

LE TROISIÈME LABYRINTHE: DYNAMIQUE DES FORMES ET ARCHITECTONIQUE DISJONCTIVE

par

Jean PETITOT, EHESS, Paris

petitot@poly.polytechnique.fr

INTRODUCTION

1. Actualité de l'architectonique disjonctive

Lorsque j'ai proposé au Centre de Cerisy d'organiser un "Colloque Leibniz" en hommage à l'œuvre d'André Robinet, c'était en grande partie parce que l'*Architectonique Disjonctive* (AD) était pour moi une œuvre maîtresse qui, en mettant en lumière l'un des principaux problèmes systématiques hantant l'œuvre du philosophe de Hanovre, lui conférait une remarquable actualité.¹

J'aimerais donc expliquer ici pourquoi cette somme, à ma connaissance sans équivalent, sur les "automates systémiques" et "l'idéalité transcendantale" chez Leibniz se révèle être si étonnamment affine avec un certain nombre de percées scientifiques contemporaines.

2. Sens de cette actualité

Dans quel sens faut-il entendre ici l'actualité de Leibniz? Plusieurs de ses innovations scientifiques majeures sont évidemment d'actualité au sens où elles ont été confirmées par l'évolution des sciences et où ces progrès permettent d'en évaluer en retour, par récurrence historique, l'aspect visionnaire: le calcul infinitésimal et l'analyse non standard, le point de vue variationnel "finaliste" sur la dynamique qui entraînera plus tard le rôle central des lagrangiens, de l'action et des équations d'Euler-Lagrange dans toutes les théories physiques modernes, le calcul des probabilités, la combinatoire, les logiques modales et les mondes possibles, etc. De très nombreux ouvrages sont disponibles sur ces thèmes.

¹ C'était même pour discuter dans ce contexte du sens des reprises leibniziennes de l'hylémorphisme aristotélicien et des formes substantielles que j'avais auparavant proposé à Bruno Pinchard d'organiser un séminaire, séminaire d'où est issu son dialogue avec René Thom sur la sémio-physique.

L'actualité dont je parle est d'un autre ordre. Elle concerne un problème encore très largement ouvert, celui du polymorphisme du statut du concept de *f o r m e*. Ce statut est à la fois mathématique, physique, perceptif, logico-sémantique, linguistique, métaphysique et, à cause de cette multimodalité épistémologique et ontologique qui le rend très controversé, engage tout un ensemble de conflits, active tout un ensemble d'antinomies systématiquement hiérarchisées et constituant une AD dans la pensée scientifique contemporaine. Comme le continu et la liberté, la forme est elle aussi un labyrinthe.

Mon hypothèse est que l'AD de la pensée scientifique contemporaine concernant le problème de la forme est l'héritière, évidemment au niveau de la problématique et non pas des réponses techniques, de l'AD leibnizienne. L'AD leibnizienne confère son sens philosophique à l'AD morphologique contemporaine et, en retour, cette dernière y apporte des réponses techniques. L'innovation scientifique contemporaine quant à la question de la forme est engagée dans une traditionalité philosophique de la question, et cette traditionalité est au mieux formulée par l'AD leibnizienne telle que l'a reconstruite André Robinet.

Dans une telle perspective, il me semble que l'on échappe à tout risque de confusion entre différentes périodisations historiques et que l'on évite les écueils bien connus de l'histoire récurrente. Il existe une pensée de la science morphologique, dans les deux sens objectif/subjectif du génitif:

- la science pense désormais scientifiquement la forme dans une remarquable fidélité à l'AD mais sans la thématiser pour autant philosophiquement;
- l'AD permet en retour de penser, de réfléchir philosophiquement avec une remarquable rigueur, la façon dont la science pense scientifiquement la forme.

3. Le problème de la forme

Ce n'est pas le lieu ici de reprendre l'histoire scientifique et philosophique du problème de la forme. Je me permets toutefois de rappeler très brièvement les repères suivants.

D'abord l'élaboration récente (depuis un peu plus d'une vingtaine d'années) de théories mathématiques et physicalistes des formes a constitué une véritable révolution scientifique, un *f a c t u m r a t i o n i s* incontournable. Je renvoie ici à deux classes de théories:

- D'une part les théories morphodynamiques de l'auto-organisation et de la régulation des systèmes physiques complexes, théories qui expliquent comment des formes — c'est-à-dire des structures morphologiques qualitatives et macroscopiques — peuvent é m e r g e r d'une physique microscopique d'unités élémentaires à travers des interactions collectives (coopération/compétition) mésoscopiques (d'échelle moyenne): tel est le cas de la théorie des catastrophes, de la théorie des phénomènes critiques et des

structures dissipatives dans les années 70, de la théorie des états critiques auto-organisés dans les années 80.²

- L'autre classe de théories concerne les théories perceptives et cognitives et les modèles neuronaux de la construction mentale des formes à partir d'informations sensorielles.

Ces théories mathématiques et physicalistes ont soulevé et soulèvent encore de très nombreux débats. Il suffit par exemple de rappeler le débat autour de la théorie des catastrophes. A son tour, tel un Leibniz contemporain, Thom a été conduit, à la pointe même de son innovation scientifique, à réhabiliter l'hylémorphisme et les entéléchies aristotéliennes "si décriées", ce qui lui a valu bien sûr de vives critiques de la part des communautés scientifiques physiques et biologiques (post-galiléennes et donc anti-aristotéliennes).

Il suffit également de penser au fait que les modèles cognitifs-neuronaux de la perception s'inscrivent dans le cadre d'une naturalisation des descriptions eidétiques phénoménologiques des vécus de perception et qu'une telle naturalisation soulève des problèmes philosophiques extrêmement délicats.

C'est pour de telles raisons qu'il est justifié de reconstruire les moments critiques de la généalogie philosophique du problème de la forme. Des affirmations comme celles de Leibniz dans sa lettre du 2 février 1706 à des Bosses:

«Si l'on pose la plénitude des choses (comme font les cartésiens) et l'uniformité de la matière et si l'on ajoute seulement le mouvement, on obtient toujours une succession de choses équivalentes(...) Ainsi, nul ne peut distinguer l'état d'un moment de l'état de l'autre, pas même un ange... Et donc, on ne pourrait trouver aucune variété dans les phénomènes. Partant, outre la figure, la grandeur et le mouvement, il faut admettre des formes au moyen desquelles la différence des apparences surgisse dans la matière, formes qu'on ne peut intelligiblement chercher, me semble-t-il, qu'à partir des entéléchies.»

formulent un problème théorique central, toujours d'une brûlante actualité.

Pour ma part, je me suis surtout arrêté à cinq moments critiques de l'histoire du concept de forme ³:

² Pour une introduction à ces questions, cf. entre autres Thom, R., *Stabilité structurelle et Morphogenèse*, New York, Benjamin, Paris, Ediscience, 1972; *Modèles mathématiques de la Morphogenèse* (2ème ed.), Paris, Christian Bourgois, 1980; *Esquisse d'une Sémiophysique*, Paris, InterEditions, 1988; Zeeman, C., *Catastrophe Theory*, Massachusetts, Addison-Wesley, 1977; Petitot, J., *Physique du Sens*, Paris, Editions du CNRS, 1992; *Logos et Théorie des Catastrophes* (Colloque de Cerisy à partir de l'œuvre de René Thom), Genève, Editions Patiño, 1989.

³ Je me permets de citer ici quelques uns de ces travaux: *Morphogenèse du Sens*, Paris, Presses Universitaires de France, 1985; "Structuralisme et Phénoménologie", *Logos et Théorie des Catastrophes*, op. cit., 345-376; "Forme", *Encyclopædia Universalis*, XI, 712-728, Paris, 1989; *La Philosophie transcendantale et le Problème de l'Objectivité*, Paris, Editions Osiris, 1991; "Matière–

- (i) la théorie kantienne de la forme: *Critique de la Faculté de Juger téléologique et Opus postumum*;
- (ii) la Naturphilosophie et le vitalisme biologique du siècle dernier;
- (iii) la reprise par Peirce de l'hylémorphisme et des entéléchies pour expliquer la complexification évolutive des formes naturelles;
- (iv) la phénoménologie husserlienne et la Gestaltheorie;
- (v) la phénoménologie merleau-pontienne et ses liens avec la philosophie de la Nature dans ses derniers cours au Collège de France.

Ils m'ont permis de mesurer toute l'intrication du problème, tout son polymorphisme ontologique et épistémologique. Oui, avec le continu et la liberté, la forme constitue bien un troisième labyrinthe.

I. RAPPELS SUR L'ARCHITECTONIQUE DISJONCTIVE D¹/D²

Rappelons maintenant les quelques points de l'AD qui nous serviront de points de référence.

D'abord le problème central de l'architectonique:

«Qu'est-ce qui peut faire que les corps sont réels, indépendamment de la congruence?» (p. 343).⁴

Car

«les corps ne sont que des apparences bien fondées si rien d'autre de réel ne leur confère une existence métaphysique» (p. 343).

Forme–Sens : un problème transcendantal”, *Les Figures de la Forme*, (J. Gayon, J.J. Wunenburger eds), Paris, L'Harmattan, 1992, 27-47; *Physique du Sens*, op. cit.; “Topologie phénoménale. Sur l'actualité scientifique de la *phusis* phénoménologique de Maurice Merleau-Ponty”, *Merleau-Ponty. Le philosophe et son langage*, (F. Heidsieck ed.), Cahiers Recherches sur la philosophie et le langage, 15, 291-322, Paris, Vrin, 1993; “Phénoménologie naturalisée et Morphodynamique”, *Philosophie et sciences cognitives*, (J.-M. Salanskis éd.), *Intellectica*, 17, 79-126, 1993; “La sémiophysique : de la physique qualitative aux sciences cognitives”, *Passion des Formes, à René Thom* (M. Porte éd.), 499-545, E.N.S. Editions Fontenay-Saint Cloud, 1994; “Phénoménologie computationnelle et objectivité morphologique”, *La connaissance philosophique. Essais sur l'œuvre de Gilles-Gaston Granger*, (J. Proust, E. Schwartz eds.), 213-248, Paris, PUF, 1994; “Morphodynamics and Attractor Syntax. Dynamical and morphological models for constituency in visual perception and cognitive grammar”, *Mind as Motion*, (T. van Gelder, R. Port eds.), Cambridge, MIT Press, 1995.

⁴ Les références à Robinet, A., *Architectonique disjonctive, Automates systémiques et Idéauté transcendantale dans l'œuvre de G. W. Leibniz*, Paris, Vrin, 1986, seront faites dans le texte.

D'où la disjonction majeure D^1/D^2 opposant le vecteur "phénoméno-congruentiel" D^1 au vecteur "ultra-phénoménal" et "supra-congruentiel" D^2 .

D¹ : Les corps sont composés de substances simples (d'atomes métaphysiques singuliers et individuels) mais ne sont pas des substances en tant que composés. Ils n'existent que comme phénomènes congruents "bien fondés" et "véritables". Ils sont des substantiata, des agrégats sans unité, sans principe d'individuation propre. Leur unité n'est que nominale. Ils sont des assemblages spatio-temporels découpés par le langage et la perception dans la réalité. D^1 phénoménalise les corps et renvoie leur individuation à l'esprit, l'apparence étant fondée dans le sujet. Ils sont phénomènes congruents

«pour une substance singulière et par l'expression» (p. 243).

L'unité des phénomènes est mentale-idéale. Le corps est "donation d'image", apparaître, manifestation. Il est fondé dans des substances réelles «aux deux extrémités du concept»: côté objet

«par l'objectivité qu'il reçoit de l'action substantielle dont se tire la donation de l'image»

et côté sujet

«par la subjectivité de la pensée donatrice, elle aussi sujet actif» (p. 360).

Le sujet percevant est une monade se représentant le monde externe. C'est l'unité dans laquelle

«tout ce qui est perçu apparaît à titre phénoménal» (p. 362).

«Le perçu qu'il individue n'est relié à la réalité perçue que phénoménalement à travers l'imaginaire bien fondé» (p. 361).

D² : Il existe des substances composées différentes des agrégats de substances simples nominalement composées. Autrement dit, les corps possèdent un "répondant ontologique perse" qui les fonde comme substances union d'une forme et d'une matière première. Il faut donc, en plus de la trilogie grandeur-figure-mouvement, des "automates systémiques" comme les formes substantielles (FS), les monades (Mo) ou le vinculum substantiale (VS).

La question est par conséquent de savoir si l'individuation des corps doit être interprétée physiquement et phénoménologiquement, la source des forces motrices physiques étant renvoyée aux substances simples (et donc à la métaphysique),

«ou si ces sources peuvent être interprétées en fonction de concepts déjà connus de la corporéité actuante, les formes substantielles et autres entéléchies» (p. 225).

II. L'ACTUALITÉ DE D¹

1. La version psychologique-physicaliste du vecteur phénoméno-congruentiel D¹

On peut dire que la science moderne a massivement choisi D¹, avec toutefois deux différences fondamentales liées au fait que la métaphysique de la substance n'a plus droit de cité dans la positivité moderne.

(i) Les forces primitives internes à la matière dont découlent les forces dérivatives mécaniques sont elles aussi pensées en termes physiques au-delà d'une simple mécanique (atomes, molécules, interactions moléculaires). On pose que l'interaction des composants de la matière seconde épuise la réalité physique objective.

(ii) La monade du sujet percevant est pensée psychologiquement. C'est à son opération que revient "l'harmonie du perçu" (p. 24) et l'union par la congruence des phénomènes (p. 28). Mais il ne s'agit plus d'une métaphysique du mental, il s'agit d'une physique neuronale.

La thèse fondamentale reste toutefois bien analogue à celle de D¹. Elle est qu'il n'existe pas de répondant ontologique *per se* fondant l'individuation des corps macroscopiques composés. Ces unités sont nominales, découpées d'abord par la perception puis par le langage dans une réalité objectivement atomiste.

Comment penser dans ce contexte la construction perceptive des formes à partir du divers de la hylè sensorielle? Comment penser leur phénomène et le fondement objectif de leur apparence?

On postule d'abord une corrélation nomologique entre le stimulus proximal (sensoriel, rétinien par exemple) et l'objet distal. Le fait qu'il soit impossible pour le sujet percevant de sortir de sa clôture monadique (solipsiste) s'exprime en disant que le système perceptif traite de l'information. L'esprit est computationnel, symbolique et inférentiel. Comme y ont beaucoup insisté Jerry Fodor et Zenon Pylyshyn dans leur critique de "l'écologisme perceptif" de James Gibson,⁵ il est impossible que la perception puisse extraire de l'environnement externe des invariants morphologiques macroscopiques possédant en tant que tels un contenu objectif. Certes les informations reçues par les transducteurs périphériques sont nomologiquement corrélées avec les

⁵ Fodor, J., Pylyshyn, Z., "How direct is visual perception? Some reflections on Gibson's "ecological approach"", *Cognition*, 9, 139-196, 1981; Gibson, J.J., *The Ecological Approach to Visual Perception*, Boston, Houghton-Mifflin, 1979.

structures de l’objectivité externe. Mais elles ne sont informatives qu’à travers des constructions mentales (représentations et inférences): “*X* contient de l’information sur *Y*” est une relation sémantique dépendant de la façon dont *X* est représenté, e x p r i m é , par le système cognitif, comme une prémisse d’inférences de *X* vers *Y*. Bref, il est impossible que les signaux proximaux possèdent un contenu ontologique. Ils sont “bien fondés”, “véritables”, mais purement phénoménaux.

2. Du signal à la forme: intervention de D^0

Comment un signal proximal peut-il alors devenir une forme? Dans un signal, l’information est discrétisée (par exemple pixélisée). Les éléments (pixels) y deviennent indépendants et, qui plus est, bruités. Leur cohérence n’existe que parce qu’il y a c o n g r u e n c e p h é n o m é n a l e .

Mais comment cette congruence permet-elle à un apparaître phénoménal morphologique de se constituer? Ce problème est l’un des plus centraux de la vision, qu’elle soit naturelle ou computationnelle.

Le principe de sa solution est le suivant. Il tient dans les deux processus que Husserl avait, à la suite de Brentano et Stumpf, déjà placé au fondement de la perception des formes dans la première partie de la troisième Recherche Logique: ceux, complémentaires, de *Verschmelzung* et de *Sonderung*. La *Verschmelzung* est un processus de f u s i o n n e m e n t l o c a l du signal. Quand bien même discrétisés (par exemple par les photorécepteurs rétiniens), les éléments du signal sont spatialement distribués et cet o r d r e s p a t i a l topographique — dit “réтинотопique” — est préservé jusqu’au cortex visuel primaire (aire VI). Le fusionnement local consiste à homogénéiser autant que faire se peut les domaines d’extension où le signal ne varie pas trop, le “pas trop” étant défini par une certaine échelle. Ce processus d’homogénéisation locale est complémentaire d’un processus de *Sonderung* — i.e. de s e g m e n t a t i o n — qui crée des d i s c o n t i n u i t é s q u a l i t a t i v e s délimitant et séparant des domaines homogènes.

Homogénéisation locale et segmentation font émerger la forme hors du signal. Le fait qu’une forme soit un ensemble de discontinuités qualitatives sur un substrat extensif continu est une loi synthétique a p r i o r i de la perception. C’est par exemple l’a priori utilisé dans des modèles de segmentation comme celui proposé par la médaille Fields de géométrie algébrique David Mumford.⁶ On retrouve donc la thèse leibnizienne que la forme comme figure s’égale aux discontinuités observées dans le “substrat” qu’est la matière-étendue (cf. p. 129).

⁶ Mumford, D., Shah, J., “Boundary Detection by Minimizing Functionals”, *Proceedings IEEE Computer Vision and Pattern Recognition Conference*, Ann Arbor, Michigan, 1988.

L'un des plus importants progrès de ces dernières années en vision a été de montrer qu'il existe des algorithmes neuralemement implémentables de type physique qui réalisent cette genèse des formes. L'idée de base est, dit très intuitivement, la suivante: le fusionnement correspond à un lissage, mais à une certaine échelle. Pour tenir compte de différentes échelles, il faut donc considérer un lissage multi-échelle (i.e. dépendant d'un paramètre continu d'échelle).

Le plus simple des lissages est le lissage gaussien défini par convolution (filtrage) du signal par une famille de gaussiennes. Mais la gaussienne étant le noyau de l'équation aux dérivées partielles de diffusion qu'est l'équation de la chaleur, le lissage gaussien revient à faire du signal $I(x,y)$ une condition initiale de l'équation de la chaleur $\partial_s I_s(x,y) = \Delta I_s(x,y)$.

La diffusion dans un espace-échelle se révèle ainsi être la façon la plus simple d'implémenter physiquement l'a priori du fusionnement. Mais il faut aussi s e g m e n t e r . Comment? Pour cela il faut inhiber la diffusion le long des bords. Cela conduit à des équations de diffusion non linéaires anisotropes qui possèdent d'excellentes propriétés de segmentation. Elles ont été étudiées ces dernières années par de nombreux auteurs et, en particulier, par Jean-Michel Morel et la récente médaille Fields Pierre-Louis Lions.⁷

L'un des aspects les plus importants de ces travaux est de montrer comment des processus perceptifs physiques peuvent u n i f i e r d e s a g r é g a t s et, dualement, effectuer de la constituance automatique (de la méréologie: décomposer un tout en parties), autrement dit, construire mathématiquement u n s c h é m a t i s m e d e l a c o m p o s i t i o n .

3. Développements

Sur cette base de la constitution de formes à partir de signaux bruités, de nombreux développements sont possibles. Citons en trois.

(i) D'abord le concept de géométrie différentielle multi-échelle. Les signaux ne sont pas en tant que tels des objets géométriques et pour pouvoir leur appliquer les outils

⁷ Cf. entres autres Witkin, A., 1983. "Scale-Space Filtering", *Proc. Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence* : 1019-1021, Karlsruhe, 1983; Alvarez, L., Lions, P.L., Morel, J.M., "Image selective smoothing and edge detection by non linear diffusion, *SIAM J. Numer. Anal.*, 29 : 845-866, 1992; Petitot, J., "La sémiophysique : de la physique qualitative aux sciences cognitives", *Passion des Formes*, à René Thom, op. cit.; "Algorithmes perceptifs et modèles cognitifs", *Science et Défense 94* (Bicentenaire de l'Ecole Polytechnique), Paris, Dunod, 1994.

formels de la géométrie différentielle, il faut au préalable les formater géométriquement. C'est ce que permet le point de vue multi-échelle.⁸

(ii) Ensuite le saut dimensionnel du 2D au 3D.⁹ Pour cela, il faut interpréter certaines discontinuités qualitatives 2D comme des contours apparents d'objets 3D et comprendre le lien qui existe entre un objet et la famille de ses contours apparents.¹⁰ La théorie des singularités est l'outil principal car les contours apparents sont des singularités de projection. Ce problème se divise en deux:

- classifier les singularités génériques de contours apparents: ce problème a été résolu à la fin des années 70 par Thom et Arnold;
- comprendre comment les différents types qualitatifs de contours apparents catégorisent l'espace des points de vue. C'est le problème dit des graphes d'aspects.

(iii) Enfin la catégorisation des formes, qui fait "monter" du niveau géométrique-morphologique vers le niveau conceptuel-sémantique.

Tous ces problèmes sont extrêmement techniques sur le plan de la modélisation et ne peuvent être abordés ici.

4. Actualité de D^0

J'aimerais en revanche insister sur l'intervention cruciale de la perspective D^0 dans ces modèles. C'est un formatage géométrique du signal (i.e. du divers pur de la sensation) qui engendre la forme par fusion et segmentation. Le format de la fusion est celui du continu. Le format de la segmentation est celui du discontinu. C'est donc l'action de l'a priori du continu/discontinu sur le signal qui se trouve à l'origine de tout apparaître morphologique, et donc de toute donation phénoménale. Le continu/discontinu est la forme des formes.

La réduction phénoméno-congruentielle des formes à la géométrie repose ainsi sur l'idéalité transcendante du continu et sur sa garantie dans le sens interne. Il s'agit là de la version moderne de la thèse que dans D^1

«l'agrégation est assurée par le langage abstrait des idéalités transcendantales.» (p. 354).

Ramené à des algorithmes d'essence géométrique, «le champ phénoménal du perçu» (p. 258) se trouve ramené à l'imaginaire mathématique et à son savoir

⁸ Cf. par exemple Petitot, J., "La sémiophysique : de la physique qualitative aux sciences cognitives", op. cit.

⁹ D=Dimension.

¹⁰ Cf. par exemple Petitot, J., "Le Physique, le Morphologique, le Symbolique. Remarques sur la Vision", *Revue de Synthèse*, 1-2, 139-183, 1990; "La sémiophysique : de la physique qualitative aux sciences cognitives", op. cit.

symbolique. Il ne s'agit plus ici de l'aspect de D^0 concernant l'application du calcul infinitésimal aux forces dynamiques et mécaniques, mais de l'aspect concernant la phénoménalité même du perçu. Il s'agit d'un schématisme géométrique (topologique) de l'imaginaire sensible. On ramène l'aspect phénoménal du concept de forme à cette idée que toute forme est une brisure de l'homogénéité d'un substrat, une rupture de symétrie. Toute forme se voit ainsi ramenée à un ordre spatial, à un ordre relationnel cohérent de coexistence (un "ordo coexistendi") de position et de situation dont la cohérence imaginaire fondée dans le sens interne exprime l'harmonie des phénomènes tels qu'ils sont immédiatement données.

On voit se confirmer ici le fait que, dans D^0 , l'on met entre parenthèses la métaphysique de la réalité substantiellement fondée (p. 315). L'imaginaire mathématique du continu est adapté au champ phénoménal et son opérativité s'oppose à toute métaphysique substantielle. La physique objective externe et la métaphysique du mental (les deux fondements interne des phénomènes) se trouvent mises entre parenthèses au profit de processus de traitement d'information qui formatent morphologiquement les signaux.

Mais l'idéalité transcendantale du continu et du discontinu ne suffit pas.

«Les idéalités transcendantales sont les cadres organisationnels du possible comme de l'actuel, elles relèvent de l'abstrait, des fondements de la pensée symbolique dans l'imaginaire du sens interne» (p. 335).

Il faut renvoyer

«le champ transcendantal des idéalités ordonnatrices» (p. 331)

à des réalités fondatrices.

Cela nous engage dans D^2 . Or, il existe aussi une actualité de D^2 . Elle est moins évidente que pour D^1 car D^2 repose sur le concept de substance composée et, comme je l'ai dit, le concept de substance n'a plus droit de cité dans la science moderne. Mais les théories dont je vais parler se proposent bien de dévoiler un "répondant ontologique persé" des formes-phénomènes. La différence est que cette ontologie reste une ontologie physique.

III. L'ACTUALITÉ DE D^2

D^2 fait retour dans les théories contemporaines de la forme traitant de l'organisation et des structures qualitatives émergentes dans les systèmes physiques complexes. Il s'agit typiquement d'automates systémiques.

1. Internalisation des dynamiques et bifurcations morphogènes

Reprenons le redoublement disjonctif subordonnant une disjonction mineure d^1/d^2 au terme D^2 de la disjonction majeure (p. 30). Dans l'AD leibnizienne, la disjonction mineure concerne la question de savoir si le lien garantissant l'unité et l'individuation des composés est modal-accidentel (d^1) ou lui-même substantiel (d^2).

C'est à une sorte de version "physicaliste" de d^2 que nous convient les théories contemporaines de la forme. Elles développent en effet une physique de la composition. Leur problème central est de comprendre comment une physique interne des substrats matériels peut engendrer un apparaître phénoménal, une donation de forme. Comment la physique interne peut-elle donc être dotée d'une expression phénoménale?

L'idée fondamentale est la suivante. On la doit à René Thom.¹¹ On se focalise sur le substrat matériel de la forme. Il possède une certaine extension, un domaine d'étendue W et il est décrit localement par une physique locale en chaque point w de W . Cette physique ne se manifeste pas en tant que telle. L'échelle où elle peut être correctement décrite est trop fine. Elle est "microscopique". Mais elle se manifeste macroscopiquement par des observables, en particulier par des qualités sensibles "secondes".

Le régime local X_w définit donc la structure locale du substrat. L'idée est alors qu'il dépend du point w de W et du temps t considérés. Il y a donc un changement complet du statut de l'espace et du temps. Le mouvement local se situe à une échelle inobservable. Mais la façon dont X_w dépend de W se situe quant à elle à une échelle macroscopique. Du coup, la dynamique X_w s'internalise. Elle devient la dynamique interne du substrat au point considéré et la localisation w devient un paramètre qui la paramétrise au moyen de l'extension phénoménale du substrat. L'extension phénoménale n'est donc plus celle où s'accomplit le mouvement local mais celle qui paramétrise les variations du type qualitatif du mouvement local. Il en va de même du temps.

Ainsi, par changement d'échelle, le continu réapparaît comme forme de la manifestation. Mais pour unifier cette fois des physiques locales en interaction réelle. D'où une physique de la composition. Tant que la physique interne locale X_w varie continûment avec w , il y a homogénéité phénoménologique. En revanche, lorsque, à la traversée d'un point critique w , la physique interne locale X_w change catastrophiquement — bifurque — cet événement engendre une hétérogénéité phénoménale. Le lieu des w critiques — l'ensemble de bifurcation — est un ensemble de discontinuités qualitatives qui définit la forme du substrat et explique physiquement

¹¹ Thom, R., *Stabilité structurelle et Morphogénèse*, op. cit.; *Modèles mathématiques de la Morphogénèse* (2ème ed.), op. cit.; *Esquisse d'une Sémiophysique*, op. cit. Cf. aussi Petitot, J., *Morphogénèse du Sens*, op. cit, 1985; *Physique du Sens*, op. cit.

(causalement), en termes de couplage des dynamiques internes du substrat, l'émergence de la complémentarité continu/discontinu, fusionnement/segmentation, *Verschmelzung / Sonderung*.

Nous rencontrons là une fort belle application de la thèse leibnizienne que les formes n'appartiennent pas au «détail de la physique» (p. 59). L'individuation des formes s'explique par la façon dont les discontinuités qualitatives qui les formatent (D^0) expriment la stabilité et l'instabilité des dynamiques internes engendrées par les interactions locales. Mais la nature exacte de ces interactions importe assez peu. La famille des dynamiques, le champ spatio-temporellement paramétré des dynamiques internes, constitue l'ensemble du substrat et c'est cette intériorité qui se trouve enfin dotée d'expression phénoménale.

Il y a donc bien, comme dans D^2 , rupture entre phénomène et substance, mais celle-ci ne passe plus entre physique et métaphysique. Elle passe entre deux physiques, l'une quantitative, microscopique, locale et interne, l'autre qualitative, macroscopique, globale et externe.

2. Actualité de D^0 (bis)

On aura remarqué de nouveau une forte présence de D^0 . Ce n'est plus, comme pour D^1 , le divers pur des éléments (pixels) du signal qui se trouve soumis à la forme des formes, au formatage, qu'est le continu. C'est la famille paramétrée des dynamiques internes régissant la physique locale du substrat et ses variations. Encore une fois, le continu prend la place de la substance (opération caractéristique de D^0). C'est encore lui qui unifie en dernière instance. Mais, au lieu d'être traité comme un simple liant mental, il est cette fois considéré comme exprimant les interactions locales entre les processus physiques locaux. C'est donc à un double niveau qu'intervient le mathématique dans ces modèles:

- (i) Au niveau des dynamiques internes, l'on retrouve le statut classique de la physique mathématique: espaces de configurations ou espaces de phases, systèmes d'équations différentielles, attracteurs (états asymptotiques). Mais ce mouvement local ne possède pas à proprement parler d'extension spatiale à l'échelle d'observation considérée. Il est "ponctuel".
- (ii) Au niveau de l'apparaître phénoménal, c'est l'extension, l'occupation spatiale, des qualités qui prime, le continu sous-jacent fonctionnant comme une matière première. D'où le principe du *primat ontologique* du continu.

3. Déploiements et entéléchies

Même si nous rencontrons dans les modèles morphodynamiques une version "physicalisée" de D^2 où D^0 vient se substituer à la métaphysique de la substance, il n'en

demeure pas moins que ces modèles reposent sur un *automate systémique* de type *entéléchique*.

(1) D'abord, de façon générale, c'est l'intériorité du substrat qui se trouve dotée d'expression phénoménale, même si cette intériorité est pensée de façon physique et non plus substantielle. Ensuite, de façon beaucoup plus technique, il existe dans ces modèles un *principe dynamique générateur des discontinuités qualitatives* et donc des morphologies. C'est celui du *déploiement des singularités*. Thom a souvent insisté sur le fait qu'il s'agissait pour lui d'un principe morphogène fondamental, possédant une portée métaphysique universelle et fournissant, selon lui, le premier principe de passage du local au global alternatif au principe du prolongement analytique qui domine toute la physique. Ce principe morphogène, qui se trouve au cœur de l'analyse des concepts de stabilité et d'instabilité structurelles, dit intuitivement la chose suivante. Toute dynamique interne instable est instable parce que possédant des singularités (non génériques). Chaque singularité S porte avec elle ce que l'on appelle un *déploiement universel* qui est un objet géométrique W_S classifiant (paramétrisant) toutes les possibilités que la singularité instable a de se stabiliser. Dans W_S , il existe un ensemble de bifurcation K_S constitué des valeurs des paramètres pour lesquelles la singularité n'est stabilisée que partiellement. Les K_S sont des modèles morphologiques locaux universels.

(2) Pour le *déploiement universel* W_S , la singularité S (que Thom appelle le "centre organisateur") est une *puissance dynamique*. Et la tendance au *déploiement*, i.e. à la stabilisation, est une *force*. Lorsqu'une singularité de dynamique interne de type S se déploie dans un substrat concret, il existe donc une *entéléchie* qui se déploie, puisque l'entéléchie est "le principe d'actualité" des formes (p. 64). Une instabilité se déploie spontanément, passe en se déployant de la puissance à l'acte et engendre des discontinuités qualitatives (*déploiement morphogène*) dans une *matéria prima* continue.

(3) Qui plus est, ce principe entéléchique est d'inspiration "biologique", même s'il s'applique à tous les substrats. En ce sens, comme l'entéléchie leibnizienne, il unifie les formes du vivant et les forces mécaniques (p. 66). On sait en effet que chez Thom il a pour vocation essentielle de procurer un statut physico-mathématique intelligible aux concepts waddingtoniens de champ morphogénétique et de chréode, concepts eux-mêmes issus de la reprise du concept d'entéléchie par des embryologistes comme Driesch. Il permet d'unifier une mécanique des forces et une dynamique des formes.

Cette théorie dynamique de la morphogenèse s'enrichit d'une théorie dynamique de la *régulation* et de l'*individuation* des formes. Dans ce contexte,

l'hyliémorphisme fait retour à travers la substantialisation du continu qui se met à fonctionner comme substrat indifférencié, comme une *materia prima* sur laquelle des formes peuvent venir s'inscrire dynamiquement.

4. La montée vers la sémio-physique et la physique du sens

Il faut ajouter à tous ces travaux ceux concernant les liens entre les structures morphologiques qualitatives du monde apparaissant et les structures du langage. La sémantique du langage naturel ne concerne que l'expression phénoménale et l'information morphologique. Elle met entre parenthèses le détail de la physique interne. Le monde apparaissant qualitativement organisé, est aussi le monde perçu et linguistiquement décrit, le monde prédicable. Il s'agit là d'un domaine de recherche, celui de la linguistique cognitive, actuellement en pleine expansion. Nous en évoquerons simplement les points suivants.¹²

(i) D'abord la possibilité de catégoriser les formes perçues. Il existe désormais d'excellents modèles morphodynamiques (implémentables par exemple de façon connexionniste dans des réseaux de neurones formels) des processus de catégorisation et des relations de typicalité entre types et occurrences (type/token). Il s'agit là d'une avancée scientifique extrêmement importante car on a traditionnellement opposé, comme le faisait par exemple Husserl, l'idéation (dominante en physique) qui porte des essences exactes à l'idéalité mathématique et l'abstraction (dominante en logique) qui porte des essences morphologiques anexactes à la généralité du typique (catégorisation). De telles thèses ne sont plus valides dès lors que la catégorisation et la typicalisation se révèlent être des processus cognitifs descriptibles de façon physicaliste.

(ii) Le réalisme perceptif. L'une des caractéristiques de la perspective morphodynamique est de considérer que les structures morphologiques sont intrinsèquement significatives et que la couche d'être du sens s'édifie sur la couche d'être de la forme. L'intelligible se trouve fondé dans l'être physique, à condition d'interpréter celui-ci dans la perspective d'une physique de la composition.

¹² Cf. Jackendoff, R., *Semantics and Cognition*, Cambridge, MIT Press, 1983; Langacker, R., *Foundations of Cognitive Grammar*, Vol. I et II, Stanford University Press, 1987/1991; Talmy, L., "How Language Structures Space", *Spatial Orientation : Theory, Research and Application*, (H. Pick, L. Acredolo, eds.), Plenum Press, 1983; Petitot, J., "Syntaxe topologique et Grammaire cognitive", *Langages*, 103, 97-128, 1991; "Morphodynamics and Attractor Syntax. Dynamical and morphological models for constituency in visual perception and cognitive grammar", *Mind as Motion*, (T. van Gelder, R. Port eds.), 227-281, Cambridge, MIT Press, 1995; "Approche morphodynamique de l'iconicité des stemmas", *Lucien Tesnière aujourd'hui* (F. Madray-Lesigne, J. Richard-Zappella eds.), 105-112, Editions Peeters, Louvain, 1995.

(iii) Une théorie de la prédication. La reconquête d'un hylémorphisme scientifique permet de profondément renouveler la théorie de la prédication et de mettre à jour une généalogie anté-prédicative et pré-judicative des jugements, dans une optique assez proche de celle développée par Husserl dans *Erfahrung und Urteil*.¹³

Considérons par exemple un schème sensible $\langle S, p \rangle$ (S = extension spatiale, p = qualité seconde) décrit par un énoncé " S est p " ("la neige est blanche" de Tarski, "le ciel est bleu" de Thom). La possibilité de disposer d'une schématisation morphologique $\langle S, p \rangle$ de l'état de choses qui soit différente de la proposition " S est p " qui l'exprime brise le cercle vicieux affirmant que les structures et les propriétés qualitatives du monde sensible n'existent qu'à travers les jugements qui les interprètent et ne peuvent être montrés autrement (cf. par exemple le *Tractatus* wittgensteinien et le caractère tautologique de la définition tarskienne de la vérité). Ce faisant, elle permet d'entrevoir une solution originale à un certain nombre de difficultés traditionnelles concernant les liens entre le langage et les bases ante-prédicatives de la perception.

(i) La représentation propositionnelle " S est p " de la présentation morphologique $\langle S, p \rangle$ possède un contenu qui est intensionnel à un double titre. D'abord parce qu'il représente l'état de choses sous un certain aspect, celui présenté par $\langle S, p \rangle$. Ensuite parce que les spécificités de l'aspect morphologique $\langle S, p \rangle$ (par exemple l'extension exacte de S , les valeurs exactes de la grandeur intensive p) ne sont pas reflétées dans le jugement " S est p ": celui-ci fonctionne en fait de façon *indexicale* dans la mesure où l'objet individué auquel il réfère possède le statut d'un opérateur de choix relativement aux aspects. Tout jugement perceptif élémentaire ne peut fixer sa référence que de façon *pragmatique* (intensionnelle): le lien entre " S est p " et $\langle S, p \rangle$ est contrefactuel. La sémantique naturelle des jugements perceptifs est donc une sémantique *modale* à la Kripke, mais d'un nouveau type.

(ii) Cela explique le fait que la représentation propositionnelle " S est p " possède une propriété sémantique en vertu de laquelle elle représente le schème sensible $\langle S, p \rangle$. La relation prédicative entre S et p dans le jugement " S est p " est corrélative de la relation synthétique de dépendance entre extension spatiale et qualité seconde qui est constitutive de la structure morphologique du schème sensible $\langle S, p \rangle$. Or ce dernier diffère de l'état de choses objectif associé (un schème sensible n'est pas objectif au sens "chosique"). D'où la possibilité de méprise représentationnelle.

(iii) De même l'intensionnalité des représentations devient évidente. Le fait que " S est p " soit valide et que $p \Rightarrow q$ n'implique pas que " S est q " soit valide car, en général, $\langle S, q \rangle$ ne sera même pas définissable comme schème sensible.

¹³ Cf. Petitot, J., "La réorientation naturaliste de la phénoménologie", *Sciences cognitives et Phénoménologie*, *Archives de Philosophie*, 58, 4, 631-658, 1995.

CONCLUSION

J'espère avoir montré quelle est la nature de l'actualité de l'AD dans les débats contemporains sur les théories de l'organisation et les théories cognitives. Je pense que, pour l'essentiel, cette actualité est effectivement réelle, bien qu'y fasse défaut une métaphysique de la substance. On y retrouve sous une forme scientifique empiriquement confirmée et formellement construite:

- (i) le lien entre une mécanique des forces et une dynamique entéléchique des formes;
- (ii) le lien entre morphologies naturelles et morphogenèse biologique;
- (iii) le passage d'une physique de la composition, de l'organisation et de la régulation à des catégories sémantiques et à une logique du jugement.

C'est en ce sens que l'Architectonique Disjonctive leibnizienne permet d'éclairer philosophiquement, en les insérant dans la traditionalité de questions ultimes, le sens de certaines des plus importantes avancées scientifiques contemporaines.

C'est pour cette raison que je tenais à rendre ici hommage au chef-d'œuvre d'André Robinet.