

COLLOQUE INTERNATIONAL PAUL VALÉRY
COLLÈGE DE FRANCE, 18 NOVEMBRE 1995

"LA VIE NE SÉPARE PAS SA GÉOMÉTRIE DE SA PHYSIQUE"

REMARQUES SUR QUELQUES RÉFLEXIONS MORPHOLOGIQUES DE
PAUL VALÉRY

JEAN PETITOT, EHESS/CREA, PARIS
petitot@poly.polytechnique.fr

Je remercie beaucoup le Docteur Jean Hainaut pour son aimable invitation. Je ne suis pas un spécialiste de Valéry, mais j'ai néanmoins souvent eu l'occasion de m'y référer pour des raisons épistémologiques précises. C'est donc pour moi un honneur et un plaisir tout particulier que de participer à cette commémoration.

On connaît la passion de Paul Valéry pour les mathématiques (la topologie, la théorie des groupes, etc.) et les sciences physiques (Maxwell, Kelvin, etc.) qui, parce qu'elles maîtrisent leur langage, permettent d'accéder à une reconstruction explicative du réel. Mais on connaît aussi sa réflexion ininterrompue sur la *phénoménologie* de la réalité sensible, apparaît intuitif et présence profonde dont l'intelligibilité est souvent détruite par les reconstructions scientifiques. C'est de ce dernier point que je voudrais brièvement vous entretenir.

Paul Valéry est sans doute l'une des intelligences modernes qui a le mieux saisi les diverses dimensions, à la fois scientifiques et philosophiques, de la problématique de la forme. Comme Goethe, il était un éminent penseur morphologique. Malgré sa défiance envers les mythologies verbales de la philosophie littéraire, il a en particulier compris avec une rare acuité le lien indissoluble qui existe entre la contemplation esthétique et l'explication naturaliste (physicaliste) des formes naturelles résultant d'une "technique" morphogénétique de la Nature.

Le Docteur Hainaut ayant déjà noté, dans son article "Le thyrses et le roseau aujourd'hui"¹ les affinités qu'entretiennent avec la pensée valérienne nombre de théories morphologiques contemporaines, en particulier celle de René Thom, je me focaliserai plutôt sur certains aspects épistémologiques du problème de la forme. Je le ferai en suivant l'un des plus beaux textes morphologiques de Paul Valéry, *L'Homme et la*

¹ *Bulletin d'études valéryennes*, 62, 1993, 95-106.

Coquille.² Ce texte développe une rêverie gnoséologique sur ce qu'est à la fois objectivement et subjectivement une forme naturelle comme une coquille, forme dont la *pensée* de l'apparaître morphologique oscille entre la recherche d'un introuvable principe organisateur et l'évaluation esthétique contemplative. Comme Jean-Claude Coquet l'a montré dans son analyse "La bonne distance"³, Valéry y formule d'une façon des plus heureuses les moments d'une *quête épistémique* d'intelligibilité:

“S’il y eût une poésie des merveilles et des émotions de l’intellect (à quoi j’ai songé toute ma vie), il n’y aurait point pour elle de sujet plus délicieusement excitant à choisir que la peinture d’un esprit sollicité par quelqu’une de ces formations naturelles remarquables qui s’observent çà et là (ou plutôt qui se font observer) parmi tant de choses de figure indifférente et accidentelle qui nous entourent”.

La quête restera d'ailleurs inachevée:

“Comme Hamlet ramassant dans la terre grasse un crâne, et l’approchant de sa face vivante, se mire affreusement en quelque manière, et comme il entre dans une méditation sans issue, que borne de toutes parts un cercle de stupeur, ainsi, sous le regard humain, ce petit corps calcaire creux et spiralé appelle autour de soi quantité de pensées, dont aucune ne s’achève...”.

La réflexion se focalise sur une forme naturelle et sur son apparaître. D'emblée cet apparaître qui est “figure” non indifférente est déplacé du sujet vers l’objet (“s’observent” → “se font observer”). Il est une *énigme* qui va “solliciter l’esprit” et enclencher un parcours cognitif modal se déroulant entre l’affect (“l’émotion”), l’esthétique (“la poésie des merveilles”) et l’explication scientifique (l’intellect)

Ce problème de la forme est bien scientifiquement et philosophiquement crucial car il a constitué pendant très longtemps (depuis la rupture de la mécanique galiléo-newtonienne des forces avec la dynamique entéléchique aristotélo-leibnizienne des formes) l'un des points d'achoppement majeurs des techniques de reconstruction mécanistes de la nature.

En fait, sur le plan philosophique, la réflexion valérienne rappelle étonnamment celle développée par Kant dans la Troisième Critique. C'est ce que je voudrais montrer brièvement. Je commence donc par quelques rappels sur la *Critique de la Faculté de Juger* (CFJ).⁴

² P. VALÉRY, *Œuvres* I, Gallimard, 1957, pp. 886-907. Lors du Colloque, Madame Judith Robinson-Valéry a lumineusement montré, en remontant au Léonard de 1895 et à l'Eupalinos de 1921, à quel point ce texte constituait une leçon de méthode philosophique, scientifique et intellectuelle.

³ *Actes sémiotiques* VI, 55, 1984.

⁴ I. KANT, (1790) *Kritik der Urtheilskraft*, Kants gesammelte Schriften, Band V, Preussische Akademie der Wissenschaften, Berlin, Georg Reimer, 1913. *Critique de la Faculté de Juger*, trad. A. Philonenko, Paris, Vrin, 1979.

I. LE PROBLÈME DE LA FORME DANS LA CFJ : AUTO-ORGANISATION MATÉRIELLE ET CONTINGENCE DE LA FORME

La principale question de la théorie kantienne de la forme est la suivante : comment peut-on penser et doit-on traiter les *formes naturelles* si l'objectivité physique est dominée par une mécanique des forces éliminant toute dynamique entéléchique des formes?

Kant traite de ce problème sous le titre de *la finalité interne objective des êtres organisés*. Pourquoi le concept de finalité intervient-il ici? De façon générale, la finalité a pour fonction de légaliser la contingence. Le concept de finalité interne objective a pour fonction de résoudre un problème précis, immense et toujours largement ouvert, à savoir celui de la forme non seulement dans sa *composition* — sa structure — morphologique, mais aussi dans sa *contingence* morphologique. La finalité interne objective légalise la contingence morphologique des formes naturelles. Reprenons très brièvement les moments essentiels de l'analyse kantienne.

(1) Etant donnée la structure a priori de l'expérience, on ne saurait admettre une finalité objective dans la nature. Dans sa "technique de production", la nature est nécessairement "mécanique". Autrement dit, en termes plus modernes, le réductionnisme physicaliste est la seule thèse objectivement valable *en droit*.

(2) Ceci dit, c'est un fait d'observation qu'il existe dans la nature des êtres organisés et l'on ne voit pas comment *penser* mécaniquement l'organisation. Il existe des "fins naturelles" c'est-à-dire des choses qui sont "cause et effet d'elle-mêmes" (p. 190). Les caractères fondamentaux des fins naturelles sont, selon Kant, la reproduction, la morphogénèse, la régulation et le rapport adaptatif à l'environnement, à l'écosystème (finalité externe).

(3) Or, de façon aigüe, Kant remarque que si l'on peut éventuellement penser que les progrès de la physico-chimie permettront d'expliquer un jour certains aspects de l'organisation de façon physicaliste, une telle explication réductionniste laissera un résidu qui a trait à *la contingence de la forme* des êtres organisés. Le principe même de la finalité interne objective est indissolublement lié à cette limite :

"la finalité objective, comme principe de la possibilité des choses de la nature, (...) est ce que l'on invoque principalement, afin de prouver la contingence de la nature et de sa forme" (p. 181).

Bref, pour Kant, outre la reproduction, la morphogenèse et la régulation, *la contingence de la forme — l'impossibilité de la déduire des lois physiques — fait partie des "caractères propres" des choses comme fins naturelles.*

"Pour reconnaître qu'une chose n'est possible qu'en tant que fin, c'est-à-dire pour devoir rechercher la causalité de son origine non pas dans le mécanisme de la nature, mais dans une cause dont la faculté d'agir est déterminée par des concepts, il faut que sa forme ne soit pas possible d'après de simples lois naturelles, c'est-à-dire des lois qui peuvent être connues de nous par l'entendement seul appliqué aux objets des sens; il faut même que la connaissance empirique de cette forme, dans la cause et dans l'effet, présuppose des concepts de la raison. Comme la raison doit en toute forme d'un produit naturel, connaître la nécessité de celle-ci, si elle désire apercevoir les conditions liées à sa production, et comme elle ne peut cependant admettre cette nécessité dans cette forme donnée, *la contingence* de la forme [de l'objet] par rapport à toutes les lois empiriques de la nature en relation à la raison, est un principe pour n'admettre une causalité pour cet objet que comme si elle n'était possible que par la raison; or la raison est la faculté d'agir selon des fins (une volonté) et l'objet qui n'est représenté comme possible que par cette faculté ne serait aussi représenté comme possible qu'en tant que fin" (§ 64, p. 189).

On voit bien fonctionner l'argumentation : physiquement fondée, la forme est d'essence géométrique; mais faute de pouvoir constituer *une géométrie et une physique morphologiques*, elle apparaît comme contingente; il faut donc *juger* téléologiquement de l'organisation. Autrement dit, *la finalité vient pallier un manque* de schématisation et de construction des concepts morphologiques de composition et d'organisation.

(4) La finalité interne objective est non seulement organisation mais *auto-organisation*. Dans une fin naturelle il existe une détermination réciproque entre les parties et le tout. L'organisation n'y est pas celle d'un mécanisme mais l'effet de *l'Idée* du tout, cette Idée déterminant la forme et la liaison des parties non comme cause efficiente (il n'y a pas réellement de finalité dans la nature) mais comme principe de connaissance

"de l'unité systématique de la forme et de la liaison de tout le divers"(p. 192).

Le rapport à la forme est, ici aussi, essentiel. Pour qu'une chose puisse être pensée comme fin naturelle, il faut

"*premièrement* que les parties (selon leur existence et leur forme) ne soient possibles que par leur relation au tout".

Il faut

"*deuxièmement* que les parties de cette chose se lient dans l'unité d'un tout, en étant réciproquement les unes par rapport aux autres cause et effet de leur forme. C'est de cette manière seulement qu'il est possible qu'inversement (réciproquement) l'Idée du tout détermine à son tour la forme et la liaison de toutes les parties" (ibid).

Bref,

"c'est donc seulement la matière, dans la mesure où elle est organisée, qui introduit nécessairement le concept d'une fin naturelle, parce que sa forme spécifique est en même temps produit de la nature" (p. 197).

L'organisation dépend ainsi d'une "force formatrice" (*bildende Kraft*) qui, n'étant pas explicable mécaniquement, n'est pas objective. C'est pourquoi, elle est une "qualité insondable", un "abîme incommensurable" où, bien que seul à être objectivement valable, le réductionnisme physicaliste doit composer avec le concept holistique (systémique) de fin naturelle (de structure auto-organisée), concept non constitutif mais simplement *régulateur* pour la faculté de juger réfléchissante.

A ce titre, le jugement téléologique peut être

"usé à bon droit (...) problématiquement dans l'étude de la nature"

afin de

"la soumettre, suivant *l'analogie* avec la causalité finale, aux principes de l'observation et de la recherche sans prétendre *l'expliquer* par là" (p. 182).

Le régulateur intervenant ici n'est pas simplement *heuristique*. *Quasi-constitutif*, il participe de plein droit à la *légalisation scientifique* de la nature. Le principe de finalité interne objective

"vaut avec autant de nécessité pour notre faculté de juger humaine que s'il était un principe objectif" (p. 218) (problématique du *als ob*).

Ce n'est que parce que l'on ne peut pas déduire transcendentalement la *valeur objective* de son concept qu'il n'est qu'une *maxime* du jugement, maxime nécessaire non pas à l'explication mais seulement à la compréhension de la nature.

(5) Il existe une dialectique "naturelle" du jugement téléologique. *Non* transcendantale, elle se réduit à un simple conflit de *maximes*. Elle admet pour thèse la *maxime* réductionniste que tout dans la nature doit être *jugé* physiquement et pour antithèse la *maxime* holistique que les êtres organisés doivent être aussi *jugés* téléologiquement. Ce conflit *n'est pas une antinomie* car il ne porte que sur des règles pour la *compréhension* (et non l'explication) des phénomènes.

(6) La nécessité du principe de finalité provient selon Kant de la nature même de notre entendement, de sa *finitude*. Celui-ci ne peut procéder que du général (concept) au particulier (intuition empirique) alors que le particulier ne peut pas être *déterminé* par le général. C'est un entendement *discursif* (ectypique) et non intuitif (archétypique).

(7) C'est pourquoi il existe chez Kant une solidarité si profonde entre téléologie et esthétique. Au-delà de l'unité évidente fournie à la CFJ par le thème général de la finalité, il me semble que c'est bien le problème de la manifestation phénoménologique des formes naturelles, celui de leur donation et de leur présentation intuitives, qui en fournit le vrai principe unificateur. En fait, c'est *le défaut d'objectivité* physique des formes naturelles qui s'inverse en *un supplément subjectif*, celui de leur *valeur esthétique intrinsèque*.

La beauté est liée à *l'appréhension de la forme* dans l'imagination lorsque celle-ci n'est pas rattachée à un concept en vue d'une connaissance déterminée. C'est pourquoi la seule beauté authentique, la beauté "libre", "pure", "non adhérente", "inconditionnée", "sans concept" (non conventionnelle, sans canon socio-culturel) ne peut être que celle des formes *naturelles* : fleurs, organismes, cristaux, transitions de phases, flammes, remous, tourbillons, ruisseaux, entrelacs, etc. Cette beauté est "sans concept" car

"elle est immédiatement liée à la représentation par laquelle l'objet est *donné* [appréhension de la forme dans la perception] et non à celle par laquelle il est *pensé*" (p. 72).

Elle concerne l'apparaître. L'affect exprime alors la *finalité subjective formelle* de l'objet, c'est-à-dire sa "convenance" aux facultés de connaître (intuition et concept) mises en jeu dans la faculté de juger réfléchissante. La finalité subjective formelle, représentée dans un objet par la concordance dans l'appréhension (antérieurement à tout concept) avec l'unité *possible* d'une intuition et d'un concept, est ainsi complémentaire de la finalité interne objective.

Le *jugement* esthétique est donc un acte cognitif d'une nature très particulière puisque c'est un *jugement sans concept* qui ne porte que sur un accord général — possible tout en restant *indéterminé* — entre la *faculté* des intuitions (l'imagination) et la *faculté* des concepts (l'entendement). D'où l'idée kantienne — étonnante — d'une *conformité indéterminée* entre l'appréhension des formes (la présentation dans l'intuition) et une connaissance possible (la représentation conceptuelle):

"La finalité [esthétique] possède dans l'objet et dans sa forme son *fondement*, bien qu'elle n'indique pas la relation de cet objet à d'autres objets d'après des concepts (selon des jugements de connaissance), mais ne concerne *en général* que l'appréhension de cette forme, pour autant qu'elle s'indique dans l'espace comme *conforme* aussi bien à la *faculté* des concepts qu'à celle de la présentation de ceux-ci (qui est identique à la *faculté* de l'appréhension)" (p. 115, je souligne).

La conversion de la finalité interne objective en finalité subjective formelle repose ainsi sur une alliance subtile entre la *liberté* imaginative et la *légalité* cognitive :

"le goût, en tant que faculté de juger subjective, comprend un principe de la subsomption, non pas des intuitions sous des concepts, mais de la faculté des intuitions sous la faculté des concepts pour autant que la

première en sa *liberté* s'accorde avec la seconde en sa *légalité*" (p. 121).

C'est donc l'accord, la convenance, de l'objet aux facultés mises en jeu dans la faculté de juger réfléchissante qui définit la valeur signifiante comme finalité subjective formelle. La faculté de juger réfléchissante rapporte l'appréhension des formes dans l'imagination à la possibilité générale de rapporter des intuitions à des concepts, c'est-à-dire à *l'Idée* d'une conformité entre imagination et entendement.

Dans un autre style, certainement plus élégant, Valéry fait remarquablement écho au génie kantien.

II. LA RÉFLEXION VALÉRYENNE

Revenons à la réflexion de Paul Valéry.

“Comme un son pur, ou un système mélodique de sons purs, au milieu des bruits, ainsi un *crystal*, une *fleur*, une *coquille* se détachent du désordre ordinaire de l'ensemble des choses sensibles”.

Les exemples sont ceux de Kant. Il s'agit de formes *organisées*, de formes morphologiquement *saillantes*. Ces objets “privilegiés” posent un problème fascinant car ils sont

“plus intelligibles à la vue, quoique plus mystérieux à la réflexion, que tous les autres que nous voyons indistinctement”.

Valéry met d'emblée en relief la difficulté centrale qui est celle de la disjonction, pour les êtres organisés, entre “l'intelligibilité” immédiate et intuitive produite par leur saisie sensible et le “mystère” intellectuel de leur principe organisateur interne. S'il y a “mystère” c'est qu'il est très difficile de penser ces êtres comme “machines” de façon protocolaire et procédurale.

“Ils nous proposent, étrangement unies, les idées d'ordre et de fantaisie, d'invention et de nécessité, de loi et d'exception”.

Magnifique façon de reformuler l'alliance esthétique kantienne entre la liberté imaginative et la légalité cognitive. Et s'ensuit immédiatement une formulation toute aussi heureuse de l'aporie kantienne de la finalité: se représenter dans l'apparaître même l'idée d'une fin, d'un processus générateur, tout en ne pouvant pas accéder conceptuellement à une connaissance procédurale de celle-ci.

“Nous trouvons à la fois dans leur apparence, le semblant d'une *intention* et d'une *action* qui les eût façonnés à peu près comme les hommes savent faire, et cependant l'évidence de procédés qui nous sont interdits et impénétrables”.

Le conflit dialectique interne au savoir est celui entre “construction” mécanique et “production” vivante (téléologique). Énigmatique tendance mécanique à la production des formes.

“Nous concevons la *construction* de ces objets, et c’est par quoi ils nous intéressent et nous retiennent; nous ne concevons pas leur *formation*, et c’est par quoi ils nous intriguent”.

Il y a quelque chose de transcendant dans ces “formes singulières” qui dépasse les limites imposées par la finitude cognitive de l’entendement.

Valéry décrit alors une “première approximation de la forme considérée” comme “cône” déformé par une “torsion”, “développement combiné des thèmes simples de l’hélice et de la spire”. Ce “motif” est un *type générique*. Il est *abstrait*, et même mathématiquement descriptible. *Mais ce n’est pas pour autant un schème*. C’est une idée. Il n’est pas mathématiquement “constructible” et c’est précisément ce qui vient faire *obstruction* à sa portée explicative. Il ne permet qu’une *description* et non pas une *explication* car il est impossible d’en déduire une *générativité formelle* permettant d’engendrer des modèles *mathématiques diversifiés* de la réalité *empirique* diversifiée qu’il subsume. C’est parce que les formes naturelles sont sans schèmes mathématisés (faute de l’existence d’une géométrie et d’une physique morphologiques) qu’il faut une réflexion philosophique, une critique du jugement téléologique.

Comme “version générale”, il est simple “mais cette simplicité n’est pas que de principe”. La “merveilleuse variété” des coquilles observables

“illustre, plus qu’elle ne l’interrompt, la continuité de la *version* générale de la forme. Elle enrichit, sans l’altérer, le motif fondamental de l’hélice spiralée”.

Autrement dit, une libre profusion empirique est *conforme* à la légalité imposée par le type générique. Celui-ci possède une diversité interne mais le *principe générateur* de cette diversité est caché dans la nature (dans sa “technique” inintelligible). Il n’est pas maîtrisable mathématiquement et c’est pourquoi, par conversion d’un manque d’objectivité en un supplément de subjectivité, ces formes exercent esthétiquement dans leur manifestation une “séduction sensible”. Entre la légalité normative objective et la liberté esthétique, il y a comme un “vertige réglé”.

“Sans l’altérer, sans cesser de s’obéir et de se confirmer dans sa loi unique, cette *idée* de progression périodique en exploite toute la fécondité abstraite et expose toute sa capacité de séduction sensible. Elle induit le regard, et l’entraîne à je ne sais quel vertige réglé”.

Quel langage de description utiliser donc pour mener au discours l’intelligibilité d’une telle épiphanie phénoménale? Quels “modes d’expression et de compréhension”? Le langage naturel permet de décrire adéquatement les “agrèments” de la forme. Son riche lexique morphologique lui permet certes de parler adéquatement de la façon singulière dont

“le cône s’allonge ou s’aplatit, se resserre ou s’évase; les spirales s’accusent, ou se fondent; la surface se hérissé de saillies ou de pointes, parfois fort longues, qui rayonnent; elle se renfle quelquefois, se gonfle de bulbes successifs que séparent des étranglements ou des gorges concaves sur lesquelles les tracés de courbes se rapprochent”.

Mais il ne permet pas de façon évidente de “résumer en peu de signes” “ce système de lignes et de surfaces”. Quant aux métalangages scientifiques, mathématiques et physiques, ils sont certes à même de formuler opératoirement le type générique et d’expliquer la physico-chimie du substrat matériel mais, selon Valéry, ils ne sont pas à même de construire un lexique morphologique approprié. On ne saurait trop insister sur le fait que c’est ce conflit entre physique mathématique et lexique morphologique qui constitue l’obstacle épistémologique majeur à une théorie scientifique des formes.

Après cette “description toute extérieure et aussi générale que possible”, Valéry se pose alors le problème de l’explication.

Suspendant méthodologiquement les savoirs préexistants et s’autorisant une question “toute naïve”, il rencontre la première interrogation: “Qui donc a fait ceci?”. La connaissance consiste à remplacer du donné par du reconstruit, à “refaire par la pensée”. L’explication est donc procédurale, inséparable du *Faire*. Mais quel est “l’auteur” de ce “faire”? Kant dira, la Nature dans son “art de la finalité interne”. Et le problème est bien celui de la *finalité* de l’organisation: une forme comme celle d’une coquille est une forme organisée, une *structure*, un *tout*.

“J’ai ramassé celle-ci sur le sable. Elle s’offrait à moi pour n’être pas une chose informe, mais bien une chose dont toutes les parties et dont tous les aspects me montraient une dépendance, et comme une suite remarquable, de l’un à l’autre, un tel accord, que je pouvais, après un seul regard, concevoir et prévoir la succession de ces apparences”.

Il y a une “connaissance” visuelle intuitive qui n’arrive pas à être formalisée. D’où l’*idée* de *finalité*.

“L’unité, l’intégrité de la forme d’une coquille m’imposent l’idée d’une idée directrice de l’exécution; idée préexistante.”

Mais comment la matière en vient-elle à s’organiser? Qu’en est-il de “la vraie génération des coquilles”, du principe de leur formation par la Nature, “la *Productante* ou la *Productrice*”? Bien sûr nous disposons de tous les résultats de la physico-chimie, de la biochimie et de la génétique sur ce processus de morphogenèse. Mais ils demeurent apparemment insuffisants. Car “je ne sais que ce que je sais faire” et c’est pourquoi la connaissance humaine est essentiellement *mécaniste*. La *contingence de la forme* et la “bizarrie” de ses “agrément” en est un nécessaire point d’achoppement.

“Car une *machine* ne commet pas de tels écarts; un *esprit* les eût recherchés avec quelque intention; le *hasard* eût égalisé les chances. Ni machine, ni intention, ni hasard... Tous nos moyens sont évincés”.

Et c'est pourquoi la formation est "mystérieuse" et conduit, comme l'affirmait Kant, à élargir le *Concept* de la Nature du mécanisme à *l'art*.

Le mécanisme ne suffit pas et

"peut-être se trouve-t-il ici une difficulté essentielle — je veux dire: qui tient à la nature de nos sens et de notre esprit?".

Ce que la finitude de notre entendement discursif rend si difficile à comprendre est que, comme le formule admirablement Valéry, la vie "*ne sépare pas sa géométrie de sa physique*".

"le moindre coquillage me fait voir (...) [une] liaison indissoluble et réciproque de la figure avec la matière".

Pour comprendre les morphologies, il faudrait donc une Dynamique et une Physique de la Forme, autrement dit, une théorie de l'(auto)-organisation. Il faudrait comprendre comment des mécanismes d'interactions microphysiques et biochimiques peuvent engendrer des formes macroscopiques émergentes tout à la fois aussi irrégulières et aussi organisées. Valéry l'a fort bien compris. Il a saisi ce que pourrait être un structuralisme dynamique pour la biologie.

"Les cellules sécrétoires du manteau et de sa marge font leur œuvre *en mesure*: les tours de spires progressent; le solide s'édifie; la nacre s'y dépose. (...) La disposition des courbes qui, sillons ou rubans de couleur suivent la forme, et celles de lignes qui les coupent, font songer à des "géodésiques", et suggèrent l'existence de je ne sais quel "champ de forces", que nous ne savons pas déceler, et dont l'action imprimerait à la croissance de la coquille l'irrésistible torsion et le progrès rythmique que nous observons dans le produit".

Une *morphodynamique* devrait pouvoir faire passer de la physico-chimie au type morphologique générique.

CONCLUSION

Les temps ont bien changé depuis cette réflexion valérienne. Depuis voici bientôt presque une trentaine d'années une révolution scientifique a eu lieu. Elle concerne l'approche physicaliste et biochimique des phénomènes morphologiques et morphogénétiques macoscopiques. Je pense en particulier aux explications génétiques de la morphogénèse et aux théories physico-mathématiques (théorie des catastrophes et des bifurcations d'attracteurs de systèmes dynamiques non linéaires, théorie des phénomènes critiques et des ruptures de symétrie, théorie de l'(auto)-organisation, états critiques auto-organisés, thermodynamique non linéaire et structures dissipatives, etc.) qui permettent d'expliquer comment, sur la base de phénomènes d'interaction et de comportements collectifs coordonnés (coopérations et conflits) se situant à une échelle intermédiaire

(“mésoscopique”), des unités de petite échelle (“microscopiques”) peuvent s'organiser en structures émergentes de grande échelle (“macroscopiques”).

On peut supposer que ces théories auraient enthousiasmé Valéry. Elles ont permis d'élaborer une *physique qualitative des morphologies phénoménales*, disons une physique du sensible. En montrant comment il est possible que dans les formes qu'elle produit la nature “ne sépare pas sa géométrie de sa physique” elles répondent aux interrogations les plus profondes de Valéry. La science a rejoint la “poésie des merveilles”, tant il est vrai que, comme le disait récemment Herbert Simon, l'un des pères fondateurs des sciences cognitives contemporaines:

“Science adds to the wonders of appearance the wonders of explanation.”

“La science ajoute aux merveilles de l'apparaître les merveilles de l'explication”.

Je vous remercie de votre attention.