



HAL
open science

Penser l'émergence, des catégories en métamorphose - Animation d'une journée d'étude

Sylvie Pouteau

► **To cite this version:**

Sylvie Pouteau. Penser l'émergence, des catégories en métamorphose - Animation d'une journée d'étude. Groupe de travail " Les catégories du vivant dans la dynamique des connaissances ", Direction Scientifique INRA, Mar 2007, Paris, France. hal-04197800

HAL Id: hal-04197800

<https://hal.inrae.fr/hal-04197800>

Submitted on 6 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Penser l'émergence. Des catégories en métamorphose

Sylvie Pouteau

UR Biologie Cellulaire, Route de Saint-Cyr RD 10, INRA, 78026 Versailles

Working paper¹

Partie I – PENSER L'ÉMERGENCE

Présentation de l'ouvrage « Génétiquement indéterminé - Le vivant auto-organisé »

Ed. QUAE, coordination éditoriale par Sylvie Pouteau

Principes formateurs

La question centrale est celle du vivant-machine: cette notion est-elle valide, n'est-elle pas un obstacle à la connaissance ? Spécifier que cette machine est très compliquée ne résout en rien le problème. La raison est la suivante : la machine trouve son principe formateur à l'extérieur d'elle-même, dans l'esprit du concepteur/ inventeur; il s'agit donc d'un principe immatériel. Or, les êtres vivants de toute évidence obéissent à des principes internes, qui nous échappent à première vue. Que l'on invoque des mécanismes (logique horlogère) ou des programmes (logique informatique) internes à ces organismes ne répond aucunement à la question posée : en effet ces mécanismes et programmes restent conçus sur le modèle de nos machines, comme s'il s'agissait de principes extérieurs. D'où un recours incessant à des formules anthropomorphiques : il ne s'agit pas de simples images, puisque ce recours est en fait une absolue nécessité des modèles génétiques. C'est ce qui a inspiré à Pierre Sonigo et Jean-Jacques Kupiec un livre dont le titre est très explicite "Ni Dieu ni gène". En effet, cette vision mécaniste conserve finalement un caractère nettement créationniste.

Comment penser des principes internes qui ne soient pas en fin de compte des principes externes ? Pour commencer, il est nécessaire de s'affranchir de la représentation du vivant-machine. Ceci suppose que l'on renonce à toute métaphore anthropomorphique, c'est-à-dire qu'on n'invoque plus ni instructions, ni plan d'exécution, ni programme, ni stratégie des gènes, etc. Et pourtant, l'organisme s'impose à nous comme une cohérence globale. Cette cohérence globale nous pose cette question : comment est-ce que le tout tient ensemble ? Pour y répondre, il s'agit de passer de la pensée horlogère : le tout tient grâce à ses parties (un grand mécano très compliqué) à une pensée que je qualifie de "pensée de l'émergence" : chaque partie tient grâce au tout (l'organisme est une émergence).

Pour penser l'émergence, cette cohérence globale qui émerge à partir d'elle-même, il y a deux aspects à considérer.

Premier aspect: Quel peut-être l'équivalent de l'esprit qui conçoit une machine – c'est-à-dire un principe créateur/formateur qui n'est pas lui-même une manifestation, mais de nature

¹ Cet article est la synthèse de deux présentations faites à l'occasion d'une journée organisée pour le groupe de travail « Catégories du vivant dans la dynamique des connaissances ». 30 mars 2007, Direction Scientifique, INRA, Paris

également immatérielle - au niveau du vivant, interne au vivant ? Cette question sera abordée dans l'exposé qui va suivre ("Penser l'émergence - Des catégories en métamorphose") au travers des notions de métamorphose, et de "type", ou "archétype", ou encore "forme primordiale".

Deuxième aspect: Avec de tels principes formateurs, comment la cohérence globale émerge t-elle, comment se manifeste t-elle matériellement, par quels processus ? Ce sujet est abordé dans mon ouvrage, avec la notion d'auto-organisation. Cet ouvrage réunit des données -qui viennent de la physiologie, la biophysique, la biochimie, et la biologie théorique - pour décrire ce qui ne peut être que des processus autonomes, sans programme ni commande génétique, c'est-à-dire des processus auto-organisés. Le point de départ de cet ouvrage m'a été fourni par les conférences sur la complexité que j'ai organisées à l'INRA de Versailles, et dont 4 sont reprises ici.

Systèmes dynamiques non-linéaires (SDNL)

Ce que l'on rassemble en général sous le concept d'auto-organisation², c'est l'ensemble des propriétés des SDNL. La formalisation mathématique de ces systèmes, qui remonte au siècle dernier, fait entrer l'histoire dans la physique : en effet, ces systèmes sont dynamiques, ils dépendent des conditions initiales et de leur histoire. Même si ce sont des systèmes déterministes³ qui évoluent vers des attracteurs, ils ne sont pas absolument prédictibles soit parce qu'il existe différents états possibles en fonction de l'histoire (multistabilité), soit parce que ces sont des systèmes oscillants, soit parce qu'ils sont chaotiques. Ce qui est très important, c'est que ces systèmes permettent l'émergence de structures spatio-temporelles (organisations/ organismes) qui sont "dissipatrices" : elles autorisent la création d'ordre à partir du désordre.

Michel Laurent présente ici des exemples de SDNL parmi les plus simples : ce sont les systèmes bistables - qui ont deux états stables possibles - avec en particulier l'opéron lactose et la protéine prion.

Dynamique et effet boule de neige

Tout est dynamique : il n'y a jamais d'équilibre stable, mais seulement des équilibres stationnaires (états dynamiques stables) ou des équilibres instables. Ceci est vrai à tous les niveaux d'échelle. Pour ce qui concerne le niveau moléculaire, il faut bien se représenter que tout est en mouvement continu (mouvement brownien). Les interactions moléculaires sont donc sans arrêt en train de se faire et de se défaire. Il y a un continu va et vient des facteurs qui constituent la chromatine. L'expression génique s'avère effectivement aléatoire et chaotique. On constate que d'une cellule à l'autre les variations sont uniquement qualitatives et non quantitatives, c'est seulement la proportion des cellules qui expriment ce gène qui change.

Dans cette dynamique stochastique dont nous parle Andras Paldi, c'est l'effet boule de neige (ou auto-catalytique) qui prévaut : dès qu'une première interaction favorable a lieu entre deux facteurs, elle augmente les possibilités qu'un troisième facteur s'agrège, et ainsi de suite de façon quasi-exponentielle. Ce faisant, le milieu adjacent est modifié et il peut ainsi y avoir propagation de proche en proche des dynamiques d'association moléculaire. Par effets en cascades, on peut ainsi passer spontanément d'un état indéterminé (chaotique) à un état déterminé (organisé, différencié).

² Le livre comprend un glossaire, qui est en fait une suite d'articles sur des notions-clés comme programme, émergence, robustesse, et qui vise à montrer différentes facettes de ces concepts. Ce qui peut être entendu sous le terme d'auto-organisation est en fait plus vaste que le seul cadre théorique des SDNL.

³ La protection des lois émergentes vis-à-vis du détail de ce qui se passe au niveau sous-jacent est justement ce qui permet d'expliquer leur remarquable exactitude (voir dossier "L'émergence" in La Recherche, n°405, février 2007).

Variation et états du système

Dans une logique déterministe linéaire - où "A entraîne nécessairement B" - la variation ne peut être que le résultat d'une erreur, un défaut d'exécution du programme. C'est ce qui sert de base à la théorie de l'évolution par variation-sélection : l'évolution serait donc une longue succession de "ratées", qui par "chance" ou par "hasard" sont de plus en plus complexes et organisées ; c'est-à-dire que "la nature invente" de l'ordre en dissipant de l'entropie (du désordre). C'est pourquoi on est pour ainsi dire obligé de personnifier la sélection, le hasard, la nature, etc., en leur conférant une intentionnalité, sans laquelle on ne peut expliquer pourquoi il y a dissipation d'entropie.

Selon cette logique, la variabilité est un bruit, un bruit indésirable qui peut empêcher d'entendre la "véritable" information biologique et qu'on cherche donc à gommer à l'aide d'outils statistiques spécialement conçus pour cela. Mais ceci revient à gommer une partie de la réalité biologique. En fait, la variabilité biologique est incompressible tout simplement parce qu'il s'agit d'une propriété inhérente : elle est inséparable du fait qu'il y a croissance, et par conséquent développement, différenciation, évolution. Ce n'est donc ni un bruit ni une erreur, mais l'expression d'un état dynamique. La quantité de variation nous informe sur l'état du système, sur la façon dont le tout tient ensemble à tel stade et dans tel milieu, s'il est plus ou moins canalisé, plus ou moins plastique, plus ou moins adaptable. Nissim Amzallag nous montre qu'il existe ainsi des phases de développement critiques chez les plantes, des phases qui sont hypersensibles aux perturbations du milieu ; au cours de telles phases, il peut y avoir bifurcation et réorientation de la trajectoire de développement, avec des ré-organisations qui permettent une adaptation par acquisition de nouveaux caractères (cas de l'adaptation au stress salin chez le sorgho).

Matière et information distribuée

Indépendamment de l'idée de programme, l'idée d'information reste utile dans un contexte auto-organisationnel. Mais on ne peut assimiler l'information à une matérialité (ici l'ADN ou l'ARN) : l'information d'un livre n'est pas dans le papier ou l'encre, mais dans la pensée de celui qui l'a conçu, donc dans une immatérialité. Par contre, la manifestation de l'information est une matérialité (ici des processus biologiques) : on ne peut donc symboliser des processus matériels par de simples petites flèches sans prendre en compte les champs de forces physiques qui s'exercent et qui en particulier ne sont pas linéaires, donc non représentables par des flèches !

En réalité, l'information biologique est répartie, elle est distribuée de façon non linéaire sur la totalité ; chaque partie est physiquement en interaction, en communication, en échange avec le tout. Du point de vue d'un biophysicien comme Vincent Fleury, la substance biologique est assimilable à une "pâte" visqueuse en croissance, elle est de la matière fluide en écoulement, que l'on peut étudier par la mécanique des fluides, l'hydrodynamique. Cet ensemble est soumis à des champs de forces, des contraintes mécaniques, structurales, etc. A ce niveau d'organisation, les gènes ne sont plus que des paramètres dans des équations de physiques (qui fixent l'élasticité, la viscosité, les champs de contraintes, etc.). Pour l'essentiel, l'apparition des formes (la morphogenèse) est une affaire de biomécanique (une fois données la nature de la matière biologique et sa dynamique de croissance) : il n'y a donc pas besoin de faire l'hypothèse d'un poste de commande quelconque (gènes maîtres, etc.).

Conclusion

Je résumerai en disant que les enjeux épistémologiques sont considérables puisqu'il nous faut :

-1- **réviser notre interprétation de la variation/ variabilité** : il n'y a pas de bruit ni d'erreur, tout est biologiquement, matériellement, dynamiquement cohérent. La variabilité est un constituant informationnel du système biologique.

-2- **prendre en compte la réalité matérielle et structurale** : l'échelle moléculaire et l'échelle de l'organisme n'obéissent pas aux mêmes lois, il faut donc renoncer à chercher des connections linéaires entre ces deux niveaux d'organisation en mettant par exemple des flèches entre des molécules et des formes spatio-temporelles.

-3- **comprendre la non-linéarité** : pour mettre en évidence la non-linéarité, il faut des protocoles expérimentaux particuliers, que je qualifierai d'expériences de "réversion", et qui ne peuvent être conçus... que si l'on a d'abord saisi le concept de non-linéarité. C'est donc un réel défi ... qui m'amène au thème de cette journée : "Penser l'émergence - Des catégories en métamorphose".

Partie II – DES CATEGORIES EN METAMORPHOSE

I - DES CATÉGORIES ... SELON LA PENSÉE ANALYTIQUE

En réfléchissant à une présentation sur les notions de métamorphose et de "type" (archétype, forme primordiale), il m'est apparu essentiel d'exposer d'abord la méthode de connaissance par laquelle elles ont été conçues. Les raisons pour lesquelles j'en suis arrivée à cette conclusion, je les dois en partie à la présentation d'un relativisme radical par Heinz Wismann lors d'une précédente séance. La question qui en est résulté pour moi était la suivante : n'y a t-il pas une réalité (en soi) des catégories du vivant ? C'était d'ailleurs le premier titre auquel j'avais pensé : "La réalité des catégories du vivant", dans la mesure où la démarche de Goethe dont je vais parler nous conduit vers un réalisme radical.

I.1 - La pensée analytique : une grammaire du réel

Qu'est-ce qui peut justifier une telle différence de conclusion ? La réponse se trouve dans la méthode de connaissance elle-même. Notre pensée - j'entends la pensée occidentale moderne - est fondamentalement analytique : elle cherche à décomposer le tout en parties et à identifier leurs règles d'assemblage et de construction. Elle est intimement liée à la structure du langage - assemblages de mots - et de ce fait, elle nous semble "naturelle", c'est-à-dire que la pensée serait par nature analytique. Par conséquent, la nature du réel (du vivant), c'est-à-dire la réalité en soi - et donc la valeur en soi - ne peut être connue en tant que telle, mais seulement au travers d'une construction, d'une combinatoire articulée. C'est cette grammaire qui est intégrée ensuite dans nos méthodes de construction des objets de recherche.

Il ne faudrait pourtant pas prendre cette grammaire du réel pour la réalité elle-même et en arriver à des interprétations un peu naïves. On trouve ainsi parfois des "perles" dans la littérature, concernant les ressemblances étonnantes entre le vivant et les construits d'ingénieurs :

"It is thus wondrous that the solutions found by evolution have much in common with good engineering design."⁴

⁴ Alon U. (2003) Biological networks: the tinkerer as an engineer. *Science* 301: 1866.

I.2 - Un progrès additif depuis le Moyen Age

Dire que la pensée est intrinsèquement analytique revient à nier toute autre forme de pensée, ou à considérer les autres formes comme inférieures, inachevées, primitives (au sens péjoratif). A l'intérieur du paradigme analytique, il ne saurait être question que de raffinement de la pensée analytique - la seule possible - selon sa propre logique, en allant des degrés les plus grossiers : les primitifs et les sauvages, jusqu'aux degrés les plus subtils, éclairés, et par conséquent efficaces : les sociétés technologiques modernes. Le tout est inséparable de l'idée de progrès additif, puisqu'à l'intérieur d'un même paradigme, il ne peut y avoir de changement qualitatif (qui serait la sortie du paradigme), mais seulement quantitatif, cumulatif.

De toute évidence, il y a eu et il existe encore d'autres formes de rationalité, d'autres modes de pensée. Il me semble important de rappeler en particulier le célèbre débat sur les Universaux au Moyen-Age. Dans ce débat, il n'était pas alors question de quantité de connaissances, mais de nature : les catégories universelles ont-elles une réalité ou ne sont-elles que des noms, comme l'affirment les partisans du Nominalisme ? Le Nominalisme (adhésion à la structure linguistique) prépare le sol du Constructivisme (intrinsèque à la pensée analytique) en s'opposant en principe (et non par démonstration) au Réalisme qui était jusqu'alors dominant. Il me semble que pour comprendre le "miracle" de la révolution copernicienne, il faut vraiment tenir compte de la portée de ce débat. Il y a en quelque sorte un avant et un après ce débat, même si dans la réalité on a un continuum dans l'évolution de la pensée moderne.

I.3 La reconstruction historique

Selon l'hypothèse du progrès additif, l'histoire va ainsi être ré-écrite sous la plume analytique : "au Moyen-Age, on pensait que ...", "dans l'antiquité, on s'imaginait que ...". Autrement dit, "avant, on croyait", alors que maintenant "nous savons".

Plus on remonte dans le temps, plus la re-construction historique aboutit à des échafaudages spéculatifs et laborieux, souvent peu convaincants. C'est le cas de l'histoire de la domestication des espèces - qui reste inexplicée. Contre toute évidence, les hypothèses actuelles postulent que la domestication des plantes découle d'une stratégie utilitariste, poussée par des motivations économiques de subsistance, ou même de survie. Or, tout porte à penser que les premières cultures ont réclamé un surcroît d'efforts pour des bénéfices domestiques inférieurs à ceux de la chasse-cueillette. Il y a encore d'autres problèmes, mais ce n'est pas mon propos ici. Les interprétations actuelles n'en continuent pas moins à invoquer le concept de "sélection" : les habitants du Néolithique auraient de façon inconsciente, instinctive, sélectionné des plantes dont les avantages ne deviendraient tangibles que bien des siècles, ou millénaires, plus tard ! Que l'on appelle cela "sélection inconsciente" laisse un peu perplexe.

I.4 - La dissolution des catégories

La pensée analytique a introduit un changement radical dans notre représentation des catégories : elle a fourni les règles de construction qui nous permet d'élaborer une véritable grammaire (classification, phylogénie, etc.). Mais paradoxalement, elle aboutit à une désintégration des frontières entre catégories vivantes, entre organique et non organique, entre matériel et immatériel, à mesure que l'on retraduit ces catégories en espèces chimiques (comme l'ADN), puis en espèces symboliques (information génétique ou épigénétique). On en arrive à cette conclusion : les catégories du vivant sont des espèces volatiles, inexorablement appelées à se dissoudre scientifiquement (dans les gènes et autres substances) et éthiquement (dans la valeur utilitaire et marchande). Le fait que nous soyons en train de réfléchir dans ce groupe à ce que sont les

catégories du vivant me semble révélateur du fait que celles-ci commencent à nous échapper et à se dissoudre.

II - MAIS : LA PENSÉE SYNTHÉTIQUE

II.1 - Le retournement : savoir autrement

On peut se demander si la pensée analytique est inéluctablement associée à notre devenir ou si elle n'est qu'un moment de l'histoire. Elle constitue indéniablement une conquête considérable, mais il n'y a pas de raison de penser qu'il s'agit d'un sommet. Selon les principes de la dynamique, toute accumulation aboutit à un changement d'échelle ("more is different") : nous ne pouvons donc qu'anticiper un état futur par émergence (bifurcation). Mais, puisque toute dynamique dépend des conditions initiales et de l'histoire, rien n'est acquis par avance et dépend lourdement de ce que nous serons capables d'entreprendre !

Tout le suspens réside dans l'identification du/d'un point de retournement, qui permettra de dépasser la désintégration en cours. Le retournement est ici à double sens : celui d'une bifurcation, basculement vers un nouvel horizon (renversement) ; et celui d'un retour sur expérience (réflexion) - ce qui constitue l'objectif de ce groupe. Les deux sens de retournement ne sont pas indépendants. Pour penser la pensée analytique, il faut pouvoir adopter un point de vue extérieur. Or c'est là toute la difficulté : puisqu'elle nous paraît naturelle et s'impose à nous du fait de l'acquisition d'automatismes par notre éducation, notre empreinte culturelle, nous avons tendance à la penser seulement selon sa propre logique interne. Toute autre forme de pensée est ainsi appréhendée par une relecture analytique (ce que j'ai appelé la ré-écriture historique précédemment).

J'avais soulevé la question d'inclure dans la réflexion de ce groupe l'apport d'autres modes de pensée - non analytiques, inclusifs, intuitifs, corrélatifs, globaux, holistes - pour la mettre en perspective, en position de se regarder elle-même dans sa trajectoire (retournement au deuxième sens). J'avais en particulier en vue les savoirs traditionnels, en voie d'extinction actuellement. Je prendrai une autre voie pour parvenir à cette mise en perspective, une voie qui je pense présente un potentiel de développement pour la culture occidentale moderne puisqu'elle a vu le jour dans son sein même. Cette voie s'appuie sur les acquis de la pensée analytique pour les dépasser et aller plus loin. Il s'agit de la démarche de connaissance goethéaniste. Plus simplement, on peut parler de phénoménologie biologique ou de pensée synthétique/ intégrale. En effet, il ne s'agit pas de s'arrêter à un moment du passé, ni sur une individualité comme celle de Goethe aussi remarquable soit-elle, mais bien de dessiner les contours d'un futur possible dans la dynamique des connaissances (retournement au premier sens).

II.2 - Un organe de connaissance

Notre conditionnement par la pensée analytique nous empêche de voir qu'en réalité nous opérons constamment à partir de repères plus inclusifs, par exemple pour ce qui concerne notre orientation. On pourra objecter qu'il s'agit de pratiques et non de méthodes cognitives, que les animaux savent encore mieux que nous s'orienter... Mais dès que nous commençons à raisonner ces situations par les sciences du comportement par exemple, nous sommes à nouveau captés dans la logique analytique.

Pour sortir de l'emprise d'un paradigme, il faut quelque chose de très particulier : c'est une démarche qui ne se connaît pas en s'accomplissant, puisqu'elle ne pourrait se connaître alors qu'à l'aune du paradigme existant (analytique en l'occurrence). Cette démarche intègre donc de fait ce qui constitue sa principale caractéristique : l'intuition (qui signifie : voir au dedans). Mais cette

caractéristique, au lieu d'être au sens ordinaire spontanée, sporadique, et incontrôlée, est ici exercée, raffinée, élevée au rang de faculté cognitive. Elle devient un organe de connaissance, qui peut dès lors se connaître lui-même, une fois atteint un stade suffisant de développement.

C'est pourquoi Goethe lui-même n'a écrit aucun traité sur sa méthode, ou seulement quelques textes sur le tard. Il a fallu décrypter sa méthode à partir de ses écrits scientifiques relatant ses observations, d'échanges rapportés, de correspondances.... Ce décryptage a été réalisé par le philosophe Rudolf Steiner, à qui avait été confiée la charge de compiler l'œuvre scientifique de Goethe aux archives de Weimar. Les introductions qu'il a rédigé pour cette compilation sont particulièrement éclairantes. Au cours de mon exposé, je citerai quelques extraits de son introduction à la *Métamorphose des plantes*⁵ (RS, M des P). D'autres auteurs ont ensuite repris cette analyse. Quelques scientifiques s'en sont inspirés dans leurs travaux, dont Henri Bortoft, physicien anglais auteur de "La démarche scientifique de Goethe"⁶ que je citerai aussi.

III - PENSER L'ÉMERGENCE : L'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE GOETHEENNE

La métamorphose opère autant dans la genèse des formes que dans le point de vue de celui qui l'observe, les deux aspects étant en fait inséparables comme je l'expliquerai par la suite.

Goethe s'en explique lui-même :

" je serais tenté, si j'avais dix ans de moins, de faire un voyage aux Indes, non pas pour découvrir des choses nouvelles, mais pour voir à ma façon ce qui a déjà été découvert" (M des P, p. 17)

"La grandeur de cette pensée... on ne la voit se révéler que lorsqu'on tente de lui faire prendre vie dans son propre esprit, lorsqu'on entreprend de la penser à son propre tour.... et qu'on se le {l'organisme} représente non pas comme un objet mort, achevé, mais comme une réalité en évolution, en devenir, comme une instabilité qui perdure en elle-même." (RS, M des P, p. 20)

Cette métamorphose du point de vue, c'est ce que j'ai rebaptisé : penser l'émergence. Parce qu'il ne suffit pas d'avoir des modèles mathématiques (par exemple les systèmes dynamiques), il faut encore accompagner par la raison et la représentation les processus en jeu dans la non-linéarité, l'émergence, et l'auto-organisation.

III.1 - La métamorphose régressive chez la balsamine

Après avoir lu la *Métamorphose des Plantes* il y a une quinzaine d'années et m'être intéressée à l'approche goethéaniste sur les plantes, mais aussi sur les couleurs, j'ai souvent regretté de ne pouvoir m'investir dans cette approche dans un contexte scientifique peu incliné vers ce type d'expérimentation. Ce n'est qu'en me plongeant un peu plus intensément sur les caractéristiques de cette démarche qu'il m'est apparu que j'avais pratiqué la méthode goethéaniste sans le savoir, ceci grâce à des circonstances particulières. Je dirais même, forcément sans le savoir, puisqu'encore une fois il n'est pas possible d'entrer dans sa logique sans avoir déjà exercé l'organe de connaissance permettant de la nommer. C'est pour cette raison que je voudrais partir de mon expérience pour vous présenter les caractéristiques de la démarche inaugurée par Goethe, du moins ce que j'ai pu en saisir.

⁵ Goethe J. W. (2003) *La métamorphose des plantes*, éd. Triades, Paris. [Notée M des P]

⁶ Bortoft H. (2001) *La démarche scientifique de Goethe*, éd. Triades, Paris.

Ayant donc lu la métamorphose, mon intérêt se tourne alors vers le développement floral (morphogénèse florale), un sujet en train d'éclorre au tournant des années 1990. Par "coïncidence", le postdoc que j'ai choisi alors dans ce contexte portait sur la réversion florale ("métamorphose régressive" selon les termes de Goethe), ce qui s'est révélé particulièrement favorable à l'acquisition d'une autre façon de voir. La réversion se caractérise par un retour à la production de feuilles en cours de formation d'une fleur (constituée de sépales, de pétales, d'étamines, et de carpelles soudés en un pistil). C'est un phénomène normal pour une espèce comme l'ananas, mais beaucoup plus rares chez d'autres espèces ou survenant dans des conditions mal définies, souvent sub-optimales.

Chez Impatiens, même en conditions de culture normale, les plantes montrent une tendance prolifère marquée au niveau de la fleur terminale : à l'intérieur du fruit (capsule), il y a fréquemment ré-itération de la morphogénèse florale au lieu d'une production normale de graines. Goethe avait observé des métamorphoses régressives chez diverses espèces, dont la rose. Chez Impatiens, ce qui est particulier, c'est que l'on peut obtenir ce phénomène de façon reproductible en jouant simplement sur la durée du jour (photopériode). Il s'agit d'une espèce tropicale qui fleurit en jours courts et reste végétative en jours longs. Mais si les plantes ne reçoivent que quelques jours courts avant d'être replacées en jours longs, alors il se produit une réversion. Selon le nombre de jours courts reçus, la réversion peut avoir lieu à différents stades : après les pétales, après les étamines, ou même après les carpelles. Si les plantes révertantes sont replacées en jours courts, alors il y a ré-induction florale. Mais celle-ci se produit beaucoup plus rapidement qu'initialement car il y a eu mémorisation de la première induction, quelque chose est restée "imprimé" dans la plante.

Pour étudier les métamorphoses progressives et régressives, les séquences d'organes sont examinées en détail. Impatiens présente ici encore une caractéristique propice pour accéder à l'idée de métamorphose. En effet, toutes les transformations d'organes se font graduellement, de sorte que l'on peut observer tous les stades intermédiaires entre une feuille et un pétale, ou entre un pétale et une étamine. Ce qui se manifeste ainsi à nous, c'est la transformation des formes qui est invisible dans d'autres espèces. Grâce à ces structures chimériques⁷, ces formes hybrides, les processus dynamiques qui normalement n'apparaissent pas matériellement sont rendus visibles. Dans le cas de la réversion, il y a également un retour progressif vers la feuille, avec beaucoup d'organes intermédiaires entre pétales et feuilles. On peut même avoir des combinaisons pétale-étamine-feuille au sein d'un même organe. Lors de la ré-induction florale, on obtient des formes hybrides très particulières, mi-feuille mi-pétale comme si l'on avait collé deux moitiés ensemble.

Lorsqu'on examine ces formes encore et à nouveau, il se forme un sentiment très particulier de voir l'invisible. Pour interpréter les données ainsi obtenues, et rendre compte de cette expérience, il était alors nécessaire de visualiser la dynamique directe et réverse (progression / régression) : voir le flux progressif - ce qui correspond à un ordre naturel, mais aussi et surtout le flux régressif - ce qui demande par contre un effort important car il faut dérouler les événements à rebours, dans le sens inverse de l'ordre naturel, et finalement les deux flux en même temps ! Cet exercice répété de nombreuses fois pour parvenir enfin à saisir la confluence des flux progressif et régressif, conduit à voir différemment, à regarder autrement. Ce n'est plus l'aspect spatial en tant que tel qui

⁷ Voir aussi le "flou arberien" de Agnès Arber (botaniste anglaise, 1879-1960, a écrit en 1946: « Goethe's botany. The metamorphosis of plants » (1790) and Tobler's Ode to Nature » (1782) with an introduction by Agnes Arber. *Chronica Botanica* 10: 66-124) ; et la morphologie continuiste de Rolf Sattler (botaniste au Canada) et Rolf Rutishauser (botaniste en Suisse) au cours des 20-30 dernières années – Sattler R. (1996) Classical morphology and continuum morphology: opposition and continuum. *Annals of Botany* 78, 577-581.

nous intéresse dans ces observations, mais l'aspect temporel, c'est-à-dire comment le système végétal "devient" et se transforme. Ceci m'a incitée par la suite à rechercher la matérialisation de ces phénomènes de continuité des formes, qui révèlent la dynamique de développement, chez d'autres espèces sur lesquelles j'ai travaillé, principalement chez Arabidopsis.

III.2 - La méthode (exercice rigoureux de l'intuition : "faculté de juger intuitive")

A - La triple observation

- l'attention au phénomène : l'imprégnation, la macération (voir au dehors)
- la dynamique et le passage entre formes discrètes : voir l'invisible

Je prendrai ici un nouvel exemple chez une autre espèce qu'Impatiens. Il s'agit de la gueule de loup (*Antirrhinum majus* ou muflier). Il existe divers mutants affectés dans la morphogenèse florale chez cette espèce, dont le mutant *floricaula (flo)* chez lequel des inflorescences latérales se développent à la place des fleurs. Dans certains cas, ce mutant montre un phénomène étonnant : les bractées (petites feuilles à la base de ces inflorescences latérales) se trouvent soudées les unes aux autres et forment une sorte de ruban enroulé autour de l'axe de la tige. Dans un cas normal, les hélices autour desquelles sont disposées les bractées n'apparaissent pas à l'oeil, mais nous pouvons les visualiser mentalement en reconstituant la succession des organes. Dans le cas du mutant *flo*, ces hélices invisibles se trouvent matérialisées, nous rendant ainsi perceptible ce qu'en esprit nous produisons comme activité de visualisation dans les autres cas. »

- l'impression suscitée intérieurement par le phénomène : voir au dedans

Il s'agit d'être attentif, en même temps que l'on observe le phénomène, à l'impression qui se dégage de cette observation et qui est en correspondance avec la forme observée. Ceci m'amène au point suivant qui caractérise plus précisément la méthode goethéaniste.

B - L'imagination exacte

J'ai trouvé le terme d'imagination exacte chez Henri Bortoft. On pourra préférer le terme d'intuition exacte ou, selon l'expression de Goethe, de "faculté de juger intuitive". Ce terme décrit la mise en correspondance entre ce qui se dégage du phénomène et ce qui apparaît dans la pensée.

- susciter par la pensée, la représentation intérieure, les formes et leur transformation

Ceci fait en particulier appel à une pratique de perception des dynamiques directe et réverse. Contrairement aux objets inorganiques, un être vivant ne peut être compris que dans ses processus de transformation et dans son évolution au cours du temps.

Pour Goethe il s'agit d'introduire cette mobilité dans sa propre pensée :

"...il ne se trouve nulle part de constance, d'immobilité, d'achèvement, et [...] au contraire tout oscille dans un mouvement incessant. [...] Ce qui est formé est aussitôt transformé, et si nous voulons parvenir à une certaine vision vivante de la nature, nous avons à nous maintenir nous-mêmes aussi mobiles, aussi plastiques que l'exemple par lequel elle nous précède." (M des M, p. 76-77)

- laisser apparaître, voir l'émergence des images et des formes pensées (archétype)

La feuille comme type de la plante, voici la vision à laquelle est parvenu Goethe par cette démarche intuitive. Cette vision est aujourd'hui re-découverte, matériellement cette fois, à l'aide de combinaisons de mutants de morphogenèse florale. On aboutit ainsi chez Arabidopsis à la formation de fleurs de feuilles. Ceci a contribué à re-populariser l'idée d'archétype introduite par Goethe, du moins parmi les généticiens. Les botanistes quant à eux ne peuvent ignorer que Goethe est le fondateur de la morphologie et que toutes les écoles de morphologie dérivent de ses principes.

Goethe décrit ainsi l'idée à laquelle il est parvenu :

"Il m'est apparu en effet que dans cet organe de la plante que nous appelons ordinairement la feuille se dissimule le vrai Protée, qui peut se cacher et se manifester dans toutes les formes qui apparaissent. Vers l'aval et vers l'amont, la plante n'est toujours que feuille, si indissolublement unie au germe futur que l'on n'a pas le droit de penser l'un sans l'autre." (M des P, p. 34)

"Lorsque j'eus fermé les yeux et penché la tête, me représentant une fleur exactement au centre de l'organe de la vision, il surgit de ce coeur de nouvelles plantes, qui avaient des pétales colorés et des feuilles vertes. [...] Il n'y avait aucun moyen de stopper la production, qui continua tant que dura ma contemplation, sans accélérer ni ralentir." (in Henri Bortoft, p. 79)

C - Fondement théorique pour l'étude des organismes vivants

- Principes internes, entéléchie, type

J'ai parlé précédemment des principes internes qui animent les organismes vivants⁸, à la différence d'une machine qui est suscitée de l'extérieur par la pensée créatrice de l'inventeur. Goethe parle pour cela d'entéléchie, terme que l'on doit à Aristote (au sens d'une réalité parvenue à l'état de perfection).⁹

On en arrive ainsi à l'idée fondamentale du type :

Qu'est-ce que ce principe entéléchique ?

"c'est l'idée de l'organisme primordial, le type de Goethe. Elle n'est pas un simple concept de l'entendement, elle est ce qui, en chaque organisme, est l'organique véritable, et sans quoi celui-ci ne serait pas un organisme. ... l'idée de l'organisme est active, agissante dans l'organisme en tant qu'entéléchie, elle n'est rien d'autre, dans la forme saisie par notre raison, que l'entité de l'entéléchie elle-même." (RS, M des P, p. 45)

- Concept, idée, faculté de juger intuitive

La réalité organique et la méthode cognitive sont en correspondance, et ne peuvent qu'être dans cette correspondance. On peut conclure sur ce qui distingue définitivement l'inorganique et l'organique et permet de fonder une démarche de connaissance de l'organique : en effet, cette distinction se reflète au niveau du concept.

"Dans le cas de l'inorganique ... L'unité, le concept en tant que tel, n'apparaît que dans notre entendement. il lui revient de rassembler la multiplicité du phénomène ; sa fonction vis-à-vis de cette dernière est celle de la somme." (RS, M des P, p.47)

On parlera dans ce cas de lois.

"Dans la nature organique ... Les relations des parties d'un ensemble phénoménal (organisme) entre elles sont devenues réelles. Elles n'apparaissent plus seulement concrètement dans notre entendement, mais aussi dans l'objet lui-même, en lequel elles produisent à partir d'elles-mêmes la multiplicité. ... Ce que nous percevons n'est plus différent de ce par quoi nous pensons la vision immédiate ; nous voyons le concept en tant qu'idée même. C'est pourquoi Goethe appelle la faculté

⁸ Voir Présentation de mon livre "Génétiquement indéterminé - Le vivant auto-organisé" ci-dessus

⁹ Ce terme a été utilisé plus tard en biologie par le biologiste vitaliste Hans Adolf Driesch, pour qui la force vitale est analogue à la force ou l'énergie des physiciens et permet de réguler le développement de l'oeuf.

par laquelle nous comprenons la nature organique faculté de juger intuitive." (RS, M des P, p. 47)

Dans ce cas, nous parlerons de types.

III.3 - Les implications épistémologiques

A - La dé-automatisation des représentations

1- "dé-spatialisation" des phénomènes en faveur de leur temporalité, ce qui s'accompagne d'un passage du quantitatif au qualitatif. Il y a continuité dynamique : les formes discrètes se présentent comme des discontinuités dans un flux continu de transformation = métamorphose.

2- inclusivité (vision holiste) : l'organisme, l'organisation n'est pas la résultante de ses parties, mais d'une cohérence intrinsèque qui se déploie dans une histoire, une biographie globale et non réductible.

3- non-linéarité : l'organisme se manifeste à partir de lui-même et non à partir d'une causalité directrice. Tout est relié en réseaux d'échanges et de communications, de façon distribuée sur un ensemble de parties et sur une histoire qui se déroule.

4- analogie : les processus sont dynamiquement apparentés (tels des champs de forces en physique). Lorsqu'on cherche à qualifier une identité primordiale, archétypale, il ne s'agit plus de raisonner en termes de "mêmes" - "idem", mais d' "autres" - "ipse". Ceci justifie le recours à l'analogie comme moyen heuristique. Du point de vue de la physique émergentiste, l'analogie est même formelle, elle découle de l'émergence.

B - Le réalisme (essentialisme)

Schiller fera cette remarque à Goethe, lorsque ce dernier lui expose sa vision: "*Ce n'est pas une expérience, c'est une idée.*" (M des P, p. 195) Aujourd'hui, on comprendrait ceci comme signifiant que ce qui n'est pas manifesté matériellement, comme c'est le cas pour la plante primordiale, ne serait pas réel, mais seulement une idée, au sens où l'idée n'aurait pas de réalité. On doit sembler-il (?) à Francis Bacon l'idée que seul le monde matériel présente une réalité, le reste n'étant que des mots (ce qui paraît paradoxal à notre époque où l'on accorde tant de prix à l'intelligence, donc à l'immatériel !). Mais ce que veut dire Schiller ici n'est pas que l'idée de Goethe n'a pas de réalité, mais qu'il ne peut y avoir congruence entre idée et phénomène. Sa réponse s'appuie en fait sur une position kantienne, à savoir que le monde des phénomènes n'a pas de réalité en soi.

La réponse de Goethe à Schiller : "Il peut m'être très agréable d'avoir des idées sans le savoir et même de les voir de mes yeux" (M des P, p. 195) montre clairement qu'il ne partage pas la position de Schiller. Ce qui est tout à fait caractéristique de la vision de Goethe, c'est que l'idée est pour lui une réalité puisque et parce qu'il est en mesure d'en faire une expérience directe : pour lui "l'idée est l'entité de l'entéléchie elle-même".

Par l'exercice de l'intuition exacte, on peut accéder à une connaissance commune et partageable, et non relative puisqu'elle est elle-même le phénomène manifesté. L'objectivité n'est atteinte ni par une méthodologie instrumentale (lecture des "faits"), ni par une inter-subjectivité (construction sociale), mais par une subjectivité objectivante : c'est la base même, fondamentale, de toute démarche phénoménologique.

En pratiquant la méthode de Goethe, on peut conclure que les essences (réalité en soi) existent et qu'elles sont immanentes, c'est-à-dire inscrites dans leurs manifestations. Leur accès est possible à condition d'avoir développé les facultés perceptives nécessaires. Plus généralement, ceci implique que l'accès direct à la réalité sans tâtonnement expérimental ni construction par approximation est possible. Les catégories générales reprennent ainsi pied dans la réalité. C'est donc toute une reconstruction de notre relation au réel qui peut être entreprise selon cette démarche.

C - Le singulier universel (l'identité primordiale, l'ipse)

Dans la vision inclusive, le dualisme singulier/universel s'évanouit, le singulier contient l'universel, et non l'inverse (*Urogen, Urpflanze*: organe type, plante type). Il y a unité non par unification, mais par essence. Ceci rejoint la notion d'identité-ipseité : la permanence s'inscrit dans le "devenir un autre", c'est-à-dire un devenir continu d'une même identité qui passe à travers différentes manifestations¹⁰.

"...d'une manière générale, la réalité observée doit avoir deux aspect : par l'un elle est une réalité particulière, individuelle, par l'autre elle est une réalité idéale et générale à la fois." (RS, M des P, p. 62)

"Cet élément universel de nature idéale est l'être véritable - l'essence - de chacune des existences particulières. Ces dernières n'ont dans la particularité que l'un des aspects de leur existence, tandis que l'autre est l'universel - le type. [...] L'essence véritable, la capacité du particulier étant ainsi dans l'idéal, le général, il est impossible que ce dernier puisse être déduit, abstrait du premier." (RS, M des P, p. 65)

D - La valeur intrinsèque et l'intégrité

Sur la base d'un relativisme radical, on est obligé de faire l'hypothèse d'une nature humaine qui serait capable de s'auto-soutenir dans ses desseins en absence de tout fondement intrinsèque pour maintenir une éthique de la délibération en même temps qu'une science construite. Sans cette hypothèse minimaliste, mais finalement essentialiste, on peut penser que les principes de Machiavel (ruse et force) s'appliqueront tôt ou tard, aboutissant à la désintégration des deux, éthique et science, au profit d'un autoritarisme. Ce qui me semble essentiel de saisir à ce point, c'est que le pas à franchir n'est pas de nature hypothétique, mais expérimental, au sens d'une phénoménologie biologique. En effet, la reconnaissance par l'expérience d'une existence (essence, identité) en soi des organismes vivants rend possible de facto le fondement d'une éthique et d'une science, non pas séparées mais congruentes. Dès lors qu'il s'agit d'intervenir sur des êtres vivants, admettre dans une position de principe - aussi articulée soit-elle - que ceux-ci ont une valeur intrinsèque et une intégrité ne saurait suffire : il faut encore pouvoir connaître et représenter ce que celles-ci recouvrent, sans quoi on ne pourra prétendre les respecter. Connaissance et éthique de l'action s'avèrent ici indissociables puisqu'elles puisent aux mêmes sources.

IV - CONCLUSION ... ET LA METAMORPHOSE DES ESPECES ?

Je conclurai cette présentation en évoquant très brièvement le fait que l'idée de métamorphose pourrait être étendue à l'évolution des espèces. Il semble que Goethe ait eu un projet dans ce sens, relaté dans des correspondances, bien qu'il ne l'ai jamais vraiment développé par la suite. La métamorphose peut changer considérablement notre vision du transformisme. L'évolutionnisme néo-darwinien est en réalité relativement statique, fondé sur la permanence de catégories fixes. Il définit l'identité comme une extériorité basée sur le mêmeté établie par construction intellectuelle de mise "ensemble". A l'inverse, un évolutionnisme "métamorphique", prenant en compte certains principes lamarckiens se fonderait par nature sur une continuité dynamique dans lesquelles les catégories sont des natures plastiques. Dans ce cas, l'identité apparaît comme une intériorité établie dans l'ipseité-"soi-ité" et dont la permanence est assurée par une intégrité en métamorphose (tenir parole/promesse).¹¹

¹⁰ Pouteau S. (2006) L'intégrité comme identité. *Revue Cadmos*, 9, 57-73.

¹¹ *ibid*

En procédant de manière analogique, on peut aborder l'évolution des espèces de la même façon que la séquence des feuilles et pièces florales d'une plante. Qu'il s'agisse d'espèces ou de feuilles, la question du passage d'une image à l'autre se pose dans des termes similaires. Dans les deux cas, il faut reconstituer le lien invisible qui enchaîne une suite d'images ponctuées (chaînon) et permet de passer de l'une à l'autre. Ce ne sont pas seulement les images arrêtées qui comptent (formes discrètes), mais le flux de transformation invisible que l'on perçoit sans le voir et qui nous permet de concevoir l'idée d'une cohérence de l'enchaînement. Sans l'idée d'un flux invisible, l'évolution reste avant tout une classification ordonnée dans l'espace.