

LA COMPÉTENCE
ENVIRONNEMENTALE: UNE
AFFAIRE D'ADAPTATION.

par

Pierre-Alain Cotnoir

Séminaire en écologie behaviorale

Université du Québec à Montréal

1981

PRÉSENTATION

Cet exposé, présenté sous forme de séminaire le 2 décembre 1981, tente d'intégrer des notions provenant de la biologie et plus particulièrement de l'écoéthologie, de l'éthologie classique et de l'écologie behaviorale, afin d'offrir une nouvelle perspective au chapitre de la recherche théorique en écologie behaviorale telle que décrite en psychologie.

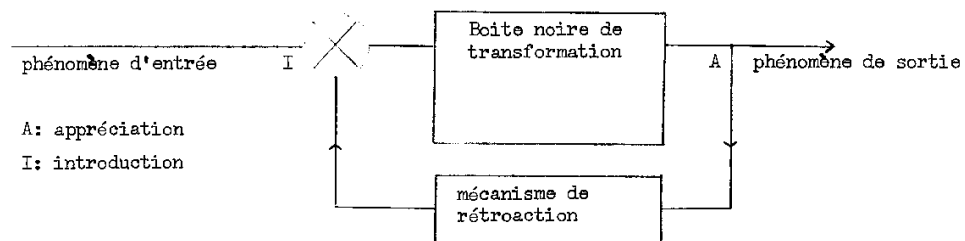
Dans un effort de synthèse, nous avons également cherché à donner aux différents modèles que nous vous présenterons un nouvel agencement propre à élargir leur portée explicative.

MODÈLE HOMÉOSTATIQUE

Dans son application à un système géobiologique, ce modèle, emprunté à l'écoéthologie (Gautier, Lefevre, Richard, Trehen, 1978), découle du concept d'homéostasie, introduit en 1926 par le physiologiste américain Walter Bradford Cannon et largement utilisé dans l'étude des mécanismes biologiques de régulation ainsi qu'en cybernétique.

Le système géobiologique représenté, sur une échelle planétaire, par l'interface géosphère-biosphère, peut être illustré et décrit comme étant composé de systèmes homéostatiques autorégulés dans lesquels l'intervention successive de rétroactions réciproques permet un déroulement continu, organisé et coentrenu de transformations. Le concept de rétroaction se définit ici à partir de l'énoncé suivant.

Nous appellerons élément rétroagissant d'un système tout élément qui ayant décelé une variation dans le fonctionnement d'un système auquel il appartient, introduit dans le fonctionnement une information permettant d'annuler cette variation.



Quelles sont les propriétés d'un tel système? Premièrement, le point d'appréciation de cette variation est toujours distinct du point d'introduction de

celle-ci. Le système fonctionne donc en boucle fermée et il y a délai de rétroaction. Deuxièmement, le système est en oscillation permanente et plus ou moins prononcée selon la qualité d'appréciation (finesse) du système, autours d'un point de référence. C'est ce que l'on appelle un état stationnaire entretenu ou système homéostatique, l'état stationnaire étant appelé l'homéostasie du système.

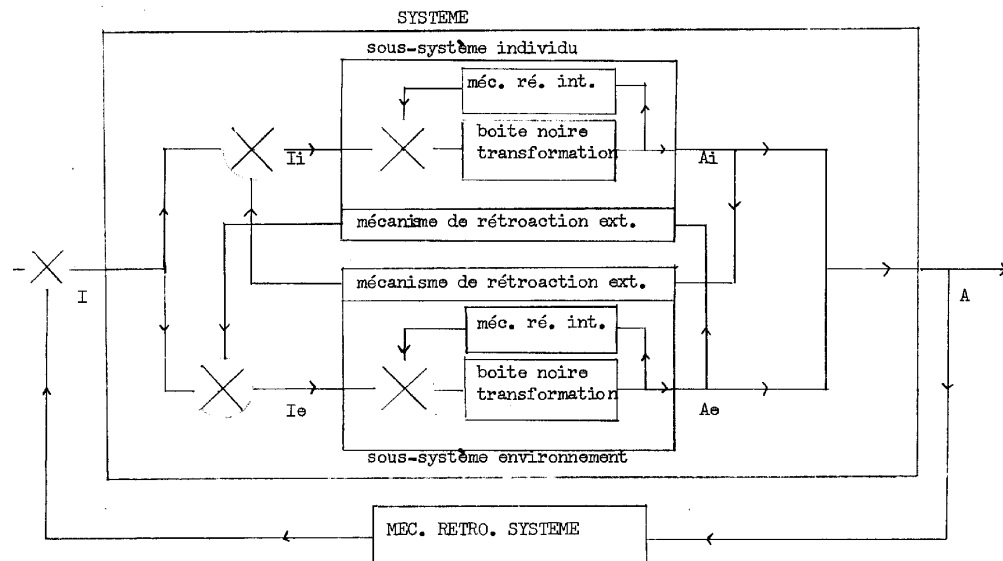
La physiologie fournit en abondance des exemples de système homéostatique (système cardio-vasculaire, sphincters stomacaux, etc.).

Notons que l'unité de temps choisi fournit une appréhension et une compréhension différente des phénomènes observés dans ces systèmes. À l'échelle des secondes, par exemple, les fluctuations thermales d'un organisme homéotherme se décriront comme une suite discontinue de variations et de rétroactions par rapport au point de référence de l'homéostasie thermique. À l'échelle des années, le même organisme présentera une légère oscillation périodique de sa température moyenne en relation avec les rythmes biologiques et cosmiques; cependant, comparativement à la première échelle, il se présentera comme un système quasi-continu. À l'échelle des millions d'années, l'organisme devient une étape transitoire d'un processus évolutif continu « perfectionnant le système antérieur de dépendance du milieu interne vis-à-vis de l'environnement, par une acquisition d'un degré d'indépendance plus élevé. » (Gautier et al. op. cit.)

À ce point, notre modèle tel que formulé, demeure encore à lui seul, incomplet pour rendre compte des échanges intervenant au niveau de l'interface du système géobiologique. Pour le compléter, nous devons imaginer deux sous-systèmes, emboîtés et en échange de rétroactions.

À partir de ce dernier modèle, nous définirons un état d'adaptation comme l'état stationnaire entretenu de cette homéostasie. Cela implique, entre autres choses,

que nous ne pouvons plus considérer l'état d'adaptation à partir de seulement une de ses composantes, disons l'organisme, mais bien que celui-ci ne peut être défini que par les deux sous-systèmes et leurs interactions.



Finalement, nous ajouterons une dernière caractéristique à ce modèle, à savoir des emboîtements entre les différents niveaux des sous-systèmes allant de: l'organisme-milieu, la population-environnement, l'espèce-environnement, la biocénose-environnement, l'écosystème-environnement jusqu'à l'interaction globale de la biosphère.

Ce qui nous amènera, à la suite de Gautier et al. à une définition de la vie comme étant:

«...un système d'emboîtements successifs de boucles de rétroactions dont chacune représente un ordre de complexité taxinomique dans les affrontements organismes-milieux et dont l'ensemble réalise une transformation énergétique de nature physico-chimique alimentés fondamentalement par la constante solaire. »

Cette transformation énergétique se caractérise par une entropie négative: c'est-à-dire que le système cherche à se libérer du désordre conduisant à une perte d'organisation énergétique.

Toutes les propriétés décrites au premier niveau du système se retrouvent dans ce méta-système, soit: le délai, dû à la séparation des points d'appréciation d'une variation et d'introduction de la correction; les recalibrages dont peut faire l'objet l'homéostasie du système; les oscillations décrivant les variations en termes continus ou discontinus selon l'échelle temporelle employée.

Deux autres propriétés fondamentales s'ajoutent au système en échange de rétroactions: l'assimilation et l'accommodation. L'assimilation se définit comme le processus d'intégration d'un nouvel élément dans un système, sans modification de la structure; s'il s'ensuit une modification de la structure (ex. recalibrage), nous dirons qu'il y a accommodation du processus d'assimilation.

De manière générale, la principale assimilation se produisant dans notre univers consiste en l'assimilation du temps par la matière, appelée l'homéorhésis. La principale accommodation de l'homéorhésis par notre méta-système géobiologique, c'est l'adaptation, vue comme une suite de recalibrages de l'homéostasie, d'où émergent de nouvelles fonctions, s'exprimant par une économie de moyens en regard de la consommation d'énergie par le système.

Cette dernière notion fait appel à un ensemble de stratégies réduisant la part de l'aléatoire des mises en coïncidences entre l'organisme et le milieu, donc entraînant une réduction de l'énergie dissipée dans cette recherche de mises en coïncidences. N'oublions pas que l'un des principes fondamentaux de la vie s'exprime par une représentation négative de l'entropie. En termes plus écologiques, nous parlerons de coûts-bénéfices.

Trois types de stratégies découlent de cette notion d'accommodation-adaptation: d'abord des stratégies d'acquisition d'informations sur les cycles temporels et leurs régularités; puis des stratégies de mises en coïncidences de ces régularités; finalement des stratégies anticipatrices de celles-ci, permettant à l'un des deux sous-systèmes d'être présent au moment convenable.

Avant de s'étendre sur une description de ces stratégies, voyons ce que notre système homéostatique apporte de plus au concept d'adaptation. À savoir, principalement, les possibilités qu'offre une représentation par un système en boucle, en remplacement d'un système linéaire ouvert. Ce nouvel éclairage permet de considérer l'adaptation non pas comme un état mais comme un moment de l'homéorhesis. Corollairement, nous remplacerons les notions de perfection ou de complexification hiérarchisée de la phylogénèse, par celle de simple transformation générée par l'adaptation. Les espèces relevées actuellement seront dès lors considérées comme un état transitoire dans un processus continu d'assimilation temporelle menant à de nouvelles stratégies adaptatives (accommodatrices de l'homéorhesis, c'est la même chose) dans les interactions entre les deux sous-systèmes.

Maintenant voyons d'un peu plus près ces stratégies.

STRATÉGIES ADAPTATIVES

De manière générale, nous pouvons dire que deux grandes stratégies d'adaptation écologique ont été exploitées par la nature dans sa recherche des mises en coïncidences des régularités espèces-environnement, au niveau de ce que nous appellerons le succès reproducteur (en anglais, *genetic fitness*) Soit l'existence d'espèces à stratégies « r » et d'autres à stratégies « k ». Sans nous attarder indûment, mentionnons-en les grandes caractéristiques.

Les populations à stratégies « r » ont un taux élevé de natalité, donc un potentiel biotique élevé, mais compensé par une forte mortalité infantile et un fort taux de prédation. Deuxièmement, chez ces populations l'on constate un développement rapide des individus. Troisièmement, ces populations n'excèdent jamais la capacité de support du milieu. Les insectes et les poissons, de même que certains petits mammifères, font partie de cette première catégorie.

Les populations à stratégies « k » ont un taux de natalité peu élevé et supporte une faible prédation comparativement au premier groupe. Les individus ont une vitesse relativement lente de croissance et leurs populations peuvent excéder les capacités de support de leurs habitats; ce qui entraîne la mise en place de nouvelles stratégies, telles les stratégies migratrices. Évidemment, l'espèce humaine appartient à ce dernier groupe.

Dans les populations à stratégies « k », nous retrouvons aussi bien des spécialistes que des généralistes. Les spécialistes exploitent un nombre limité de ressources dans leur environnement tandis que les généralistes exploitent ou peuvent exploiter un nombre varié de ressources de leurs milieux.

Deux stratégies additionnelles peuvent caractériser ces deux derniers groupes: ceux-ci peuvent faire preuve soit de stéréotypie ou de plasticité. Nous appelons

plasticité, la tendance à exploiter des ressources (identiques ou différentes) de différentes manières selon les conditions imposées par le milieu, et stéréotypie, la tendance inverse à exploiter ces ressources de la même manière, sans égard aux conditions du milieu.

Chez les organismes faisant montre de plasticité, nous retrouvons deux nouvelles stratégies, telles que décrites par Morse (1980): celle de type I, appelée behaviorale et celle de type II, appelée génétique. Les organismes de type I peuvent rapidement modifier leurs patrons comportementaux (en anglais, *foraging patterns*) en réponse à différentes conditions du milieu.

Ces individus hautement plastiques seront de meilleurs colonisateurs ou espèces pionnières que des individus de type II.

À cette description correspond chez Alcock (1975) un modèle représentant sur un continuum, des patrons innés de comportement jusqu'aux comportements appris; c'est à dire des stratégies de type II jusqu'à celles de type I. Ce modèle en cinq stades donne aux construits théoriques de l'éthologie classique une dimension évolutive et écologique qui leur manquait. Ainsi au cinquième niveau de son modèle, l'on retrouve un niveau d'apprentissage permettant à l'organisme de s'adapter lorsque des incertitudes environnementales ont une incidence biologique suffisante pour qu'elles empêchent l'établissement d'une relation stable entre les indices environnementaux et une ou des réponses biologiques appropriées.

MODÈLE PROPOSÉ PAR ALCOCK EN TERME DE CONTINUUM ENTRE L'INNÉ ET L'ACQUIS	
Systeme nerveux	Comportements
I.R.M. (mécanisme inné de déclenchement) fermé	F.A.P. (patrons fixes d'action)
I.R.M. ouverts liés à des circuits de modification	Réponses innées pouvant être modifiées par des expériences déterminées
I.R.M. interreliés et liés par des circuits de	Plusieurs réponses innées dont l'apparition est

modifications	coordonnée et intégrée par l'expérience
Mécanisme de contrôle et gabarit ¹ (<i>template</i>) restreint	Réponse très spécifique apprise qui une fois acquise ne peut plus être modifiée
Mécanisme de contrôle et gabarit ouvert	Réponses apprises très flexibles

Lorsque le niveau de complexification de l'interface environnement-espèce rend improbable des stratégies de mises en coïncidences par anticipation, les processus d'accommodation à l'homéorhesis rendent possible la mise en oeuvre de stratégies adaptatives plus flexibles. Les lois de l'apprentissage, allant du conditionnement répondant jusqu'à l'imitation, (chez les primates) illustrent ces dernières stratégies. La socialisation en est un autre exemple.

En effet, en termes écologiques les avantages du groupe sont multiples. Ils ont d'abord été mis en lumière par Wynne-Edwards (1962) puis précisés, suite aux critiques dont il fut l'objet (particulièrement Wilson, 1975), dans un chapitre, intitulé, *Intrinsic population control: an introduction*, du livre *Population control by social behaviour* (1978). Les conduites sociales procurent des avantages par le biais de quatre actions régulatrices de la densité des populations: au niveau de la reproduction, de la mortalité par la prédation, et de l'émigration ou de l'immigration. À ces avantages, Morse (1980) en voit d'autres liés aux ressources du milieu; énumérons-les:

1. rabattre les proies;
2. la chasse en groupe permettant l'accès à de plus grosses proies;
3. minimiser le dédoublement des efforts;
4. faciliter la recherche des ressources (ex. apprentissage par observation);
5. accumulation de l'expérience dans le groupe.

¹ Le gabarit se définit comme un système ayant la capacité de modifier une réponse préexistante s'il est activé par l'acquisition de certaines informations en provenance de l'environnement.

Le groupe peut également servir comme nous l'avons dit, à la défense contre les prédateurs : plus spécifiquement en contribuant à diminuer le temps mis par chacun des individus à faire le guet; en permettant d'alarmer tous les individus du groupe; en confondant ou décourageant par une action collective le ou les prédateurs.

Il importe de souligner que l'importance du groupe variera en fonction du milieu occupé par l'espèce. Chez telle population d'une espèce où abondent les ressources dans l'habitat choisi, les individus seront plutôt territoriaux et peu sociables; par contre chez une autre population de la même espèce habitant un milieu où les ressources sont isolées par paquets et où la protection offerte par le milieu est moindre, le groupe peut être une excellente stratégie d'adaptation.

Chez les primates, des exemples nous en sont offerts chez les singes de la famille des Cercopithécinae et des genres *Papio* (babouins.) et *Macaca* (macaques).

Ceux d'entre eux habitant dans des niches écologiques du type forêt ou sous-bois-savanes ont des liens sociaux plus lâches que ceux vivant en savane ouverte et/ou semi-désertique.

Précisons ici que comparativement aux canidés ou aux bovidés, les structures sociales de ces primates n'innovent pas nécessairement, sauf en ce qu'elles font montre d'une importante différence du degré d'adaptabilité face aux conditions du milieu. Leur plasticité s'avère être de type I. Ce qui implique que des babouins pourront passer de groupes uni-mâles à des groupes multi-mâles et inversement, dépendant des conditions du milieu. Ce qui fait dire à Allard (1981):

« Cette plus grande plasticité combinée à un plus long apprentissage et à une longévité accrue rend possible la transmission par imitation et par éducation: c'est à dire une transmission non-héréditaire des acquis des individus et des groupes. C'est alors que les innovations techniques et sociales peuvent être conservées et reproduites dans le groupe sans qu'elles soient inscrites dans le code génétique. »

Nous voilà rendu au moment d'aborder comment le passage, chez l'humain, entre un environnement essentiellement naturel et un environnement de plus en plus marqué par la technologie, a pu se produire suite à la mise en place des stratégies accommodatrices de l'homéorhesis précédemment décrites, et comment de nouvelles stratégies émergent de cette nouvelle interface entre la technologie, véritable prolongement de la main et du cerveau de l'être humain, et des environnements qu'il habite.

DE L'HOMINISATION À LA TECHNOLOGIE

Pour des causes allant de changements climatiques entraînant une réduction des niches potentielles jusqu'à des stratégies migratoires, les ancêtres des premiers hominidés ont pu être appelés à vivre dans de nouveaux habitats de type semi-désertique; amenant un recalibrage des homéostasies espèce-environnement selon des stratégies précitées. Résumons les quatre étapes postulées de l'hominisation.

- *Australopithecus* (4,5 millions AC) : ils vivent en zone découverte, adoptent le mode de locomotion bipède, sont omnivores, chasseurs et nécrophages. La libération de la main prend forme.
- *Homo habilis* (2,5 millions AC) : ils possèdent un cerveau plus volumineux, ils fabriquent et conservent des outils.

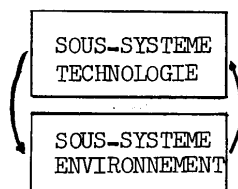
- *Homo erectus* (1,5 millions d'années) : ils aménagent des habitations rudimentaires. Le langage pourrait être apparu dans ses rudiments logiques vers cette époque. Ils procèdent à la domestication du feu, émigrent vers de nouveaux habitats. Du bassin africain, ils rayonnent vers l'Europe et l'Asie.
- *Homo sapiens* (180,000 ans AC) : nous pouvons dire que le développement culturel a pris le relais du développement génétique, à toutes fins pratiques, dans l'accommodation à l'homéorhésis. C'est une innovation importante que les processus de radiation et de sélection naturelle ne jouent plus au niveau génétique. Nous sommes en présence de nouvelles stratégies adaptatives d'un tout autre ordre que celles précédemment utilisées par la nature.

Ce ne sont plus des espèces nouvelles qui se créent mais des cultures, des civilisations... reposant sur l'acquis.

“Cet engagement de l'outil et du geste dans des organes extérieurs à l'homme a tous les caractères d'une évolution biologique puisqu'il se développe dans le temps comme l'évolution cérébrale par l'addition d'éléments qui perfectionnent le processus opératoire sans s'éliminer l'un l'autre.”(Leroi Gourban, 1965; in Gautier et al. 1978)

CONCLUSION

Parvenu à cette étape-ci de notre exposé, nous pouvons revenir au modèle homéostatique et décrire comment le développement technologique ayant pris la relève du développement phylogénétique dans le processus adaptatif, comment s'applique alors notre modèle. Nous décrirons essentiellement un nouveau type d'homéostasie s'ajoutant aux emboîtements précédents. À savoir un système où les parties se décriront comme suit:



Les mêmes propriétés s'appliquent à ce nouveau système homéostatique. Ainsi, l'on ne peut définir l'adaptation de ce système que par la prise en considération de ses deux sous-parties et des interactions entre celles-ci, produisant par assimilation temporelle de nouvelles accommodations.

Transcendant la compréhension humaine qui ne peut être totale, les déterminants résultants de ce nouvel interface rendent pour ainsi dire caducs les efforts visant à les prédire. Car pour y arriver, il faudrait être en mesure de comprendre toutes les interactions du nouveau système et leurs influences sur le méta-système qui les englobe. D'une part, notre connaissance et nos possibilités de compréhension sont trop limitées pour nous permettre cet exercice, d'autre part, les bifurcations possibles sont trop nombreuses vers les nouveaux états d'équilibre.

Rétrospectivement, nous pouvons postuler que ce sont les rapports entretenus entre l'environnement et la technologie qui, plus que nos justifications rationnelles, sont responsables des grands bouleversements historiques que l'humanité a connu jusqu'à ce jour (exemple d'accommodation structurale: la révolution industrielle du XVIIe et XVIIIe siècle et les changements sociaux-politiques qu'elle entraîna).

Prospectivement, cet énoncé conserve toute sa signification, car des vecteurs de transformation de notre civilisation (qui a su amplifier à un maximum inégalé l'impact du rapport outil-habitat) résulteront des recalibrages produits bien plus de l'accommodation à l'homéorhésis que de nos efforts à redresser des situations

qui nous échappent par des scénarios en deçà de l'impact réel des conséquences produites par l'interface technologie-environnement.

Cette constatation ne justifie pas pour autant le défaitisme. Car quelle que soit la portée réelle de nos efforts pour mieux nous adapter (réussir) en tant que sociétés et civilisations, ces efforts introduisent néanmoins dans le sous-système considéré des variations assimilatrices dont l'effet combiné pourra atteindre une amplitude suffisante pour entraîner un recalibrage de ce sous-système.

BIBLIOGRAPHIE

- Gauthier, J.-Y., Lefeuvre, J.-C.,
Richard, G., Trehen, P.
Écoéthologie, Paris, Masson, 1978.
- Morse, D. H., *Behavioral mechanisms in
ecology*, Cambridge, Mass., Harvard
University Press, 1980.
- Wynne-Edwards, V.C., *Animal
dispersion in relation to social
behaviour*, New York, Hafner Pub,
1972.
- Alcock, J. *Animal Behavior, An
Evolutionary Approach*. Sinauer
Associates, 1975.
- Ebling, F. J. G. ed. & Stoddart, D. M.,
*Population control by social behaviour :
proceedings of a symposium held at the
Royal Geographical Society*, New
York, Praeger, 1978.