l'intensité lumineuse en A est égale à 1, en  $S^I$  elle sera égale à  $1/2$ , en  $S^II$  à  $1/4$  et en  $S^III$  à  $1/8$ .

Les cercles désignent par conséquent des chutes de moitié de la luminance.

Imaginons, vu à une certaine distance, le coin d'une chambre ouverte, faite seulement d'un sol et de deux murs perpendiculaires. Ces trois éléments seront lisses, rectangulaires, opaques et « blancs ». Pour simplifier, nous dirons que l'éclairage est blanc<sup>†</sup>, ponctuel, régulier, statique et omnidirectionnel : comme une étoile miniature, stoppée dans sa course.

<sup>†</sup> Bien que n'importe quelle couleur fasse l'affaire.

Nous nous représenterons ce coin comme si chacune de ses parties ne diffusait la lumière que vers nous et nulle part ailleurs – il n'y aura pas de réverbération. Nous obtiendrons ainsi une image de la lumière qui se projette depuis la source, sur ces murs, avant qu'elle ne se rediffuse d'un mur à l'autre, comme si le temps s'était arrêté prématurément.

Dans cette situation – et si chaque point des surfaces possède des propriétés optiques similaires – la proportion de lumière absorbée et diffusée sera à peu près la même partout. En revanche, la quantité de lumière diffusée et la sensation lumineuse correspondante varieront d'une zone à l'autre des surfaces, en fonction de la distance qui les sépare de la source<sup>‡</sup>.

<sup>‡</sup> L'intensité du flux lumineux (la quantité de lumière ou luminance) arrivant sur les murs variera en fonction du carré de la distance qui sépare les murs de la source.

Serait-il possible – et ce sans modifier l'éclairage – de transformer ces surfaces de manière à ce que chacun de leurs points nous paraisse équilumineux ?

Que verrions-nous si chaque portion de ces surfaces diffusait vers nos yeux la même quantité de lumière, toutes nous offriraient-elles la même sensation de clarté ?



Une réponse affirmative à la première question est l'objet de ce travail. Elle demande d'introduire une opération qui inversera les termes par lesquels est décrite la situation précédente, cette fois-ci : *la proportion de lumière diffusée varierait d'un point à l'autre tandis que la quantité diffusée serait la même en chacun de ces points.*

Dans l'absolu c'est impossible. Mais si l'on remplaçait les « points » par des zones suffisamment petites pour passer inaperçues et suffisamment grandes pour qu'il soit possible d'y travailler, nous pourrions rabattre la blancheur des zones les plus éclairées au niveau des zones qui le sont le moins.

Nous pourrions échantillonner<sup>§</sup> les surfaces puis égaliser la luminosité de chaque portion en assombrissant la surface des zones les plus claires. Cela reviendrait à définir une fonction agissant à la manière d'un « rideau » ou d'un « abat-jour » paramétrables travaillés directement sur les murs. Nous créerions ainsi une pénombre uniforme sur la surface entière, de clarté égale à celle de sa zone la plus sombre<sup>\*\*</sup>. Cette fonction devrait être *invisible en agissant visiblement* : simulant une modification de l'éclairage en affectant les conditions de diffusion familières de la lumière.

Avant de nous approcher de cet objectif, il nous faudra concevoir un objet « invisible » (ou « transparent<sup>††</sup> ») et acquérir une compréhension minimale de la lumière et de ses relations avec lui.

<sup>§</sup> Les échantillonner, c'est-à-dire les diviser d'une manière régulière qui s'applique à l'ensemble de celles-ci. On équilibrera le « pas » de l'échantillonnage en fonction de la distance supposée de l'observateur, il variera dans certains cas (Cf. partie 3 du texte). J'utiliserai aussi les verbes « quadriller » et « mailler » dans la suite du texte.

<sup>\*\*</sup> Lorsque j'écris « clarté », j'entends une intensité lumineuse faible qui se manifeste sur les murs, un « demi-jour ». J'utilise « clarté » pour me référer positivement à la présence de lumière, « pénombre » pour l'impression d'obscurité. Ma « pénombre » est donc le fruit d'une faible clarté.

<sup>††</sup> L'objet sera « transparent » vu de près (car on verra le mur au travers), tandis qu'il *disparaitra* vu de loin. Je le nomme donc aussi « invisible ».

« Imperceptible » ne convient pas car l'observateur pourra en percevoir l'effet sans en voir simultanément la cause – mais en la connaissant. L'objet sera donc doublement perçu.

Nous avons divisé la présentation en trois parties : dans la première, nous décrivons les éléments fondamentaux de l'objet que nous avons conçu et nous abordons les problèmes et contraintes graphiques liés à l'invisibilité.

Dans la seconde, nous abordons les problèmes attachés à la relation entre la lumière et notre objet : dynamique, réverbération, mesure. Nous y voyons comment ceux-ci surdéterminent la conception de notre objet.

Nous synthétisons les points précédents dans une troisième partie consacrée aux méthodes que nous préconisons pour le maillage des surfaces dans une situation réelle.

Après avoir proposé une esquisse de solution et tenté de prévoir certains des effets attendus, nous passons en revue – et critiquons – les différentes versions de notre prototype.

## 1. Description, propriétés et problèmes intrinsèques à l'objet

Un système de trames ; les contraintes d'invisibilité et de continuité ; l'irréductibilité de l'effet de bords.

À partir des illustrations et des documents joints, le lecteur a déjà pu se faire une idée de l'apparence et du fonctionnement du transformateur.

C'est un système graphique grisâtre, ayant l'aspect d'une toile légère plus ou moins dense, travaillé sur une surface divisée en zones carrées. Un matériau absorbant beaucoup de lumière (de la peinture ou de l'encre noire et mate) rabat la luminosité du mur en tous ces endroits à l'exception des plus sombres, égalisant ainsi la clarté.

Dans chaque carré, des trames noires couvrent une certaine proportion de la surface sur laquelle elles sont imprimées<sup>††</sup>. Notre premier effort a donc été de créer une gamme de trames qui remplissent d'encre différentes fractions des surfaces qu'elles occupent.

Après plusieurs essais, une progression logarithmique des quantités de surface couvertes a été préférée à un système linéaire<sup>vii</sup> (voir les v.1.1, 1.2 et 1.3, à la fin de ce volume). Cette progression nous a semblée plus adaptée, mais le dernier mot n'est pas prononcé. Dans cette gamme (v.1.3, voir dépliant), la valeur d'occupation du blanc va approximativement de 3% à 95% en 123 étapes, nombre qui nous semble suffisant pour obtenir de subtils dégradés.

Nos trames possèdent plusieurs propriétés intéressantes : elles laissent transparaître la couleur du support dans leurs espaces, et si les lignes sont suffisamment fines, elles deviennent invisibles comme les fils d'un tissu<sup>viii</sup>.

En d'autres termes, un système de trames transparentes, quantifiées et très peu visibles nous permettra de modifier l'apparence du mur sans que cela ne se remarque. La modification apparaîtra pour un

observateur comme une propriété du mur lui-même, non comme un objet séparé et ajouté.

Le choix de la largeur des signes (lignes, points, etc.) ainsi que la résolution<sup>§§</sup> du maillage des surfaces seront dès lors cruciaux pour la qualité de notre résultat. Il nous faudra faire des tests et procéder au cas par cas : déterminer, à une distance donnée, quelle largeur de ligne convient ; adapter le maillage en fonction de changements rapides de luminosité, lors de la présence d'ombres portées, de lumières artificielles fortes ou de réflexions, etc. Et toutes ces décisions devront être soumises aux principes d'une invisibilité et d'une *sensation de continuité* maximales.

Certaines zones pourront être maillées grossièrement (notamment les zones très sombres), d'autres seront sans doute extrêmement laborieuses.

Un défaut inhérent aux trames contiguës auquel nous n'avons pas trouvé de solution définitive<sup>ix</sup> est l'effet de bord qui se manifeste par l'apparition inévitable de lignes aux jointures des mailles, quelque soit l'angle ou la forme de trame choisie.

En dehors de ce dernier et d'autres problèmes concrets que nous ignorons ici délibérément, cette solution nous a semblée très adaptée pour inverser les termes dont nous parlions plus haut.

<sup>§§</sup> Son pouvoir de résolution, qui dépend du pas du maillage et de la variété des trames disponibles.

<sup>††</sup> Elles modifient localement l'« indice de diffusion » (et d'absorption) des surfaces.

## 2. Relations de la lumière avec le dispositif décrit

Nous abordons ici trois problèmes plus difficiles à résoudre : l'absorption très limitée de la lumière par les meilleurs pigments noirs existants et abordables, qui limite la dynamique de notre gamme de trames ; la réverbération de la lumière et ses conséquences ; les moyens de mesurer la lumière qui sont à notre disposition.

### *La limite d'absorption des noirs*

Nous rêvions d'abord aux meilleurs pigments, à ces nanotubes qui diffusent moins d'1/1000<sup>e</sup> de la lumière<sup>x</sup>, mais cela aurait été forcer les limites du système au risque de transformer la proposition graphique en une vision idéale ne pouvant être réalisée faute d'argent.

Nous avons même imaginé des substances magiques qui soustrairaient la lumière à volonté – des « aspirateurs », des « trous noirs » qui n'existent pas<sup>\*\*\*</sup>. Nous découvrons ensuite qu'un chimiste allemand fabricant des pigments pour la peinture avait dans son catalogue un pigment noir qui ne diffuse qu'environ 1,5% de la lumière qu'il reçoit<sup>xl</sup>, vraiment très peu en regard des « standards » qui en diffusent environ 8-10% (voir échantillons joints).

Le flux lumineux peut varier infiniment – nous pourrions toujours ajouter de la lumière, augmenter la différence d'intensité entre la lumière la plus forte et l'ombre la plus isolée, tandis que notre peinture n'absorbera jamais toute la lumière qu'elle reçoit.

Une gamme de trames aura donc une dynamique d'absorption allant de 0 (s'il n'y a rien), à une valeur maximale. Si notre gamme va d'une couverture de 3 à 95%, et qu'elle est peinte avec un noir qui diffuse environ 10% de la lumière qu'il reçoit, elle absorbera de 2,5 à 85% de la lumière<sup>+++</sup>, jamais plus.

\*\*\* De petits trous profonds dans un mur pourraient cependant produire l'effet escompté.

+++ À en croire les chiffres fournis par son fabricant, de 3 à 93% environ pour le Noir Spinel KREMER. Le fond – blanc ou autre – absorbera également une partie de la lumière.

C'est de cette limite que nous est venue une solution intéressante. Notre appareil ne pouvait pas fonctionner dans des situations où les contrastes sont très élevés – nous évitions ainsi de les imaginer. Tout a changé lorsque nous nous sommes rendu compte qu'il suffisait de repartir à zéro si le seuil maximal était dépassé, et de créer par là même une nouvelle zone équilumineuse plus claire à l'intérieur de la première.

Nous avons illustré cette idée à l'aide d'une simulation (où nous ne nous sommes pas servi de mesures réelles, voir : v.1.4.1).

### *La réverbération de la lumière.*

La réverbération est un problème majeur. Dans une pièce éclairée aux murs opaques, chaque zone rediffuse la lumière dans à peu près toutes les directions. Une telle situation forme par conséquent un système où toute modification locale entraîne une modification générale.

Nous pouvons cependant estimer que certaines modifications seront mineures et d'autres critiques. Et il nous semble possible de situer a priori ces zones critiques : ce seront les zones les plus éclairées, et surtout les *angles* et les *coins*.

Plusieurs solutions seraient alors praticables ; nous pourrions par exemple peindre en noir cinq des six faces intérieures d'un cube et ne travailler en trames noires que sur la face blanche restante. C'est sans doute la solution la plus simple pour commencer.

Une autre serait de se débarrasser des angles et des coins en les peignant en noir sur une certaine largeur, où la réverbération est importante. Nous compterions par exemple le carré ou le double de la distance qui sépare l'angle de la zone à laquelle nous remarquons la réverbération à l'œil nu, peindrions cette zone en noir et travaillerions autour.

Nous pourrions aussi tout peindre en noir et ajouter des trames blanches peu à peu ; ou encore peindre la salle d'un gris moyen et ajouter des trames blanches et noires dans des directions opposées (ce qui ne résoudrait pas vraiment le problème, mais l'atténuerait.)

N'ayant pour le moment tenté aucun essai sérieux en ce sens nous sommes dans l'inconnu, tout en ayant conscience que sans solution satisfaisante nous serons condamnés à perdre beaucoup de temps en approximations empiriques que nous modifierons sans cesse.

#### *L'appareil photographique comme instrument de mesure*

Abordons la question de la mesure, où nous cumulerons les difficultés des deux problèmes précédents. Il nous faudra en effet mesurer la lumière en modifiant au minimum le système de réverbération (notre corps pourra donc poser problème dans une pièce minuscule, ou par exemple avec des habits blancs !) ; et savoir que notre « compteur », le capteur ou le film de notre appareil photographique, traduira le signal lumineux dans une image à la dynamique limitée (par exemple le code monochrome 8-bit, aux valeurs de pixels allant de 0 à 255).

Pour ne pas alourdir la tâche avec des calculs laborieux, nous avons choisi de mettre en relation des mesures. Dans les versions 1.2 et 1.3, nous avons imaginé une solution qui pensions-nous, résoudrait tous ces problèmes<sup>XII</sup> : nous y avons divisé les gammes de trames en séries plus ou moins restreintes. La gamme de 108 valeurs de la version 1.2 est ainsi réduite successivement à 32 valeurs, puis à 6, toujours espacées régulièrement. Le principe de v.1.3 est le même.

Nous avons réuni ces gammes réduites dans des « mires » destinées à être imprimées sur les murs puis photographiées, de manière à pouvoir d'abord estimer grossièrement, et de plus en plus finement, les valeurs d'occupation appropriées à chaque échantillon du maillage.

Ce procédé long et coûteux demande d'exécuter les mires sur les murs avec la même précision mécanique et le même matériau que l'objet final.

Lors des mesures, il faudra en outre adopter un point de visée fixe car rien n'assure que la figure d'intensités tracée par la lumière soit la même si nous changeons de place.

Si la dynamique de l'appareil photo est trop faible, nous aurons recours à de multiples prises de vues et à différents temps de pause, déterminant ainsi à chaque fois, par comparaisons, les valeurs voulues. Cette limite de dynamique ne nous gênera donc pas, *seule la relation, dans une image correcte, entre un certain ensemble gris-blanc et un autre ensemble gris-noir situés dans une maille* nous intéressera.

Notre but sera de *déterminer dans chaque maille une quantité de ce noir et une autre de ce blanc particuliers qui, rapportés à la superficie de la maille, soient visuellement égaux à un gris de référence présent sur chaque prise de vue*<sup>XIII</sup>.

### 3. Géométrie ou « logique » du maillage

Synthèse des points précédents dans un processus rudimentaire permettant de réaliser notre objet. Nous créons un ordre dans la masse des mesures afin de déterminer la plus simple façon de procéder. Après avoir d'abord analysé « dans les grandes lignes » la figure lumineuse projetée sur les murs, nous établissons un protocole ordonné de couverture des murs.

#### *Esquisse d'une méthode d'échantillonnage des surfaces*

Nous ne pourrons pas faire totalement confiance à nos yeux. Nous devons d'abord nous fier aux mesures, tant la rétine et le cerveau modifient la sensation visuelle en fonction du contexte.

Pour obtenir un résultat correct dans une situation réelle, nous devons déterminer sur le mur des relations entre la variation de localité et la variation de l'intensité lumineuse.

Dans notre modèle (Fig.1, page 4), *qui ne prend pas en compte la réverbération*, nous avons fait un premier pas en établissant sur les surfaces une sorte de graduation qui signale des chutes de 50% de l'intensité lumineuse. Nous avons vu que dans ce modèle, où la source lumineuse est ponctuelle (c'est une « étoile »), chaque surface éclairée possède son *pic d'intensité*, autour duquel l'intensité décroît en suivant des cercles concentriques.

Dans la seconde partie du texte, nous avons déclaré que la solution a priori la plus simple pour se débarrasser de la réverbération était, dans l'espace intérieur d'un cube, de peindre en noir cinq des six faces, *et ce car la lumière réémise par le mur a peu de chances de se projeter sur celui-ci.*

Reprenons à partir de là.

#### *Préliminaires*

Représentons-nous cette surface isolée, entourée d'ombre et éclairée. Correctement placés, nous n'interférons pas avec la lumière qui se projette sur elle et nous la photographions en entier.

Cette première image nous permettra de déterminer sa (ou son ensemble) de zone(s) la / les plus obscure(s) et la / les plus claire(s). Nous relèverons aussi les figures remarquables accomplies par la lumière telles qu'ombres, variations soudaines, etc.

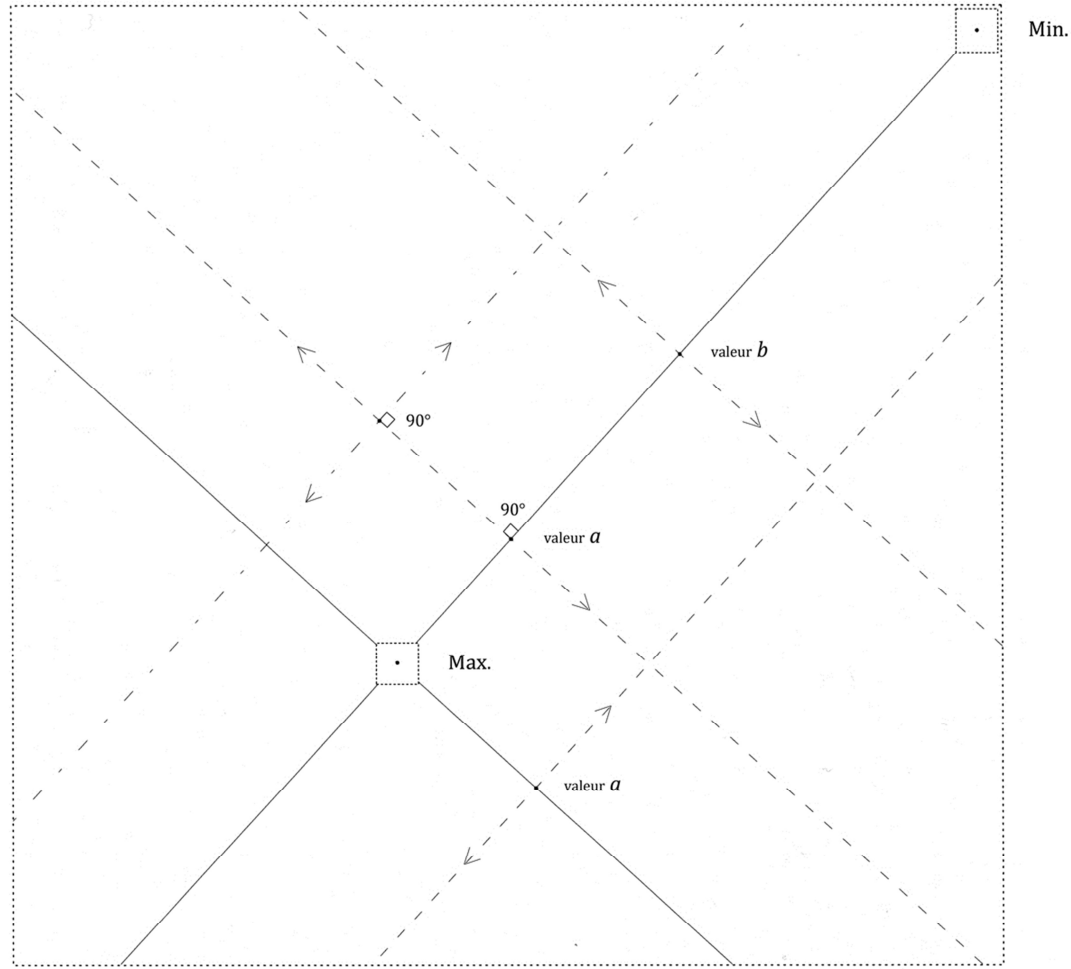
Si la dynamique de l'appareil est insuffisante, nous pourrons immédiatement nous en rendre compte : *aucune zone de l'image ne devra apparaître sous-exposée ou surexposée*<sup>###</sup>. Si c'est impossible à obtenir, il nous faudra diviser cette surface jusqu'à ce que chacun des fragments puisse être photographié correctement.

Revenons sur le mur et choisissons une unité de surface (par exemple 5 x 5 cm). Traçons au crayon sur celui-ci deux carrés, *l'un entourant la zone la plus sombre, l'autre entourant la plus claire.*

Si le mur est rectangulaire et plat, et si la situation ressemble à notre modèle (Fig.1), l'endroit le plus obscur sera normalement un *coin*. Nous devrions alors pouvoir tracer une ligne droite entre ces deux zones, *qui traversera un long dégradé d'intensités allant de la zone de référence au pic d'intensité*. Nous prolongerons cette ligne jusqu'à l'autre extrémité du mur et tracerons sa perpendiculaire au pic.

Nous pourrons dès lors, le long de ces lignes et en partant de la zone la plus sombre, placer nos mires pour déterminer de premières limites, qui correspondront aux valeurs présentes sur les mires primaires, puis retracer des carrés, des perpendiculaires et recommencer le long des nouvelles lignes (Fig.2, page suivante).

<sup>###</sup> De nombreux appareils photos récents proposent une fonction « HDR » (High Dynamic Range), qui pourra s'avérer ici très utile.



**Fig. 2**

Un mur rectangulaire isolé est éclairé par une source de lumière ponctuelle.

Deux cadres délimitent les zones recevant respectivement le plus (**Max.**) et le moins (**Min.**) de lumière.

Ces cadres délimitent les zones que nous avons nommé dans le texte *pic de luminosité* et *zone de référence*.

Une ligne droite relie ces deux zones, coupée par sa perpendiculaire au pic ( en : **Max.** ).

Nous cherchons sur ces lignes les coordonnées pour lesquelles une valeur de trame donnée : **a, b...** rabat la clarté au même niveau que la zone de référence.

Lorsque ces coordonnées sont établies, nous traçons de nouvelles perpendiculaires, et ainsi de suite...

En continuant ce développement systématique, nous couvrirons peu à peu le mur de zones dont la luminosité est identique à la référence.

Nous obtiendrons ainsi une première image assez précise du travail à réaliser. La suite de la procédure se déduit de ces prémisses : plus nous continuerons ainsi et plus le maillage se serrera. Plus il le sera, plus il sera facile de combler les vides entre les lignes<sup>XIV</sup>.

Avant de les assombrir à leur tour, il ne restera plus qu'à ajuster le maillage et à quadriller les vides afin de lier les zones de référence entre elles.

*Si la dynamique de l'appareil de trames arrive à une limite.*

Il se peut que le long de la ligne reliant la zone de référence au pic d'intensité il devienne impossible de rabattre suffisamment la clarté. La limite de la dynamique sera alors atteinte, et il faudra dessiner un nouveau carré, servant de nouvelle référence. Nous pouvons d'ailleurs très bien choisir, par économie de travail, d'abandonner les trames les plus denses de l'appareil et de réduire d'autant sa dynamique.

A chaque fois que la situation se produira, on déterminera l'emplacement d'une nouvelle bordure : *la limite extérieure d'une nouvelle zone de clarté différente.* (voir : v.1.4.1).

De même que dans une peinture un pigment gris peut nous sembler gris, noir ou bien blanc en fonction du contexte pictural<sup>XV</sup>, il nous semble que l'ensemble de ces nouveaux échantillons nous apparaîtra tel une « source de lumière », quelque chose comme une « fenêtre », un « trou dans le mur » *derrière lequel se trouverait une autre scène plus éclairée que celle où nous nous trouvons* – ou quelque chose du même genre. Ce n'est qu'une hypothèse, mais elle nous séduit.

*S'il se produit de brusques changements de luminosité.*

Ce sera la partie la plus laborieuse, et sans doute la moins facile à théoriser. Nous avons simulé (voir : v.1.4.3) un « maillage à géométrie variable » entre deux zones contiguës de clarté différentes, jointes par un petit dégradé. Il est aisé de « vérifier » s'il fonctionne en le reproduisant sur une feuille et en le plaçant, *zone sombre côté clair*, sur un mur traversé d'une ombre.

Si l'ombre portée a des contours nets, on pourra couper le dessin suivant ceux-ci, en tentant si possible de minimiser l'effet de bord entre les deux densités de trames.

..

Lorsque l'on aborde la question de la précision, tout est question d'échelle. Sur l'original (v.1.4.3), les petites mailles mesurent 10 mm de côté, les grandes 40. Quand aux lignes, elles mesurent environ 1/10<sup>e</sup> de millimètre. Sauf à avoir des moyens de dessin automatisés, il serait fou de descendre en dessous.

Il nous semble que dans l'état de nos connaissances et de nos expérimentations, nous avons abordé les points essentiels de notre étude. Le lecteur – que nous invitons à nous adresser ses remarques s'il le souhaite<sup>XVI</sup> – trouvera les documents dont il est fait référence dans le texte, légendés, dans les pages suivantes.

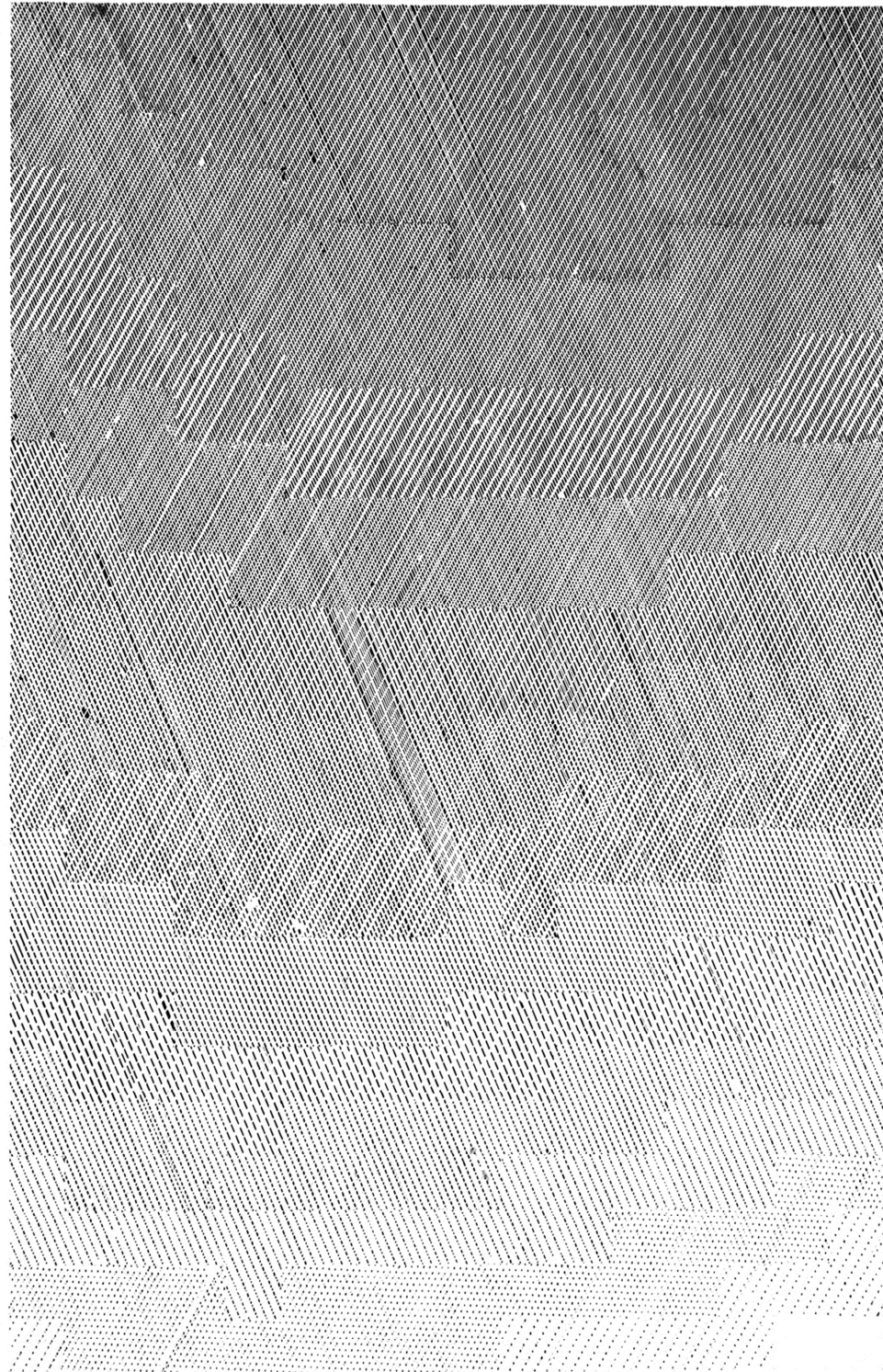
...

## DOCUMENTS

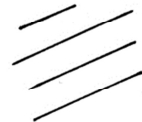
fenêtre X

(l'original mesure 630 x 1000 mm)

direction de la lumière  
+  
-



(mm)



↑  
zone de référence.

### v.1.1 - « lumière du soir »

(avril - mai 2009)

*Nous avons quadrillé une feuille de papier, l'avons accrochée au mur puis photographiée. Le mur était situé à angle droit d'une fenêtre par laquelle une lumière du soir pénétrait dans la chambre, légèrement atténuée par un rideau. L'image produite est une traduction à la même échelle (environ un mètre carré), en pleins et vides, des valeurs de gris présentes sur le négatif.*

Le dégradé de luminosité photographique fut simplifié en 14 rapports d'encre et de papier. Ces rapports étaient tous des multiples d'  $1/32^e$  :

$1/32$  ;  $1/16$  ;  $3/32$  ;  $1/8$  ;  $5/32$  ;  $3/16$  ;  $7/32$  ;  $1/4$  ;  $9/32$  ;  $5/16$  ;  $11/32$  ;  $3/8$  ;  $13/32$  ;  $7/16$

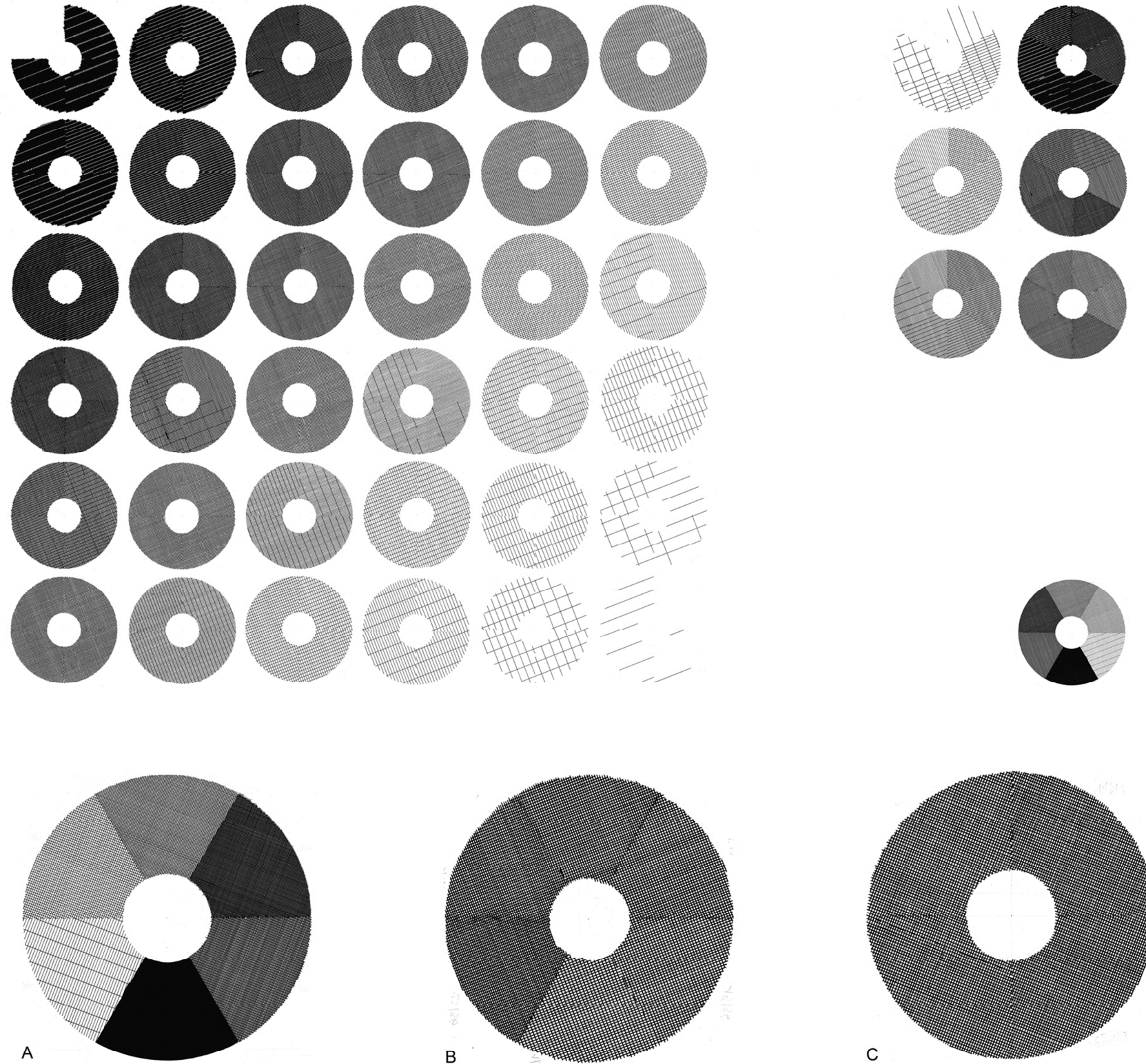
Le dessin se compose ainsi de 14 zones perçues comme « grises », et d'une zone laissée vierge : la zone de référence (la plus sombre sur la photographie).

La réalisation ayant pris environ un mois, il fut difficile de déterminer si les médiocres résultats étaient dus à un vice de conception ou au fait que la course du soleil avait changé (peut-être aux deux causes).

L'effet de crénelage est évident, et ce à un extrême de l'image plus qu'à l'autre. Il est dû à la faible résolution du maillage ainsi qu'au faible nombre d'intervalles, d'une part, et d'autre part au choix d'intervalles linéaires, qui correspondent mal à la sensibilité de l'œil :

Entre 0 et  $1/32$ , on ajoute  $1/32$ , puis entre  $1/32$  et  $1/16$  on multiplie par deux, entre  $1/16$  et  $3/32$  on multiplie par  $3/2$ , et ainsi de suite... La progression prend ainsi une forme irrégulière.





v.1.2 – premier prototype

(aout - septembre 2009)

*Nous sommes partis des idées décrites dans le texte, selon lesquelles nous ne pourrions nous fier à la photographie que si l'image incluait un témoin de la technique d'assombrissement que nous voulions utiliser ; que l'éventail des trames disponibles se devait d'être large et que ces trames devaient être très fines, afin qu'elles se rendent invisibles et transparentes : « comme les fils d'un tissu ».*

Nous avons dessiné des « mires », comprenant 4 ou 6 valeurs d'occupation, et hiérarchisé celles-ci :

( A ) La mire primaire comprend toute la dynamique :

6 valeurs noir inclus plus témoin.

( B ) 6 mires secondaires comprennent : 6 valeurs plus témoin.

( C ) 36 mires tertiaires comprennent : 4 valeurs plus témoin.

Deux mires tertiaires qui se suivent ont toujours une valeur commune, de même pour les mires secondaires.

En principe, une valeur est recherchée ainsi :

la mire primaire placée sur la surface à assombrir, on détermine une valeur trop sombre et une valeur trop claire entre lesquelles la valeur recherchée se trouvera. A ces deux valeurs extrêmes correspond toujours une trame secondaire qui propose 4 niveaux intermédiaires supplémentaires. On recommence l'opération en « visant » entre deux niveaux secondaires avec une mire tertiaire si cela ne suffit pas.

Au total la gamme comprend 108 valeurs.

L'aspect linéaire de la gamme de gris présente plus de richesse dans les tons sombres et moyens que dans les tons clairs.

### v.1.3 – second prototype (cf. dépliant)

(octobre 2009 - février 2010)

*Nous avons voulu recommencer en corrigeant certains défauts. La forme carrée nous a semblée plus pratique que le disque, le principe est le même que dans le premier prototype : il contient également des mires primaires, secondaires, tertiaires, sans blanc témoin.*

Les mires primaire et secondaires contiennent deux fois chaque valeur, à deux emplacements différents (quatre et quatre pour la primaire). Cela nous a semblé garantir une plus grande précision. À moins d'un maillage minuscule, où il devient impossible de dessiner la mire, l'intérieur des zones du maillage n'aura pas toujours une luminosité uniforme : *il se présentera au contraire comme un petit dégradé d'intensité pouvant vicier nos mesures*. Si nécessaire, la moyenne de deux mesures donnera alors une meilleure indication.

Le motif de trame est composé de deux séries de lignes parallèles et perpendiculaires espacées régulièrement, formant de petits carrés. La gamme de trames suit une *progression logarithmique* allant de 0,03 à 0,95 pour 1 de surface occupée par la peinture, en 123 degrés.

> Les mires (qui ont été archivées sur un film noir et blanc) et la description détaillée de l'appareil (qui se trouve dans le dépliant : *Prototype de Transformateur de Lumière v.1.3*), sont confiés aux soins du lecteur.

### v.1.4.x – simulations de cas particuliers

(juin 2010)

*Ces dessins illustrent des situations remarquables que nous avons prédites à partir de notre modèle et d'observations quotidiennes.*

#### v1.4.1 – la dynamique de l'appareil arrive à une limite

Dans une situation où la différence d'intensité entre la référence et où le pic est trop importante pour que la gamme de trames utilisée puisse rabattre l'ensemble de la surface au même niveau (ici l'occupation va d' $1/10^e$  à  $1/2$ ), l'ensemble constitué des zones rabattues au niveau de la référence devient la périphérie d'un autre ensemble central plus clair.

Le lecteur peut s'imaginer une ampoule allumée placée à une faible distance de la figure : le centre de la surface sera très éclairé tandis que la luminosité diminuera rapidement à sa périphérie.

Si nous considérons que chaque trame rabat – dans l'échantillon de surface qu'elle occupe – la luminosité à un niveau moyen égal à celui des échantillons qui l'entourent, ceux-ci apparaîtront tous équilluminés. Il y aura donc, sur la surface éclairée, deux niveaux de clartés répartis sur deux zones, l'une entourant la seconde.

#### v1.4.2 – pic d'intensité

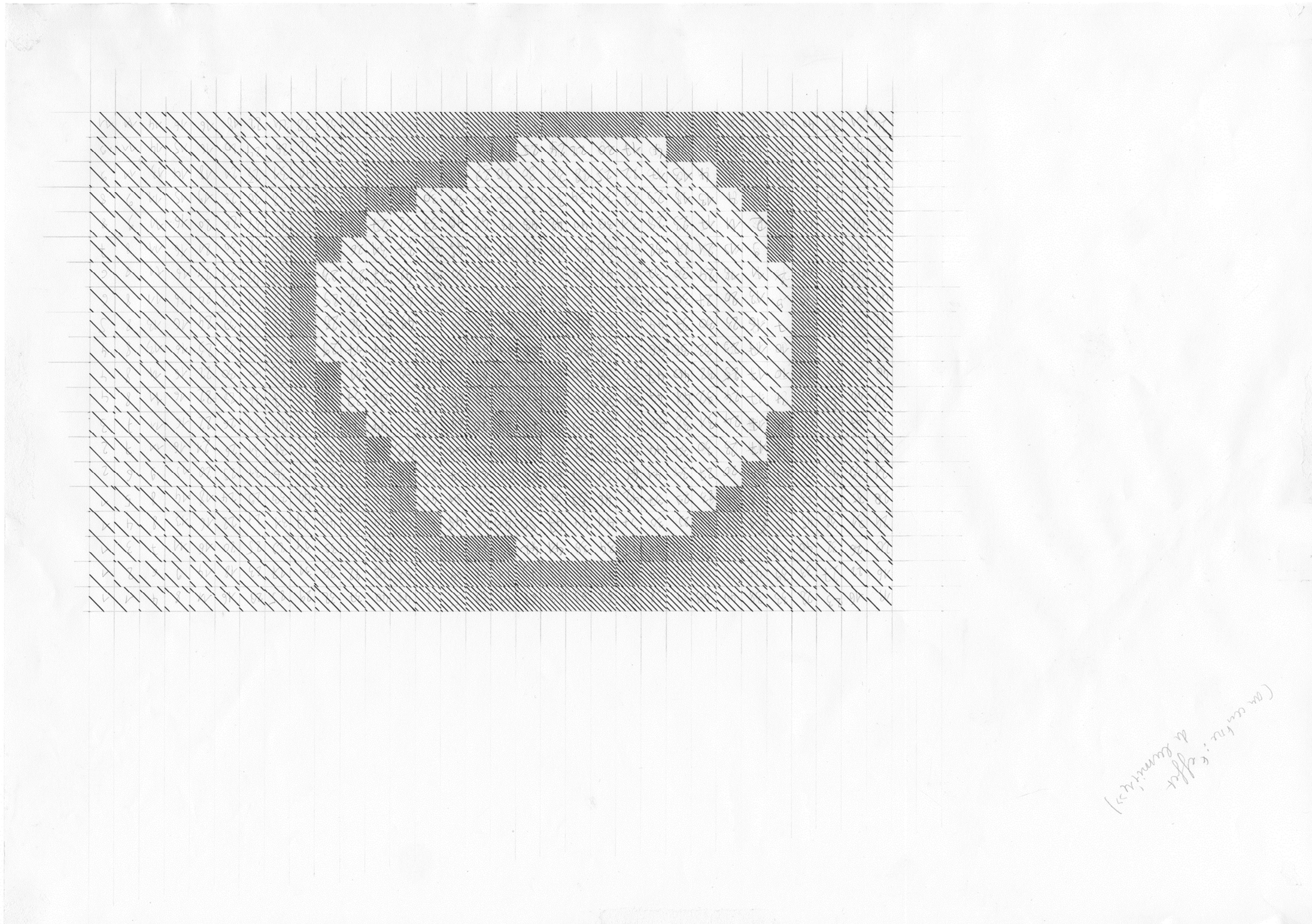
Application manuelle d'un système de trames similaire à celui de v.03, l'effet de bord est peu important et le crénelage quasi absent.

#### v.1.4.3 – maillage à géométrie variable

Lorsque l'intensité lumineuse chute ou s'accroît brutalement, il est possible d'adapter le pas du maillage pour travailler de manière plus fine. Il n'est donc pas nécessaire d'échantillonner toute la surface de la même manière.

En modifiant ainsi le maillage, nous diminuons la charge de travail dans les zones où les dégradés sont progressifs et augmentons sa résolution là où ils sont rapides ou brutaux.

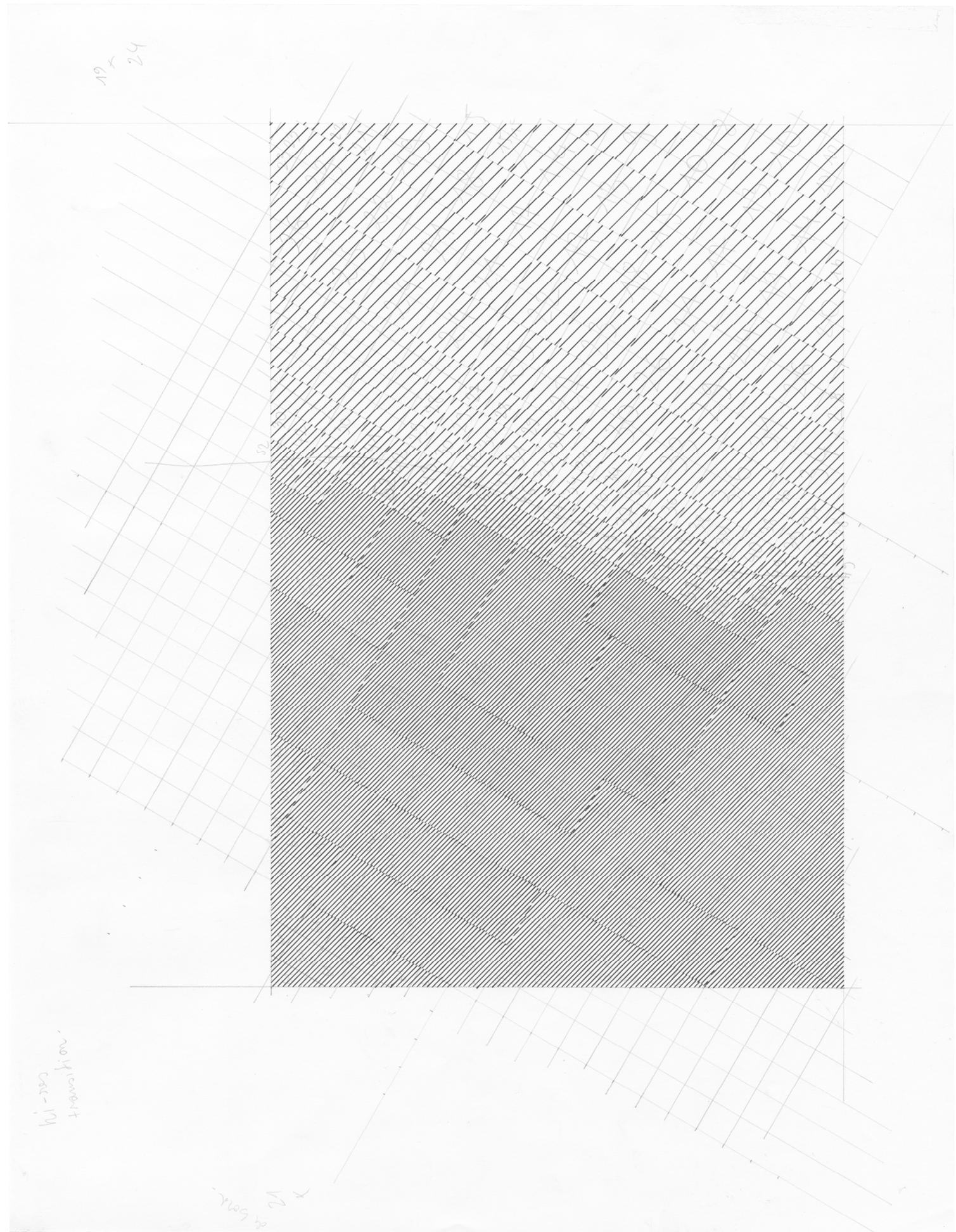
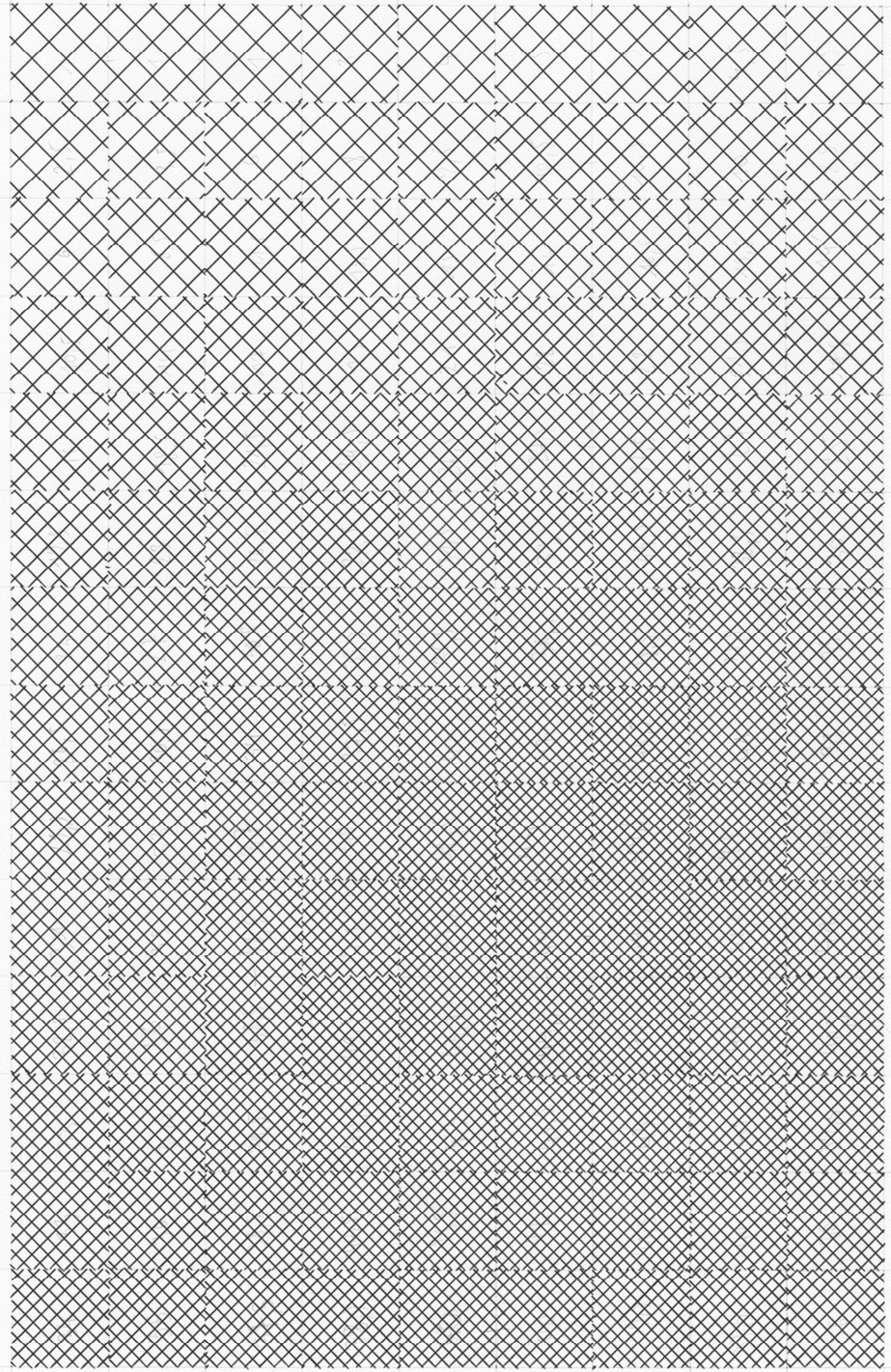
Le dessin peut être reproduit pour servir de test visuel car la différence de concentration des trames qu'il contient correspond à peu près à de nombreux cas d'ombres portées produites par des éclairages artificiels (la lumière solaire produisant généralement des contrastes bien plus importants).



( $\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \int_{\Omega} \rho \phi^2 dx + \dots$ )

Ci-contre :  
v.1.4.1 – la dynamique de l'appareil arrive à une limite

Pages suivantes,  
à gauche :  
v.1.4.2 – pic d'intensité  
à droite :  
v.1.4.3 – maillage à géométrie variable



hij-200  
transition

## Notes

<sup>I</sup> Je ne perçois directement ces objets qu'à *travers la lumière qu'ils renvoient vers moi* ; sans obstacle – donc sans eux, la lumière est invisible. Je perçois aussi (et surtout ?) ce que je *reconnais*, ce qui m'est familier, ce que j'ai *déjà vu* et qui se « répète » pour ainsi dire, en variant quelque peu, dans mon expérience quotidienne.

<sup>II</sup> On admet généralement qu'un objet blanc ne peut pas être transparent, car ce sont deux qualités objectivement antagonistes. Une lame de verre pourra au mieux être à la fois « blanchâtre » et « translucide », mais jamais « blanche » et « transparente ». Lors d'une présentation, Jérôme Dokic (voir note IV ci-dessous) a cependant fait part d'une exception : une figure stéréoscopique qui mène à la perception de ce qui pourrait se nommer un objet visuel à la fois « blanc » et « transparent » (une expérience de « violation de la contrainte d'opacité »). Il s'agit cependant d'un cas particulier d'illusion, l'objet en question n'étant ni véritablement tangible, ni perçu dans des conditions que l'on peut qualifier de « normales » ou « familiales ».

Cf. *Reconstructing the third dimension: Interactions between Color, Texture, Motion, Binocular disparity, and Shape*. Patrick Cavanagh, in: COMPUTER VISION, GRAPHICS AND IMAGE PROCESSING 37, 171-195, 1987. (En particulier la discussion autour de la fig.12).

<sup>III</sup> Mon *idée* ou plutôt mon *image* de la blancheur du mur n'est pas affectée par la lumière réelle. On peut nommer une telle idée une *illusion cognitive*, car je ne *verrai* jamais le blanc dans l'obscurité complète.

<sup>IV</sup> Dans une présentation donnée en 2009 à l'école de printemps d'Okhra (Roussillon), Jérôme Dokic – directeur d'études à l'EHESS (Paris) – divisait ces théories en quatre « familles » : les théories *distales* (« la couleur est une propriété objective monadique d'un objet ou d'un ensemble d'objets ») ; les théories *médiales* (« la couleur est une propriété monadique du milieu (la lumière). ») ; les théories *proximales* (« La couleur est entièrement déterminée par l'expérience visuelle que nous en avons (par exemple elle est une sensation subjective) ») ; et les théories *mixtes* (impliquant au moins deux des trois conditions précédentes).

Il proposait ensuite de considérer la couleur comme un événement :

*« La plupart des approches (...) considèrent la couleur comme une propriété (relativement) durable d'un objet. Mais pourquoi ne pas considérer (suivant Pasnau, 2009) la couleur comme une propriété liée à l'événement qui se produit quand un objet est éclairé ou illuminé? (...) la couleur serait (ou*

*serait étroitement liée à) l'événement constitué par le fait qu'une partie de l'énergie de la lumière excite les électrons à la surface de l'objet de telle manière qu'ils absorbent puis libèrent un certain pourcentage variable de la lumière à travers le spectre visible. (...) C'est l'événement de produire de la lumière (quelque soit son origine) qui constitue la couleur. (...) Analogie : projeter de la lumière sur un objet pour en voir la couleur est analogue à frapper un objet pour entendre le son qu'il rend. »*

Cf. *(Quelques) considérations conceptuelles et phénoménologiques sur notre expérience de la couleur*, Jérôme Dokic, in : ECOLE THEMATIQUE INTERDISCIPLINAIRE CNRS COULEUR. QUESTION D'ECHELLE : L'ESPACE, 119-125, OKHRA, 2009. (www.okhra.com)

<sup>V</sup> La lumière détermine la possibilité de voir les objets ainsi que leur couleur.

<sup>VI</sup> Certains studios de photographie ont été conçus sans coins ni angles, afin de restreindre au minimum les possibilités de prises de vue. Le studio qui abrite actuellement le collectif de photographes 11H59 (38 Rue du Moulin, 1210 Bruxelles) en est un bel exemple.

<sup>VII</sup> Je remercie Jean Cumps – professeur, Faculté de pharmacie, UCL, Bruxelles - également collectionneur, entre-autres, d'ouvrages sur la magie et la couleur – d'avoir répondu à mes questions, notamment à propos de la relation entre la *quantité de lumière* et l'*intensité* perçue par le sujet.

<sup>VIII</sup> De même que les fils d'un tissu *disparaissent* pour *apparaître* sous la forme du tissu ; de même ici les trames de peinture disparaissent, pour *apparaître* sous la forme d'un mur dont l'*éclairage* se trouve apparemment modifié.

<sup>IX</sup> Sauf à changer tout le système (discontinu) en un autre (une figure continue sans bords ou bien un système n'utilisant pas de trames, mais par exemple une gamme opaque de peintures grises), l'effet de bord persistera.

<sup>X</sup> Voir par exemple : *'Darkest ever' material created*, Helen Briggs, BBC News science reporter, 16 janvier 2008.

http://news.bbc.co.uk/2/hi/7190107.stm

<sup>XI</sup> *"While other pigments remit at least some part of the light spectrum and appear more or less colored, spinel black remits no more than 1.5% of incom-*

*-ing light at any point of the spectrum. No other pigment achieves this kind of optical blackness."*

(Traduction libre) : Alors que d'autres pigments [noirs] réémettent au moins une partie du spectre visible plus que les autres, apparaissant ainsi plus ou moins colorés, le noir spinel ne réémet pas plus d'1,5% de la lumière incidente dans tous les points du spectre. Aucun autre pigment ne possède cette sorte de noirceur optique-là.

Voir la documentation (en anglais) :

http://www.kremer-pigmente.de/shopint/PublishedFiles/47400e.pdf

<sup>XII</sup> Le prototype peut toujours devenir plus simple et fonctionnel. C'est parce que je doute encore de cette solution que je fais référence à mon opinion comme *ancienne* : « nous pensions que cela résoudrait tous les problèmes. »

<sup>XIII</sup> Il est possible de vérifier rapidement (et subjectivement) si les choix de trames sont corrects en modifiant la mise au point de telle manière que l'image devienne *floue*. Il y a un an, dans une présentation à l'Ecole de recherche graphique (Bruxelles), j'avais nommé ce procédé une « vérification optique ».

<sup>XIV</sup> Au moment de l'impression du dépliant : *Prototype de Transformateur de Lumière v.1.3*, ce point n'était pas résolu. Le dépliant propose une autre solution et représente par conséquent une étape précédente du concept.

<sup>XV</sup> Un chercheur nommé Patrick Callet – M.A.S, Ecole Centrale de Paris – qui travaillait avec son équipe sur un des tableaux de Monet où une rue est remplie de drapeaux (tel : *La rue Montorgueil*, 1878, Musée d'Orsay), fut très étonné lorsqu'il découvrit au spectrophotomètre que le « blanc » des drapeaux tricolores apparaissait – s'il l'isolait de son contexte – étonnamment plus gris que sur le tableau.

C'est évidemment un choix intentionnel du peintre : s'il avait utilisé un blanc « tel qu'il sort du tube », *toute la chromatique du tableau s'en serait trouvée rompue*. Monet n'est pas l'inventeur d'un tel procédé, loin de là. Cette virtuosité chromatique est sans doute l'une des grandes réussites des peintres impressionnistes, mais au moins dès l'invention et le perfectionnement du *chiaroscuro* (Léonard, Raphaël, Titien, ... et plus tard Rembrandt, Vermeer, le Lorrain, La Tour... etc.) la peinture a joué de la propriété de la couleur et de la clarté des pigments à apparaître différentes en fonction de leur contexte.

Au XIXe siècle, Seurat a même tenté à plusieurs reprises d'amplifier les contrastes de clartés au moyen de contrastes chromatiques, afin de représenter ou mieux de « simuler » sur ses toiles des intensités « impossibles à peindre », telles celles des éclairages artificiels (comparer par exemple les lampes du dessin *Eden-Concert*, antérieur au 26 mars 1887, Rijksmuseum Vincent van Gogh, Amsterdam – et celles, entourées de halos sombres et bleus, du tableau *Le chahut*, 1889/90, Rijksmuseum Kröller-Müller, Otterlo). Mon interprétation me porte à croire que Seurat est un des sommets du « réalisme » optique – et ce bien davantage que n'importe quel peintre impressionniste. En ayant fragmenté son image en zones de sensations chromatiques « locales » amplifiées (une lampe, une cheville de danseuse, un crane d'homme vu de dos...), qui reconstituent sur la toile des fragments de sensations réelles, il me fait d'ailleurs invinciblement penser aux recherches cubistes qui feront de même avec l'espace, ou celles de Boccioni – n'a-t'il pas d'ailleurs souvent adopté la technique « divisionniste » ?—, qui a tenté de fragmenter le *mouvement* (l'espace et le temps, comme dans le célèbre *Nu* de Marcel Duchamp – mais aussi *les mouvements relatifs de la lumière, de l'espace et d'un corps* – celui par ailleurs statique de sa mère (dans l'œuvre disparue *Testa + casa + luce*, 1912) et même ceux de *l'âme*). Je ne peux en outre m'empêcher de voir dans *La risata* (Le rire), 1912, MoMa, New York – un magistral « clin d'œil » au *Chahut*.

Balla pourrait bien évidemment être cité à propos de la fragmentation du mouvement, mais c'est ici hors de propos – quand à Signac et à son « néo-impressionnisme », je pense qu'il a mal compris les intentions et le projet de Seurat. Pour ne pas dire plus à leur propos : il y a des manières plus ou moins intelligentes d'envisager les avantages de la quantification (celles du mouvement, des couleurs...)

.

Au XXe siècle, Albers (avec l'aide de ses étudiants) a revisité *presque* tous les phénomènes chromatiques dont je parlais plus haut en profondeur. Il a publié la somme de ces recherches dans un livre magnifique :

Cf. *Interaction of color*, Josef Albers, YALE UNIVERSITY PRESS, 1963

<sup>XVI</sup> Si vous désirez me contacter veuillez vous adresser à l'éditeur de ce livre.

. . . .

## COLOPHON

Conception | production :  
Adrien Gary Lucca

Éditeur :  
Jeunesse et Arts Plastiques, Bruxelles  
Carine Bienfait

Supervision du projet,  
à Bruxelles :  
Thorsten Baensch

à Maastricht :  
Jo Frenken

Assistance technique :  
Frans Vos

Conseils :  
Babak Afrassiabi, Michel Baudson,  
Hans-Christian Dany, Dominique Hurth,  
Nasrin Tabatabai, Imogen Stidworthy

Relecture et correction du texte :  
Aline Gheysens

Remerciements :  
Patrick Callet, Jean Cumps, Jérôme Dokic  
Coopérative OKHRA, Roussillon  
A.B.C print, Bruxelles (impression du dépliant)

Frontispice extrait du livre :  
LA PEINTURE ITALIENNE,  
Les créateurs de la Renaissance.  
Lionello Venturi & Rosabianca Skira-Venturi,  
Ed. Albert Skira,  
Genève – Paris, 1950  
(photographie prise par les équipes de l'éditeur)

Police de caractères :  
Cambria

Il a été imprimé vingt-cinq exemplaires  
numérotés de 1 à 25 de ce cahier sur  
papier Xerox Colotech 100g/m<sup>2</sup> et  
160g/m<sup>2</sup> pour la couverture

Achévé d'imprimer en octobre 2010  
Xerox Phaser 7400  
Jan Van Eyck Academie, Maastricht

*Le présent exemplaire porte le numéro : ... / 25*  
A.L. 2010