

### ***Liminaire:***

*L'articulation entre photographie et mathématiques est similaire, pour Maria Giulia DONDERO, à celle vue par Henri VAN LIER entre sexualité et mathématiques, pour ce qui est de la copulation (vs topologie différentielle) et de la caresse (vs topologie générale). Et, plus généralement, le passage de la visualisation (concrète) à la mathématisation (abstraite) ressemble pour elle au passage des indices photographiques (matériels, chargés) aux indexations mathématiques (cérébrales, déchargées) chez VAN LIER.*

*D'où le titre de son article, que nous publions ici parmi les articles relatifs à la photographie.*

\* \* \*

## **Réflexions sur « Mathématique et sexualité » et « Les mathématiques »**

### **Introduction**

A l'occasion de ma participation à ce colloque en hommage à Henri Van Lier je me suis consacrée à diverses lectures, toujours passionnantes, mais les deux textes que j'ai choisi d'argumenter sont notamment : « Mathématique et sexualité » de 2007 et « Les mathématiques », le chapitre 19 de l'*Anthropogénie générale*. Je suis sémioticienne, je ne suis donc pas mathématicienne ni scientifique, mais après avoir travaillé longtemps sur la photographie artistique et documentaire, j'ai commencé à travailler sur la sémiotique de la photographie scientifique. A partir de ces recherches sur l'image scientifique je me suis interrogée sur la manière dont l'image s'allie au calcul mathématique, et souvent elle en est le produit. Plus précisément je me suis demandée comment p. e. une photo, qui peut être conçue comme une image

autographique selon la conception de Nelson Goodman, à savoir dense syntaxiquement et sémantiquement et dont la signification est liée à son histoire de production et au contexte de la prise, peut s'allographier, à savoir se décharger de cette densité, de cette plénitude perceptive dont elle témoigne et ensuite être digitalisée en modules qui puissent devenir utiles pour des expérimentations scientifiques sur d'*autres* objets. Mais aussi sur comment les données chiffrées peuvent être transformées en une image qui spatialise ces valeurs chiffrées. Je me suis donc interrogée sur les confins entre l'image en tant que signe plein et l'image en tant que terrain d'opérations de digitalisation et de diagrammaticalisation (je reviendrai sur la question du diagramme tout à l'heure et elle sera au centre de mon intervention).

En fait, à travers la diagrammaticalisation, les relations entre des éléments qui composent un objet scientifique peuvent être *extraites* pour les expérimenter et les vérifier sur un autre objet censé devenir lui aussi un objet scientifique. Plus précisément, des relations incarnées en un objet n°1 peuvent être extraites et devenir transférables dans un objet de recherche n°2.

En ce qui concerne l'image scientifique, je me suis donc consacrée à deux parcours d'analyse : celui qui prend en compte le passage de la visualisation à la mathématisation et celui qui va de la mathématisation à la visualisation, ou pour le dire dans les termes de Van Lier, de la charge visuelle à la purification / décharge des index et retour. Dans le premier cas, il s'agit par exemple du parcours qui porte d'une photographie à un diagramme, voire des index impurs vers des index plus purs, et dans l'autre cas le parcours qui porte des équations à des visualisations, voire des index purs aux index impurs ou mieux des indexations cérébrales à des index inscrits sur un support et qui sont censés retrouver un ancrage perceptif et sensori-moteur afin de former une image hybride analogico-digitale.

## La topologie comme base commune

Je me suis aperçue que beaucoup de mes préoccupations peuvent trouver des importantes convergences avec les questionnements de Van Lier sur les relations entre concret et abstrait, analogue et digital, chargement et déchargement des index. A propos des relations entre concret et abstrait l'article sur mathématiques et sexualité est décisif.

Van Lier y affirme au tout début que « Dans notre Univers, la mathématique et la sexualité semblent être à deux pôles extrêmes. La première au plus *distinctif* et au plus froid. La seconde au plus *fusionnel* et au plus chaud ». Ce n'est pas la question du chaud et du froid qui m'intéresse par rapport à la question de l'image scientifique, mais la distinction entre distinctif et fusionnel évidemment. Dans le cas de l'image photographique, pour qu'elle puisse jouer un rôle dans une recherche scientifique, elle doit normalement remplir deux fonctions : être liée au cas particulier, au localisme, au support qui l'a rendue possible (elle doit d'une certaine manière *fusionner à sa source*, lui être fidèle), mais elle doit en même temps pouvoir, à travers des filtrages géométrisants et mathématisants, sélectionner des éléments qui puissent fonctionner comme *distinctifs*, à savoir comme des unités *disjointes* et *mobiles*, voire transférables, en ayant un but de commensurabilité et de traductibilité avec d'autres objets. Bref, elle doit pouvoir se transformer en un *texte d'instructions* via une notation, un alphabet d'éléments disjoints qui puisse garantir une traductibilité.

Cette traductibilité recouvre la tâche des mathématiques, qui est définie par Van Lier comme la théorie générale des indexations pures et qui offre des clés de commensurabilité entre différentes disciplines.

Van Lier va à la recherche, dans son article, de ce qui est commun aux mathématiques et à la sexualité, et il l'identifie avec leur élémentarité<sup>1</sup>.

L'écriture et la compréhension au sens le plus large ainsi que la copulation sont à la base de notre histoire biologique et intellectuelle. Pour trouver un dispositif qui

---

<sup>1</sup> « La mathématique renvoie à l'apprentissage et à la compréhension dans sa généralité initiale (manthanein, apprendre et comprendre en général) ; elle est là avant le langage, dans la mesure où la technique est là avant le langage et le fonde, pendant un ou deux millions d'années, et aujourd'hui encore dans l'ontogenèse de chacun [...] Au point qu'elles sont peut-être même deux branches maîtresses de la clé de l'Univers ».

puisse rendre compte de ce que les deux ont en commun, Van Lier choisit la mathématique première, à savoir la Topologie qui est une géométrie avant la mesure : les *nœuds* et non pas les triangles, sont le paradigme de la topologie, et comme il est couramment admis, la longueur des boucles des nœuds n'est pas pertinente. C'est à partir des nœuds et des chevilllements que l'utilisation des fondamentaux de la topologie différentielle se met en acte, et notamment avec l'étude des catastrophes (littéralement « changements de forme ») et donc des *singularités* au sens physique du terme, c'est-à-dire « des points de l'espace-temps où la courbure de l'espace-temps devient infinie » (Hawking). Van Lier montre la manière dont même les noms des singularités, et non seulement leurs fonctionnements, évoquent le sexuel (et la question du Vivant plus en général) : le pli, la fronce-faille, la queue d'aronde (versus le simple tenon-mortaise), le papillon, l'ombilic hyperbolique, l'ombilic elliptique et l'ombilic parabolique.

Vous pouvez voir tout cela dans ce tableau de René Thom, publié dans « Stabilité structurelle et morphogénèse » de 1972 (Figure 1) et repris par Van Lier dans son article sur mathématiques et sexualité. Vous avez la colonne avec les noms de singularités à gauche, la colonne du centre organisateur avec la fonction mathématique de base, la colonne du déploiement universel, la colonne des sections remarquables qui montrent visuellement les opérations algébriques et les expériences topologiques, et ensuite à droite les interprétations spatiales (substantifs) et les interprétations temporelles (verbes).

Van Lier montre ainsi comment la copulation sexuelle et l'Evolution en général se sont coulées dans les 7 catastrophes élémentaires, ou singularités et, en plus, dans l'ordre algébrique que nous venons de mentionner. Je ne peux pas revenir sur les sept étapes ; je me limiterai à rappeler que le pli correspond au chevilllement du concave et du convexe dans son état le plus naïf (comme substantif on a le bord et le bout, comme interprétations temporelles le finir et le commencer), l'aile de papillon renvoie au remplir/vider, et ainsi de suite jusqu'à l'ombilic parabolique qui conclut le tout par l'effet de bouche (le jet, le briser/liér). Dans le cas des trois ombilics, les trois dernières étapes, Van Lier identifie un parcours de thèse, antithèse, synthèse ; l'ombilic hyperbolique donne la déclosion, l'ombilic elliptique la pénétration et l'ombilic

parabolique donne la bouche comme produit de l'ouverture et de la prise, synthèse des deux premiers.

Nom des singularités	Centre organisateur	Déploiement universel	Sections remarquables	Interprétation temporelle (verbes)	
				Interprétation spatiale (substantifs)	Sens destructif / Sens constructif
Minimum simple	$V = x^2$	$V = x^2$		Être, objet	Être, durer
Le pli	$V = x^3$	$V = x^3 + ux$		Le bord, le bout	La fin - finir Le début - commencer
La fronce (catastrophe de Riemann-Hugoniot)	$V = x^4$	$V = x^4 + ux^2 + vx$		La faille (géologie)	Capter Changer - Devenir Casser, Rompre Unir
La queue d'aronde	$V = x^5$	$V = x^5 + ux^3 + vx^2 + wx$		La fente, le coin	Déchirer Fendre Coudre
Le papillon	$V = x^6$	$V = x^6 + ux^4 + vx^3 + wx^2 + tx$		La poche, l'écaillé	S'écailler Recevoir Remplir (une poche) Donner Récupérer Vider (une poche)
L'omblic hyperbolique	$V = x^3 + y^3$	$V = x^3 + y^3 + wxy - ux - vy$		Le crêt (de la vague) La voûte	Briser Ils vague S'effondrer Recourir
L'omblic elliptique	$V = x^3 - 3xy^2$	$V = x^3 - 3xy^2 + w(x^2 + y^2) - ux - vy$		L'aiguille, la pique, le poil...	Piquer Pénétrer Boucher (un trou) Anéantir
L'omblic parabolique	$V = x^2y + y^3$	$V = x^2y + y^3 + wx^2 + ty^2 - ux - vy$		Le jet (d'eau) Le champignon La bouche	Briser (un jet) Éjecter, lancer Perce Couper, pincer Prendre Lier Ouvrir } Fermer } (la bouche)

Figure 1

Comme vous le voyez dans le schéma, il y a toujours la tentative de lier les formes aux actes transformatifs qui les engendrent (n'oublions pas que les catastrophes sont concevables comme des changements de forme). Comme l'affirme Van Lier : « En effet, une catastrophe élémentaire est une forme in actu, mais aussi une pente in potentia » (<3> p.8), et le but est de montrer aussi comment les formes sont dynamisées lorsque la mathématique se rappelle de sa physique latente, de la gravitation de l'homo, bref lorsqu'elle se laisse façonner par la perception et la sensori-motricité, on pourrait

même dire lorsque elle s'analogise un peu. Il faut d'ailleurs se rappeler que toutes ces déformations sont contrôlées et engendrées par des fonctions mathématiques<sup>2</sup>.

Après vous avoir donné un aperçu général des bases sur lesquelles se fonde la commensurabilité entre copulation et compréhension, sexualité et mathématique, je voudrais m'arrêter à présent sur une phrase de Van Lier à mon sens centrale pour notre propos sur la relation entre analogique et digital, image et calcul. Il s'agit plus précisément d'une phrase sur le chevillage, voire sur l'effet tenon-mortaise, qui est pour Van Lier un phénomène tout à fait remarquable pour l'épistémologie et l'ontologie :

*« L'effet tenon-mortaise peut être lu en effet en deux directions. (A) Comme le résultat de deux pièces qui, mises l'une dans l'autre, font une copulation mâle et femelle. (B) Mais il peut aussi au départ être saisi comme un bloc unique connaissant deux possibilités de coupure : une première se contente de le sectionner en deux par un simple plan, ce qui donne les états successifs : d'abord Un, puis Deux, en une disjonction exclusive (en tiers exclu) ; mais une deuxième possibilité découpe le bloc initial selon une courbure qui fait que l'une des moitiés (englobée) "saille dans" l'autre (englobante), ou encore que l'englobante "recueille" l'englobée, en une disjonction inclusive cette fois. Cette dernière n'ajoute ni ne retranche rien. En sorte que le Deux y reste le Un, et que le Un y comporte le Deux. Débordant ou plutôt prévenant ainsi l'opposition du Un et du Multiple. Ou encore celle du Même et de l'Autre, puisque l'Autre s'y engendre du Même, et le Même de l'Autre »<sup>3</sup>.*

<sup>2</sup> Une autre caractéristique commune au diagramme et au plaisir de la sexualité est que bien sûr le plaisir concerne des cibles précises, des éléments du corps singuliers, mais aussi un élan général, comme celui de la caresse (la caresse est « la topologie générale tout entière mise en sensation et réalisation. Et surtout en insistance », p. 10), qui ne concerne plus la topologie différentielle, mais une topologie générale qui ignore les distances comme toute topologie, mais ignore aussi les formes que prend en compte la topologie différentielle, pour se contenter du voisinage des points, ou tout simplement des lieux. « Et pour ces lieux nous ne rencontrerons plus guère que les adjectifs et substantifs les plus larges : proche/lointain, continu/discontinu/ ; contigu/discret ; fermé (comportant en soi ses limites)/ouvert (délimité seulement par son environnement) ; englobant/englobé ; chemin/impasse » (p. 9).

<sup>3</sup> La caresse sexuelle détient alors de multiples propriétés. (1) La distance n'étant pas pertinente en topologie, la désignation du partenaire comme présent-absent est un coup de génie de Shakespeare. (2) La caresse thématise ostensiblement le couple de l'englobant et de l'englobé, où l'englobement du sexe masculin par le sexe féminin est souvent compensé par la posture holosomique de l'englobement du tronc féminin par le tronc masculin. (3) Le couple chemin / impasse est exploité principalement aux articulations des corps, dans les contrastes du glissement et de l'enfouissement, comme vérification des propriétés mathématiques du continu. (4) La distinction ouvert / fermé est la plus essentielle ; un organisme, qui est immunitairement un "fermé" topologique, devient par la caresse un "ouvert" topologique, en ce que sa limite tend à n'être plus définie par ce qui lui appartient, mais seulement par ce qui l'entoure ; créant une indécision entre sur-face et endo-face. (6) Dans le couple continu / discontinu, c'est le continu qui est le thème (p. 11).

Le concept de *disjonction inclusive* m'intéresse particulièrement et il me semble qu'il est très proche de celui de diagramme selon la conception qu'on en a esquissé tout à l'heure : la disjonction inclusive et le diagramme décrivent quelque chose d'*interstitiel* et de *transversal* aux différentes matières, et qui ne peut rien couper en deux, mais plutôt faire interagir le un avec le multiple, et où l'organisation du digital ne coupe pas en deux le continu mais le fait changer d'organisation, de composition méréologique (c'est sur trois différentes méréologies d'ailleurs qui se fondent les trois mondes). Cet *interstice* déborde l'opposition entre analogique et digital, entre même et autre, comme dans le cas de la caresse que Van Lier décrit comme thématissant le dépassement des couples absent/présent, englobant/engobé, chemin/impasse, continu/discontinu, et ce qui est le plus essentiel, le couple ouvert / fermé :

« un organisme, qui est immunitairement un "fermé" topologique, devient par la caresse un "ouvert" topologique, en ce que sa limite tend à n'être plus définie par ce qui lui appartient, mais seulement par ce qui l'entoure ; créant une indécision entre sur-face et endo-face » (p. 11, nous soulignons).

C'est ce lieu interstitiel qui m'intéresse, cette indécision entre sur-face et endo-face, mais dans un domaine différent : non plus celui des mathématiques et de la sexualité, mais des mathématiques et de l'image. Je souhaite en somme transposer la relation entre sexualité et mathématique en la relation entre fusionnel et distinct, entre densité et disjonction, entre perception et calcul, et entre densité figurative d'une image et mathématique, comme je l'ai annoncé au tout début de mon exposé, mais en gardant comme fil rouge cette *disjonction inclusive* théorisée par Van Lier.

D'ailleurs cette question de l'hybridité de l'analogie et de la macrodigitalité a toujours été à la base de nombreuses études de Van Lier ; je vous rappelle à ce sujet le chapitre 2A2e de l'*Anthropogénie générale* qui a pour titre « L'analogie et la macrodigitalité d'un computer hybride (nullement un ordinateur) » où il fait la distinction entre trois sortes de computers techniques fondamentaux. (a) Les digital computers qui résolvent des problèmes en une suite de décisions 0/1 opérant par *exclusions* dans un *inventaire fermé*. (b) Les analog computers résolvant des problèmes en en *mimant* les données (logueïn, ana), [...] (c) Les hybrid computers combinant les deux approches.

Van Lier argumente à ce propos que le cerveau est certes un computer analogique car il raisonne par cartes (maps) et il est le siège d'effets de champ perceptivo-moteurs statiques, cinétiques, dynamiques, excités entre attracteurs multiples, procurant aux diverses données perçues et mues diverses saillances et prégnances globales, mais il est aussi un computer digital parce que :

*« malgré la complexité de leurs activateurs, ses neurones basculent monotonement entre leur potentiel de repos et leur potentiel d'action, 0/1, en ce qu'on pourrait appeler une microdigitalité. Puis, dans un ensemble si cliveur et clivé, les synodies basculent entre elles, comme quand le cerveau d'un chien hésite entre une nourriture et un partenaire sexuel, commutant plusieurs fois d'une synodie à l'autre, en ce qu'on pourrait appeler une macrodigitalité ».*

Cela voudrait dire que le fonctionnement par *mapping* et par mimétisme est subsumé par des fonctionnements digitaux, binaires. Le diagramme fonctionne de la même manière, car il conserve l'ancrage au mimétisme perceptif et développe en même temps une voie vers la généralité. On y reviendra. Dans l'article « Les mathématiques » nous trouvons d'autres convergences très claires avec cela. Je me permets de vous rappeler ce que Van Lier dit sur le trait-points :

*« Le trait-point(s) a l'intérêt pour Homo de conjuguer le plus étroitement l'analogie et la digitalité. Il analogise quand il engendre des mimes de presque toutes les situations concrètes, en des images (on "tire" un portrait), mais aussi en de "bonnes formes" : rectangle, cercle, sinusoïde, courbes de Gauss, courbes en S, etc. Inversement, il digitalise, ou macrodigitalise, c'est-à-dire réalise des désignations par exclusions dans des panoplies et protocoles fermés quand il tranche et suscite les couples haut/bas, droite/gauche, ouvert/fermé, proche/lointain ; mesure, additionne/soustrait, et donc aussi multiplie/divise ; distribue par application les ordinalités autant que la cardinalité ; définit des points plus et moins voisins ; resegmentarise des ensembles en mettant des portions entre des parenthèses ou des accolades » (p. 4).*

On voit bien que le trait-points incarne le parcours virtuel du trait mais aussi la concentration du point, et en même temps il engendre l'analogisation d'un point qui se tire en trait et la digitalisation d'un trait en lignes à travers les points.



Ce concept de dispositif hybride entre l’analogie et la digitalité, entre l’image et l’écriture se rapproche du concept de diagramme défini comme une *icône de relations* par Peirce.

L’icône de relations chez Peirce concerne des relations potentielles qui sont condensées dans une icône, voire dans une forme qui est à la fois perceptivement saisissable et en même temps manipulable parce qu’elle engendre des virtualités, des parcours virtuels, des index purs.

Cela rejoint une interrogation de l’article de Van Lier « Les mathématiques » où l’auteur se demande comment expliquer que « l’index manié exotropiquement [c’est-à-dire l’index inscrit et visuellement saisissable] a des vertus que l’indexation endotropique [c’est-à-dire celle mentale] n’a pas » et il ajoute que :

« *les index-traités-points concrets, là sous les yeux, ont le mérite d’être transversalisés et transposables pour Homo transversalisant et substitutif* ».

C’est la même chose que dit Latour quand il affirme que les mathématiques, pour se développer, ont besoin du passage à travers la vue et le geste — plus précisément « de voir à l’œil et de désigner du doigt » : la création mathématique a besoin de la vision et de l’action.

Si chez Kant le schématisme visait à résoudre la dualité entre *intuition et concept*, chez Peirce l’usage du diagramme vise à résoudre la *dualité entre observation et généralité*. Voici une phrase du sémioticien danois Stjernfeld qui résume bien la conception peircienne de diagramme<sup>4</sup> :

“The relations which make up the diagram are observational and universal at one and the same time, and they constitute the condition of possibility for the diagram to exist as an icon (observationality) with respect to which it is possible to entertain *generally valid experiments* (universality)” (Stjernfeld, 2007).

Le diagramme vise donc à résoudre la *dualité entre le visualisable et le mathématisable*. Le diagramme aurait justement une double détermination : iconique et symbolique, c’est-à-dire *ancrée dans la perception et en même temps généralisable, transposable*.

---

<sup>4</sup> “Prolegomena to an Apology for Pragmaticism”, 1906.

Ce qui est important de remarquer est qu'à partir de Peirce s'est développée l'idée que le diagramme ne concerne pas une représentation visuelle en soi, à savoir quelque chose d'isolable et d'objectif, mais plutôt un type de *procédure du raisonnement*, et donc une manière spécifique de schématiser visuellement la perception et l'expérience pour les rendre *transposables* (et par conséquent utiles et ré-employables à d'autres fins). Ce processus diagrammatique permettrait de reconnaître, dans un phénomène donné, à travers un parcours de purification — comme le dirait Van Lier —, des relations *qui peuvent être utilisées pour en comprendre d'autres*.

Pour être encore plus précis, on pourrait dire que la notion de diagramme pourrait rendre compte du *processus exploratoire de la pensée* qui est rendu possible à travers la *construction, l'observation et la manipulation eidétique d'une visualisation*.

Le raisonnement diagrammatique pourrait se comprendre ainsi comme la manipulation des relations qui composent les parties d'un objet d'investigation, la manipulation du visible permettant ainsi un certain élargissement du concevable. Il s'agit d'une conduite de la pensée qui exploite le côté *opérationnel* de l'iconicité — d'ailleurs on a vu tout cela dans le tableau de René Thom sur les singularités, qu'on peut considérer comme des *concepts visuels* où chaque manipulation visuelle engendre un concept spatial.

La diagrammaticité est définissable enfin comme une *manière de bénéficier des ressources cognitives de la plasticité spatiale*, voire de la manipulabilité et de la déformabilité systématique des visualisations.

Mais venons à présent à nous occuper brièvement du diagramme entendu non seulement comme un concept philosophique mais comme un dispositif opératoire : il ne peut donc pas se confondre avec un schéma, avec quelque chose de fixé et d'illustratif car il est un dispositif qui peut se mettre en acte sur différents matériaux, telles des images photographiques par exemple.

Prenons par exemple un objet représenté en photographie : il pourrait être conçu comme un objet immuable à cause du fait que la photographie pourrait apparaître comme dépourvue de toute capacité de manipulation de l'objet qu'elle représente : elle ne permettrait que l'investigation du paraître d'un objet (et de sa structure interne dans le cas de la photographie infrarouge ou à rayon X) mais ne permettrait que la recherche

sur le seul objet capté (ce qu'on pourrait appeler la visée locale de la science) et non pas sur d'autres objets similaires (ce qu'on pourrait appeler la visée globale de la science).

La photographie est normalement considérée comme vidée de pouvoir prévisionnel ou généralisateur, voire de la capacité de modélisation d'objets et de processus à cause du localisme de sa prise de vue, du contexte de la situation d'enregistrement. Autrement dit : la photographie ne pourrait pas accomplir le rôle très important en science qui est celui de « transporter au loin des éléments du contexte » (Latour, 1993, p. 155) car elle ne saurait pas s'émanciper de sa fixation temporelle. Par contre, la photographie a permis par le passé la modélisation d'objets et de processus qu'on ne pourrait pas visualiser directement ; elle peut ainsi s'inscrire parmi les outils de généralisation et de modélisation. La chronophotographie de Marey par exemple a permis la modélisation des données visuelles du mouvement<sup>5</sup>.

Voici l'*Etude de la marche d'un homme avec une baguette blanche fixée le long de la colonne vertébrale* (Figure 2). La chronophotographie a pu associer la prise locale (c.-à-d. la prise de l'empreinte, ici marquée par le trajet en *continu*) avec la mesurabilité de cette empreinte même (ici dans la trajectoire en *discontinu* formée par la répétition de la baguette en mouvement), mesurabilité qui est déjà un instrument de traductibilité, reproductibilité, transmissibilité. Il s'agit d'une photographie qui garde ensemble les détails locaux de l'empreinte et qui en même temps construit des discontinuités au sein de cette empreinte. Ce sont ces digitalisations du continu de l'empreinte qui permettent à chaque image chronophotographique de *se dépasser elle-même* : en passant par une digitalisation qui engendre une série de rapports spatio-temporels codés, elle peut devenir un *texte d'instructions* pour l'investigation et la comparaison des phénomènes spatio-temporels *autres* que ceux concernant ce mouvement précis ici photographié.

---

<sup>5</sup> Sur la chronophotographie de J. E. Marey en tant qu'instrument analytique voir Didi-Huberman et Mannoni (2004), et pour une relecture sémiotique voir Dondero (2009b).

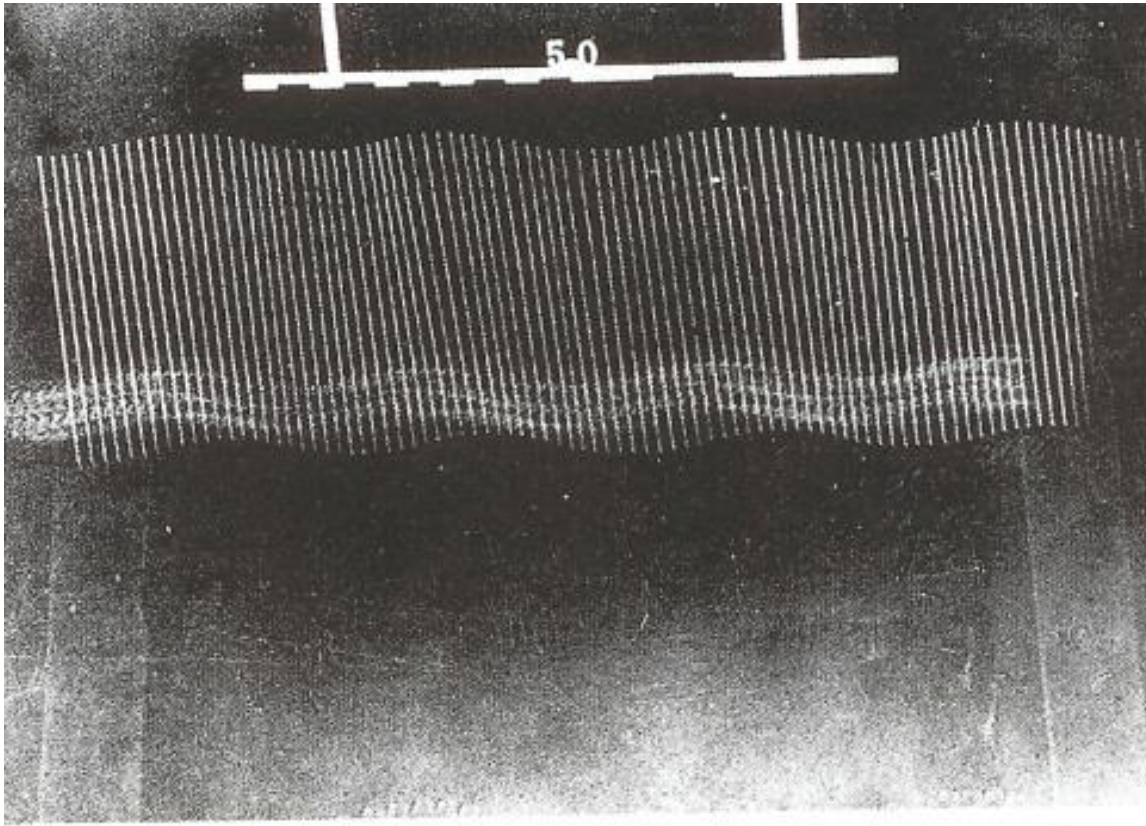


Figure 2

Voici, encore plus explicite, l'image d'un cheval au trot qui a pour titre *Cheval noir portant des signes blancs aux articulations* (Figure 3) : cette chronophotographie est censée capter l'empreinte du mouvement particulier de ce cheval précis (on voit le flou du mouvement en *continu*), mais la partie graphique (visualisée en tant que réseaux de *points* blancs) résultante du mesurage de la relation entre espace parcouru et durée de ce parcours fait d'intervalles, permet un contrôle du mouvement dans la durée qui fonctionne comme une opération d'allographisation de ces mêmes données spatio-temporelles particulières et qui révèle des patterns et des régularités qui rendent compte des *rappports entre espace parcouru et durée*.

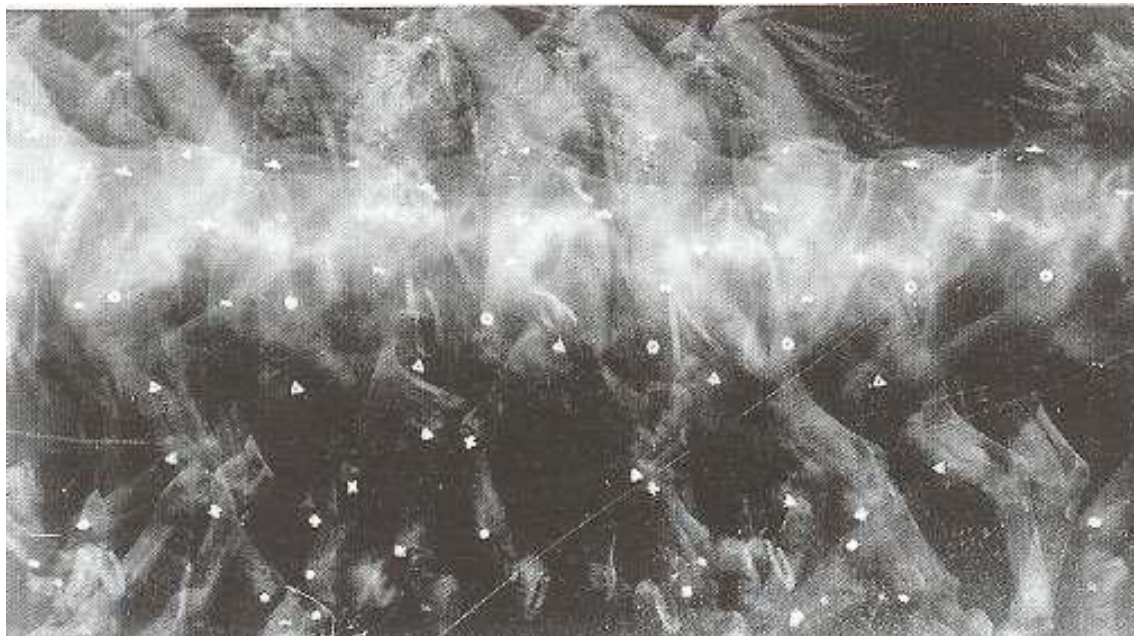


Figure 3

Cela permet de caractériser une image chronophotographique non seulement comme une image de quelque chose, mais comme *un terrain d'opérations sur les données présentes en vue de manipulations ultérieures* qui peuvent être utilisables pour des fins *ultérieures*, non-locales. On voit bien que la partie graphique, qui pourra ensuite être mathématisée, est contenue à l'intérieur de l'image dense, et que l'image représente un interstice entre les deux, une *disjonction inclusive*.

D'une certaine manière on pourrait dire que le diagramme se caractérise ici par des fonctionnements *fenêtrant/fenêtrés* (MONDE 3, chez Van Lier) et qu'on assiste à une transformation entre une image et une écriture à travers la constitution d'un alphabet de mesures et de relations spatio-temporelles qui permet de donner à des traits visuels des valeurs chiffrées parce que *distinctifs* (digitaux).

On voit ici que l'image met en scène exactement ce que Van Lier appelle un déchargement de l'environnement perceptif (littéralement : « des formes résistant aux attractions de leur environnement perceptif ») ; dans ce cas-ci il s'agit du localisme figuratif et indiciel de la photographie. Van Lier parlerait d'une purification synchrone, un processus qui est rapproché de l'exemple canonique de la ligne d'échine des images du paléolithique supérieur qui « est déjà une *ébauche du trait courbe ou droit*, mais

encore *toute vibrante des muscles* qui la poussent » (nous soulignons)<sup>6</sup>. Dans notre image aussi on voit encore les muscles qui poussent le cheval, mais la conversion diagrammatique a déjà pris le pas.

On pourrait décrire ce processus à travers une séquence faite de ces trois actions : segmentation, transversalisation, distanciation. La photo est segmentée et elle construit des relations entre intervalle de temps parcourus qui peuvent servir pour étudier des cas autres que celui-ci, ensuite la distanciation concerne la stabilisation de certaines relations et règles qui peuvent être généralisées par une discipline ou un champ de recherche<sup>7</sup>.

Voyons maintenant un parcours inverse de celui qu'on vient de décrire (Figure 4) : il s'agit non plus de l'allographisation d'une trace photographique, mais de la constitution d'une iconographie visuelle à partir des modèles théoriques physiques et des calculs mathématiques qui en découlent.

Il s'agit de la constitution d'une iconographie possible des trous noirs en sachant que leur existence n'est que le résultat d'un certain nombre d'hypothèses formulées à partir d'autres phénomènes de la topologie cosmologique, également difficiles à expliquer et auxquels il faut trouver une source et/ou une explication. On les appelle justement « a theoretical object » car leur configuration est expliquée principalement à travers la théorie de la relativité générale et par d'autres hypothèses que les équations traduisent et rendent opérationnelles. Voici des diagrammes qui mettent en scène des équations et qui tentent de constituer des formes plausibles, voire justifiables par rapport aux théories de la physique. Il s'agit de dessin où chaque ligne correspond à une règle

---

<sup>6</sup> « Pour que les index soient purs, c'est-à-dire dépouillés de leur charge, il faut refroidir les ardeurs des traits-point(s), n'en garder que les aspects d'indexations comme telles. Pour quoi il y a deux recours. (1) Profiter, dès le niveau sensoriel, du fait que ce sont de "bonnes formes" donnant lieu à de "bonnes formes" (triangle, rectangle, cercle), c'est-à-dire des formes résistant aux attractions de leur environnement perceptif. (2) Profiter, dans les élaborations cérébrales ultérieures, de la neutralisation sensorielle (conceptualisation) dont sont capables les aires cérébrales hominiennes dites associatives, et qui réussissent particulièrement bien leur travail sur des signes vides. Cette purification fut lente dans l'anthropogénie. La ligne d'échine des images du paléolithique supérieur est déjà une ébauche du trait courbe ou droit, mais encore toute vibrante des muscles qui la poussent ».

<sup>7</sup> Nous voyons que la digitalisation de la photographie se fait non par ségrégation ou purification de formes constituées ou isolables, mais à travers l'extraction de règles ou relations diagrammatiques qui peuvent donc se présenter visuellement de manière très diverse. On pourrait dire qu'une *totalité* tel l'objet scientifique doit toujours permettre l'extraction des relations diagrammatiques qui les constituent pour les expérimenter sur d'autres objets. Les opérations diagrammatiques concernent des manières de mettre à l'épreuve et d'expérimenter des relations établies par rapport à un objet 1 pour la modélisation d'un objet 2.

de calcul (Figure 5). Ce qui nous intéresse ici est que ces diagrammes produisent cette image que l'auteur, Jean-Pierre Luminet, appelle « photographie calculée » (Figure 4).

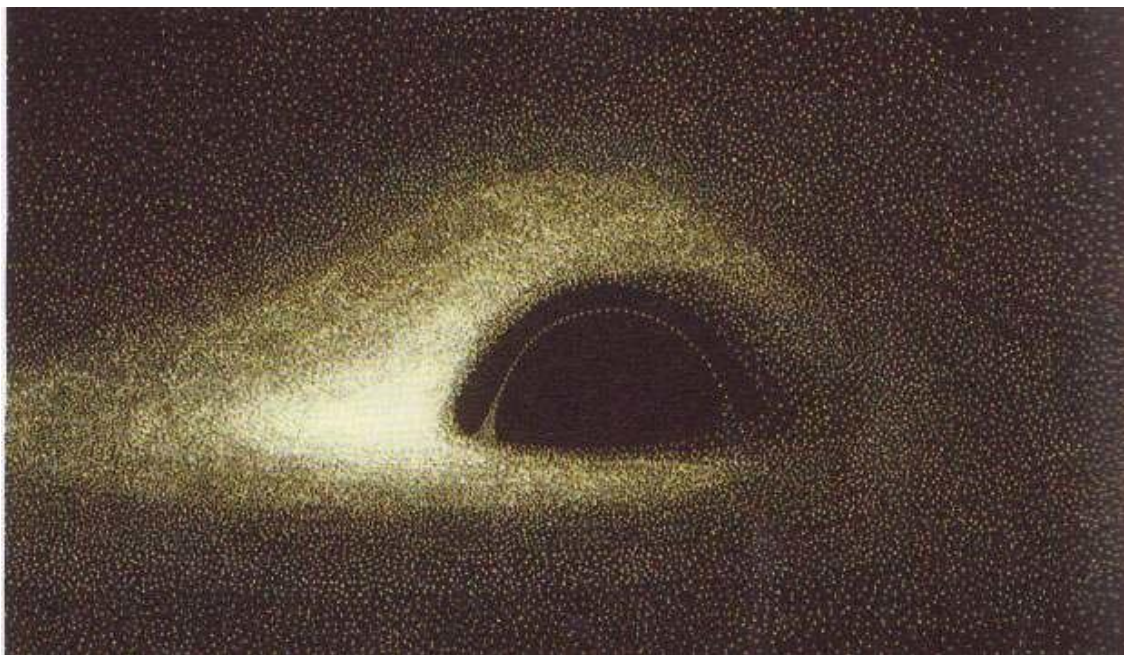


Figure 4

Cette iconographie est donc le résultat final d'une série d'équations qui, à travers leurs dessins mathématiques, ont en quelque sorte l'objectif de *sonder toutes les combinaisons possibles* des valeurs mathématiques et des paramètres pertinents (les paramètres de la distance fictive d'observation, de la luminosité, etc.) qui ont été mis en jeu par les hypothèses. Dans le cas de ces visualisations mathématiques il ne s'agit pas de la représentation de quelque chose, mais de la visualisation de *situations possibles* de la matière, de comment quelque chose *pourrait se configurer*.

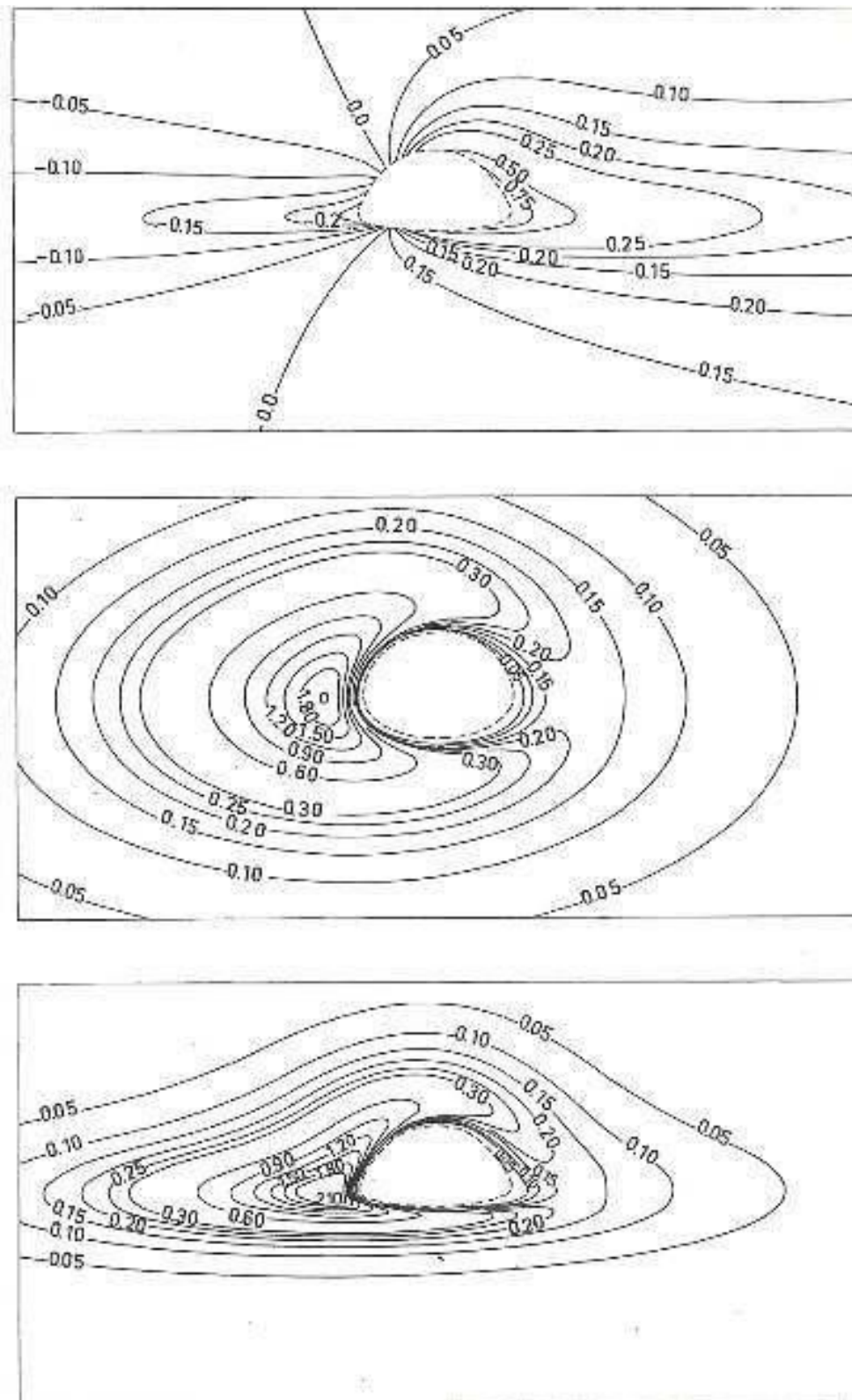


Figure 5



On s'aperçoit que les équations fonctionnent ici comme des instances énonciatives dont les produits cherchent à trouver une médiation entre les valeurs mathématiques et une phénoménologie perceptive. Ces visualisations sont des expérimentations de la formation des trous noirs, voire des *iconisations des possibles*. Le diagramme n'est pas dirigé vers ce qui est disponible, mais vers le « non-encore-pensé ».

La photographie calculée fonctionne ainsi comme une condensation iconique qui, d'une certaine manière, a *rempli* l'espace des virtualités et des *possibles* avec des nuances chromatiques qui paraissent arrêter et stabiliser la prolifération des manipulations et des expérimentations.

On est parti des équations et à travers plusieurs étapes et manipulations on est parvenu à une image calculée (photographie calculée comme l'appelle Luminet) qui est une image des trous noirs logiquement possibles.

C'est évidemment très frappant que Luminet ait pu appeler *photographie calculée* cette image des trous noirs, qui sont des phénomènes simplement possibles, dont évidemment on ne peut capter aucune trace qui puisse les identifier. Alors pourquoi appeler l'image des trous noirs, une photo ? Pourquoi ne pas l'appeler simplement image ou visualisation calculée ?

En fait, en même temps que les possibles constitutions diagrammatiques se pluralisent — c.à.d. que le tracé diagrammatique fonctionne comme une *multiplication identitaire de l'objet de recherche* — apparaît la nécessité de les inscrire à une seule identité. Comme on le sait grâce aux études sur la rhétorique de la science (Bastide 2001), à la fin d'un article scientifique, il faut stabiliser en une icône (dans ce cas, visuelle) l'objet de la recherche. L'iconographie de la photographie calculée est censée devenir le *centre de gravitation identitaire de ces manipulations des possibles* qui puisse provisoirement figer en une identité unique la pluralité des opérations mathématiques. Si le diagramme est une icône qui engendre un mouvement dans son intérieur, puisqu'il est une image *manipulable et opérationnelle*, bref un dispositif de travail, la conception doxastique qu'on a de la photo en tant qu'empreinte qui fige les *possibles fuyants* répond à l'exigence du scientifique de proposer une *identité stable* à ces manipulations de valeurs mathématiques pour la vulgarisation.

On peut donc faire l'hypothèse que cette image est appelée photo pour signifier qu'elle fonctionne comme l'empreinte qui stabilise les multiples visualisations diagrammatiques des différents paramètres qui nous font connaître les fonctionnements de ces objets théoriques. En figeant les séries d'opérations et de manipulations, la photo leur donne une existence institutionnelle que les trous noirs ne pouvaient pas avoir lorsqu'ils étaient encore « opératoires » — et, d'une certaine manière, « fuyants ». La photographie calculée fonctionne rhétoriquement comme figement des possibles, comme un arrêt sur les opérations qui pourraient ultérieurement se développer, bref elle permet l'institutionnalisation et la diffusion d'*un objet* scientifique<sup>8</sup>.

Dans l'article en question l'iconographie finale des trous noirs est définie comme une *photo* parce qu'elle fige cette pluralité possible en un objet, en une totalité, et *calculée* parce qu'elle est justifiée par des calculs mathématiques. Elle est d'une certaine manière une empreinte « nécessaire », qui ne pourrait être que ce qu'elle est. Cela nous amène au cœur de notre réflexion sur la visualisation et la mathématisation : la relation entre la manifestation visuelle, à savoir la pensée qui devient saisissable et donc susceptible d'être expérimentée, et la mathématisation, est assurée par notre corporalité.

Maria Giulia DONDERO

07 Mai 2010

---

<sup>8</sup> Le remplissage de l'espace « vide » des diagrammes, espace opératif, par des nuances chromatiques ne fait qu'ancrer ses opérations constitutives en une icône qui fait la moyenne des opérations accomplies et visualise une pluralité de trous noirs — cette pluralité de l'objet représenté par cette image-modèle est d'ailleurs signifiée par le pointillé et le dégradé qui « multiplient » les contours du gouffre.