

# Comment les systèmes biologiques mettent-ils en place (**team building**) des organisations, juxtaposées et imbriquées en réseaux (**networks**), "**groupwares**" robustes et durables ?

## Quels sont les facteurs limitants de ces processus ?

Pierre BRICAGE

Département des Sciences Sanitaires & Sociales, Faculté des Sciences & Techniques,

**Ingénierie des Systèmes sanitaires & Sociaux**

**Processus d'Accompagnement et de Formation**

Université de Pau et des Pays de l'Adour, 64000 PAU, France

### Résumé

Quel que soit leur niveau d'organisation, les systèmes vivants sont des organisations en réseau (**groupwares**), modulaires, dans l'espace, dans le temps et dans l'action (**ergodicité**).

Quels sont les processus d'émergence d'un organisme ou d'une population d'organismes à activités coordonnées (**team building**) ?

*"Les choses qu'on ne peut atteindre, on peut les éclairer par l'étude de leur variation."*<sup>1</sup>

Au travers de quelles interactions un **leadership** peut-il émerger ? Une illustration est proposée à partir de l'approche systémique du livre d'Alain Devaquet "L'amibe et l'étudiant".

Des lois qualitatives de **biosociosystémique**, et des "invariants" du fonctionnement social, sont dégagés, par **homomorphie systémique**, à partir des lois de fonctionnement du vivant : 1. "Le message de l'écologie.", 2. "Situation complexe & contingence.", 3. "L'encadrement des violences.", 4. "From team building to sustainable associative groupwares.", 5. "Les lois d'évolution du vivant.", 6. "Les lois systémiques constructales.", 7. "Le message de la gouvernance."

Les concepts et le vocabulaire de cette biosociosystémique sont présentés ( **mots clés** ) :

accompagnement, **acteur clé-de-voûte**, agoantagonisme, approche systémique, **association à avantages & inconvénients réciproques & partagés**, associativité (team building), capacité d'accueil & capacité d'être accueilli, cheminement, comportement(s), contrainte(s), croissance, cycle(s), décision, développement durable, différenciation, diversité, émergence, **fractalité & homothétie** (ergodicité), héritages (génétique, épigénétique & environnemental), gouvernance, hormones, individuel & collectif, information, **intégration**, limites & limitations, modèles, **modularité**, partages, prêt-à-porter (industriel, quantitatif) & sur-mesure (artisanal, qualitatif), **redondance**, réciprocité, réseaux (groupwares), **rupture**, topologie (écoexotope, endophysiotope), tout & parties, violence.

#### Liste des figures :

- p. 4 **percolation et réseaux**
- p. 5 **boucle de causalité : "action & réaction"**
- p. 19 **"action & acteur" : "cause & effet", avantages & inconvénients**
- p. 23 **lois systémiques constructales : "co-structuration" du "local & global"**
- p. 34 **le "nœud borroméen" de partage réciproque des avantages et des inconvénients**
- p. 35 **avantages & inconvénients : le moteur de l'exaptation**
- p. 36 **l'ergodicité : loi systémique constructale**
- p. 38 **l'ergodicité : modularité, cause & effet, juxtapositions & emboîtements**

#### Liste des tableaux :

- p. 15 **"le message de l'écologie"**
- p. 16 **"situation complexe et contingence"**
- p. 21 **"comment échapper à la violence"**
- p. 23 **"from team building to sustainable associative groupwares"**
- p. 36 **"les lois systémiques constructales"**
- p. 39 **"le message de la gouvernance"**

<sup>1</sup> Valéry P. (1988) Cahiers 1894-1914 (tome 1). Gallimard, Paris.

Abstract

**Team Building Between & Within Biological Groupwares :  
Which Processes, When, How, Why & With What Durability ?**

Pierre BRICAGE

Health & Social Sciences Department, Sciences & Technology Faculty,

**Health & Social Systems Engineering**

**Accompaniment Processes in Education & Training**

Pau & Pays de l'Adour University, 64000 PAU, France, Europe

Whatever their level of organisation, the alive systems are **built in network** (groupwares), **modular, in the space, the time and the action (ergodicity)**.

Which are the processes of emergence of an organisation, and of an "organisation of organisations", with their coordinated activities (**team building**) ?

*"The things which one cannot reach, one can light them by the study of their variation."*

Which through interactions a leadership will emerge? An illustration is proposed through the systemic approach of the book of Alain Devaquet "The Amoeba and The Student".

It is pointed to a lot of qualitative laws of **biosociosystemics** and a few "invariants" of the social functioning, which are evidenced, through systemic **homomorphism**, from the evolution processes of the living systems : 1. "The message of ecology.", 2. "Complex Situations & contingency.", 3. "The buffering of violence effects.", 4. "From team building to sustainable associative groupwares.", 5. "The evolutive laws of the alive. ", 6. "Constructive systemic laws. ", 7. "The message of governance."

The concepts and the vocabulary of this biosociosystemics are listed (key words) :

accompaniment, agoantagonism, **association for the reciprocal & mutual sharing of advantages & of disadvantages**, associatively (team building), breakage, capacity of hosting & capacity to be hosted, behaviour(s), growth, cycle(s), decision, differentiation, diversity, emergence, "*fractalité & homothétie*" (**ergodicity**), heritages (genetic, epigenetic & environmental), governance, hormones, individual & collective, information, integration, **keystone actor**, limits & limitations, models, **modularity**, divisions, "mass made" (industrial, quantitative) & "tailor made" (artisan, qualitative), networks (groupwares), reciprocity, **redundancy**, rupture, **sustainable development**, stress, systemic approach, **topology** (ecoexotope, endophysiotope), violence, way, **wholeness & parcerens**.

List of the figures :

- p. 4 **percolation and networks**
- p. 5 **circle of causality : "action & reaction"**
- p. 19 **"action & actor" : "cause & effect", advantages & disadvantages**
- p. 23 **the constructive systemic laws : "co-structuring" the "local & global"**
- p. 34 **the "borromeen node " of reciprocal sharing of advantages and disadvantages**
- p. 35 **advantages & disadvantages : the "drivers" of the exaptation process**
- p. 36 **the ergodic process : a constructive systemic law**
- p. 38 **the ergodic fitness : modularity, causes & effects, juxtapositions & encasements**

List of the tables :

- p. 15 **"the message of Ecology"**
- p. 16 **" complexity & contingence"**
- p. 21 **"how to escape or to avoid violence"**
- p. 23 **"from team building to sustainable associative groupwares"**
- p. 36 **"the constructive systemics laws"**
- p. 39 **"the message of governance"**

## Introduction

Depuis des années, dans ma cour, sur un sol, dont l'humidité est décelable par la présence de boutons d'or, poussent des violettes à fleurs blanches. À très peu de distance, sur un sol, dont la sécheresse est décelable par la présence de graviers et l'absence de boutons d'or, poussent des violettes (de la même espèce : violette de Toulouse) à fleurs violettes. Comment le phénotype<sup>2</sup> de cet organisme peut-il dépendre de la **capacité d'accueil de l'écoexotope**<sup>3</sup> de sa survie ? La capacité d'accueil, pour l'approvisionnement en eau, d'un milieu humide est différente de celle d'un milieu sec. Cette capacité d'accueil est plus favorable aux phénotypes dont la **capacité d'être accueilli de l'endophysiotope** est la plus **en adéquation** avec elle : c'est la notion d'**intégration**<sup>4</sup>. Tout système vivant est indissociable d'un écoexotope de survie, et ce sont les interactions entre son endophysiotope et son écoexotope qui "sélectionnent" le phénotype fonctionnel, **présent dans un espace donné à un moment donné**.

Il est faux de croire qu'une cellule est une simple assemblée de molécules.<sup>5</sup>

À travers les représentations des concepts de cellule, d'organisme, de virus, de comportement collectif, l'approche systémique permet de montrer que quel que soit leur niveau<sup>6</sup> d'organisation, les **systèmes** vivants sont structurés en **espace-temps** qui échangent entre eux, au sein d'un **écoexotope** commun, des flux de matière et d'énergie (**et d'informations**), tout en maintenant, dans leur **endophysiotope**, une organisation qui leur est propre.

Le cortex visuel d'un nouveau-né est moins dense en neurones et surtout en connexions entre neurones que celui d'un enfant de trois mois.<sup>7</sup> L'émergence d'un fonctionnement adapté, avec "les connexions adéquates", **au bon endroit, au bon moment, pour la bonne action**, est la conséquence, à la fois, de la mise en place préalable d'une **structure** fonctionnelle (**à la fois support, vecteur et récepteur d'informations**, continuellement construite et déconstruite) et de l'émergence d'un fonctionnement global "appris" à partir d'une multitude de fonctionnements locaux. Comment s'organisent les **processus locaux** d'attraction sélective entre neurones, ou entre organismes, à l'origine de l'émergence d'un réseau<sup>8</sup> puis d'un **comportement global collectif**<sup>9</sup> ?

<sup>2</sup> Le **phénotype** est l'aspect d'un organisme, à un **instant** donné, dans un **espace** donné, pour une **action** donnée. Il résulte des interactions entre son **héritage génétique** (génotype), son **héritage environnemental** (écoexotope d'accueil) et son **héritage épigénétique** (lié au passé de son endophysiotope actuel).

Bricage P. (2002) The Evolutionary "Shuttle" of the Living Systems. Proceedings of the 5<sup>th</sup> European Systems Science Congress 16<sup>th</sup>-19<sup>th</sup> Oct. 2002, Hersonissos, Crete, Greece, Res. Systemica n° 2, 6 p. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

<sup>3</sup> **écoexotope** du grec : tope **espace**, exo **externe**, eco **d'habitat**, d'accueil, **endophysiotope** du grec : tope **espace**, endo **interne**, physio (**de**) ce **qui est engendré et croît**, **intégration** du grec : integer entier, **qui ne fait qu'un avec son écoexotope**, qui est inséparable de son écoexotope,

Bricage P. (2002) Héritage génétique, héritage épigénétique et héritage environnemental : de la bactérie à l'homme, le transformisme, une systémique du vivant. Évolution du vivant & du social Colloque Afscet (Andé, France), 28 p.

<http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

<sup>4</sup> **Les caractéristiques "invariantes" du vivant "vivant"** : différence entre **intégration & organisation**.

Bricage P. (2000) La Survie des Organismes Vivants. Atelier AFSCET "Systémique & Biologie", Fac. Médecine, Paris, 4 fév. 2000, 44 p. <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

<sup>5</sup> Bricage P. (2006) Danger des représentations non-systémiques & pouvoir de prédiction des représentations systémiques en Sciences de la Vie. Colloque AFSCET Les représentations au crible de l'approche systémique. Andé, 39 p & 21 p. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde06txt.pdf> & <http://minilien.com/?YUtl7j0HZo> (pbAnde06fig.pdf)

<sup>6</sup> Bricage P. (1991) Les Caractéristiques des Organismes Vivants. Fac. Sci. Univ. Pau, 44 p.

Bricage P. (2001) Pour survivre et se survivre, la vie est d'abord un flux, ergodique, fractal et contingent, vers des macro-états organisés de micro-états, à la suite de brisures de symétrie. Atelier AFSCET "Systémique & Biologie", Paris, Institut International d'Administration Publique, 11 p. <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

<sup>7</sup> Conel J.L. (1939) The Postnatal Development of the Human Cerebral Cortex. Harvard University Press, Cambridge.

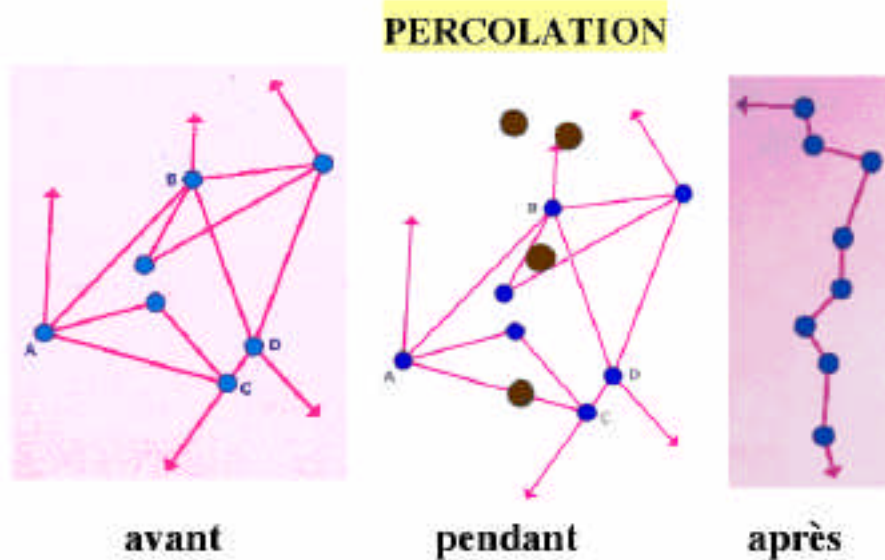
<sup>8</sup> Bricage P. (2005) The Modelling of the Time Modularity of the Living Systems : the Time Delay, the Time Duration, the Time Lag, and the Rhythms. <http://minilien.com/?7HfEQdkLIV>

Proceedings of the 6<sup>th</sup> European Systems Science Congress, September 2005, Paris, Res-Systemica, n° 5, 10 p. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage2.pdf>, with supplementary data :

Bricage P. (2005) La Modélisation de la Modularité Temporelle du Vivant : Le Temps est à la fois Plus et Moins que la Somme de ses Parties. 3 p. <http://minilien.com/?X8Db8nnL16>

Les réseaux du vivant présentent **une organisation modulaire** avec à la fois des modules d'espace, des modules de temps<sup>10</sup> et des modules d'action.

Un modèle<sup>11</sup> explicatif à la fois de la **mise en place d'un réseau d'intégration**, à un niveau d'organisation quelconque, et des changements au sein des **réseaux adjacents**, inférieurs, intégrés, et supérieurs, d'intégration, est celui de **la percolation**.

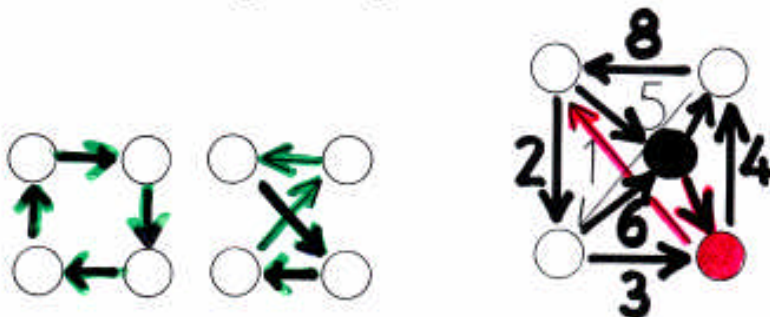


Extrait d'après Bricage P. (2003) Organisation, intégration et espace-temps du vivant.<sup>12</sup>

(Transparent. **Intégration d'un nouveau partenaire et émergence d'un réseau par percolation**)

Quel que soit le type de module, spatial, temporel ou fonctionnel, son organisation est, **toujours, à la fois répétitive et fractale** : **ergodicité**<sup>13</sup>.

**réseau : espace, temps et action**



**même organisation spatiale**

**organisations temporelles différentes**

Extrait d'après Bricage P. (2005) La métamorphose des systèmes vivants.<sup>14</sup>

(Figure 3. **Intégration d'un nouveau partenaire et émergence d'un niveau d'organisation, du 2D au 3D.**)

<sup>9</sup> Lindsley D.B. (1960) Attention, Consciousness, Sleep and Wakefulness. In *Handbook of Physiology. Neurophysiology*. Vol. 3, p. 1153-1593. American Physiological Society, Washington D.C.

<sup>10</sup> **Ibid** Bricage P. (2005) The Modelling of the Time Modularity of the Living Systems.

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage2.pdf>

<sup>11</sup> Bricage P. (2003) Organisation, intégration et espace-temps des systèmes vivants. *Intégration du vivant et du social : Analogies et différences*. Colloque AFSCET Andé, 17-18 juin 2003, 31 p. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde03.pdf>

<sup>12</sup> **Ibid** Bricage P. (2003) Organisation, intégration et espace-temps des systèmes vivants.

<http://www.afscet.asso.fr/pbAnde03.pdf>

<sup>13</sup> **Ibid** Bricage P. (2001) Pour survivre et se survivre, la vie est d'abord un flux, ergodique, fractal et contingent, vers des macro-états organisés de micro-états, à la suite de brisures de symétrie. <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

<sup>14</sup> Bricage P. (2005) The Metamorphoses of the Living Systems : The Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and of Disadvantages. Proceedings of the 6<sup>th</sup> European Systems Science Congress, Sept. 2005, Paris *Res-Systemica*, n° 5, 12 p. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage.pdf>

Comment cette **sélection parmi les acteurs possibles** a-t-elle lieu ?<sup>15</sup>

Comment se met en place une nouvelle organisation spatiale et temporelle ?

Comment donner à manger à toutes les cellules d'un organisme tout en évacuant leurs déchets ? Comment aller du tronc d'un arbre, où circule la sève, à chacune de ses feuilles ? **Plusieurs cheminements sont possibles** : - le plus court, une branche unique, tortueuse, collective, à sens unique, allant de feuille en feuille, - le plus direct, une multiplication de branches individuelles. Comment la vie a-t-elle résolu le problème complexe de relier un point central à une multitude de points éparpillés dans l'espace ? Quel est le "principe d'économie" présidant à l'établissement d'un réseau de communication ?<sup>16</sup> **La solution est intermédiaire.**

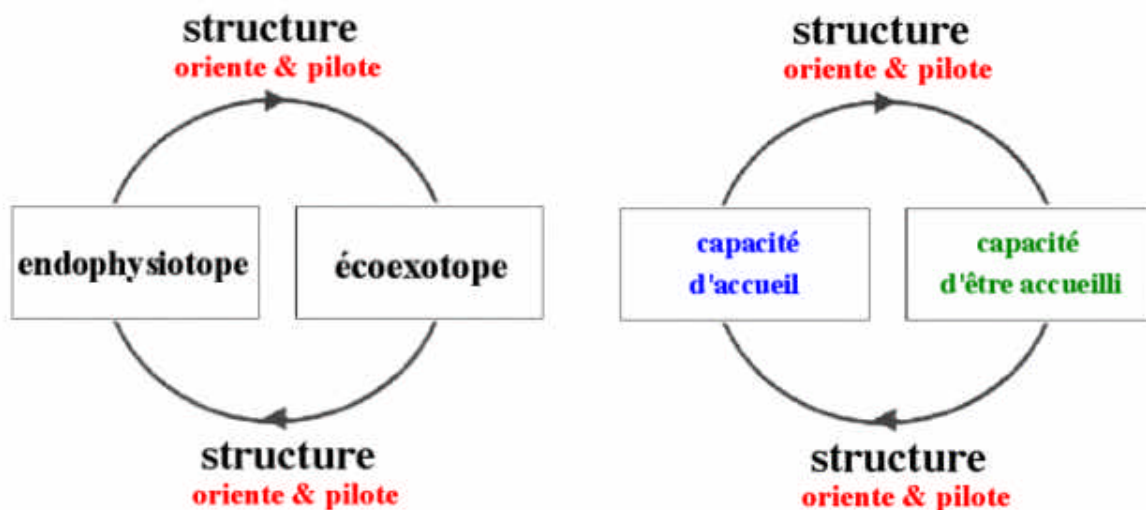
La circulation sanguine est le meilleur exemple de réseau de transport de matière ou d'informations. Au cours de l'évolution du vivant, ce réseau s'est complexifié à partir d'un canal central (voie unique) par extension de ramifications avec **une hiérarchie** de branches, de plus en plus fines et de plus en plus nombreuses, les petites étant toujours plus nombreuses que les grosses.

Mais, tous les ingénieurs connaissent la "loi de Murphy"... Si dans un réseau, un élément a une probabilité, même très faible, de flancher, **tôt ou tard**, il flanchera. Le système a le défaut de ses qualités, **il n'y a pas d'avantages sans inconvénients !**<sup>17</sup> Chaque qualité d'un réseau "poussé à l'extrême" peut devenir une faiblesse. On ignore le cheminement exact des conduites d'eau de New York (ou de l'information sur internet), les responsables en sont réduits à ne gérer que les incidents. Et le réseau peut transporter le meilleur (de l'eau potable) comme le pire (du plomb, des virus).

**Comment, quand, pourquoi, les systèmes mettent-ils en place des réseaux robustes**<sup>18</sup> ?

Jamais mes 2 populations de violettes ne se sont mélangées, bien que, à peu de distance, sur un sol intermédiaire, entre les 2 populations précédentes, pousse une population mixte de violettes à fleurs soit blanches, soit violettes, soit de couleur délavée intermédiaire entre le blanc et le violet.

Tout organisme, par son comportement de survie, modifie son écoexotopie d'accueil. Et, cet écoexotopie modifié déclenche à son tour des stimulations nouvelles pour l'endophysiotope de l'organisme accueilli. **L'organisme porte ainsi en lui, en son endophysiotope, l'empreinte de son écoexotopie, en même temps que l'écoexotopie se transforme par l'action de l'organisme.**



L'espèce humaine est championne de l'augmentation de la capacité d'accueil de l'écoexotopie. Partout elle occupe et aménage les sols et les eaux, produisant toujours plus de nourriture (**survivre c'est d'abord manger !**) pour toujours plus d'hommes (survivre pour **se survivre**).

<sup>15</sup> Gavrilets S. (2004) Fitness Landscapes and the Origin of Species. Princeton Science, 496 p.

<sup>16</sup> Newman M. & al. (2006) The Structure and Dynamics of Networks. Princeton Science, 592 p.

<sup>17</sup> Wynn Ch.M. & A.W. Wiggins (2001) Évaluation des avantages et des inconvénients d'un procédé. In Le top 5 des meilleures idées scientifiques, Chapitre 8, Figure 8-5. De Boeck Université, Paris, Bruxelles.

<sup>18</sup> Wagner A. (2005) Robustness and Evolvability in Living Systems. Princeton Science, 368 p.

Partout le **facteur limitant** de survie c'est l'eau. Si elle manque, elle peut être trouvée, apportée, stockée. La technologie humaine "établit" une capacité d'accueil suffisante. Pour qui ?

Sur l'île de Lanzarote (Islas Carias) on peut encore observer des espaces naturels (Crater de la corona), où la mainmise par l'homme n'a pas encore eu lieu ! Des écosystèmes anciens, qui résultent d'une évolution lente, y présentent une grande biodiversité, avec, comme **espèce clé-de-voûte**<sup>19</sup>, des cactus, adaptés à la sécheresse. Pour l'homme, cet écosystème est peu productif (en **quantité**), mais il est robuste (en **qualité**) pour les espèces de sa biocénose, qui y partagent le même écoexotope. À peu de distance, on peut observer des espaces anthropisés (Las vinas en sus hoyos), des agro(éco)systèmes, créés artificiellement **par l'homme et pour l'homme**. Toutes les espèces non-utiles à l'homme, non-domestiquées par l'homme, y ont été détruites par l'homme. Cet écosystème, nouveau, n'est pas le résultat d'une évolution, mais d'une installation arbitraire. Présentant une très faible diversité, il est fragile, et sans l'action continuelle de l'homme, qui y est la seule espèce clé-de-voûte, il disparaîtrait, submergé par les espèces naturelles dont la capacité d'être accueilli est plus en adéquation avec la capacité d'accueil disponible (avec ou sans l'homme). Mais il est très productif pour l'homme seul ! L'*Homo "technologicus"* est champion de la croissance<sup>20</sup> ! Mais, les tomates cultivées peuvent-elles être toujours plus grosses ? Les poulets élevés peuvent-ils être toujours plus nombreux ? Les villes peuvent-elles être toujours plus grandes ? NON !

Quel que soit l'écosystème étudié, quelle que soit l'espèce observée, **tôt ou tard**, la capacité d'accueil de tout écoexotope atteint une limite. Ainsi, il existe une relation linéaire (en coordonnées logarithmiques) entre le nombre des espèces de mammifères présents à la surface des îles de la Méditerranée occidentale & **la limite de la capacité d'accueil** de l'île (tout simplement sa surface) qui **impose une limitation** à la diversité spécifique sur l'île. De même, il existe une limite et de même une limitation, pour les biotopes continentaux ! Et, de même, il existe une relation linéaire entre le nombre d'espèces d'oiseaux nicheurs et la superficie des territoires insulaires ou continentaux de l'aire méditerranéenne. L'espèce humaine serait-elle, et elle seule, une exception ?<sup>21</sup>

Le rendement des plantes de grande culture dépend du pH du sol. La pomme de terre a un fort rendement en sol acide (**rendement maximal et donc capacité d'accueil maximale** à pH voisin de 6), mais ce rendement est très mauvais en sol basique (40% du maximum à pH 8 par exemple). C'est tout le contraire pour la luzerne. Le blé, lui, a besoin d'une capacité d'accueil intermédiaire (pH optimal voisin de 7). Sur les sols naturels acides poussent des espèces végétales acidophiles. De toutes autres espèces poussent sur les sols basiques (ou calcaires, ou neutres...). Est-il bien raisonnable, comme le font les systèmes agronomiques industriels, de vouloir changer la capacité d'accueil du sol, pour cultiver du maïs (ou du soja) partout, plutôt que de choisir des **espèces dont la capacité d'être accueilli est maximale pour un écoexotope considéré** ? La connaissance d'une carte des variations locales des températures permet de fixer des dates de semis différentes pour les cultivars de tomate, **différant par leur capacité d'être accueilli** (variétés précoces ou tardives).

En tentant de changer la capacité d'accueil l'homme condamne à mort toutes les espèces dont la capacité d'être accueilli est en adéquation avec l'ancien écoexotope. **Toute espèce a développé des stratégies de résistance pour survivre et se survivre**, aucune espèce ne disparaît sans lutter. C'est donc une lutte à mort qui s'installe entre l'homme, ses animaux et ses plantes domestiques, d'une part, et toutes les autres espèces "en apparence inutiles à l'homme", d'autre part. Comme le montre le réchauffement climatique global<sup>22</sup>, il est du domaine public que l'homme n'est même pas maître des changements locaux de la capacité d'accueil des écoexotopes qu'il tente de partager avec ses seuls animaux et plantes domestiques. Lors des interactions entre héritages génétique et environnemental, lorsque la capacité d'accueil de leur écoexotope change, les civilisations s'effondrent si leur capacité d'être accueilli "ne suit pas"...<sup>23</sup>

<sup>19</sup> La disparition d'une **espèce clé-de-voûte** entraîne la disparition de TOUT l'écosystème.

<sup>20</sup> Par définition, toute **croissance** est une **augmentation**.

<sup>21</sup> Pimm S. & C. Jenkins (2006) Comment préserver la biodiversité. Pour La Science n° 342, p. 54-61.

<sup>22</sup> Sciamia Y. & al. (2007) Vers la fin des saisons ? Science & Vie n° 1075, p. 60-78.

<sup>23</sup> Peterson L. & G. Haug (2006) Pourquoi les Mayas ont disparu. Pour La Science n° 342, p. 40-45.

## PLAN

Introduction : processus locaux & comportement global, réseaux, limites et limitations.

### I. Comment "qui se ressemblent qualitativement s'assemblent quantitativement" ?

1. 1 contrainte & 1 signal pour 1 métamorphose : **"team building" !**
2. Empathie : "On n'échappe pas à ses hormones"
  - 2a. Test d'empathie & cycle menstruel : cycles intra- & inter-individu(s).
  - 2b. Test d'empathie & phénotype : un critère de "forme".
3. L'information est dans l'émetteur et le récepteur :  
elle est indissociable d'une structure, d'une organisation spatiale et temporelle.
  - 3a. L'information est dans la structure. La structure est le support d'une fonction.
  - 3b. L'information est à la fois organisation & réaction à des stimulations.
  - 3c. L'information est une unité d'action, d'espace et de temps.
  - 3d. L'information est dans les interactions.
  - 3e. **"The message of Ecology."**

### II. Comment concilier les contraires : acteurs clés-de-voûte & effets paradoxaux.

Le tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties.

1. À tous les niveaux d'organisation du vivant,  
des acteurs clés-de-voûte permettent l'intégration dans un écoexotopie.  
**Situation complexe & contingence.**
2. De l'antagonisme à la coopération :  
la survie de l'un dépend de celle de l'autre et réciproquement.
3. L'émergence d'une association à avantages et inconvénients réciproques et partagés :  
une co-métamorphose (la mise en place de l'association rhizobium-légumineuse).
4. Les fluctuations de l'entraide.  
**L'encadrement des violences.**
5. La diversité des associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés.  
**From team building to sustainable associative groupwares.**

### III. Vers une sociobiologie systémique des organisations ? **"networking & groupwares"**

À propos de l'ouvrage "L'amibe et l'étudiant", d'Alain Devaquet.

A. Le vocabulaire et les concepts de la systémique (par ordre alphabétique).

B. Les références aux "pères fondateurs" concepteurs de la systémique.

C. Quel "pragmatisme" systémique mettre en œuvre ?

### IV. La bio-socio-systémique en application.

1. L'exemple d'une préparation pluridisciplinaire à un concours de recrutement.
2. L'exemple d'une classe préparatoire intégrée à l'Université
3. L'exemple de la validation des acquis de l'expérience à l'Université

### V. Les lois biosociosystémiques.

1. **"Le message de l'évolution du vivant."**
2. **"Les lois systémiques constructales."**
3. **"Le message de la gouvernance."**

Conclusions : comment, pour quoi, pour qui, et où "mieux vivre ensemble" ?

## I. Comment qui se ressemblent qualitativement s'assemblent quantitativement ?

**Survivre c'est manger.** Le métabolisme basal de tous les mammifères et oiseaux<sup>24</sup> est (en coordonnées logarithmiques) proportionnel au poids du corps. L'homme n'est pas une exception. Plus un organisme est gros, plus il dépense d'énergie, et plus il consomme de matière et d'énergie. Pour cultiver **localement toujours plus** de salades sous serre, et pour vendre localement toujours plus de produits alimentaires manufacturés, pour produire toujours plus d'hommes, l'homme défriche **toujours plus globalement** la planète. L'homme est apparemment capable de changer la capacité d'accueil de son écoexotopie, quels qu'en soient la difficulté ou le coût, ou de changer la capacité d'être accueilli des espèces avec lesquelles il partage le même écoexotopie, mais, il semble incapable de changer sa capacité d'être accueilli ! Ainsi, nous consommons trop de graisses saturées. C'est cette **surconsommation** qui a fait apparaître diverses **maladies de civilisation** quand les conditions de survie se sont "améliorées" (voiture, ascenseur, confort thermique...), car on a continué à manger comme les générations antérieures dont les dépenses énergétiques étaient considérablement plus élevées (travaux physiques dans les champs, dans les usines...).<sup>25</sup>

**Quelles sont les limitations<sup>26</sup> imposées à la capacité d'être accueilli (de l'endophysiotopie) par les limites de la capacité d'accueil de l'écoexotopie ?<sup>27</sup>**

Survivre ce n'est pas seulement "manger", pour **croître en masse** et atteindre un **seuil minimal** de croissance (aspect quantitatif), ce qui permet de passer du stade larvaire (spécialisé dans la croissance) au stade adulte (spécialisé dans la reproduction) pour se survivre, c'est aussi "ne pas être mangé" (aspect qualitatif). Mais **la croissance est toujours limitée**. La survie des lions, mammifères carnivores, n'est possible qu'en dessous d'une limite supérieure de poids.<sup>28</sup> Cette limite peut être dépassée par les éléphants, mammifères herbivores, qui peuvent être beaucoup plus gros.<sup>29</sup>

**La croissance, le quantitatif (toujours plus) n'est qu'un préalable à l'acquisition de capacités nouvelles (le développement).** Ainsi, La mise en place des fibres striées de nos muscles squelettiques commence par une phase de prolifération (de **croissance** en nombre) de cellules souches qui donnent des cellules filles qui s'organisent dans l'espace en files (**organisation spatiale**). En fusionnant ces populations locales de cellules forment un nouveau tout capable de fabriquer les protéines contractiles du mouvement. La fibre musculaire est une entité géante, supra-cellulaire, **qui est à la fois plus et moins que la somme de ses parties**. Elle a **perdu des propriétés anciennes** du niveau d'organisation cellulaire, elle n'est plus capable de se diviser. Elle a **gagné de nouvelles propriétés émergentes**, elle est capable de se contracter, tout en ayant **conservé des propriétés anciennes remaniées**.

Au cours de cette **métamorphose**, la capacité d'accueil de l'écoexotopie extra-cellulaire n'a pas changé, ce qui a changé c'est la capacité d'être accueilli de l'endophysiotopie intracellulaire. Ce qui a changé, au cours de cette **différenciation**, c'est la façon dont cet écoexotopie est re-partagé maintenant entre les anciennes et les nouvelles lignées cellulaires.

**Quelles sont les interactions à l'origine de ce processus de différenciation sociétale<sup>30</sup> ?**

### 1. "team building" : 1 contrainte & 1 signal pour 1 métamorphose.

**Les amibes acrasiales, Dictyostelium discoideum**, (qui ressemblent plus à des moisissures gélatineuses<sup>31</sup> qu'à des amibes) sont des prédateurs de bactéries **vivant** dans l'humus des sols : **survivre c'est manger**.

<sup>24</sup> vertébrés **homéothermes** : capables de maintenir **constante entre 2 limites**, la température de leur endophysiotopie quelle que soit la température, variable, de l'écoexotopie.

<sup>25</sup> Bourre J.-M. (2006) Les limites de la science. Que faut-il penser des oméga 3 ? Pour La Science n° 342, p. 14-17.

<sup>26</sup> Vitousek P.M. (2004) Nutrient Cycling and Limitation. Hawai as a Model System. Princeton Science, 248 p.

<sup>27</sup> Odling-Smee F.J. & al. (2003) Niche Construction. The Neglected Process in Evolution. Princeton Science, 368 p.

<sup>28</sup> Collectif (2007) Pour survivre, les mammifères carnivores ont un seuil de poids. Science & Vie n° 1074, p. 18.

<sup>29</sup> Carbone C. & al. (2007) The Costs of Carnivory. PLoS Biology n° 5, p. 1-6.

<sup>30</sup> Collectif (1998) Les sociétés cellulaires. Pour La Science Dossier HS avril 1998.

<sup>31</sup> (pseudoplasmodial) **slime molds, protistes fongiformes** Acrasiomycètes (apparentés aux Myxomycètes)



**Quand leurs conditions de survie sont bonnes**, elles mènent une existence unicellulaire et rampante, et se survivent par **multiplication végétative** (croissance en nombre par mitoses successives). **Quand les conditions deviennent défavorables** (lorsque la nourriture se raréfie, ou que le pH devient défavorable), lorsqu'apparaît une **inadéquation** entre le fonctionnement de l'endophysiotope (sa survie) et la **capacité d'accueil de l'écoexotope**, **à la suite de cette contrainte**, elles ne s'enkystent pas individuellement, contrairement aux autres amibes, elles adoptent une stratégie sociale. Elles abandonnent leur mode de vie solitaire pour une action collective. Elles s'agglutinent entre elles et forment une sorte de champignon primitif, constitué d'un pied érigé verticalement avec au sommet, une capsule. **Comment ? Pourquoi ?**

Les premières cellules affectées par le stress émettent **un signal chimique l'acrasine**. Ce signal attire d'autres, qui remontent le gradient de diffusion du signal (comme des bateaux se dirigeant de toutes parts vers le phare marquant l'entrée d'un port pour éviter la tempête qui menace) et convergent en étoile vers la source du signal (**réponse** chimiotactique). Le signal est sécrété de manière oscillante, elles s'agrègent donc en vagues successives, de manière pulsatile, autour de cellules se comportant comme des centres d'agrégation. Elles s'agglutinent en une masse cytoplasmique unique, de 2 mm de long, en forme de saucisse. Ce plasmode<sup>32</sup> possède **des mouvements coordonnés** (comme une limace !), et se déplace durant quelques jours. À la surface du sol, il se ramasse en une masse sphérique, qui se transforme en sporocarpe avec pied et capsule sporifère (comme pour un champignon ou une mousse). Composée d'amibes enkystées, la capsule est surélevée progressivement par le pied qui s'allonge au-dessus du sol, à l'air libre. Ce qui donne aux spores l'opportunité d'être entraînées (par le mouvement de l'air, de l'eau, ou d'un animal) **ailleurs**, où les conditions de survie peuvent être éventuellement favorables. Alors, des amibes, à nouveau solitaires et unicellulaires, émergeront des centaines de spores dispersées.

L'exemple des amibes acrasiales permet d'illustrer la notion de **bifurcation** ou de **brisure** au niveau cellulaire. Lors de la constitution du sporocarpe, "tout se passe comme si" chaque amibe "choisit" sa destinée. S'enkyster dans la capsule sporifère et survivre et se survivre, ou bien devenir partie du pied, et ainsi périr mais aider les autres à se survivre en **"déléguant"** à quelques individus cette capacité. C'est un premier pas vers la pluricellularité avec la séparation entre **soma & germen**. À partir d'une situation d'isotropie apparaît une anisotropie.

Les cellules de la lignée du soma survivent puis meurent, mais elles seules peuvent permettre avant leur mort à certaines cellules de la lignée germinale de se survivre dans un nouvel organisme. L'organisme (niveau d'organisation **i+1**) ce n'est pas l'amibe, unicellulaire (niveau **i**), qui peut survivre mais ne peut pas se survivre, c'est l'ensemble de la population d'amibes avec les 2 lignées cellulaires en interactions. Les amibes isolées constituent **la phase larvaire, libre, phase de croissance individuelle, locale, en masse, de chaque cellule, et de croissance globale en nombre** de la population de cellules. Les amibes regroupées constituent **la phase adulte, seule capable de**

---

Chabasse D. (1998) Origine et interrelation des champignons avec le vivant. Évolution durant les temps géologiques. *J. Mycol. Méd.*, n° 8, p. 125-138. <http://www.med.univ-angers.fr/GEIHP/Resumes.html>

myxomycète : de **myxo** gélatineux, gluant & **myco** (mycète) champignon

Les myxomycètes se rencontrent sur substrats toujours végétaux : bois morts, litière de feuilles, compost, mousses...

<http://www.zwiki.com/index.php/Acrasiomyc%C3%A8te>

<sup>32</sup> La dénomination d'amibes collectives est plus judicieuse, myxo fait référence à la formation d'un **plasmode**, stade de développement caractérisé par une masse gélatineuse, dans laquelle baignent de nombreux noyaux, non séparés par des membranes (vrai plasmode) dans le cas des Myxomycètes, séparés dans le cas des Acrasiomycètes (pseudoplasmode).

Margulis L. & al. (1999) *Diversity of life*. Jones & Bartlett, Boston, 248 p.

Ce plasmode n'est pas enfermé dans une paroi rigide, il peut donc être animé de mouvements convulsifs et il se déplace (de quelques cm par heure), il peut même passer au travers d'un tissu de soie ou d'un papier filtre !

Cette forme ne se développe qu'en conditions climatiques favorables d'hygrométrie importante. En conditions d'humidité défavorables, le plasmode se rétracte et peut se replier dans les infractuosités du substrat.

Le plasmode se nourrit de bactéries, champignons et peut même engloutir un champignon.

Les myxomycètes servent de nourriture aux insectes comme les psocques, et à certaines moisissures...

**Survivre c'est "manger & ne pas être mangé", pour "SE survivre".**

Environ 1000 espèces de myxomycètes, réparties dans une soixantaine de genres, sont actuellement dénombrées.

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Acrasiomyc%C3%A8te>

**se survivre.** Au cours du **cycle de développement** de l'organisme, il existe une phase de **métamorphose**, phase de transition entre la forme individuelle et la forme collective. Et le cycle recommence. **La phase larvaire est le préalable** à la phase reproductrice.

**La croissance locale permet de payer le coût de la différenciation globale.**

L'acquisition de la capacité de se survivre n'est possible qu'après une croissance minimale (et une durée de survie minimale), grâce à l'atteinte d'une **masse critique**. Et, elle n'est mise en place que lorsque la croissance n'est plus possible. L'acquisition de la capacité de se survivre est une réponse de l'endophysiote aux mauvaises conditions de survie de l'écoexotepe.

Avant d'acquérir la capacité d'osciller de manière autonome, les amibes, excitables, peuvent relayer des **signaux dont l'amplitude dépasse un seuil**. Comme le sont et le font des neurones !<sup>33</sup>

L'apparition des oscillations est due au passage par un point **de bifurcation**<sup>34</sup>, **liée à une désynchronisation des cellules**. Les cellules, dans des états de croissance différents, sont bloquées à des phases différentes du cycle cellulaire **lorsque la contrainte survient**.

Si toutes les cellules subissaient une variation synchronisée de leurs paramètres fonctionnels, elles posséderaient toutes le même comportement dynamique et l'ensemble du territoire d'agrégation ne pourrait se structurer de manière efficace **dans l'espace**.

**C'est la désynchronisation de l'organisation temporelle qui permet l'émergence d'une nouvelle organisation spatiale.**

**L'émergence du comportement dynamique global, collectif, "sociobiologique"<sup>35</sup> est la conséquence des variations individuelles locales** de chacune des amibes.<sup>36</sup>

Mais "il y a **un temps pour chaque chose et chaque chose a lieu en son temps**" !

Lorsque la situation de survie individuelle ne peut plus être maintenue, la socialisation, permet la différenciation, et se conjugue avec elle pour conduire à une organisation plus complexe (à un nouveau stade de développement).

## **2. Empathie : "On n'échappe pas à ses hormones"<sup>37</sup>**

Comparons des espèces différentes d'amibes acrasiales soumises au même stress. Deux espèces, dont les cellules isolées se côtoient en mélange dans le même sol, se séparent en deux limaces différentes. Lors de leur mouvement, les cellules en regroupement, se croisent, se chevauchent mais jamais sans se mélanger : **"une place pour chacun et chacun à sa place"**.

Chaque espèce garde son individualité ! **Comment ? Pourquoi ?**

Chez Dictyostelium, l'hormone d'accrétion (l'acrasine) est l'AMP cyclique. Chez Polysphondylium c'est la glorie, sans aucune ressemblance avec la précédente. Mais dans les deux cas, le phénomène est contrôlé par **le même processus de décision** (de gouvernance<sup>38</sup>) :

<sup>33</sup> Edelman G.M. (1991) *Neural Darwinism : the Theory of Neuronal Group Selection*. Oxford, 371 p.

<sup>34</sup> **La bifurcation est la conséquence d'une augmentation brutale de la sensibilité du système :**

une variation infinitésimale d'un paramètre entraîne un changement drastique de la nature du comportement dynamique. Des oscillations entretenues peuvent survenir de manière spontanée quand un état stationnaire de non-équilibre devient instable **au-delà d'une valeur critique** d'un paramètre. Dans le cas de la **bistabilité**, 2 états stationnaires stables peuvent co-exister dans un domaine de valeurs d'un paramètre de contrôle. L'évolution vers l'un ou l'autre de ces états dépend des conditions initiales. L'ensemble des conditions initiales au départ desquelles **le système évolue vers l'un des deux états** stationnaires stables représente le bassin d'attraction de cet état.

Les systèmes vivants sont probablement **polystables** : Bricage P. & al. (1990). Appraisal of the defoliator Lepidoptera associations in a hardwood forest. *Ikartzaleak (Acta Entomologica Vasconae 1)* 13: 5-26.

<sup>35</sup> Servigne P. & J. van Helden (2004) Sociobiologie. In *Enjeux sociaux et écologiques de la biologie.*, 15 p.

<http://tv.isg.si/site/ftpaccess/elogedusavoir/Sociobiologie.pdf>

Servigne P. (2006) Au nom de la science. *Réfractons* n° 13, p. 15-24.

[http://refractions.plusloin.org/IMG/pdf/04Servigne15\\_24.pdf](http://refractions.plusloin.org/IMG/pdf/04Servigne15_24.pdf)

<sup>36</sup> Kac E. (2003) El Octavo Dia. In Mungi, A., C. Elorza & I. Billabeitia eds. (2003). *Arte y pensamientos en la era tecnológica* (Bilbao: Universidad del País Vasco, 2004), p. 123-133.

<sup>37</sup> Adkins-Regan E. (2005) *Hormones and Animal Social Behavior*. Princeton Science, 416 p.

<sup>38</sup> Bricage P. (2004) La gouvernance du vivant : les acteurs et les systèmes., *Colloque AFSCET Andé La gouvernance.*, 26 p. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde04GV.pdf>

- chaque acteur (chaque cellule d'amibe), au niveau moléculaire, sécrète **à la fois** 1 hormone attractrice "l'acrasine", 1 enzyme de destruction de cette hormone (une acrasinase) et 1 inhibiteur de cette enzyme, car il faut **à la fois** que la concentration en acrasine sécrétée par une amibe soit **suffisamment forte** pour qu'elle soit perçue par les autres amibes et pas trop (**suffisamment faible**) pour que l'amibe puisse percevoir l'acrasine émise par les autres amibes !

- l'hormone n'est active que **si, et seulement si**, elle est reconnaissable, reconnue et fixée, par un récepteur (cible d'arrimage) spécifique. Toute **information** est indissociable à la fois de son émetteur et de son récepteur.

Le signal est **à la fois émis et perçu par chaque partenaire**, il est **à la fois commun, partagé et cumulé**. Au-delà d'un certain seuil (**dimension critique**) il déclenche **une rupture de l'unité de temps de lieu et d'action**, un changement de stade de **développement avec passage à un nouveau type d'organisation et à un nouveau mode d'intégration**.<sup>39</sup>

À partir d'aujourd'hui, demain ne sera plus jamais comme hier.

La destinée ultime d'une cellule initialement libre est déterminée précocement par sa position dans l'agrégat, position qui semble elle-même contrôlée par le stade de croissance et de développement auquel se trouvait la cellule au début du rassemblement.

Le plasmode des myxomycètes ressemble beaucoup à celui de l'embryon des insectes.

### **2a. Test d'empathie & cycle menstruel : cycles intra- & inter-individu(s).**

Le comportement de regroupement en réponse à des stimulations chimiques<sup>40</sup> est un phénomène banal.<sup>41</sup> Aussi banal est l'échange d'informations permettant la reconstitution d'un organisme dissocié.<sup>42</sup> L'homme est-il une exception ?

*"Souvent femme varie, bien fol est qui s'y fie."* François 1<sup>er</sup>

De la puberté à la ménopause, au cours du cycle menstruel féminin, les variations naturelles conjointes des concentrations hormonales, en œstrogènes et en progestérone, sont telles qu'il n'y a pas 2 jours physiologiquement identiques. Quelles sont les conséquences de cette diversité ?

Les femmes sont plus "sexy" au moment de l'ovulation. Comme toutes les femelles de primates, elles émettent instinctivement, à la phase de fertilité de leur cycle, des signaux visuels et olfactifs pour attirer les mâles.<sup>43</sup> Elles font tout pour paraître plus séduisantes.

Cette attirance qui influence les comportements de choix, entre partenaires sexuels ou entre membres d'une équipe (**team building**), existe pour les deux sexes et affecte aussi bien l'aspect du visage que la tenue, comme le montrent des tests photographiques<sup>44</sup> et morphométriques.

Les hormones modèlent et remodelent le cerveau<sup>45</sup> et le choix dépend à la fois de la phase du cycle menstruel de "l'émetteur" (même en présentant sa photographie en noir et blanc) et de celle du "récepteur" (celui qui choisit).

<sup>39</sup> Toute métamorphose implique **3 types d'événements, irréversibles et indissociables** :

la disparition de structures anciennes, l'apparition de structures nouvelles, le remaniement de structures anciennes.

**Ibid** Bricage P. (2005) The Metamorphoses of the Living Systems : The Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and of Disadvantages. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage.pdf>

With supplementary data : Bricage P. (2005) Les Métamorphoses du Vivant : Les Associations à Avantages et Inconvénients Réciproques et Partagés. 9 p. **workshop 4 BioSystemics** <http://minilien.com/?LUeZbdsNCH>

<sup>40</sup> Devaquet A. (1988) Amibes acrasiales. In *L'amibe et l'étudiant. Université et recherche : l'état d'urgence.*, Éditions Odile Jacob, Paris, Chapitre XI, p. 277-300.

<sup>41</sup> Vité J.P. & G.B. Pitman (1969) Aggregation behaviour of *Dendroctonus brevicomis* in response to synthetic pheromones. *J. Insect Physiol.* n° 15, p.1617-1622.

<sup>42</sup> Tuzet O. & R. Connes (1963) Recherches histologiques sur la reconstitution de *Sycon raphanus* O.S. à partir de cellules dissociées. *Vie et Milieu* t. XIII, p. 703-710.

<sup>43</sup> Sexual Photographs: Surprise! Men Look At Faces, Women Focus On Sexual Acts.

<http://www.sciencedaily.com/releases/2007/04/070412160210.htm>

Etgen A.M. (2007) Translational Topics in Behavioural Neuroendocrinology. *Hormones and Behavior* Special Issue.

<sup>44</sup> Kramer D. (2004) Women look best once a month. A woman's face is most alluring at the height of her cycle.

In Roberts, S. C. & al. (2004) *Proc. R. Soc. Lond. B (Suppl.)*, published online **doi:10.1098/rsbl.2004.0174**

[http://www.facelab.org/Publications/files/Roberts\\_Nature.pdf](http://www.facelab.org/Publications/files/Roberts_Nature.pdf)

**Ibid** Bricage P. (2005) Modelling Time Modularity.

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage2.pdf>

<sup>45</sup> Kinsley C. & K. Lambert (2006) Des hormones qui remodelent le cerveau. *Pour La Science* n° 340, p. 84.

Les dosages hormonaux sanguins montrent que la prise de pilule abolit cette diversité (plus ou moins selon le type de pilule). Alors, tous les jours se ressemblent physiologiquement.

### **2b. Test d'empathie & phénotype : un critère de taille.**

Lorsque l'on demande à des hommes, et à des femmes, de choisir une silhouette parmi un éventail de silhouettes féminines (de très minces, à normales, et à très grosses), ou de les classer par ordre de préférence, leur choix se porte toujours vers celle(s) dont la taille est la plus prononcée tout **en évitant les extrêmes**. Ce choix instinctif est plus qu'un choix esthétique puisque des femmes trop maigres ou trop grosses présentent souvent des troubles de la fertilité.

Comment la tempête d'impulsions électriques qui traverse le cerveau est-elle traduite en informations ?<sup>46</sup> Imprégnés d'hormones différentes, en concentrations différentes d'un sexe à l'autre, les cerveaux masculin ou féminin n'ont **ni la même organisation, ni la même façon de percevoir et de traiter les mêmes informations**.<sup>47</sup>

### **3. L'information est dans l'émetteur et le récepteur : elle est indissociable d'une structure, d'une organisation spatiale et temporelle et d'une action.**

Les protéines sont constituées de **modules élémentaires ("briques")**, les acides aminés. Elles présentent une **structure "en relief"** dans l'espace à 3 dimensions (conformation 3D) qui dépend de leur séquence en acides aminés.<sup>48</sup>

#### **3a. L'information est dans la structure. La structure est le support d'une fonction.**

L'insuline, la seule hormone hypoglycémisante<sup>49</sup> chez l'homme, est constituée de 2 chaînes d'acides aminés, reliées entre elles par des ponts disulfures. L'insuline n'est jamais fabriquée à l'état actif, car toute hormone est comme une "grenade" : à concentration très faible elle a un effet qui peut être dévastateur (coma hypoglycémique dans le cas de l'insuline), elle ne doit donc être "dégoupillée", **qu'au bon endroit, au bon moment et pour l'action appropriée**. L'insuline est donc fabriquée à l'état natif en une seule chaîne, avec **une double sécurité** ! La **pré-pro-insuline** est inactive. L'enlèvement d'une partie, à une extrémité de la molécule (dans l'appareil de Golgi des cellules du pancréas sécrétrices d'insuline) aboutit à la **pro-insuline** qui prend une conformation dans l'espace qui ressemble à celle de l'insuline active (avec les ponts disulfures), mais toujours sous forme d'une seule chaîne, inactive. C'est la forme de stockage, sécurisée. Lorsque l'insuline fonctionnelle doit être sécrétée, un autre morceau au milieu de la chaîne d'acides aminés est enlevé, ce qui donne la molécule finale, avec ses 2 chaînes et la conformation active appropriée.

L'information, c'est **"ce qui donne une forme" et "ce qui naît d'une forme"**.

L'insuline n'est active que **parce qu'elle reconnaît, et est reconnue par**, des récepteurs protéiques, dont la structure dans l'espace correspond à celle du site actif de l'insuline "en pleins et en creux", les 2 structures s'adaptant l'une à l'autre, comme une clé ne correspond habituellement qu'à une seule serrure. L'information, transmise et perçue, est la conséquence à la fois de la présence de l'hormone et de la présence de son récepteur. Comme dans tout acte de communication, **c'est de la complémentarité entre émetteur et récepteur que naît l'information**.

La subtilisine est une protéase bactérienne. Cette enzyme qui coupe des protéines peut être "convertie" en une toute autre enzyme, une acyltransférase, en changeant un acide aminé de son site actif (une sérine) en un autre (une sélénocystéine).<sup>50</sup> Les conditions d'action (de température et de pH) restent les mêmes, la cinétique réactionnelle reste la même, mais ce n'est plus une coupure qui est réalisée mais une addition. L'information reconnaissable, et reconnue, par le site actif (les substrats de l'enzyme) a changé car sa structure a changé.

<sup>46</sup> Nicoletis M. & S. Ribeiro (2007) Le langage du cerveau. *Pour La Science* n° 352, p. 48-54.

<sup>47</sup> Michelet S. (2007) Sous l'œil de la science. Les points forts des femmes & Les points forts des hommes. *Psychologies* n° 261, p. 152-154.

<sup>48</sup> Chaque position de cette séquence peut être occupée par 1 acide aminé parmi une vingtaine d'acides aminés possible.

<sup>49</sup> *Ibid* Bricage P. (2004) La gouvernance du vivant : acteurs & systèmes. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde04GV.pdf>

<sup>50</sup> Wu Z.P. & D. Hilvert (1989) Conversion of a Protease into an Acyl Transferase: selenolsubtilisin. *J. Am. Chem. Soc.* n° 111, p. 4513-4514.

**L'information reconnaissable est dans la structure de reconnaissance, la structure reconnue et la fonction réalisée sont dans l'information reconnue.**

**Elle est portée par une structure, sa signification émerge d'une co-reconnaissance.**

Depuis la découverte du code génétique, prédire la séquence en acides aminés d'une protéine à partir de celle d'un acide nucléique est un jeu d'enfant. Mais, on ne sait toujours pas prédire la structure spatiale d'une protéine, son organisation spatiale (et temporelle<sup>51</sup>).

### **3b. L'information est à la fois organisation & réaction à des stimulations.**

Les oiseaux possèdent un système de vision des couleurs qui surpasse celui de tous les mammifères, y compris l'homme.<sup>52</sup> La couleur perçue n'est pas une propriété de la lumière, ou des objets qui la réfléchissent, c'est une sensation qui naît dans le cerveau. **L'œil perçoit, le cerveau voit.** Les oiseaux, les lézards, les tortues et beaucoup de poissons ont dans leur rétine des récepteurs sensibles à l'ultraviolet, pas l'homme. L'homme est incapable de voir la couleur des fleurs vue par les insectes qui eux aussi perçoivent l'ultraviolet. Les abeilles (et les fourmis) utilisent même la perception de la lumière ultraviolette pour communiquer une information d'orientation dans l'espace (danse des abeilles). La vision des couleurs chez les vertébrés commence avec les cellules de la rétine en forme de cône, qui contiennent un pigment photorécepteur. L'information perceptible dépend de la structure de ce pigment. L'information perçue et transmise dépend de la répartition de chaque type de cônes. La voie de transmission dépend de la structure de l'organisation spatiale des cônes dans l'épaisseur de la rétine. Le cerveau voit des couleurs en comparant les signaux envoyés par au moins 2 types de cônes, différant par leur pigment. Les oiseaux possèdent 4 lignées de cônes, l'homme n'en a que 3. Ce que voient les oiseaux nous est inaccessible !

Les tentacules des pieuvres, qui se replient comme les bras d'un homme, sont régis par un système nerveux autonome.<sup>53</sup> Le contrôle de leur mouvement ne requiert que 3 degrés de liberté, ce qui minimise le travail cérébral de l'animal, dont le cerveau peut faire autre chose, car il possède un système de perception visuelle encore supérieur à celui des oiseaux et un mode de communication par expression de motifs colorés portés sur son corps.

Grâce à l'imagerie cérébrale, il a été montré que, chez l'homme, l'usage des chiffres et des lettres repose sur 2 réseaux cérébraux distincts.<sup>54</sup> Un enfant qui sollicite précocement l'une ou l'autre de ces 2 prédispositions, adulte, bénéficiera de capacités accrues dans ces domaines. Les aptitudes numériques apparaissent avant le langage et l'irruption du langage entraîne une redescription cognitive : l'enfant ne parvient plus, provisoirement, à effectuer les opérations numériques dont il était précédemment capable.

### **3c. L'information est une unité d'action, d'espace et de temps.**

L'insuline active doit être sécrétée au bon moment : **il y a un temps pour chaque processus et chaque processus a lieu en son temps.** De même, **il y a un espace pour chaque processus et chaque processus a lieu en son espace.** Pour que la synthèse des protéines ait **lieu au bon endroit et au bon moment**, la séquence de tout ARN messager porteur de l'information codant pour une séquence d'acides aminés comporte en début de chaîne **une information codant pour une séquence signal.** Cette séquence sera retirée de la protéine fonctionnelle, mais, sa présence est indispensable pour que la protéine soit fabriquée et excrétée dans la cavité du reticulum endoplasmique de la cellule.

<sup>51</sup> Le paradoxe de la **structure tridimensionnelle, porteuse d'une information (organisation spatiale)** fonctionnelle ou non (loi du "tout ou rien"), est qu'elle est **à la fois rigide et flexible.** Elle est de plus **fluctuante au cours du temps**, à la fois à cause de fluctuations (thermiques, ioniques) et de changements (de pH, de concentrations) de l'écoexotopie.

Yon-Kahn J. (2006) *Histoire de la science des protéines.* EDP Sciences, Paris, 312 p.

Cette **information** dépend même du déroulement du processus progressif de synthèse de la protéine.

Dyson H.J & P.E. Wright (2005) Intrinsically Unstructured Proteins and Their Functions. *Nature Rev. Mol. Cell Biol.* n° 6, p. 197-208.

Elle est **contingente à la fois** à la structure finale, à la mise en place de cette structure et aux conditions de fonctionnement de cette structure.

<sup>52</sup> Goldsmith T. (2007) Ce que voient les oiseaux. *Pour La Science* n° 354, p. 68-73.

<sup>53</sup> Hurault E. (2005) Pieuvre. L'intelligence plein les bras ! *Science & Vie* n° 1054, p. 78-81.

<sup>54</sup> Revoy N. (2005) Êtes-vous chiffres ou lettres ? *Science & Vie* n° 1054, p. 162-166.

Au cours de l'évolution du vivant, **les structures permettant de stocker, de transmettre ou d'exprimer une information** ont évolué avec **l'émergence de nouveaux niveaux d'organisation**. Mais, toujours, les nouvelles structures et les nouvelles informations ont émergé **par juxtapositions et emboîtements** de modules élémentaires (de "briques") pré-existantes.<sup>55</sup>

Depuis la préhistoire, par regroupement, en formant des associations<sup>56</sup> interactives, l'homme est passé du stade de la conscience de soi au stade de la conscientisation sociale.

**Quelles sont les règles de cette associativité ?**

### **3d. L'information est dans les interactions.**

Dans tout système vivant, quel que soit son niveau d'organisation<sup>57</sup>, existe **une organisation en réseau** entre l'héritage génétique (la capacité d'être accueilli potentielle, de l'endophysiotope) et l'héritage environnemental (la capacité d'accueil potentielle, de l'écoexotope) **contrôlée par un espace-temps fonctionnel d'inter-actions**, l'écophysiotope<sup>58</sup> (l'héritage épigénétique<sup>59</sup>, la capacité d'être accueilli effective). Les inondations du printemps et de l'été 1993 aux Etats-Unis sont la conséquence de la faible robustesse de cette capacité effective : la modification de la capacité d'accueil (tempêtes) a submergé la capacité d'être accueilli (ruptures des digues, mal placées, mal construites, mal entretenues, mal conçues, insuffisantes). De même, pour le tremblement de terre de Taïwan, le 21 septembre 1999 : de magnitude très élevée (rupture de la capacité d'accueil) il est arrivé au mauvais endroit (en ville, au centre de l'île, où la densité d'immeubles et de population est la plus élevée) au mauvais moment, provoquant la mort de plus de 2000 personnes.

Que faire pour éviter que l'écoexotope devienne celui des catastrophes ?

L'accumulation de bactéries résistantes aux antibiotiques est devenu un problème de santé publique. Les antibiotiques ont sauvé quantité de vies humaines (et animales), mais leur consommation systématique et effrénée a entraîné la sélection d'espèces de bactéries, **de plus en plus nombreuses, de plus en plus résistantes** (quantitativement), à **de plus en plus** (qualitativement) d'antibiotiques.<sup>60</sup> Face à la diminution de la capacité d'accueil de leur écoexotope de survie (présence d'antibiotiques), les bactéries ont augmenté leur capacité d'être accueilli (acquisition et transmission de résistances aux antibiotiques). Tandis qu'en augmentant la capacité d'accueil de son écoexotope (utilisation d'antibiotiques), l'homme a diminué sa capacité d'être accueilli. **Survivre c'est transformer les inconvénients en avantages** (ce qu'on fait les bactéries) **et éviter que les avantages deviennent des inconvénients**<sup>61</sup> (ce que n'a pas fait l'espèce humaine).

Ce sont les rizières à forte productivité potentielle (59 q/ha, la plus forte capacité d'accueil) qui subissent les pertes de récolte les plus importantes (41%), malgré l'utilisation d'herbicides, d'insecticides et de fongicides ! Pour diminuer ces pertes l'homme en utilise **toujours plus**. Dans des rizières où la productivité n'est que de 47 q/ha (moindre capacité d'accueil) les pertes sont moindres (24%)<sup>62</sup> et les ravageurs plus diversifiés (comme dans les écosystèmes naturels<sup>63</sup>). Et globalement, le rendement net est même supérieur (35,8 q/ha au lieu de 34,8 q/ha) avec un coût

<sup>55</sup> C'est **l'ergodicité** du vivant. **Ibid** Bricage P. (2001) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

<sup>56</sup> Moreau L. (2007) Les réseaux sociaux à l'époque gravettienne. *Pour La Science* n° 354, p. 74-80.

<sup>57</sup> **Ibid** Bricage P. (2001) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

<sup>58</sup> **Ibid** Bricage P. (2002) Héritage génétique, héritage épigénétique et héritage environnemental. <http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

<sup>59</sup> **Ibid** Bricage P. (2002) The Evolutionary "Shuttle" of the Living Systems. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

<sup>60</sup> Levy S.B. (1999) De l'usage impropre des antibiotiques. *Le paradoxe des antibiotiques*. Belin, Paris, p. 61-70.

<sup>61</sup> Bricage P. (2006) *The symbiosis: a "unity through diversity" partnership of mutual sharing of profits and of injuries*. <http://minilien.com/?IzFET9WhX> (fichier pbAnde06symbiosis.pdf)

Bricage P. (2007) La systémique : une nouvelle gouvernance du savoir & une nouvelle pédagogie de l'apprentissage ? p. 148.1-148.4. In *"Système & Accompagnement"*, 155 p., Bricage P. (coord.) & al., archives ouvertes du CNRS, en Sciences Humaines & Sociales <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00130212>

<sup>62</sup> Statistiques de l'IRRI (International Rice Research Institute) <http://www.irri.org>

<sup>63</sup> Bricage, P. (1991) Évaluation des interactions entre les densité et diversité des chenilles de Lépidoptères et les diversité et degré de défoliation des feuillus d'un bois. Mesure de la polyphagie et prédiction des pullulations potentielles. *Acta Entomologica Vasconae* vol. (2), p. 5-21.

(encadrement de stages annuels d'étudiants, sur le terrain (bois de PAU), de 1984 à 1990, financement Mairie de Pau)

moins de produits chimiques et un meilleur respect de l'environnement vivant (meilleure capacité d'être accueilli). "Tout se passe comme si" **la capacité d'être accueilli et la capacité d'accueil sont inversement proportionnelles**, quand l'une augmente l'autre diminue.<sup>64</sup>

### **3e. The message of Ecology.**

("les 10 commandements de l'écologie")<sup>65</sup>

1. *Good and Poor Places Exist for Every Species.*

De nombreuses capacités d'accueil sont possibles, des pires aux meilleures.

2. *Distribution of Species is Limited by Barriers and Unfavorable Environments.*

**La capacité d'être accueilli (de l'endophysiotope) est limitée, dans les limitations imposées par la capacité d'accueil (de l'écoexotope).**

3. *No Population Increases Without Limit.*

**La croissance est limitée par les interactions entre la capacité d'accueil et la capacité d'être accueilli.**

4. *Overexploited Populations Can Collapse.*

L'augmentation de la capacité d'accueil, par l'homme seul et pour l'homme seul, est responsable d'extinction de la biodiversité.

5. *Communities Can Rebound from Disturbances.*

Tout système vivant est inséparable de son écoexotope. C'est l'intégration. Son endophysiotope y **peut survivre à des agressions entre 2 limites** fonctionnelles (excès, carences).

6. *Communities can Exist in Several Stable Configurations.*

Diverses situations d'interaction entre capacité d'accueil et capacité d'être accueilli existent.

7. *Keystone Species May Be Essential to a Community.*

**La durabilité des systèmes vivants dépend d'espèces clé-de-voûte.**

**L'homme est une espèce clé-de-voûte pour ses agrosystèmes.**

8. *Natural Systems Recycle Essential Materials.*

La matière et l'énergie sont limitées, mais elles sont réutilisables.

**La durabilité résulte d'un recyclage continu de la matière et de l'énergie.**

9. *Climates Change, Communities Change.*

Les changements des conditions de disponibilité (en qualité ou en quantité) de la capacité d'accueil et de son recyclage (qui se répercutent sur **la croissance**) imposent des changements de l'organisation spatiale, temporelle et fonctionnelle de la capacité d'être accueilli (qui se répercutent sur **le développement**).

10. *Natural Systems Are Products of Evolution.*

Au cours du temps, des changements locaux (de la capacité d'accueil de l'écoexotope) peuvent induire des réponses globales (de la capacité d'être accueilli de l'endophysiotope).

## **II. Comment concilier les contraires : acteurs clés-de-voûte & effets paradoxaux.**

**Le tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties.**

**1. À tous les niveaux d'organisation du vivant,**

**des acteurs clés-de-voûte permettent l'intégration dans un écoexotope.**

Les neurones à CRF sont des neurones **clé-de-voûte** parce qu'ils reçoivent des afférences d'une grande variété d'autres neurones, ce qui permet la mise en place d'un réseau neuronal qui n'existerait pas sans eux.<sup>66</sup> Parmi les neuropeptides ou neurotransmetteurs de ceux-ci, la sérotonine (5-HT) joue un rôle clé dans la réponse au stress via l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien. La diminution de l'activité sérotoninergique est une des hypothèses de la dépression.

<sup>64</sup> Ibid Bricage P. (2006) Danger des représentations non-systémiques. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde06txt.pdf>

<sup>65</sup> Krebs Ch.J. (1988) *The Message of Ecology*. Harper & Row Publishers, New York, 195 p.

<sup>66</sup> Lim M.M. (2007) CRF receptors in the nucleus accumbens modulate partner preference in prairie voles. *Hormones & Behavior* n° 51, p. 508-515.

**Paradoxalement**, la tianeptine<sup>67</sup>, qui provoque une diminution de la concentration en 5-HT, est un antidépresseur. Mais son effet est la conséquence d'un effet antistress par l'inhibition de la transmission de la 5-HT, les déprimés, caractérisés par une suractivation permanente du système hypothalamo-hypophyso-surrénalien, étant en fait en état de stress permanent !

Lorsque la diversité est faible, comme dans les **agrosystèmes**, la stabilité dans le temps, la durabilité globale, ne peut être obtenue que par une intervention indéfiniment répétée de l'homme.<sup>68</sup> Pour les plantes et les animaux **domestiques**, la présence de l'homme est un avantage, sans lui ils n'existeraient pas. Mais c'est aussi un inconvénient, car tôt ou tard, ils sont détruits par l'homme. Peut-il n'y avoir d'avantages que par l'homme et pour l'homme seul ?

L'homme partage son écoexotope avec d'autres espèces qui avec lui constituent un écoexotope de survie pour des virus communs ou apparentés. Dans une telle situation, **la survie des uns dépend de celle des autres**. Beaucoup de systèmes hôtes-parasites avec le temps évoluent vers une pathologie individuelle limitée de l'hôte et une réduction de l'agressivité du parasite. L'impact local d'un parasite sur sa population hôte peut retentir globalement sur tout l'écosystème dont celle-ci fait partie. Ainsi, dans l'habitat naturel de la forêt équatoriale, au sud du Cameroun, 3 homologues simiens des 3 groupes (M, N, O) du virus du SIDA (VIH) viennent d'être identifiés, chez le chimpanzé (M, N) et le gorille (O).<sup>69</sup> Tout événement (biologique ou non) qui diminue la capacité d'accueil de ces grands singes pour le virus, va entraîner une augmentation par le virus de sa capacité d'être accueilli par d'autres espèces.

**L'action de l'homme permet l'émergence de nouvelles maladies.**

La victoire contre les maladies infectieuses est une illusion. Les virus font partie de notre écoexotope de survie dont l'équilibre global est susceptible de basculer par des actions locales apparemment anodines telles que les voyages ou la prise de repas de manière collective.<sup>70</sup>

**La seule façon d'augmenter la durée de survie c'est d'augmenter la capacité d'être accueilli en diminuant la pression sur la capacité d'accueil.**<sup>71</sup>

Les **interactions** entre endophysiotope & écoexotope, entre capacité d'accueil et capacité d'être accueilli, sont **caractéristiques d'une situation complexe** :

1. *Les mêmes causes apparentes peuvent avoir des effets différents.*

Une même réduction de la capacité d'accueil peut entraîner une extinction, par non-adaptation de la capacité d'être accueilli, ou l'émergence d'une capacité d'être accueilli nouvelle (**exaptation**<sup>72</sup>). L'infection par un même génome viral peut entraîner la cancérisation d'une cellule ou sa lyse.<sup>73</sup>

2. *Les mêmes effets apparents peuvent être obtenus avec des causes différentes.*

La cancérisation peut être la conséquence d'une série d'agressions physiques ou biologiques. L'avantage, pour la cicatrisation, de la présence de cellules souches peut devenir un inconvénient à la suite d'événements oncogéniques.<sup>74</sup> Il n'y a pas d'avantages sans inconvénients.<sup>75</sup>

3. *Des différences infimes de causes peuvent engendrer des effets disproportionnés.*

Ces effets peuvent être la conséquence de chemins temporels à sens unique<sup>76</sup> dans les boucles de régulation ou de boucles de rétroaction explosives.<sup>77</sup>

<sup>67</sup> Delbende C. & al. (1991) The novel antidepressant, Tianeptine, reduces stress evoked stimulation of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis. *Eur. J. Pharmacol.* n° 202, p. 391-396.

<sup>68</sup> Combes Cl. & V. Barre (1993) Parasitisme et équilibre des écosystèmes. *REED*, juillet-décembre, p. 26-28.

<sup>69</sup> Barin F. (2006) Aux origines du VIH1 : le chimpanzé... mais gare au gorille. *Virologie*, Vol. 10, n° 6, p. 461-462.

<sup>70</sup> Sonigo P. (2000) Les maladies virales. *La Recherche* n° 335, p. 70.

<sup>71</sup> Lin S.J. & al. (2002) Calorie restriction extends *Saccharomyces cerevisiae* lifespan by increasing respiration. *Nature* 418, p. 344-348.

<sup>72</sup> Gould S.J., traduit par M. Blanc (2006) *La structure de la théorie de l'évolution*. Gallimard Paris, 2034 p.

<sup>73</sup> *Ibid* Bricage P. (2005) The Metamorphoses of the Living Systems.

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage.pdf>

<sup>74</sup> Beachy Ph.A. & al. (2004) Tissue repair and stem cell renewal in carcinogenesis. *Nature* 432, p. 324-331.

<sup>75</sup> *Ibid* Wynn Ch.M. & A.W. Wiggins (2001) Le top 5 des meilleures idées scientifiques.

<sup>76</sup> *Ibid* Bricage P. (2005) The Modelling of the Time Modularity of the Living Systems.



4. *L'enchevêtrement des interactions conduit à des (bio-)logiques inextricables.*

5. *L'ordre peut émerger d'un désordre apparent.*

6. *Le passé évolutif s'inscrit dans le présent : "l'avenir commence hier".*

C'est la **contingence**.

Le phénotype d'un système, son état structural & fonctionnel (**spatial & temporel & actif**), au moment de l'observation (au temps **t**), dépend de son phénotype passé (au temps **t-1**), de son histoire (de ses héritages épigénétique et environnemental<sup>78</sup>).

Le phénotype d'un système vivant au temps **t+i** est la résultante du **produit des interactions** passées entre le génotype et le phénotype au temps **t** et de ses interactions futures<sup>79</sup> avec le milieu de **t à t+i** :

phénotype  $t+i$  = (héritage génétique **X** phénotype)  $t$  **X** héritage environnemental de  $t$  à  $t+i$

écophysiotope  $t+i$  = endophysiotope  $t$  **X** écophysiotope de  $t$  à  $t+i$  **X** écoexotopie de  $t$  à  $t+i$

Ce que les agronomes (re)découvrent !<sup>80</sup>

7. **La cause devient l'effet, l'effet devient la cause.**

## 2. De l'antagonisme à la coopération :

### la survie de l'un dépend de celle de l'autre et réciproquement.

Chaque être vivant, génétiquement<sup>81</sup> original, est capable de reconnaître son "soi" et de le défendre contre le "non-soi". Comment alors des contacts étroits peuvent-ils s'établir entre une mère et son fœtus dont les tissus sont incompatibles pour une greffe ? L'embryon envahit l'organisme maternel grâce à des enzymes de lyse (des protéases) qui décapent les tissus utérins jusqu'aux capillaires sanguins, comme le font des cellules tumorales. Comme l'amibe, en réponse à cette agression, l'organisme maternel produit des substances de défense inhibitrices des enzymes et des facteurs de croissance activant une prolifération cellulaire. Cette double stimulation tumorigène est à l'origine du placenta, qui va permettre au fœtus de s'accrocher en parasite sur l'organisme maternel qui va l'alimenter. Mais les circulations sanguines, maternelles et fœtales, resteront séparées pendant toute la grossesse. Le placenta est à la fois une surface d'accrochage, d'échanges et une barrière, annexe extra-embryonnaire et extra-maternelle, formée sous les actions offensive et défensive, conjointes, de 2 organismes en lutte l'un contre l'autre. La mère devrait rejeter l'enfant en devenir qui lui est génétiquement étranger. L'enfant pourrait tuer la mère dont il se nourrit. Cependant l'organisme maternel n'attaque pas le fœtus dont il reconnaît pourtant, exprimés sur les cellules fœtales, les antigènes étrangers d'origine paternelle. L'organisme maternel gravide est capable de s'opposer aux infections microbiennes, se protégeant et protégeant ainsi le fœtus, et de réagir à des antigènes étrangers portés par le fœtus.<sup>82</sup> La greffe n'est pas rejetée !<sup>83</sup> **Pourquoi ?**

La tolérance immunologique du fœtus par la mère serait-elle un trouble passager (le temps d'une grossesse) de la coopération des cellules immunitaires impliquées dans le rejet des greffes ?

Dans la mise en place de cette **association**<sup>84</sup>, l'organisme agressé (**l'hôte**) crée une **capacité d'accueil** pour l'organisme agresseur, qu'il ne détruit pas, en même temps que l'organisme agresseur

---

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage2.pdf>

<sup>77</sup> Ibid Bricage P. (2004) La gouvernance du vivant : acteurs & systèmes. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde04GV.pdf>

<sup>78</sup> Ibid Bricage P. (2002) Héritage génétique, héritage épigénétique et héritage environnemental.

<http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

<sup>79</sup> Bricage P. (2007) Gouvernance et pédagogie : Analogie entre un système éducatif et un système biologique. p. 50.1-50.15. In "Systémique & Accompagnement", 155 p., Bricage P. (coord.) & al., archives ouvertes du CNRS, en Sciences Humaines & Sociales <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00130212>

<sup>80</sup> Dauvin J.C. coord. (2006) *Biological heritage and food chains*. Quae, Versailles, 48 p.

Pouteau S. coord. (2007) *Génétiquement indéterminé. Le vivant auto-organisé*. Quae, Versailles, 174 p.

<sup>81</sup> Ibid Bricage P. (2002) Héritage génétique, héritage épigénétique et héritage environnemental.

<http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

<sup>82</sup> Après plusieurs grossesses, des anticorps spécifiques des antigènes paternels s'observent fréquemment dans le sérum de la mère. Dans l'incompatibilité rhésus, les anticorps maternels détruisent les globules rouges du fœtus.

<sup>83</sup> Kanellopoulos-Langevin C. (1995) Le fœtus : une greffe naturelle réussie ? *Rev. Palais Découverte*, n° 226, p. 23-36.

<sup>84</sup> Sapp J. (1994) *Evolution by Association. A History of Symbiosis*. 255 p. Oxford University Press, New York, U.S.A.

(le parasite) crée une **capacité d'être accueilli** par l'organisme agressé, qu'il ne détruit pas. Les 2 survivent ensemble et contribuent simultanément à leurs survies réciproques.

C'est une association à avantages et inconvénients réciproques et partagés.

Qu'est-ce que ce type d'association ? Est-il fréquent dans la nature ?

Comment se met-il en place ?

La première des caractéristiques fonctionnelles nécessaires et suffisantes pour définir le vivant est la **mobilisation de flux de matière et d'énergie** avec la création d'un module de stockage et de croissance (l'endophysiotope) délimité et séparé de l'écoexotope par une interface d'échanges, et de défense (une membrane), module de base qu'on retrouve dans l'architecture des **monères (niveau d'organisation i-1)** actuelles et fossiles.<sup>85</sup> C'est la re-création de cette interface, à un niveau d'organisation supérieur qu'on observe lors de la grossesse.

Le niveau d'organisation des **cellules (niveau i)** a émergé, au cours de l'évolution, par des **processus à la fois de juxtaposition et d'emboîtement** de compartiments pré-existants.<sup>86</sup> Lors d'une **interaction prédateur-proie**, le plus souvent le prédateur gagne et mange la proie. Parfois, rarement, la proie non seulement résiste mais gagne. C'est le prédateur qui est tué (voire mangé) ! Parfois, un état d'équilibre s'installe entre les 2 partenaires antagonistes où ni l'un ni l'autre ne perd, où ni l'un ni l'autre ne gagne, et où les 2 gagnent et perdent en même temps. C'est encore plus rare, mais il suffit que cela puisse arriver une fois ! Et, paradoxalement, la mise en place de ce type d'associations, à avantages et inconvénients réciproques et partagés, arrive de façon continue au cours de l'évolution du vivant.<sup>87</sup> Elle est à l'origine de la cellule eucaryote anaérobie, puis de la cellule aérobie animale. En outre, un mécanisme de ce type, suivi d'un phénomène de rétrogression<sup>88</sup>, est à l'origine des bactéries Gram-.

### 3. L'émergence d'une association à avantages et inconvénients réciproques et partagés : la mise en place de l'association rhizobium-légumineuse, une co-métamorphose.

Il existe des bactéries libres fixant l'azote atmosphérique, elles sont à vie anaérobie. Elles tirent l'énergie dont elles ont besoin, pour cette très coûteuse (**inconvénient**) fixation (capacité d'être accueilli), de la fermentation<sup>89</sup> de la cellulose (capacité d'accueil), qui est la molécule la plus abondante de la biosphère terrestre (**avantage**). La structure de leur enveloppe est différente de celle des autres bactéries Gram- anaérobies : elle **ressemble à la fois** à celle des bactéries Gram+ (comme c'est le cas pour d'autres bactéries cellulolytiques), sans membrane externe doublant la membrane plasmique, et à celle des Gram-, mais avec un peptidoglycane peu épais.

Les bactéries du genre Rhizobium survivent dans les sols, à l'état libre, à condition qu'il y ait abondance d'oxygène et de matière organique (vie aérobie hétérotrophe). Mobiles, elles se déplacent pour éviter l'excès d'eau et la carence en oxygène (les sols gorgés d'eau sont pauvres en oxygène), pour éviter les pH acides et pour rechercher (chimiotactisme) les sécrétions (les exsudats) des racines des légumineuses.<sup>90</sup> Les bactéries s'agrègent autour de leurs poils absorbants et, leur

<sup>85</sup> Bricage P. (2005) The Cell originated through Successive Outbreaks of Networking and Homing into Associations for the Mutual and Reciprocal Sharing of Advantages and of Disadvantages, between the Partners, with a Benefit only for their Wholeness. 6<sup>th</sup> European Systems Science Congress, Paris, workshop 1 Ago-Antagonism, 10 p.

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage3.pdf>, with supplementary data :

Bricage P. (2005) Les Associations à Avantages et Inconvénients Réciproques et Partagés. L'origine endosyncénétique de la cellule : avantages et inconvénients partagés entre partenaires indissociables et bénéfice global pour le nouveau tout émergeant. 55 p. <http://minilien.com/?AhsGujV2gC> & <http://minilien.com/?MKOkk2v5Nv>

<sup>86</sup> Bricage P. (2005) Le langage du vivant : plurilinguisme, transfrontaliérité et associativité. 9 p. Congrès national ANLEA, Université de Pau et des Pays de l'Adour.

<http://www.abbayeslaiques.asso.fr/BIOsystemique/ANLEA05PauPB.pdf>

<sup>87</sup> Bricage P. (2003) Organisation, intégration et espace-temps des systèmes vivants. *Intégration du vivant et du social : Analogies et différences*. Colloque AFSCET Andé, 17-18 juin 2003, 31 p. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde03.pdf>

<sup>88</sup> *Ibid* Bricage P. (2005) The Cell originated through Successive Outbreaks of Networking and Homing...

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage3.pdf>

<sup>89</sup> Leschine S.B. & al. (1988) Nitrogen Fixation by Anaerobic Cellulolytic Bacteria. *Science* n° 242, p. 1157-1159.

<sup>90</sup> Duhoux E. & M. Nicole (2004) *Biologie Végétale. Associations et interactions chez les plantes*. Sciences SUP, Dunod Paris, 166 p.

population, à **partir d'un effectif critique**, par les substances qu'elles sécrètent, prend le contrôle de la croissance du poil absorbant. Puis des enzymes de lyse permettent aux bactéries de pénétrer, par le poil absorbant, dans l'organisme de la plante. L'individu légumineuse réagit à cette **agression parasitaire** par un processus de **tumorisation défensive** qui aboutit à la mise en place de nodosités racinaires. Dans cette nouvelle organisation, **co-crée et co-habité** par les bactéries envahissantes et les cellules envahies, les bactéries perdent leur pouvoir d'infection et leur dangerosité pour la plante. Elles se métamorphosent en bactéroïdes, dont la structure fonctionnelle est orientée vers la fixation de l'azote atmosphérique, grâce à un complexe enzymatique (la nitrogénase) actif en absence d'oxygène. Mais la survie des cellules hôtes nécessite la présence d'oxygène pour leur fonctionnement respiratoire mitochondrial. **Comment concilier les contraires ?**

Grâce à la synthèse de la leghémoglobine (protéine qui ressemble à la myoglobine du muscle) qui est une **propriété émergente de l'association**. Le hyaloplasme fabrique (supporte le coût) la globine, protéine codée par un gène de la cellule hôte, la population de bactéroïdes fabrique (supporte le coût) l'hème indispensable à son activité. L'activité des gènes correspondants de chaque partenaire est régulée par celle de l'autre.<sup>91</sup> **Les coûts (les inconvénients) sont répartis** en fonction des potentialités de chaque partenaire et cette répartition **pour l'un est contrôlée par l'autre et réciproquement**. Comme pour la myéline du neurone<sup>92</sup>, la leghémoglobine est aussi synthétisée **à l'interface des 2 partenaires**. En étant déposée entre les bactéroïdes séquestrés et les mitochondries (dont la membrane externe est aussi une membrane de séquestration<sup>93</sup>), elle **permet à la fois** la respiration mitochondriale qui fournit l'énergie indispensable à la fixation de l'azote (et qui nécessite de l'oxygène en abondance) et la vie strictement anaérobie des bactéroïdes<sup>94</sup> (l'oxygène étant un poison toxique pour la réduction de l'azote).

Dans l'association, chaque partenaire est structuré par les interactions avec l'autre. **Chaque acteur est à la fois cause et effet**. Et la **boucle de rétroaction est stable** par ce que, tout ce qui est un avantage pour l'un des partenaires est un inconvénient pour l'autre et réciproquement.



**Survivre c'est transformer les inconvénients en avantages et éviter que les avantages deviennent des inconvénients, pour chaque partenaire.**

Dans l'association, **localement**, chaque partenaire est à la fois perdant et gagnant. Seule l'association est gagnante, **globalement**.<sup>95</sup>

<sup>91</sup> Vant' Hof J. & al. (1987) Replication of the rRNA and legumin genes in synchronized root cells of pea (*Pisum sativum*) : evidence for transient EcoR I sites in replicating rRNA genes. *Plant Molecular Biology* n° 8, p. 133-143

<sup>92</sup> *Ibid* Bricage P. (2005) Le langage du vivant : plurilinguisme, transfrontalièrité et associativité.

<http://www.abbayeslaiques.asso.fr/BIOsystemique/ANLEA05PauPB.pdf>

*Ibid* Bricage P. (2006) Danger des représentations non-systémiques & pouvoir de prédiction...

<http://www.afscet.asso.fr/pbAnde06txt.pdf> & <http://minilien.com/?YUt17j0HZo>

<sup>93</sup> *Ibid* Bricage P. (2005) The Cell originated through Successive Outbreaks of Networking and Homing...

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage3.pdf>

<http://minilien.com/?AhsGujV2gC> & <http://minilien.com/?MKOkk2v5Nv>

<sup>94</sup> Birot A.-M. & al. (1983) Nitrogen fixation in French-bean nodules in relation to ageing: role of bacteroids. *Physiologie Végétale* n° 21, p. 715-722.

<sup>95</sup> Bricage P. (2000) La nature de la violence dans la nature : déterminismes écophysiologique et génétique de l'adaptation aux changements dans les écosystèmes végétaux. *La Violence*. Colloque AFSCET Andé, 18-19 mars 2000, 7 p. <http://www.afscet.asso.fr/ViolencePB.html>

Aucune plante ne possède dans son génome les gènes codant pour la nitrogénase. Ils sont présents dans le génome du Rhizobium, mais inutilisés lors de sa phase de vie libre. **Le nouvel écoexotope** de vie endo-cellulaire entraîne la **métamorphose de l'endophysiote** bactérien et l'expression des gènes correspondants. La protection de la leghémoglobine est assurée, à la fois, par les activités catalasique et peroxydasique des peroxyosomes et l'activité superoxyde dismutasique du hyaloplasme des cellules hôtes.<sup>96</sup> Le dépôt de leghémoglobine disparaît avec la sénescence des bactéroïdes.<sup>97</sup> La séquestration des bactéroïdes permet leur retour à la vie libre, à la mort de la plante, ou le recyclage de leur matière par digestion par la cellule, à leur mort.<sup>98</sup>

La mise en place du nodule fonctionnel est une **"surmesure sur mesure"**. Son organogénèse est initiée par une toxine bactérienne à laquelle les cellules de la racine répondent par une tumorigénèse.<sup>99</sup> Mais cette réponse, contrôlée génétiquement, n'est possible qu'à une étape précise de susceptibilité, spatiale et temporelle, des cellules : **"Avant l'heure ce n'est pas l'heure, après l'heure ce n'est plus l'heure !" La localisation spatiale de cette fenêtre temporelle est déterminée par des phénomènes de rétroaction** qui se déroulent sur les membranes.<sup>100</sup>

Les Rhizobium, comme les mitochondries, ont un ancêtre commun de type protéobactérien.

De nombreuses protéobactéries établissent des interactions à long terme avec des cellules eucaryotes.<sup>101</sup> Toujours, **en même temps que l'hôte se métamorphose** par tumorigénèse (la prolifération de ses cellules est **contrôlée à distance** par les bactéries), les bactéries se métamorphosent en bactéroïdes, par des pertes de gènes (indispensables à la vie libre, mais pas à la vie endosyncénétique), des remaniements génétiques (duplication de familles de gènes impliqués dans le nouveau mode de survie) et des acquisitions de gènes nouveaux (par transferts préalables de ces gènes lors de la vie encore libre). **Le déroulement du phénomène est toujours le même**. La première étape est la réponse à des stimulations perçues indiquant dans l'écoexotope la présence d'un hôte potentiel dont l'endophysiote est viable pour accueillir la bactérie. L'étape suivante de mouvement vers l'hôte puis d'adhésion à l'hôte précède celle de rupture des défenses de l'hôte puis de multiplication invasive à l'intérieur de l'hôte qui devient le **nouvel écoexotope de survie**, dans lequel sont, à la fois, puisées la matière et l'énergie et rejetés les déchets. Ce changement du mode d'intégration à l'écoexotope est **à la fois la cause et la conséquence** du changement du type d'organisation de la bactérie.<sup>102</sup>

#### 4. Les fluctuations de l'entraide.

L'empressement des passants à porter assistance à un inconnu en difficulté dans une grande ville montre tous les degrés "du bon, à la brute et au truand"<sup>103</sup>, comme dans tout écosystème !<sup>104</sup> Ni la logique, ni des motivations conscientes innées ne guident nos décisions. *L'Homo "complexicus"* se sacrifie le plus souvent pour nuire aux autres.<sup>105</sup> Le modèle de coopération mis en œuvre, comme chez le chimpanzé, ou le lion, dépend-t-il du régime alimentaire ?<sup>106</sup> On sait que la variance d'un

---

In Res-Systemica n° 4, 9 p. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Violence04/bricage.pdf>

Ibid Bricage P. (2000) La Survie des Organismes Vivants. <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

<sup>96</sup> Puppo A. & al. (1982) Possible involvement of nodule superoxide dismutase and catalase in leghemoglobin protection. *Planta* n° 156, p. 374-379

<sup>97</sup> Vance C.P. & al. (1981) Birdsfoot trefoil (lotus corniculatus) root nodules: morphogenesis and the effect of forage harvest on structure and function. *Canadian Journal of Botany* n° 60, p. 505-518.

<sup>98</sup> Pfeiffer N.E. & al. (1983) Proteolytic Activity in Soybean Root Nodules. *Plant Physiology* n° 71, p. 797-802.

<sup>99</sup> Krusell L. & al. (2002) Shoot control of root development and nodulation is mediated by a receptor-like kinase. *Nature* n° 420, p. 422-426.

<sup>100</sup> Nishimura R. & al. (2002) HAR1 mediates systemic regulation of symbiotic organ development. *Nature* n° 420, p. 426-429.

<sup>101</sup> Batut J. & al. (2004) The Evolution of Chronic Infection Strategies in the Proteobacteria. *Nature Rev. Microbiol.* n° 2, p. 933-945.

<sup>102</sup> Ibid Bricage P. (2002) The Evolutionary "Shuttle" of the Living Systems.

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

<sup>103</sup> Levine R. (2003) Les fluctuations de l'entraide. *Pour La Science* n° 313, p. 28-32.

<sup>104</sup> Agosta W. (2002) *Thieves, Deceivers and Killers. Tales of Chemistry in Nature.* Princeton Science, 248 p.

<sup>105</sup> Delahaye J.-P. (2003) On se sacrifie... pour nuire aux autres ! *Pour La Science* n° 304, p. 98-102.

<sup>106</sup> Boesch Chr. (1990) First hunters of the forest. *New Scientist* n° 1717, p. 38-41.

phénomène biologique est souvent plus grande à l'intérieur (**within groupwares**) d'une espèce que, paradoxalement, entre espèces (**between groupwares**). De même, les interactions entre individus sont-elles plus puissantes entre espèces pour réunir qu'à l'intérieur d'une espèce pour séparer ? Les champignons parasites ou symbiotiques (mycorrhizes) peuvent produire des insecticides pour protéger l'hôte dont ils se nourrissent.<sup>107</sup>

Quel est le réseau invisible d'interactions qui permet le maintien d'une communauté ?<sup>108</sup>

### Comment échapper à la violence dans la nature ?

#### 1. Survivre c'est d'abord

**mobiliser en permanence de la matière et de l'énergie et de l'information**

#### 2. Cette mobilisation

**impose des contraintes dont la violence affecte tous les niveaux d'organisation.**

a. **Des niveaux d'organisation adjacents sont antagonistes.**

b. **La survie durable d'une association résulte d'un équilibre global des moindres violences locales entre partenaires.**

b1. **La survie des uns passe par celle des autres et réciproquement.**

b2. **La survie mutuelle dépend d'une limitation**

b3. **Plusieurs compositions de la diversité globale sont possibles pour lesquelles**

**les dommages réciproques sont localement les plus réduits.**

c. **Tout changement des conditions de survie accroît la violence.**

#### 3. La prévention de la Violence au sein d'associations

a. **La modularité et la subsidiarité permettent de créer des compartiments semi-autonomes, en réseau, complémentaires et inter-dépendants.**

b. **La violence est évitable par un équilibre de répartitions de leurs relations antagonistes : Survivre, c'est transformer les inconvénients en avantages et éviter que les avantages deviennent des inconvénients.**

b1. **Les avantages pour les uns sont des inconvénients pour les autres, et réciproquement.**

b2. **Seules perdurent les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés, dans lesquelles le fonctionnement de survie des uns est limité par celui des autres et réciproquement.**

#### 4. Se dé-construire pour se re-construire.

**Face à l'agression, au-delà des limites de l'habituellement supporté, seul un retour à un niveau d'organisation plus simple permet de se défendre et de se réparer.**

5. **Un nouveau système, avec à la fois une forme nouvelle d'organisation et une forme nouvelle d'intégration, peut émerger, avec un changement d'échelle temporelle,**

**si et seulement si les partenaires perdent simultanément la capacité de détruire l'autre.**

Adapté d'après Bricage P. (2000) La nature de la violence dans la nature. <http://www.afscet.asso.fr/ViolencePB.html>

#### 5. La diversité des associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés.

**D'un point de vue systémique,** Il n'y a pas de différence entre le phénomène de mise en place de l'association rhizobium-légumineuse, et l'apparition des nodules, et celui de mise en place du plasmode des amibes acrasiales, et la différenciation de leurs fructifications. Dans les 2 cas c'est un ensemble de boucles de rétroactions<sup>109</sup> qui conduit inéluctablement et sans erreur à une association spécifique, avec au moins un signal spécifique<sup>110</sup>, au moins un type d'enzyme

<sup>107</sup> Wood I. (1990) Plant fungus keeps its host in good health. *New Scientist* n° 1709, p. 27.

<sup>108</sup> Lewin R. (1991) How living communities protect their own. *New Scientist* n° 1760, p. 24.

<sup>109</sup> Gresshoff P.M. (2003) Post-genomic insights into plant nodulation symbioses. *Genome Biol.* n° 4(1), p. 201.

<sup>110</sup> Dénarié J. & al. (1996) Rhizobium lipo-chitoooligosaccharide nodulation factors: signaling molecules mediating recognition and morphogenesis. *Annu Rev Biochem.* n° 65, p. 503-535.

spécifique<sup>111</sup>, au moins un type de récepteur<sup>112</sup> spécifique. Et, comme dans le cas des amibes acrasiales d'espèces différentes qui restent séparées, les 2 partenaires, de niveaux d'organisation très différents (des centaines de millions d'années d'évolution les séparent), restent séparés. Les populations de bactéroïdes restent séquestrées sans rupture de la membrane de séquestration qui les isole du hyaloplasme des cellules des racines de l'organisme-hôte.

**D'un point de vue systémique**, Il n'y a pas de différence entre l'association rhizobium-légumineuse et l'association algue-champignon d'un lichen.<sup>113</sup> Les lichens sont des organismes, **issus de l'association** d'une algue et d'un champignon. Association fonctionnant à la fois comme un végétal et un animal, le lichen représente un **niveau d'organisation plus élevé** que ceux de l'algue ou du champignon, de même que la cellule eucaryote<sup>114</sup> représente un niveau d'organisation plus élevé que ceux du cytoplasme et des chloroplastes. Comme le cytoplasme, le champignon, incapable de fabriquer sa matière organique "offre" à l'algue un abri riche en eau et en sels minéraux (le gîte et le couvert). **En retour**, par ses filaments, le champignon "mange" les cellules de l'algue (qui montrent des figures de "souffrance métabolique"), de la même façon que le cytoplasme et les mitochondries se nourrissent des produits élaborés par les chloroplastes. **Le partenaire** champignon fonctionne comme la partie racinaire des plantes supérieures, il élabore "la sève brute". **Le partenaire** algue fonctionne comme les feuilles des plantes vertes, il élabore "la sève élaborée". **Et les deux se nourrissent réciproquement**. Pour survivre, le partenaire champignon doit **limiter son agression sur l'associé** algue, comme les chenilles doivent limiter leurs attaques sur les feuilles des arbres dont elles se nourrissent. **L'hôte hébergeant, et habité**, paie un double coût : le coût de l'hébergement de l'algue et le coût d'une croissance limitée par celle de l'algue. Pour que le champignon survive, il faut d'abord que l'algue survive. **L'hôte hébergé (et captif !)** paie, lui aussi, un double coût : le coût de la survie de sa population de cellules, qui passe par la non-survie d'une partie des individus (les cellules qui sont mangées), et, le coût d'une croissance limitée par la croissance du champignon (elle-même limitée par celle de l'algue). **La croissance de chacun est limitée par la croissance de l'autre et réciproquement**.

La symbiose est une association, à avantages et inconvénients, **réciproques, et partagés** : tout ce qui est un avantage pour l'un des partenaires est un inconvénient pour l'autre et réciproquement. Le champignon a des **limitations** de croissance **compte tenu de la capacité d'accueil** de l'algue. Réciproquement, l'algue ne peut se développer que dans les limites de la capacité d'accueil du champignon. Ce sont leurs **capacités réciproques d'être accueilli** qui garantissent la croissance et le développement de l'association : **leur développement n'est durable que parce qu'il est à la fois soutenable pour chaque partenaire (capacité d'accueil suffisante) et soutenu par chaque partenaire (capacité d'être accueilli en adéquation avec la capacité d'accueil reçue)**.

**Et, si l'un meurt, l'autre meurt**. Les 2 partenaires totalement solidaires ne forment qu'un. Un nouveau système, c'est-à-dire, **à la fois une forme nouvelle d'organisation** (interne) de survie **et une forme nouvelle d'intégration** au milieu (externe) de survie, est né de cette association, avec **un changement d'échelle** temporelle, une co-métamorphose CONSTRUCTALE met en place un nouvel endophysiotope & un nouvel écoexotope.

Comme tout système symbiotique, à avantages et inconvénients réciproques et partagés, il émerge du fait que **les 2 partenaires ne s'ajoutent pas mais se combinent et s'interpénètrent**, ils **se métamorphosent conjointement, en perdant simultanément la capacité de détruire l'autre**.

**Leur autonomie se construit sur leur inter-dépendance.**

**Le tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties.**

<sup>111</sup> Krusell L. & al. (2002) Shoot control of root development and nodulation is mediated by a receptor-like kinase. *Nature* n° 420, p. 422-426.

<sup>112</sup> *Ibid* Nishimura R. & al. (2002) HAR1 mediates systemic regulation of symbiotic organ development.

<sup>113</sup> *Ibid* Bricage P. (2000) La nature de la violence dans la nature. <http://www.afscet.asso.fr/ViolencePB.html>

<sup>114</sup> *Ibid* Bricage P. (2005) The Metamorphoses of the Living Systems : The Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and of Disadvantages. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage.pdf>

Les avantages pour l'association sont énormes. Les lichens peuvent coloniser des terres vierges de toute vie. Organismes pionniers, ils sont très peu dépendants des fluctuations du milieu de survie. Mais, inconvénient énorme, ils y sont la seule nourriture organique et sont mangés.

**D'un point de vue systémique**, une cellule est une endosyncénose<sup>115</sup>, un écosystème qui a **émérgé par emboîtement et juxtaposition** de partenaires initialement antagonistes.

La violence des interactions au sein du milieu de survie impose à tout système **une démarche de la qualité**. Mais le choix de la qualité dépend de la diversité des possibles donc d'abord de la quantité. À tous les niveaux d'organisation du vivant, la croissance (la quantité) précède toujours le développement (l'acquisition de qualités nouvelles).

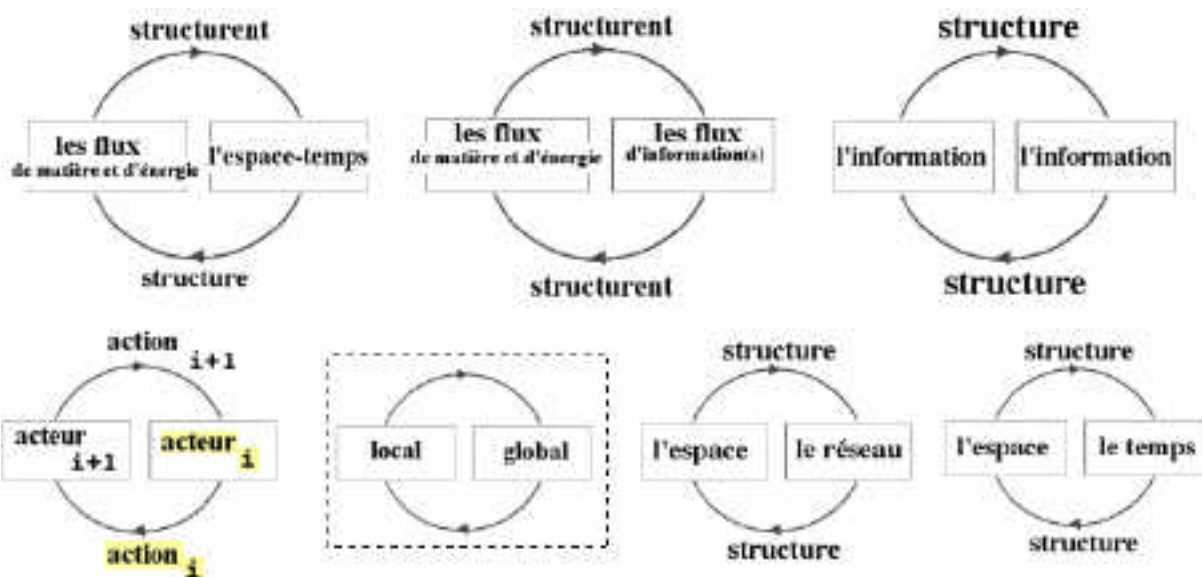
**Le quantitatif permet le qualitatif.**

**Et, l'intégration au milieu de survie actualise des choix temporairement durables.**

**From team building to sustainable associative networks : the laws.**

1. To survive a living system **MUST to TURN DISADVANTAGES into ADVANTAGES and to AVOID advantages TURN into disadvantages.**
2. The growth of ALL the other ones **LIMITS** the growth of each **PARCENER**.
3. The **SURVIVAL** of each parcener is **depending FIRST on that of ALL the other ones.**
4. The partners have **ALL LOST** their previous identity and each has acquired a new one.
5. **The gain of benefits is ONLY for THE WHOLENESS not for the parceners.**  
All that is an advantage for a parcener is a disadvantage for the others.
6. The Whole is **both much more and much less than the sum of its parts.**  
It is **an association for the BEST and for the WORST.**
7. The **WHOLENESS merges from the SIMULTANEOUS & RECIPROCAL LOSS** of each partner of the capacity to destroy the other ones and arises through simultaneous **METAMORPHOSES.**

1. L'espace local structure le temps local et réciproquement.
2. L'espace-temps local de chaque partenaire structure le réseau global de leur association et réciproquement. **Les partenaires s'auto-co-métamorphosent.**
3. Les flux de matière et d'énergie structurent l'espace-temps et réciproquement.
4. Les flux de matière et d'énergie structurent les flux d'informations et réciproquement.
5. L'espace-temps-action global est structuré par la semi-autonomie des espaces-temps-action locaux.



**Les LOIS SYSTÉMIQUES CONSTRUCTALES**

<sup>115</sup> Ibid Bricage P. (2005) Le langage du vivant.  
<http://www.abbayeslaiques.asso.fr/BIOSystemique/ANLEA05PauPB.pdf>

Les lichens existent depuis 600 millions d'années.<sup>116</sup> Existe-t-il **une topologie** particulière du vivant, "un nœud borroméen"<sup>117</sup>, permettant "d'entrelacer" des partenaires, de telle façon qu'ils soient solidaires<sup>118</sup>, voire altruistes<sup>119</sup>, tout en étant (semi-)indépendants ?

### III. Vers une sociobiologie systémique des organisations ?

#### À propos de l'ouvrage "L'amibe et l'étudiant", d'Alain Devaquet.<sup>120</sup>

Ce travail, publié en 1988, écrit par Alain Devaquet, ancien Ministre démissionnaire à la suite des événements de décembre 1986, plus qu'un testament politique, est une analyse systémique (même si le mot n'est pas prononcé) du fonctionnement social et de la gouvernance.

#### A. Le vocabulaire et les concepts de la systémique (par ordre alphabétique).

##### L'esprit et la lettre d'un systémicien !

##### **agoantagonisme**<sup>121</sup>

- p. 83-115 **La conciliation des contraires**
- p. 135 Dire "**oui** à la sélection" c'est ignorer sa très cruelle réalité.  
Dire "**non** à la sélection" revient à pérenniser un système en échec.
- p. 152 Ces deux démarches ne semblent pas s'exclure l'une l'autre,  
... concilier deux aspects **à la fois antagonistes et complémentaires.**

##### **architecture**

- p. 30-34 Observation, stratégie, évaluation et décision, "**Il faut changer complètement le champ de vision**" et construire une nouvelle **organisation** ministérielle de la Recherche.

##### **attracteurs**

- p. 318 ... le chaos et ses attracteurs étranges ...

##### **boucles de causalité**

- p. 45 ... prendre en compte les **boucles de causalité**,  
ménager à chaque pas les retours de l'information.
- p. 289 La différenciation technologique est **à la fois cause et effet** de la différenciation sociale.
- p. 301-305 L'histoire y parcourt deux fois la même boucle.  
L'**enchaînement des causes et des conséquences** forme une boucle.

##### **complexité**

- p. 28 **Complexité des structures et des propriétés de l'objet étudié** : on passe graduellement des structures moléculaires à des assemblées polymoléculaires.

**Complexité de la méthode d'analyse**, expérimentale et mathématique, avec **modélisation** sur ordinateur.

**Complexité du projet de recherche** multidirectionnel et arborescent.

##### **décision**<sup>122</sup>

- p. 42-47 Un **processus de décision** vient de se dérouler autour de moi et sans moi.
- p. 285 Une participation directe de chacun à chaque décision.

##### **degrés de liberté**

- p. 103 Plus un système est souple, plus il a de **degrés de liberté** et d'**autonomie**, mieux il s'adapte à une perturbation.

##### **diversité des partenaires, des entraves et des niveaux**

- p. 141-149 ... des droits, correspondant à plusieurs niveaux de priorité ...  
... des devoirs, fardeaux correspondant, à assumer ...
- p. 166-168 ... **une mosaïque** de paysages dont **la variété** ne se rencontre pas ailleurs.  
Cette **diversité** se traduit en premier lieu par un découpage.

<sup>116</sup> Yuan X. & al. (2005) Lichen-Like Symbiosis 600 Million Years Ago. *Science* n° 5724, p. 1017-1020.

<sup>117</sup> Ferrieux C. (2005) Lacan et la topologie. *Tangente* n° 106, p. 28-30.

<sup>118</sup> "L'éthique de la terre fait passer l'Homo sapiens du rôle de conquérant de la communauté terre à celui de membre et citoyen parmi d'autres de cette communauté. Elle implique le respect des autres membres, et aussi le respect de la communauté en tant que telle." **Aldo Leopold** (1948)

<sup>119</sup> Dugatkin L.A. (2006) *The Altruism Equation*. Princeton Science, 208 p.

<sup>120</sup> Devaquet A. (1988) *L'amibe et l'étudiant*. Université et recherche : l'état d'urgence. Odile Jacob, Paris, 331 p.

<sup>121</sup> Atelier 1 de l'AFSCET. L'ago-antagonisme. Chairperson : Elie Bernard-Weil.

<http://www.afscet.asso.fr/6ESSC/Workshop01.pdf>

<sup>122</sup> Journées AFSCET, Moulin d'Andé, 2001, La décision : approches systémiques.

<http://www.afscet.asso.fr/interventions.html>



**gouvernance**<sup>123</sup>

p. 135-140 Arbitrage<sup>124</sup>

p. 282 Ce **pilotage** requiert un dialogue ininterrompu.

**information**

p. 105 ... **connexions relationnelles** entre tous les **acteurs** ...

**intelligence**

p. 213-214 À la source, et à la fin, de tout **processus intellectuel** se trouvent des fonctions symboliques d'acquisition, et d'expression, de l'information. Le second étage du processus intellectuel requiert la fixation et le stockage de l'information reçue. Troisième étage : **le traitement de l'information**.

Sa forme la moins élaborée est le calcul. Mais "**l'intelligence**" se situe à un niveau supérieur. Elle est la maîtrise des concepts, pas des nombres. Ces concepts, d'abord extraits d'une situation, de faits, d'observations, de données, doivent ensuite être **combinés, si nécessaire, entre eux** et créer ainsi une logique. Cette logique constitue un **réfèrent par rapport auquel une réponse est donnée**, un jugement émis.

**interactions**

p. 24-26 Le Ministère de la Recherche et de l'Industrie est **en interactions avec** celui de l'Enseignement Supérieur. Doit-on pour cela fondre en un tout unique Université et Recherche ? L'Enseignement Supérieur et l'Éducation Nationale sont **en interactions pour** un nécessaire engagement des hommes sur tout un ensemble de problèmes communs et aigus.

p. 43 Nous ne comprenons ni le **système complexe d'interrelations** humaines qui tissent l'université, ni son **interaction avec l'environnement** social et économique.

p. 44 "*Une politique n'est pas la juxtaposition de systèmes clos, elle est l'interaction de systèmes ouverts.*"

p. 282-286 ... mettre en lumière des contradictions, occasionner des conflits et augmenter les **contraintes que nous subissons** de la part d'autrui **qui se transforment en autocontraintes**. Il faut multiplier les **couplages entre les diverses parties, comme à l'intérieur de ces parties**.

**interface**

p. 21-24 La recherche est à l'**interface** d'un aspect fondamental (de connaissance et de culture) et d'un aspect appliqué (social, industriel, militaire) par ses outils et ses produits. L'émergence de l'innovation est à l'**interface** entre le techniquement possible et le socio-économiquement possible.

p. 71 *Sans ces 2 recherches, sans une science forte, un pays est aujourd'hui sans fondation.* (Jacques Chirac)

p. 29 **L'imprévu naît aux interfaces** entre disciplines.  
*"Il faut penser aux frontières."* (Jean-Marie Lehn)  
*"Il faut attendre ce qu'on n'a pas prévu."* (Alain)

p. 167 ... travailler **aux interfaces** et briser des cloisons.

**le pour et le contre**

p. 47-52 ... l'effort d'ouverture comporte des innovations fécondes mais comporte des lourdeurs, des contraintes ...

**le tout et les parties**

p. 314 ... des systèmes vivants, ouverts, à causalité en boucle, en déséquilibre perpétuel, dans lesquels le comportement **d'un individu ou d'un groupe** d'individus peut jouer un rôle décisif.

**limites**

p. 92 ... concilier ces deux démarches en prenant **d'abord mesure de leurs limites** ...

**modélisation**

p. 74 **La méthode scientifique implique une modélisation de l'objet étudié.**

p. 315 ... élaborer des modèles permettant une description approximative des phénomènes ...

**organisation niveaux, local & global**

p. 149 ... en contrepartie, un vaste système **local**, départemental, régional ou national ...

**qualitatifs & quantitatifs**

p. 45 ... l'importance de ces 2 aspects, **quantitatifs** et matériels, il ne faut surtout pas ignorer.

<sup>123</sup> Thématique du Congrès international de l'Union Européenne de Systémique, en septembre 2005, à Paris  
<http://www.afscet.asso.fr/6ESSC/ateliers6ESSC.html>

<sup>124</sup> Beaussart E. & P. Bricage (2006) Le jeu : un apprentissage de la gouvernance de soi et une gouvernance de l'apprentissage en société. *Pédagogie de la Gouvernance & Gouvernance de la Pédagogie* Journées AFSCET 20 octobre 2006, Faculté des Sciences, Université de Pau, 19 p. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00130212>

Mais ils ne sont pas tout, et à côté d'eux, **qualitatifs** et immatériels, les **facteurs** ...

**régulation & organisation**

- p. 101 ... **régulation et stabilité** sont liées aux circuits d'information et de décision  
p. 283 formées d'éléments antithétiques **en tension permanente**  
**qu'il faut rééquilibrer par des corrections incessantes.**

**réseaux**

- p. 297 ... **réseaux organisés, réseaux informels** ...  
p. 299 ... **lient des partenaires qui mettent en commun des ressources** ...

**rétroactions positives & négatives (feedback), "cercles vicieux & cercles vertueux"**

- p. 45 ... munir chaque étape d'un **processus de décision** des **rétroactions** adéquates ...  
p. 176 ... dans ce système, où l'évaluation est interne, sans **rétroaction** externe,  
il y a dérapage, parce qu'on s'expose au risque d'un **contrôle** minoritaire.  
p. 180-182 On ne greffe pas ce qui marche sur ce qui marche moins bien  
sans risquer que rien ne marche plus.

... réalisés **un équilibre original** et une réelle interaction ...

Il faut **éviter une croissance trop rapide et assurer un minimum.**

- p. 303 Un système de causes et de conséquences qui se referme sur lui-même.  
Cette rétroaction positive déclenche **un effet "boule de neige"**.  
Pourquoi des deux boucles l'une est-elle **décélétratrice** et l'autre **accélétratrice** ?

**structures dissipatives & fluctuations**

- p. 306-313 Un système n'est jamais rigoureusement immobile. Il est agité de fluctuations.  
Dans les systèmes à causalité linéaire une fluctuation est stoppée **dès qu'elle grandit.**  
Une rétroaction négative ramène le système dans son état initial.  
Dans les systèmes à causalité en boucle, certaines fluctuations "épargnées" se renforcent.  
Elles envahissent le système et le transforment.

**système**

- p. 43-44 ... **systèmes clos, causalité linéaire, organisation mécanique,**  
**systèmes ouverts, causalité en boucle, organisation biologique.**

**B. Les références aux "pères fondateurs", concepteurs de la systémique.**

**agoantagonisme**

- p. 83 **La conciliation des contraires**

*"Les deux termes ordre et liberté sont bien loin d'être opposés, j'aime mieux dire qu'ils sont corrélatifs."* (Alain)

p. 89 *"Nous ne nous soutenons pas dans la vertu par notre force mais par le contrepois de deux vices opposés"* (Pascal)

p. 89 *"Complémentaire et contradictoirement, individu et société sont constitutifs l'un de l'autre tout en se parasitant l'un et l'autre."* (Edgar Morin)

**antagonisme & complémentarité**

p. 243 *"Cette confrontation avec une culture problématisante est pour les jeunes d'autant plus difficile qu'ils ont été élevés dans un paysage culturel euphorisant."* (Edgar Morin) Face à cette angoisse, ils réagissent de façons antagonistes et complémentaires : statu quo & évolution, individualisme & fraternité.

**communication**

p. 60 *"... rétablir la communication entre le monde de la pensée et le siège du pouvoir"* (John Kennedy)  
p. 101 *"C'est la rapidité de la communication entre toutes les parties agissantes qui détermine la complexité maximale que peut atteindre l'organisation d'un système sans devenir trop instable"*

(Ilya Prigogine)

**décision**

p. 46 ... constituer une cellule de **pilotage des décisions**, dont les membres soient rompus aux **méthodes d'analyse des systèmes** (Michel Crozier In État Moderne, État Modeste<sup>125</sup>)

**équilibre dynamique**

p. 300 *"Ce qui fait la stabilité d'une structure, c'est qu'il y a un dynamisme sous-jacent qui l'engendre et dont elle est la manifestation."* (René Thom)

p. 218 *"L'Europe est dans une nouvelle lutte initiale. Elle est chrysalide. À nous, espoirs et convulsions mêlés, de contribuer à sa métamorphose."* (Edgar Morin)

<sup>125</sup> Crozier M. (1987) État Moderne, État Modeste. Fayard, Paris.

**information**

p. 294 "L'information est une quantité de surprise qui comble un écart entre deux possibles." (Shannon)

**intelligence**

p. 34 "Quand la cité ne veut pas de l'intelligence, l'intelligence ne veut pas de la cité. Et tout ce qui vaut la peine va périr de l'une et de l'autre. (Paul Valéry)

**interaction**<sup>126</sup>

p. 282 "La seule querelle qui vaille est celle de l'homme" (Charles de Gaulle)

**système**

p. 101 "Un système décentralisé, une mosaïque de micro-sociétés, est bien plus efficace." (Alvin Toffler)

**variété requise**

p. 289 "La variété des réponses disponibles doit être d'autant plus grande que celle des perturbations est grande et que celle des états acceptables est petite." (théorème d'Ashby)<sup>127</sup>

**C. Quel "pragmatisme" systémique mettre en œuvre ?**

Comment modéliser des choix individuels ?<sup>128</sup> Par **une approche bio-socio-systémique ?**

(Comme le fait le chimiste Alain Devaquet<sup>129</sup>)

**adaptation : réponse à des stimulations**<sup>130</sup> **de l'écoexotopie**

p. 102 Quelle relation cet édifice entretient-il avec son **environnement** ? C'est la question de l'**adaptabilité**. Soumis à des perturbations externes, le **système réagit**, en adoptant deux attitudes extrêmes (toutes les réponses intermédiaires étant possibles).

**agoantagonisme**

p. 290 **effets antagonistes, complémentarité et émergence**

**association**<sup>131</sup>

p. 51 Il serait **plus solidaire de reconnaître la diversité** des logiques à l'œuvre dans l'Université et d'aider à l'éclosion des talents aptes à les exprimer.

**auto-organisation**<sup>132</sup>

p. 318 ... l'**auto-organisation**<sup>133</sup> **spatiale et temporelle des structures dissipatives** ...

<sup>126</sup> De 1945 à 1975, la **modélisation** dans des domaines variés (ingénierie, électronique, économie, psychologie, biologie) permet l'**émergence de la systémique**. Les sociétés modernes sont maintenant conscientes de leurs inextricables et multiples **enchevêtrements**. En 1949, un ingénieur des Bell Laboratories, **Cl. E. Shannon**, publie "la Théorie mathématique de la communication", apportant à "la théorie de la commande et de la communication" élaborée **N. Wiener**, un formalisme efficace rendant compte de la transmission des signaux informationnels (des **feed-backs**).

Shannon C. E. (1948) A mathematical theory of communication. *Bell System Techn. J.* vol 27, p. 379-423 & 623-656.

Von Foerster H. (1960) On Self-Organizing Systems and their Environments. *In Self-Organizing Systems*, Yovitts M.C. & Cameron S. (eds.), Pergamon, New York, p. 31-50.

Weaver W. (1948) Science and Complexity. *American Scientist* n° 36, p. 536.

<sup>127</sup> **ASHBY William Ross** (1903-1972) Médecin anglais, neurologue, psychiatre et cybernéticien, a établi des analogies entre la structure du cerveau humain et celle des machines, en ce qui concerne le **mécanisme de rétroaction** (ou **feed back**). En 1948, à partir d'observations relatives aux différentes autorégulations biologiques, il réalise un **homéostat**, appareil destiné à étudier le **processus d'auto-atteinte d'un équilibre** par un système abandonné à lui-même. Au départ, le système est en équilibre. Toute modification extérieure provoque la mise en jeu de rétroactions qui agissent en cascade et permettent au système de trouver un nouvel état d'équilibre (avec 390625 position possibles), **imprévisible** pour l'expérimentateur. On peut parler de **comportement (Qui ? Quoi ? Où ? Pourquoi ? Quand ? Comment ?)** !

En effet, tout se passe comme si l'appareil était doué de facultés d'adaptation, voire de mémoire (possibilité d'apprentissage). En 1958, il publie *Introduction to Cybernetics*. Sa cybernétique de premier ordre (**cybernétique des régulations**) propose des modèles fermés de gestion cinématique de flux avec feed-backs informationnels régulateurs. La cybernétique de deuxième ordre (**cybernétique de leurs équilibres**) privilégie la régulation des transformations internes du système avec des modèles de gestion dynamique sur lesquels se fondent les théories de l'auto-organisation.

<sup>128</sup> Bacharach M. (2006) *Beyond Individual Choice. Teams and Frames in Game Theory*. Princeton Science, 240 p.

<sup>129</sup> **Ibid** Devaquet A. (1988) Amibes acrasiales. *In L'amibe et l'étudiant*.

<sup>130</sup> Bricage P. **Les 7 caractéristiques du vivant "vivant"** :

**Ibid** Bricage, P. (2000) <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

**Ibid** Bricage P. (2002) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

<sup>131</sup> Bricage P. **Le paradigme des associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés.**

**Ibid** Bricage P. (2005) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage3.pdf>,

<sup>132</sup> Camazine S. & al. (2003) *Self-Organization in Biological Systems*. Princeton Science, 560 p.

Solé R.V. & J. Bascompte (2006) *Self-Organization in Complex Ecosystems*. Princeton Science, 384 p.

<sup>133</sup> L'organisation, en biologie (science des êtres organisés), est une notion à multiples facettes, qui désigne à la fois un **état (de structure et de fonction) et un processus**. Dans l'idée d'organisation, se trouvent des propriétés opposées

**autonomie (semi-autonomie)**

- p. 96-100 ... avoir une souplesse et **une liberté suffisante pour, seules décider et exécuter** ...
- p. 103 Cette adaptation constante demande que chaque **niveau organisationnel** dispose d'une **autonomie de manœuvre** et d'un centre de pilotage capable de mettre en œuvre **autant, ou plus**, de ripostes qu'il peut y avoir de situations à affronter.
- p. 220 ... au fur et à mesure de l'accroissement ... répondre à des besoins diversifiés selon les aptitudes ... et les **capacités d'accueil**, sous réserve que chacun puisse y trouver une place ...  
... redonner une taille compatible avec un accueil satisfaisant ...

**avantages & inconvénients**

- p. 75 La science n'est donc pas seulement progrès, elle est, **tout à la fois, progrès et régression**.  
**Survivre c'est transformer les inconvénients en avantages et éviter que les avantages deviennent des inconvénients.**
- p. 104 ... le **rôle de rééquilibrage** de l'état ...
- p. 282 ... le mot **crise** en chinois est la **juxtaposition** de deux idéogrammes, l'un signifiant **danger**, l'autre **opportunité** ...

**capacité d'accueil & capacité d'être accueilli**

- p. 102 Plus grande est la **capacité** du système à absorber les perturbations, plus les **changements structurels nécessaires** sont retardés et plus la rupture, face à un choc brutal, est radicale.

**coopération & transferts**

- p. 170 La coopération prend trois aspects :  
**partage** des connaissances, transferts des compétences, **actions communes**.

**coordination**

- p. 277-278 Les amibes acrasiales, ou sociales, au **centre de rassemblement**, s'entassent, avec une remarquable **coordination**. Chacune doit être informée des **mouvements** de ses **partenaires** et de leur **métamorphose**.

**croissance & développement : "un temps pour chaque chose".**

- p. 278 L'évolution de toute espèce dans un environnement nécessairement limité commence par une **phase de croissance**. Les ressources du milieu se raréfient, débute alors une **phase de contrainte**. La situation idéale ne peut plus être atteinte.

**différenciation: "un espace-temps-action pour chacun".**

- p. 286-289 La distinction par des différences et la diversification qui s'en suit, oblige chacun à **construire son individualisation**. La **spécialisation** entraîne une **synchronisation** : une gestion du temps et des tâches à accomplir dans des structures.

**dimension critique : seuil & rupture.**

- p. 310 Tant qu'elle n'atteint pas une dimension critique, elle peut régresser.

---

dont l'une ou l'autre a été favorisée suivant les auteurs. D'une part, celle de **complexité, variété, diversité**, richesse potentielle en **possibilités de régulation et d'adaptation**, dont la fonction probabiliste (quantité d'informations H de Shannon) peut, sous certaines conditions, constituer une mesure. D'autre part, celle **d'ordre, de régularité, de répétition et de contraintes intérieures**, que la fonction de **redondance**  $R = 1 - (H/H_{max})$  permet d'exprimer et de quantifier (avec  $H_{max}$  quantité maximale d'information en absence de redondance, que la redondance réduit). L'organisation implique **une optimisation, compromis** entre quantité d'information (c'est-à-dire variété) maximale et redondance maximale. Un **processus d'auto-organisation** est une augmentation de quantité d'information (complexification) en l'absence d'action programmatrice de l'extérieur. La source de nouveauté réside dans des perturbations aléatoires d'origine externe (stimulations non programmées **de l'écoexotopie**) ou internes (fluctuations dynamiques **de l'endophysiotope**) auxquelles le système réagit par une augmentation de variété. Ces perturbations jouent le rôle de "bruit" dans les voies de communication qui assurent les contraintes organisationnelles, la redondance, à l'intérieur du système. Elles ont pour effet de diminuer ces contraintes. Sous certaines conditions (redondance initiale élevée, fiabilité), cette diminution n'empêche pas le système de continuer à fonctionner, alors même que son état d'organisation a changé en ce que sa redondance a diminué et que, corrélativement, sa quantité d'information a augmenté. Ce type de processus, **désorganisation-réorganisation**, connu sous le nom de **principe d'ordre par le bruit** (von Foerster), ou de complexité par le bruit (Atlan), est un des moyens par lesquels on se représente une logique possible de l'auto-organisation. La redondance apparaît ainsi comme un **potentiel d'auto-organisation** (Atlan) puisque la complexification et la diversification s'effectuent grâce à sa réduction progressive. Ce principe apporte des éléments à la (bio)logique de l'organisation du vivant en niveaux hiérarchisés : **des niveaux d'intégration différents sont emboîtés les uns dans les autres**, du niveau moléculaire à l'écosystème, en passant par la cellule, l'organisme, et l'espèce. Ce qui pose la question de la signification de l'information et de sa transmission à l'intérieur d'un système hiérarchisé, car l'effet désorganisateur du bruit à un niveau peut être un effet organisateur à un niveau adjacent.

Mais si elle l'atteint, l'effet boule de neige conduisant à une structure dissipative ne peut être enrayeré.

**durée de vie**

p. 85 Toute loi ne peut avoir **qu'une durée de vie limitée**.

**équilibre dynamique** : **homéostasie**.

p. 90 ... l'équilibre, la conciliation des contraires...  
rien n'est jamais définitivement acquis.

**exaptation** : "faire d'une pierre deux coups".

p. 282 ... par les deux réponses que l'amibe apporte à la raréfaction des ressources :  
l'interaction et la différenciation.

**fardeau** & **redondance de précaution**.

p. 297 Quand on observe l'ingéniosité que déploient les êtres vivants pour utiliser au mieux l'énergie dont ils disposent, la multiplication **dispendieuse** des processus qui fabriquent et propagent une même information apparaît comme une **assurance** contre les fautes dans les messages et leur transmission.

**héritages** : **interactions entre héritages génétique, épigénétique & environnemental**.<sup>134</sup>

p. 158 "la sélection se fait de toute façon et elle se fait par la vie si elle ne se fait pas par les structures. Plus elle se fait tard, plus elle est injuste et risque d'opérer sur des critères pas forcément équitables. Donc il nous paraît normal que des critères d'aptitude et de valeur **plutôt que le hasard** président à la sélection. La situation que nous connaissons est en grande **partie héritée**."

**homothétie**

p. 105 Face à l'extrême diversité des situations, le pouvoir central impose un fonctionnement identique et une **organisation homothétique**.

**inégalités**<sup>135</sup>

p. 103-105 L'autonomie a son revers. Elle peut accroître les **inégalités**.

**information**

p. 292-297 L'**information** est créée, convoyée, reçue, exploitée.  
Toute la stratégie de **survie** est tributaire de l'information.

**juxtaposition & emboîtement** : **semi-autonomie et subsidiarité**.<sup>136</sup>

p. 107-108 La pluridisciplinarité est, sauf exception, **juxtaposition** artificielle.  
En la maintenant, **système ouvert**, nous nous donnons la possibilité de l'**interaction**, de la transposition, de la **fertilisation croisée**.

L'**obstacle à éviter est le remodelage-dépeçage**.

Pour qu'une de ses **parties** puisse bénéficier d'une **autonomie** suffisante, nous avons **emboîté l'une dans l'autre** deux structures égales en autonomie.

**l'un et l'autre**

p. 51 ... **double mission de création et de partage** ...

**limites**

p. 75 marquer les **limites**... à l'intérieur de **contraintes définissables**...  
ni entraîner aux extrêmes, ni cantonner dans le moyen terme

**matière & énergie** : **mobilisation de flux de matière & d'énergie (& d'information)**.

p. 297 Une multiplication de processus fabriquent et propagent une même information. Cette redondance est dispendieuse car les réactions qui y contribuent consomment de l'énergie.

**optimum** & **intégration**.

p. 287 ... il y a, pour exécuter chaque activité, **une taille idéale qui varie avec l'activité** et peut même changer, pour une activité donnée, dans le temps ...

... prendre en compte les besoins de l'**environnement** économique pour mieux aider à **s'insérer** dans le monde du travail ...

**rupture** **déséquilibre & métamorphose**.

p. 102 ... chassées hors du domaine dans lequel elles ont l'habitude de varier. L'adaptation automatique ne joue plus. Survient, au contraire, une **rupture** brutale qui entraîne le système vers un état final qui n'a plus rien de commun avec l'état de départ. C'est ce qu'on appelle "une **discontinuité** catastrophique".

p. 245 ... de réaliser un double équilibre entre des concepts qui ne peuvent vivre l'un sans l'autre.

<sup>134</sup> Ibid Bricage P. (2002) <http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

Ibid Bricage P. (2002) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

<sup>135</sup> Ibid Bricage P. (2002) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

<sup>136</sup> Ibid Bricage P. (2005) <http://www.abbaveslaises.asso.fr/BIOsystemique/ANLEA05PauPB.pdf>

entre la préservation prudente de l'acquis, le pragmatisme du chacun pour soi, et le rassemblement ...

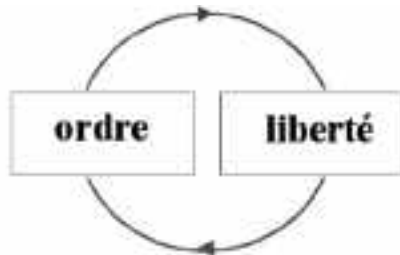
**sélection & orientation**

p. 128-133 **La sélection est un filtre.** Le franchissent ceux qui ont la dimension souhaitée, les autres ne passent pas. C'est là une règle générale du vivant : presque inévitablement **une compétition**. L'intelligence et la sensibilité humaines doivent à tout le moins veiller à ce que la sélection ne joue ni sur un seul événement ni sur un seul critère.

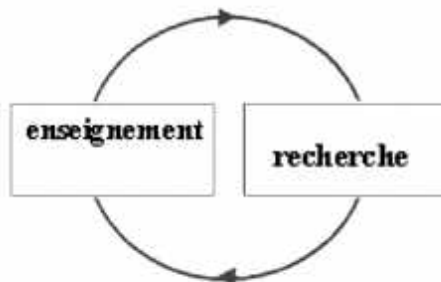
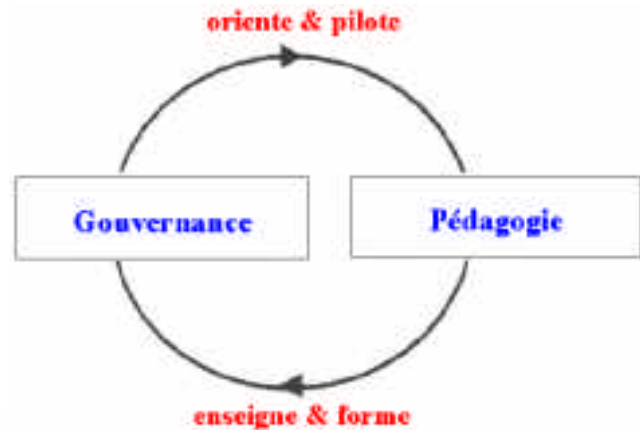
**L'orientation est avant tout information et conseil.** Elle implique une multiplication des possibles (théorème de **diversification**). Les **choix** et les changements de choix doivent être facilités et même encouragés (théorème d'**interconnexion**).

**symbiose association à avantages et inconvénients réciproques et partagés**

p. 153 ... défini **conjointement** ... le succès de la symbiose dépend évidemment de la qualité ...



"Les deux termes ordre et liberté sont bien loin d'être opposés, j'aime mieux dire qu'ils sont corrélatifs."  
ALAIN



"Quelle est la première priorité de la politique ? La recherche scientifique.  
La seconde ? L'enseignement.  
La troisième ? Un enseignement solidement lié à la recherche."

Alain DEVAQUET

Devaquet A. (1988) L'amibe et l'étudiant. Université et recherche : l'état d'urgence. Éditions Odile Jacob, Paris, 331 p. (p. 293)

**Selon le contexte, la boucle de causalité peut se renforcer ou s'éteindre (rétroaction positive), ou aboutir un équilibre dynamique (rétroaction négative).**

#### IV. La systémique en application : la bio-socio-dynamique systémique.

La mort (l'apoptose) ou la différenciation cellulaire sont deux effets différents produits par les mêmes mécanismes de maintien constant (stress du non-changement) ou de rupture.<sup>137</sup>

Mais tous les événements ne sont pas équiprobables, ils sont contingents et certains sont favorisés.<sup>138</sup> **Même l'événement aléatoire le plus rare, tôt ou tard..., devient certain !** C'est le cas de l'émergence des associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés.<sup>139</sup>

<sup>137</sup> Bricage P. (2005) Figure 1. The life's game : the fate of cells.

*In Ibid* The Metamorphoses of the Living Systems. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage.pdf>

<sup>138</sup> Kupiec J.-J. (2006) L'expression aléatoire des gènes. *Pour La Science* n° 342, p. 78-83.

<sup>139</sup> Bricage P. (2001) A new evolutionary paradigm : the Associations for the Mutual Sharing of Advantages and of Disadvantages. The creation of a sustainable society depends on Innovative Systems Thinking. 100th Anniversary of Karl Ludwig von Bertalanffy's International Conference on Systems Thinking "Unity through Diversity", Vienna, 1 p.

Comment construire des associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés ?  
En quoi une association peut-elle être un organisme et réciproquement ?<sup>140</sup>

### 1. L'exemple d'une préparation pluridisciplinaire à un concours de recrutement.

Tout **accompagnement** éducatif implique à la fois une évaluation **a priori**, des prérequis des acteurs, par l'analyse de leurs comportements initiaux avant l'action, et une évaluation **a posteriori**, de leurs acquis, par l'analyse de leurs comportements, nouveaux ou non, après.<sup>141</sup>

Dans une préparation "industrielle" de masse (plus de cent étudiants) à un concours de recrutement (entrée à l'IUFM d'Aquitaine, option biologie<sup>142</sup>), **ne donnant pas lieu à l'obtention d'un diplôme** universitaire, un suivi quantitatif très simple de l'action pédagogique est possible en comptant les étudiants présents.<sup>143</sup> Quelle que soit l'année, **au départ "tout est ouvert"**, toutes les formes d'activité sont possibles et les enseignants et les enseignements "se calent progressivement" sur les activités les plus appréciées par les étudiants parmi toutes celles proposées **"en libre-service" "de faire ou de ne pas faire" : "gouvernance démocratique"**.

Chaque année se révèle avec sa propre personnalité, son propre **"chemin, construit en cheminant"**. C'est la pédagogie la plus active qui retient le moins les étudiants (17,5% de présents effectifs à la vingtième semaine, en 1988). Par comparaison la pédagogie passive retient 2X plus d'étudiants (36% de présence totale à la même semaine en 1989). Ce type de "phénomène de disparition" est caractéristique, en physiologie animale ou végétale, d'une situation de stress.

**L'apprentissage est un stress !**<sup>144</sup>

Le stress déterminé par chaque situation pédagogique est **le facteur limitant**<sup>145</sup> de l'assiduité des étudiants. Il existe **un continuum** d'amplitude du stress, une relation de **dose-dépendance**, depuis le bachotage jusqu'à la situation la plus exigeante d'activité pour l'étudiant. Au final, la seule sanction est le résultat aux concours, concours dans lesquels les enseignants de la préparation ne sont **ni juge, ni partie prenante**. Quelle relation y a-t-il entre l'amplitude du stress d'apprentissage et la réussite aux concours ?

La gouvernance aboutissant à une pédagogie passive est un échec formatif. C'est la plus mauvaise situation d'apprentissage pour la préparation à un concours. Mais c'est la situation de stress pédagogique minimal, c'est une situation de confort, mais pas de réussite psycho-cognitivo-sociale. La gouvernance aboutissant à une pédagogie du bachotage (exercices, problèmes, épreuves orales en situation de concours) est une réussite formative **pour le plus grand nombre** et c'est la situation de moindre stress, ou de meilleure motivation (?), **par et pour le plus grand nombre**.

<sup>140</sup> Bricage P. (2001) Du biologique au social ? Un exemple d'intégration : les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés. En quoi un organisme est-il une association ? En quoi une association est-elle un organisme ? 24 novembre 2001, Biarritz, Carrefour des Associations, centenaire Associations loi 1901 : associations du champ social, instruments des politiques publiques et acteurs de transformation. 18 p.

<sup>141</sup> Bricage P. (1977) L'exploitation des procédés d'enseignement et des techniques éducatives en sciences naturelles. II. Les travaux pratiques, dirigés ou indépendants. Bull. Association pour l'Avancement des Sciences Naturelles au Sénégal, n° 58, p. 5-30.

Bricage P. (1978) L'exploitation des procédés d'enseignement et des techniques éducatives en sciences naturelles. III. Le bilan des comportements : connaissance des élèves et évaluation de l'action d'éducation ?

A. Le problème de l'évaluation d'un comportement. Bull. Association pour l'Avancement des Sciences Naturelles au Sénégal, n° 61, p. 13-25.

C. Le cahier de l'élève : fichier de terrain et de laboratoire et outil de connaissance de l'élève et d'évaluation de l'action d'éducation. Bull. Association pour l'Avancement des Sciences Naturelles au Sénégal, n° 62, p. 21-34.

<sup>142</sup> Bricage P. (1981) Méthodes et techniques pédagogiques. In Guide pour l'enseignement de la biologie dans les écoles africaines. (Système anglophone d'éducation). Chap. 8.4.3., 90 p. UNESCO, contrat d'auteur n° 206925, Paris.

<sup>143</sup> Bricage P. (1993) Quelle pédagogie pour quelle formation ? Bull. Association Anciens Élèves Écoles Normales Supérieures n° 2, p. 45-71.

<sup>144</sup> Bricage P. (2006) Gouvernance et pédagogie : Analogie entre un système éducatif et un système biologique. Journées Nationales Gouvernance & Pédagogie, AFSCET, Pau, 20 & 21 octobre 2006, pp. 50-1 à 50-14. In "Systémique & Accompagnement", 155 p., (2007), Bricage P. (coord.) & al., archives ouvertes du CNRS, en Sciences Humaines & Sociales <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00130212>

<sup>145</sup> Ibid Bricage P. (2006) Danger des représentations non-systémiques. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde06txt.pdf>  
MODÉLISATION : figures et références par mots clés. 21 p. <http://minilien.com/?YUtd7j0HZo>

Il est donc **pragmatique** d'adopter une telle pratique pédagogique pour les mises à niveau du plus grand nombre de candidats. C'est en situation de bachotage que la réussite globale quantitative est la meilleure, il n'y a donc pas de honte à faire du bachotage avec des étudiants dont le niveau est a priori (évaluation des prérequis) insuffisant, bien au contraire, c'est la seule pratique efficace pour leur réussite future ! Mais si le pourcentage de réussite est le plus élevé (meilleure **image quantitative**) en situation de bachotage, c'est en situation de pédagogie active que la réussite individuelle (la place des candidats : major, nombre dans les 10 premiers) est la meilleure (meilleure **image qualitative** de la formation) et la situation est la plus valorisante à la fois pour ceux qui y participent et ceux qui en sortent. C'est avec la pédagogie active ou audio-visuelle qu'il y a le plus d'étudiants en liste complémentaire. La pédagogie audio-visuelle est une situation intermédiaire. Son **inconvenient** est qu'elle nécessite un fort investissement matériel (coût), logistique (entretien), et personnel (technique) de l'enseignant. Son **avantage** est qu'elle est plus attractive que la pédagogie la plus active.

Laquelle laisser choisir, par le groupe de formateurs & de formés ?

Quelles sont les limites, limitations et rétro-actions ?<sup>146</sup>

Y a-t-il "un cap de la réussite" et si oui comment le garder d'année en année ?

## 2. L'exemple d'une classe préparatoire intégrée à l'Université

Le DUCSS (Diplôme Universitaire de préparation aux Carrières Sanitaires et Sociales), option sanitaire, est une classe préparatoire intégrée à l'Université (de Pau & des Pays de l'Adour, campus de Pau). Elle prépare un effectif limité d'étudiants, en situation artisanale de formation (une vingtaine chaque année), aux concours de recrutement des écoles de formation de kinésithérapeutes, d'ergothérapeutes, de manipulateurs d'électroradiologie, de pédicures & podologues et de psychomotriciens. La réussite au DUCSS valide la première année de Licence de Sciences de la Vie indépendamment de la réussite aux concours. Ce qui permet aux étudiants reçus au DUCSS mais collés aux concours de ne pas avoir perdu une année de formation. Pour les étudiants, et pour l'image de la formation, l'idéal est que tout étudiant reçu au DUCSS soit reçu à au moins 1 concours. C'est le cap de la réussite **à la fois** des étudiants et de la formation !

Mais, il ne peut être maintenu, **pour les étudiants**, que **par les étudiants**, et **en association** avec leurs enseignants. En effet, les années où la réussite des étudiants aux concours est moins bonne que celle à l'examen c'est parce que les étudiants ont eu "les yeux plus grands que le ventre", ils n'ont pas suivi les conseils "éclairés" des enseignants et n'ont tenté que des concours trop difficiles pour eux, affaiblissant ainsi l'image de la formation. L'année où il y a eu plus d'étudiants reçus aux concours qu'au DUCSS c'est parce que des sessions de certains concours ont eu lieu plus tôt, en cours d'année, et les étudiants reçus ont abandonné et figurent dans les statistiques comme ajournés, affaiblissant ainsi l'image de la formation.

Il faut que les formateurs et les formés jouent **le même jeu avec les mêmes règles**.<sup>147</sup>

La gouvernance démocratique aboutit rarement au meilleur choix pour l'étudiant et le plus souvent à un choix qui est mauvais à la fois pour le plus grand nombre d'étudiants et pour l'image de la formation. Un pilotage devient nécessaire ! Qu'il soit respecté ou non, comment peut-il être connu et maintenu ? Comment l'étudiant peut-il connaître la mesure lucide de ses potentialités ? L'analyse factorielle des correspondances donne le cap et permet une prédiction de réussite (et de non-réussite), avec un risque de se tromper mesurable statistiquement.<sup>148</sup>

Tout le problème de la gouvernance est dans les interactions, du jeu (quand les règles sont connues a priori), avec le jeu (le "flou nécessaire", le "degré de liberté", dont les besoins ou les

<sup>146</sup> Ibid Bricage P. (2006) <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde06txt.pdf>

<sup>147</sup> Ibid Beaussart E. & P. Bricage (2006) Le Jeu : un Apprentissage de la Gouvernance de Soi et une Gouvernance de l'Apprentissage en Société. <http://www.abbayeslaïques.asso.fr/PELLEAS/eBpBjeuxTXT.pdf>

<sup>148</sup> Bricage P. (1988) Action des micro-ondes (fréquences, intensités, durées) sur les systèmes biologiques : quels effets et quand ? Systèmes BioÉnergétiques "Structure, contrôle et évolution". Congrès international de la Société de Chimie Biologique, Bombannes, France, 64 p.



variations ne sont connus qu'a posteriori) et avec le je (l'ego)<sup>149</sup>, intra-étudiant et inter-étudiants et dans le respect par le maître de sa situation, inconfortable (car il ne peut éviter d'être juge et partie), à la fois de joueur, de tuteur et d'arbitre.<sup>150</sup>

Pour garder ou modifier le cap, il faut que s'auto-co-re-construise, en permanence entre les partenaires (formateurs & formés), **une association à avantages & inconvénients réciproques & partagés**, dans laquelle tout ce qui est un avantage pour l'un des partenaires est un inconvénient pour les autres et réciproquement.

Dans le monde vivant c'est la mise en place d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés qui permet l'émergence de nouveaux plans d'organisation (lichens) et de nouveaux modes d'intégration (plantes) à de nouvelles conditions de survie difficiles.<sup>151</sup>

L'homme en situation éducative n'est pas une exception.<sup>152</sup>

Comment se mettent en place ces associations ?<sup>153</sup>

Comment faire pour "assurer" **"une place pour chacun avec chacun à sa place"** ?<sup>154</sup>

Et permettre un temps pour chacun avec chacun en son temps ...

### 3. L'exemple de la validation des acquis de l'expérience (VAE) à l'Université de Pau.

L'expérience acquise est formatrice, elle doit être valorisée. La VAE est donc l'obtention totale ou partielle d'un diplôme, prononcée par un jury devant lequel se présente le candidat. C'est une modalité de certification sur des preuves (les Acquis de l'Expérience).<sup>155</sup>

À Pau, gérée en formation continue, la VAE est une éthique<sup>156</sup> et une pratique éthique<sup>157</sup>. **Compagnonnage professionnalisant**<sup>158</sup>, elle crée un **réseau d'interactions** entre des usagers (candidats à la VAE), des personnels formateurs & certificateurs (enseignants, membres de jury, experts) et des personnels administratifs institutionnels, **tous partenaires** à la fois pour le choix du niveau et de la filière en VAE et sa certification. Et, l'accompagnement émerge du fonctionnement de ce réseau.<sup>159</sup> Et, tous les partenaires, les "validants", **contribuent ensemble à la validation**.

La VAE est une conquête active de **l'actant** en réponse à son projet professionnel, mais c'est aussi un compromis entre validants pour "reformatier" l'actant. Le personnel administratif joue un rôle d'information et d'analyse des besoins afin d'ajuster les attentes du candidat aux possibilités

<sup>149</sup> Bricage P. (2006) La systémique : nouvelle gouvernance du savoir et nouvelle pédagogie de l'apprentissage. *Pédagogie de la Gouvernance & Gouvernance de la Pédagogie* Journées AFSCET, 21 octobre 2006, Faculté des Sciences, Université de Pau, p. 148-1 à 148-4.

In "Systémique & Accompagnement", 155 p., (2007), Bricage P. (coord.) & al., archives ouvertes du CNRS, en Sciences Humaines & Sociales <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00130212>

<sup>150</sup> Ibid Beaussart E. & P. Bricage (2006) <http://www.abbayeslaiques.asso.fr/PELLEAS/eBpBjeuxTXT.pdf>

<sup>151</sup> Bricage P. (1998) La Survie des Systèmes Vivants. *Atelier MCX20 "Prendre soin de l'homme"*, CHG de Pau, 3 p.

<sup>152</sup> Bricage P. (2005). La durabilité contractuelle du vivant. Seules perdurent les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés. *Anthropo-politique et gouvernance des systèmes complexes territoriaux*, Presses de l'Université des Sciences Sociales de Toulouse, p. 111-117. <http://www.afscet.asso.fr/PBtlseMCX33.pdf>

<sup>153</sup> Ibid Bricage P. (2001) Du biologique au social ? Un exemple d'intégration : les associations à avantages et inconvénients partagés. En quoi un organisme est-il une association ? En quoi une association est-elle un organisme ?

<sup>154</sup> Comme dans *l'uchi* japonais, où l'individu se trouve en retrait du groupe, **qui le protège**, et dans une position hiérarchique claire **de devoirs mutuels**, c'est l'espace-temps où il est à sa place.

<sup>155</sup> Barbier J.M. (2006) Le modèle francophone de la VAE. *Sciences Humaines* n° 175S, p. 10-11.

<sup>156</sup> éthique au sens de : **manière d'être et de faire**.

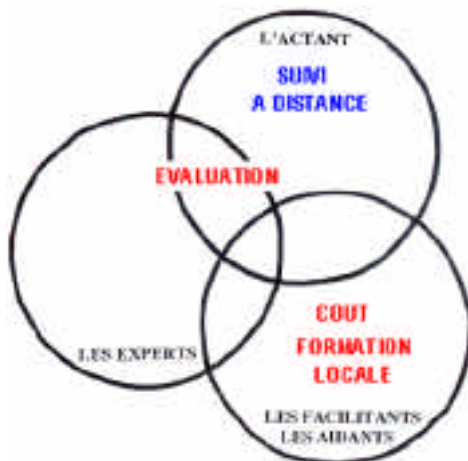
<sup>157</sup> pratique éthique au sens de : l'accompagnement, mis en œuvre en formation continue dans le cadre d'un projet professionnel, est intégré dans **un programme global de formation pour sécuriser** le parcours de VAE.

Ce **droit à l'accompagnement** est un droit, à la fois, à un temps de formation et à la prise en charge du coût de cette formation, en présentiel.

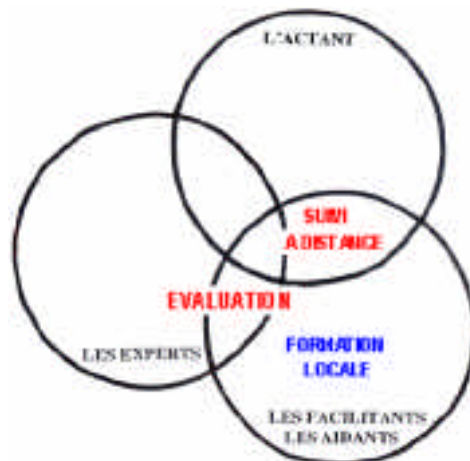
<sup>158</sup> Bricage P. & S. Chassaing (2006) L'accompagnement en Validation des Acquis de l'Expérience (Filière des Sciences Sanitaires & Sociales). Journée Européenne "L'éthique et l'accompagnement en Formation Ouverte A Distance (FOAD) : une articulation en voie de construction." European Net-Trainers Association, 8 décembre 2006, Université des Sciences Sociales, Toulouse, *ENTA Newsletter* n° 7, 10 p. <http://www.nettrainers.org/fr/index.asp?p=6-25>

<sup>159</sup> Chassaing S. & P. Bricage (2006) L'expérience de la Validation des Acquis de l'Expérience en termes de pédagogie et de gouvernance. Journées Nationales *Gouvernance & Pédagogie*, AFSCET, Pau, 20 & 21 octobre 2006, pp. 72-1 à 72-10. In "Systémique & Accompagnement", 155 p., (2007), Bricage P. & al. (coord.), archives ouvertes du CNRS, en Sciences Humaines & Sociales <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00130212>

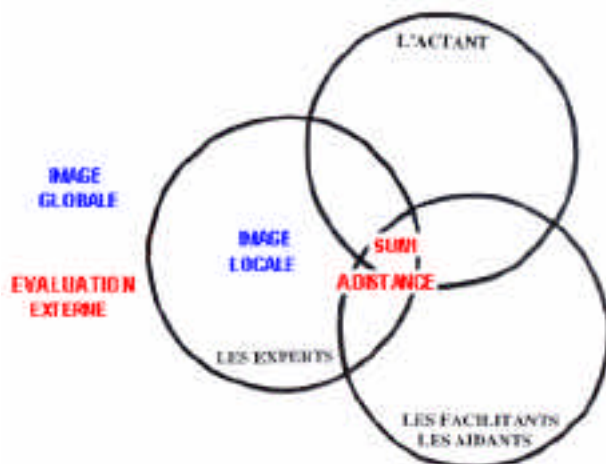
locales. Il assure le suivi et le contrôle du dossier, il **facilite** l'accès à la VAE et il **aide** à son obtention, car il **accompagne** le candidat et coordonne ses interactions avec les autres validants.



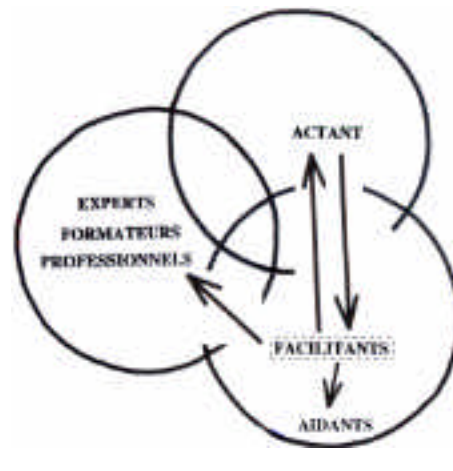
4a. Le point de vue de l'actant



4b. Le point de vue de l'aidant (formateur)



4c. Le point de vue de l'expert



4d. L'acteur clé-de-voûte

**Le "nœud borroméen" de la VAE :**

**une association à avantages et inconvénients réciproques et partagés.**

"Pour espérer le meilleur et pour éviter le pire" : les **inconvénients** & **avantages** pour chacun des partenaires. (Adapté d'après P. Bricage & S. Chassaing (2006))

En sciences sanitaires et sociales, la certification implique à la fois des experts, qui constituent le jury délivrant le titre, et des formateurs "aidants" qui préparent à la soutenance. Leur rôle est non seulement d'abord d'informer le candidat, de faire l'analyse de ses pré-requis et de ses besoins, puis d'ajuster des interventions d'information, et de formation, en conséquence, mais aussi d'assurer un suivi, un accompagnement, sous forme de prescriptions, compte tenu de ce qu'ils connaissent du référentiel et des attentes des experts du jury du diplôme postulé.<sup>160</sup> À Pau, **les experts** et **les aidants** ne peuvent être les mêmes. Un enseignant qui intervient en accompagnement ne peut pas faire partie du jury correspondant et réciproquement.

On ne peut être juge et partie !

<sup>160</sup> Ce n'est pas le cas dans d'autres filières où l'actant est pris en charge par 1 unique tuteur, qui est, à la fois, formateur et expert, juge et parti.

## V. Les lois bio-socio-systémiques.<sup>161</sup>

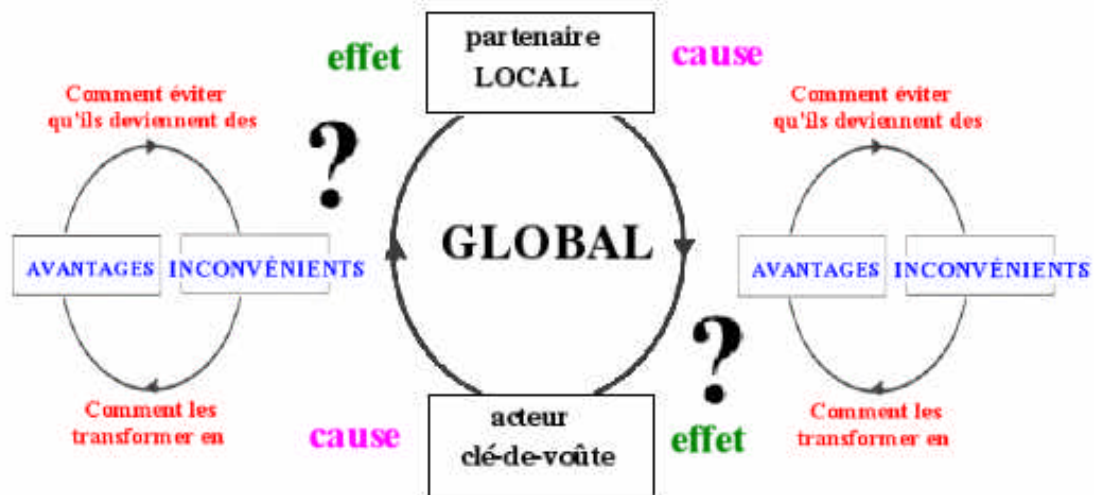
Les systèmes interactifs évoluent naturellement vers un état critique tel qu'un événement mineur peut entraîner une catastrophe.<sup>162</sup> Comment protéger nos réseaux vitaux<sup>163</sup>, de mobilisation de la matière et de l'énergie (d'approvisionnement en électricité ou en eau), de stockage et de transfert d'information (internet) ? **Imitons le fonctionnement du vivant !**

Dans la rétine, la fonctionnalité "vision des couleurs" dépend de la survie des cônes qui dépend d'abord de celle des bâtonnets, impliqués dans la fonctionnalité "vision en noir et blanc".<sup>164</sup>

Le fonctionnement qualitatif du réseau dépend de sa structure quantitative.

### 1. Le message de l'évolution du vivant.

La survie d'un virus passe d'abord par celle de son hôte. **Tôt ou tard**, un virus devient "tempéré", ou disparaît en s'intégrant dans son hôte.<sup>165</sup> C'est le cas des gènes rétroviraux responsables de cancers.<sup>166</sup> **Tôt ou tard**, l'hôte indésirable devient un hôte indispensable ! Près de 10% de notre héritage génétique est constitué de gènes viraux.<sup>167</sup> Loin d'être nocif, le virus JSRV, présent dans le génome du mouton, est indispensable à la mise en place et à la croissance (tumorale) du placenta. **Le danger contenu<sup>168</sup>, le virus intégré, est devenu un acteur clé-de-voûte**, indispensable pour la survie d'une autre espèce, avec laquelle il ne fait plus qu'un, **dans une association à avantages et inconvénients réciproques et partagés.**<sup>169</sup>



**Quelle que soit la situation, il n'y a jamais d'avantages sans inconvénients.**

Survivre, quel que soit le niveau d'organisation, c'est augmenter sa capacité d'être accueilli quand la capacité d'accueil diminue. Pour cela, il faut transformer les inconvénients en avantages et éviter que les avantages deviennent des inconvénients.

<sup>161</sup> "Il ne faut considérer et ne conserver que les questions qui ont trait au fonctionnement observable de l'être."

Ibid Valéry P. (1988) Cahiers 1894-1914 (tome 1).

"Il s'ensuit que toutes les solutions devront être construites en prenant des éléments à des sources de pensée diverses et variées, puis en les rassemblant dans un ensemble cohérent, raisonnable et mesuré." Alain Devaquet

Ibid Devaquet A. (1988) L'amibe et l'étudiant. Université et recherche : l'état d'urgence. Odile Jacob, Paris, p. 239.

<sup>162</sup> Bak P. & K. Chen (1991) Les systèmes critiques auto-organisés. Pour La Science n° 161, p. 52-62.

<sup>163</sup> Lagadec P. (2007) Comment protéger nos grands réseaux vitaux ? Les Dossiers de la Recherche n° 26, p. 38-42.

<sup>164</sup> Rosier F. (2006) Rétinopathies pigmentaires, comment protéger les photorécepteurs. Actualités Innovation Médecine n° 119, p. 56-57.

<sup>165</sup> Exemple des bactériophages : Ibid Bricage P. (2003) Organisation, intégration et espace-temps des systèmes vivants. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde03.pdf>

<sup>166</sup> Sigma (2007) Mechanism of activation of a host gene by insertion of a provirus. Overview of Cancer Biology, p. 3.

<sup>167</sup> Anonyme (2005) Hôtes indésirables. Pour La Science n° 329, p. 20.

<sup>168</sup> Ibid Bricage P. (2000) La Survie des Organismes Vivants. <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

<sup>169</sup> Un "bon" virus n'est pas un virus mort, mais un virus "bien intégré" !

Ibid Bricage P. (2000) <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

La thérapie génique utilise des rétrovirus (auxquels appartient le HIV), pour remplacer des gènes défectueux responsables de maladies humaines, comme dans l'immunodéficience combinée sévère.<sup>170</sup> Pourquoi n'en serait-il pas de même pour mettre au point un vaccin curatif du SIDA ?<sup>171</sup>

## 2. Les 12 "lois systémiques constructales."<sup>172</sup>

1. Quel que soit le niveau d'organisation,

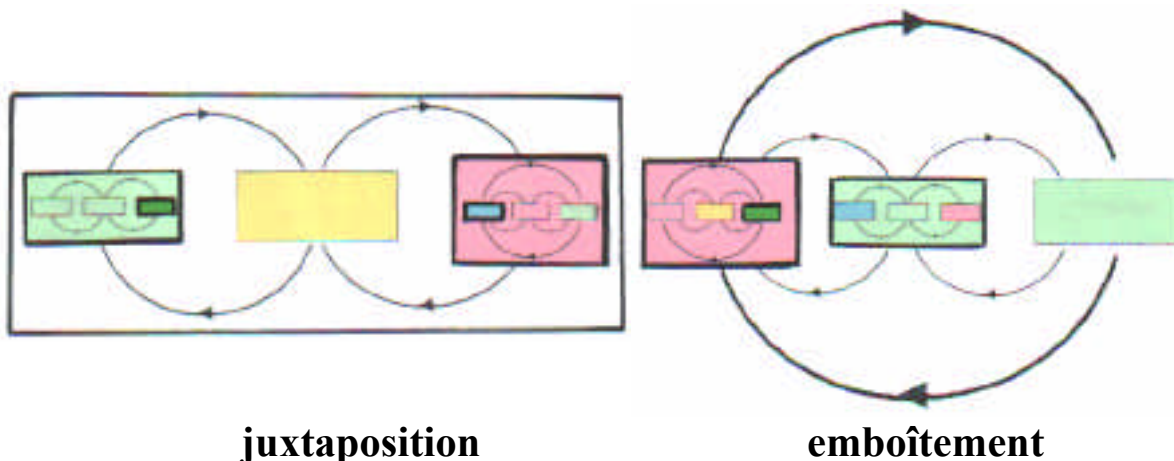
**c'est la MODULARITÉ qui permet la mise en place de RÉSEAUX.**

Du niveau moléculaire<sup>173</sup> au niveau d'un écosystème, la différence entre un nain et un géant, entre une vie annuelle et une vie pluri-annuelle, entre une herbe et un arbre, c'est une différence de modularité.<sup>174</sup> Même la transcription du vivant est quantique !<sup>175</sup> Le **principe de moindre action** est la cause et la conséquence de ce "caractère quantique" de la nature<sup>176</sup> à toutes les échelles !<sup>177</sup>

2. Cette mise en place se fait **par JUXTAPOSITION & EMBOÏEMENT**.<sup>178</sup>

Tous les héritages sont modulaires.<sup>179</sup> C'est l'emboîtement d'un virus<sup>180</sup> dans une bactérie (niveau i-1), elle-même emboîtée dans une cellule (niveau i), qui est responsable du devenir reproducteur d'un organisme (niveau i+1) donc de la survie de son espèce (niveau i+2) et du maintien de l'organisation d'un écosystème (niveau i+3), au sein duquel sont emboîtées et juxtaposées des espèces différentes.

**Juxtapositions** (module global en vert) et **emboîtements** (module global en rose, partenaires locaux en bleu, vert ou jaune) permettent un "saut de modularité".



**L'ergodicité** : LOI SYSTÉMIQUE CONSTRUCTALE

<sup>170</sup> Klug W.S. & M.R. Cummings (2003) *Concepts of Genetics*. Pearson Education, USA.

<sup>171</sup> Mise au point d'un vaccin curatif anti-SIDA : **Ibid** Bricage P. (2005) *The Metamorphoses of the Living Systems*.

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage.pdf>

<sup>172</sup> "Toute explication est soumise à la nécessité d'exprimer tout un ordre de phénomènes par les combinaisons d'un nombre limité et généralement petit de variables soigneusement déterminées." **Paul Valéry**

**Ibid** Valéry P. (1988) *Cahiers 1894-1914 (tome 1)*.

<sup>173</sup> Bar-Joseph Z. & al. (2003) Computational discovery of genes modules and regulatory networks. *Nature biotechnology* n° 21, p. 1337-1342.

<sup>174</sup> Tuskan G.A. & al. (2006) The Genome of Black Cottonwood, *Populus trichocarpa* (Torr. & Gray). *Science* n° 5793, p. 1596-1604.

<sup>175</sup> Blake W.J. & al. (2003) Noise in eukariotic gene expression. *Nature* n° 422, p. 633-637.

quantum = module, **modularité & homothétie = ergodicité**

**Ibid** Bricage P. (2001) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

<sup>176</sup> Esfeld M. (2006) *Philosophie des sciences. Une introduction*. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.

<sup>177</sup> Balibar F. (2000) Le principe de moindre action. *Sciences Et Avenir* H.S. n° oct.-nov., p. 50-57.

<sup>178</sup> **Ibid** Bricage P. (2004) <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde04GV.pdf>

<sup>179</sup> Froissart R. & al. (2004) Splicing of Cauliflower mosaic virus 35S RNA serves to downregulate a toxic gene product. *J. General Virology* n° 85, p. 2719-2726.

<sup>180</sup> Sinkins S.P. & al. (2005) Wolbachia variability and host effects on crossing type in *Culex* mosquitoes. *Nature* n° 436, p. 257-260.

C'est ce **processus endosyncénétique** qui est à l'origine à la fois de l'organisation spatiale **fractale, homothétique & périodique**<sup>181</sup> du vivant (la cellule est une endosyncénose<sup>182</sup> de monères), de son organisation temporelle **périodique** (le temps structure l'espace<sup>183</sup> et l'espace structure le temps) et de son organisation fonctionnelle<sup>184</sup> (entre local et global, la cause renvoie en boucle à l'effet, et réciproquement, et seul un **suivi causal**<sup>185</sup> peut mettre en évidence cette circularité répétitive).

**3. Elle se fait DE PROCHE EN PROCHE, par changement d'espace-temps :  
"le chemin se construit en cheminant".**<sup>186</sup>

Il n'y a ni hasard radical, ni dessein intelligent qui ferai(en)t de la vie un événement unique et non reproductible.<sup>187</sup> Il y a À LA FOIS des événements hautement improbables qui arrivent, tôt ou tard, avec une quasi-certitude ET des événements hautement probables, qui arrivent toujours mais ne durent qu'un temps. **Toute combinaison de modules est une singularité.**

**Toute émergence est contingente. L'optimisation n'est que relative et incertaine.**

**4. Quel que soit le niveau d'organisation, quelle que soit la combinaison,  
tout module LOCAL & tout réseau GLOBAL est une UNITÉ d'espace-temps-action.**

**À 3 types d'interactions correspondent 3 types de modules fonctionnels**<sup>188</sup> :

- "buffering" maintien constant (rétroaction globale négative),
- "aggravating" "toujours plus" ou "toujours moins" (rétroaction globale positive),
- "non-interacting" "indépendance" (non interaction).

De même qu'il y a une PLACE pour chaque chose<sup>189</sup>, et que chaque chose a lieu à sa place<sup>190</sup>, il y a un temps pour chaque chose et chaque chose a lieu en son temps.<sup>191</sup>

**5. Quel que soit le TOUT, le réseau est robuste**<sup>192</sup> par ce que  
**le temps contrôle l'espace et l'espace contrôle le temps.**

Ce qui explique les HOMOTHÉTIES structurales et fonctionnelles entre niveaux d'organisation différents. Quel que soit le niveau d'organisation<sup>193</sup>, il y a des contraintes<sup>194</sup> quantitatives (seuil, optimum, plateau) et qualitatives (temps de latence, forme) similaires.

**6. Dans un réseau d'interactions, dont on est PARTIE, on ne peut être juge et parti.**<sup>195</sup>

**Tout partenaire est A LA FOIS gagnant et perdant :  
il n'y a jamais d'avantages sans inconvénients.**<sup>196</sup>

**7. Le MANAGEMENT des INTERACTIONS est MODULAIRE ET MODULABLE.**<sup>197</sup>

<sup>181</sup> Ibid Bricage P. (2001) un flux, ergodique, fractal et contingent <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

<sup>182</sup> Ibid Bricage P. (2000) La nature de la violence <http://www.afscet.asso.fr/ViolencePB.html>

Ibid Bricage P. (2005) The Cell originated through <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage3.pdf>

<sup>183</sup> Ibid Bricage P. (2005) The Modelling of the Time Modularity of the Living Systems.  
<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage2.pdf>,

<sup>184</sup> Ibid Bricage P. (2004) La gouvernance du vivant <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde04GV.pdf>

<sup>185</sup> Ibid Bricage P. (2006) représentations systémiques <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde06txt.pdf>

<sup>186</sup> Marlovits T.C. & al. (2006) Assembly of the inner rod determines needle length in the type III secretion injectisome. *Nature* n° 441, p. 637-640.

<sup>187</sup> De Duve Ch. (2005) *Singularités*. Odile Jacob, Paris, 296 p.

<sup>188</sup> Segré D. & al. (2005) Modular epistasis in yeast metabolism. *Nature Genetics* n° 37, p. 77-83.

<sup>189</sup> "In the right place" : - Cabal G.C. & al. (2006) SAGA interacting factors confine sub-diffusion of transcribed genes to the nuclear envelope. *Nature* n° 441, p. 770-773. - Taddei A. & al. (2006) Nuclear pore association confers optimal expression levels for an inducible yeast gene. *Nature* n° 441, p. 774-778.

<sup>190</sup> Ibid Bricage P. (2005) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage.pdf>

<sup>191</sup> Ibid Bricage P. (2002) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

<sup>192</sup> Horikawa K. & al. (2006) Noise-resistant and synchronized oscillation of the segmentation clock. *Nature* n° 441, p. 719-723.

<sup>193</sup> Kmita M. & al. (2002) Serial deletions and duplications suggest a mechanism for the collinearity of Hoxd genes in limbs. *Nature* n° 420, p. 145-150.

<sup>194</sup> Ibid Bricage P. (2006) Danger des représentations non-systèmeiques & pouvoir de prédiction des représentations systèmeiques en Sciences de la Vie. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde06txt.pdf>

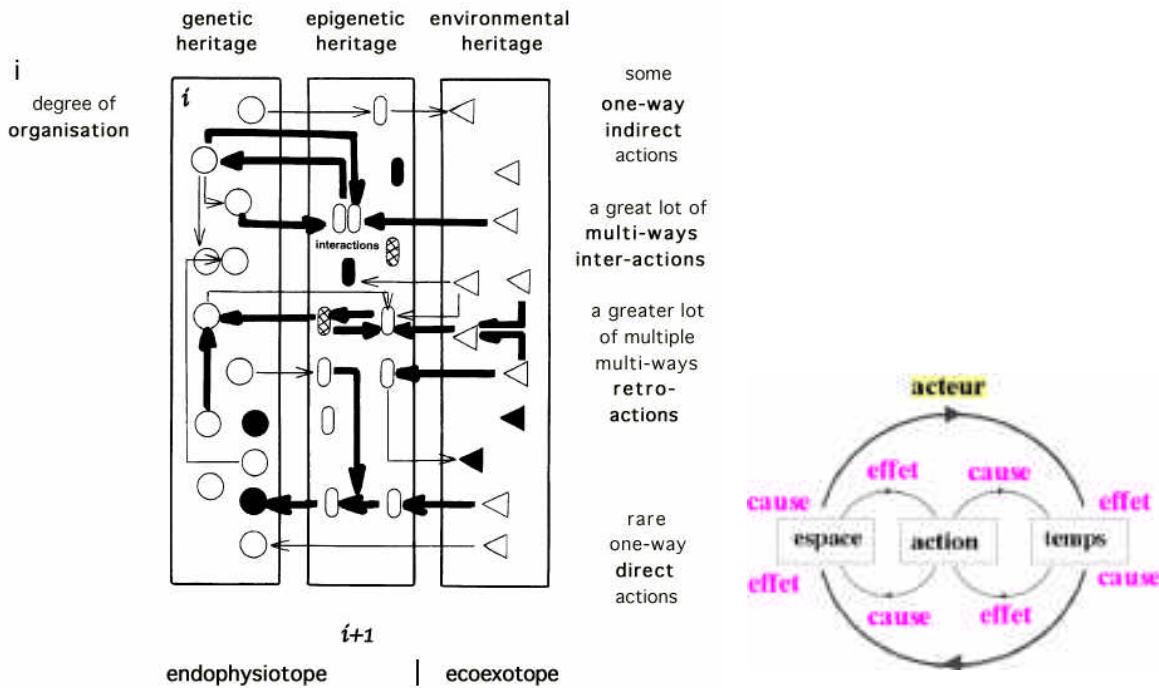
<sup>195</sup> Ekeland I. (2006) Favoritisme encouragé. *Pour La Science* n° 342, p. 6.

<sup>196</sup> Ibid Bricage P. & S. Chassaigne (2006) <http://www.nettrainers.org/fr/index.asp?p=6-25>

**Où est l'effet, où est l'acteur, où est la cause ?**

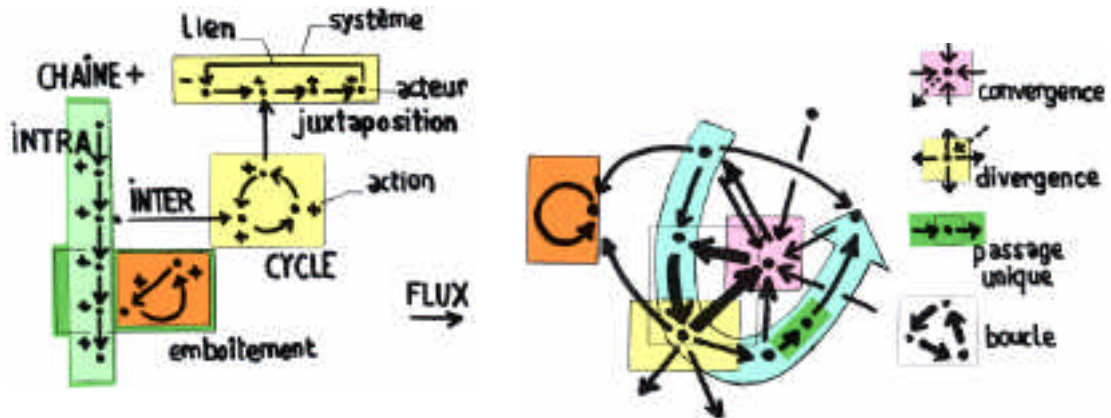
Les limites sont imposées par les interactions entre héritages.

(D'après Bricage P. (2002) The Evolutionary "Shuttle" <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>)



**Depuis les modules isolés à l'interaction entre modules, de proche en proche : par juxtaposition & emboîtement.**

(D'après Bricage P. (2004) La gouvernance du vivant <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde04GV.pdf>)



**8. C'est la modularité des acteurs et des actions qui est le moteur de l'EXAPTATION.**

La complexité émerge de la simplicité<sup>198</sup> grâce à la redondance et à l'associativité.<sup>199</sup>

<sup>197</sup> Bardgett R.D. & al. (2006) Parasitic plants indirectly regulate below-ground properties in grassland ecosystems. *Nature* n° 439, p. 969-972.

<sup>198</sup> Leru V. (2000) Le principe de simplicité. *Sciences Et Avenir* H.S. n° oct.-nov., p. 44-49.

<sup>199</sup> Bricage P. (2005) *Les Systèmes Vivants. IV. Survivre et Se Survivre : "l'intégration". IV.1. Les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés.* Formation Continue par l'Alternance des professionnels paramédicaux. Licence de Sciences Sanitaires & Sociales, FORCO, UPPA Pau, 89 p.

Bricage P. (2006) *Les Systèmes Vivants. IV. Survivre et Se Survivre : "manger & être mangé" IV.1. Les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés.* Préparation aux carrières de l'enseignement. Licence de Sciences de la Nature et de la Vie, Physiologie du Développement Végétal, UPPA Pau, 97 p.

Aussi bien pour l'émergence passée et la survie de la cellule, que pour celle future d'une colonie humaine dans l'espace<sup>200</sup>, c'est la complémentarité à partir d'un fonds commun, qui a rendu et qui rendra possible à la fois une hyperdifférenciation, en conditions optimales, et un remplacement partiel, par rétrogression en conditions difficiles.

**9. Le TOUT est A LA FOIS PLUS ET MOINS que la somme de ses parties.**

**10.** C'est l'**ASSOCIATIVITÉ** INTRA-niveau (within groupwares<sup>201</sup>) et INTER-niveaux (between groupwares<sup>202</sup>) qui permet de passer d'un comportement **local, de tout ou rien**, avec un effet de seuil critique, à un comportement **global, à la fois additif et limitant**, avec l'atteinte progressive d'un plateau, **et inversement**, de l'additif au tout ou rien !

Ce qui change c'est le comportement **entre les LIMITES**, mais PAS les limitations.

**11. L'IDENTITÉ**, optimisable, et parfois provisoirement optimale, est partiellement durable<sup>203</sup>, parce qu'elle **résulte d'une dé-construction et re-construction continues**.<sup>204</sup>

*"C'est la plasticité qui allume l'étincelle de la vie."* Cohen-Tadjouni **12. La croissance précède toujours le développement.**

C'est la croissance qui est à l'origine de la variété (diversité). Car la quantité (l'accumulation) permet, tôt ou tard, l'émergence de qualités nouvelles (différenciation).<sup>205</sup>

**3. "Le message de la gouvernance."**<sup>206</sup>

Quels sont les commandements de **la pédagogie de la gouvernance** ?

Suffit-il de **"réunir pour prendre le pouvoir"**

et de **"diviser pour régner et le conserver"** ?

1. **Contingence** :

Il existe toujours **plusieurs chemins possibles**,

"plus ou moins longs" et "plus ou moins efficaces", pour arriver au même résultat.

Mais, pour "réussir", il faut être **au bon endroit, au bon moment**.

2. **Limites & limitations** :

L'acquisition des apprentissages et l'expression des compétences sont **limitées** par des barrières et des situations défavorables.

3. **Effort & dépassement : exaptation.**

Les situations de **contrainte** et de stress sont des situations d'émergence.

4. **Dépendance** :

S'il y a des bons et des mauvais choix **pour chacun, ils le sont aussi pour tous**.

5. **Singularité & soutien** :

Il existe des acteurs et des situations **"clé-de-voûte"** indispensables.

6. **Diversité & interactions** :

Le **recyclage** transdisciplinaire des pratiques est une méthode de gouvernance.

<sup>200</sup> Bonnal C. & A. Güell (2007) Les limites des voyages habités vers Mars. *Pour La Science* n° 354, p. 12-15.

<sup>201</sup> L'hémoglobine du sang (tétramère d'unités de type myoglobine) fixe l'oxygène **de façon réversible** en suivant une courbe sigmoïde "pseudo-additive" (phénomène allostérique), alors que la myoglobine du muscle (monomère) le fait en suivant un phénomène michaelien, "presque" de tout ou rien.

Martin J.-L. & J.-C. Lambert (1993) Les séismes moléculaires de l'hémoglobine. *La Recherche* n° 254, p. 572-575.

L'hémoglobine est un **acteur global** de l'endophysiotope, la myoglobine n'est qu'un **acteur local**.

<sup>202</sup> La fixation du phosphore par les plantes est limitée par la concentration en phosphates de leur écoexotope. **L'association avec un champignon, la mycorhization, permet l'acquisition de l'indépendance** vis-à-vis de cette limitation et donnent d'autres propriétés d'indépendance vis-à-vis d'autres limitations ou de **résistance à des agressions**.

Tam P.C.F. (1995) Heavy metal tolerance by ectomycorrhizal fungi and metal amelioration by *Pisolithus tinctorius*. *Mycorrhiza* n° 5, p. 181-187.

Blum J.D. & al (2002) Mycorrhizal weathering of apatite as an important calcium source in base-poor forest ecosystems. *Nature* n° 417, p. 729-731.

<sup>203</sup> Perret S. & al. (2006) *Water Governance for Sustainable development*. Quae, Versailles, 296 p.

<sup>204</sup> Guido N.J. & al. (2006) A bottom-up approach to gene regulation. *Nature* n° 439, p. 856-860.

<sup>205</sup> Libbrecht K. (2007) La formation des cristaux de neige. *Pour La Science* n° 352, p. 32-39.

<sup>206</sup> par analogie avec *"The message of Ecology"* *Ibid* Krebs Ch.J. (1988)

"Le TOUT est à la fois plus et moins que la somme de ses PARTIES."

7. **Adaptabilité & intégration** :

Si la pédagogie change, la gouvernance change, **et réciproquement.**

8. **Durabilité & soutenabilité** :

Systèmes pédagogiques et systèmes de gouvernance sont les fruits d'une **co-évolution.**

**Seule la mise en place d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés permet l'émergence d'un développement durable<sup>207</sup>, car soutenable pour tous les acteurs et soutenu<sup>208</sup> par tous les acteurs.<sup>209</sup>**

9. **Rupture** :

"Passées les bornes il n'y a plus de **limites.**" (Georges Pompidou)

10. **Limitations & durabilité** :

Aucun pouvoir ne peut s'accroître sans **limites.**

(La "prise du pouvoir" d'une lignée cancéreuse<sup>210</sup> sur un organisme a une limite, la mort de l'organisme.)

## Conclusions

De 2007 à 2107, soit 4 générations humaines de 25 ans, c'est demain, à l'échelle des changements de société. Pour ceux qui ont 25 ans aujourd'hui, 2107 sera l'année des petits-enfants de leurs arrière-petits-enfants. C'est probablement le temps qu'il faudra pour vivre dans un espace urbain (peut être) plus intelligent qu'aujourd'hui, plus humain (?) au sens proxémique du terme, car prenant en compte les **dimensions biologique et senso-culturelle de la relation au territoire de vie**, dans une meilleure économie de moyens (à forte valeur ajoutée ?). Est-ce que l'écoexotopie sera la ville à plus de 90% ? Sans échange ou liaison avec l'espace rural, la ville devient abstraite, minérale et métallique, froide et distante, coupée de sa nature biologique.<sup>211</sup> Tout le monde en convient, mais QUI propose autre chose de concret ?

La Ville et la Campagne **peuvent-elles vivre ensemble ?** Comment penser une ville à la fois de petite dimension, qui puisse être totalement traversée à pied en 1 heure (soit 1/2h en partant du centre), et "développée dans d'autres dimensions", autant que de besoins..., sur toute la planète, sans bouleverser les territoires déjà urbanisés traditionnellement ?

Et, en "conservant" quelle campagne ?

**"Un bon outil n'existe pas pour lui-même, il est là en fonction des résultats que l'on peut et veut obtenir. Et, son usage dépend de celui qui l'utilise."** Comment fonder une théorie globale quand le foisonnement des observations rend leur synthèse difficile ? Comment passer du connaître (savoir "savoir") au comprendre (savoir "être") ?<sup>212</sup> Comment répondre à la question : "Quels sont les droits et les devoirs de l'individu (niveau local), du groupe (niveau supérieur adjacent), de l'état (niveau global)" ? **En analysant les bonnes pratiques du vivant** et en les transposant au niveau sociétal humain, ce afin de limiter les risques émergents !<sup>213</sup>

Mais, de même qu'il y a un mythe de la connaissance<sup>214</sup> (liée à l'instrumentalisation<sup>215</sup>), il y a un **mythe de l'intelligence collective**<sup>216</sup> (lié à la culture humaine, à l'interactivité<sup>217</sup> et au

<sup>207</sup> "Les maîtres de Forêts enquerront et visiteront toutes les Forêts et bois qui y sont et feront les ventes qui sont à faire, eu égard à ce que lesdites Forêts et bois se puissent perpétuellement soutenir en bon état." **Colbert**

<sup>208</sup> Bricage P. (2003) Seules perdurent les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés. Atelier **Développement durable**, MCX33-APC, CIRESS Toulouse, 21 mai 2003, Conseil Régional Midi-Pyrénées, 2 p.

Bricage P. (2003) La durabilité contractuelle du vivant . Atelier **Développement durable**, MCX33-APC, CIRESS Toulouse, 21 mai 2003, Conseil Régional Midi-Pyrénées, 2 p. <http://www.afscet.asso.fr/PBtlseMCX33.pdf>

<sup>209</sup> Selmi A. (2006) **Administrer la nature. Le parc national de la Vanoise.** Quae, Versailles, 384 p.

<sup>210</sup> Elle peut être la conséquence d'une **altération de l'organisation modulaire.** Le lymphome de Burkitt est le résultat d'un échange réciproque de morceaux (translocation) entre les chromosomes 8 et 14 chez l'homme.

<sup>211</sup> Trey B. (2007) **La longue ville.** Conférence UTLA, 27 avril 2007, Faculté des Lettres UPPA, urbanisme.

<sup>212</sup> Jaupart Cl. (2002) Comment fonder une théorie globale ? **La Recherche** H.S. n° 8, p. 68-73.

<sup>213</sup> Seillan H. (2007) "Analysons les bonnes pratiques." **La Recherche** Dossiers n° 26, p. 36-37.

<sup>214</sup> Donnadiou G. (2003) Le management des connaissances. Mythe ou réalité. **Personnel** n° 439, 9 p.



bénévolat) qui suppose que, d'une réunion d'éléments autonomes et de quelques règles, peut émerger un ensemble aux performances supérieures.<sup>218</sup> C'est peut-être une bonne raison pour breveter les cultures en danger...<sup>219</sup> Mais on ne prend pas forcément de meilleures décisions à plusieurs<sup>220</sup> que seul. Le nombre des décideurs n'est pas garant d'un meilleur choix, il n'est pas garanti que la "bonne science" soit un produit collectif<sup>221</sup>! Comment alors fonder une théorie pragmatique qui ne soit ni confuse, ni "bidon"<sup>222</sup>? La preuve est-elle toujours scientifique?

Comme toute entité vivante, l'espèce humaine est soumise à **la loi de l'émergence** :

**"Tout système est à la fois plus et moins que la somme de ses parties".**<sup>223</sup>

L'une des interactions sociales les plus fréquemment observées dans la nature est l'imitation du comportement des congénères voisins (l'allélomimétisme) : un oiseau qui en voit d'autres s'envoler s'envole à son tour, les moutons de Panurge sautent à l'eau à la suite les uns des autres, le bâillement se propage dans une assemblée. Mais **l'individu, l'organisme**, seul capable de survivre et de se survivre, chez les fourmis, comme chez les amibes acrasiales, c'est la colonie.

Comme l'homme<sup>224</sup>, son comportement est soumis à des hormones, de cohésion et guidage.

Les chemins empruntés par les fourmis forment un motif qui est spécifique de **la forme**<sup>225</sup> de l'organisme colonie. Et, l'individu colonie est **capable d'un apprentissage**<sup>226</sup> spatio-temporel.

C'est **la modularité** qui permet **l'intégration**. La modularité permet **la redondance**, le prêt-à-porter (industriel<sup>227</sup>), mais **dans les limitations du partage réciproque** des avantages et des inconvénients. Seul le sur-mesure (artisanal<sup>228</sup>) permet de limiter les violences. C'est un avantage, mais aussi un inconvénient, car **la rupture** peut être à l'origine d'un espace-temps-action nouveau.

Le vivant est doté

- d'intentionnalité : il construit des projets, **avec des contraintes de réciprocité**,
- de transcendance : les projets sont durables car ils s'appuient sur ceux d'un groupement de **partenaires** qui y trouvent des raisons de s'impliquer, ils sont soutenables et soutenus,
- de signifiante ou transparence : le **partage** des compétences, des avantages et des inconvénients, implique à la fois **un référentiel commun explicite et la possibilité de vérification** du chemin suivi et du type de cheminement.

Un optimum **global** ne peut être atteint qu'en permettant à chacun des partenaires de trouver leur optimum local, compatible avec celui des autres partenaires qui partagent le même écoexotope.

**La réciprocité n'est pas aléatoire.** "Parce que c'était lui, parce que c'était moi." Montaigne

---

<sup>215</sup> Donnadiou G. (2006) Le management des connaissances. Mythe ou réalité. Pédagogie de la Gouvernance & Gouvernance de la Pédagogie Journées AFSCET, Faculté des Sciences, Université de Pau, 9 p.

<sup>216</sup> Dortier J.F. (2006) Le mythe de l'intelligence collective. Sciences Humaines n° 169, p. 34-39.

<sup>217</sup> Cardon D. (2006) innovations.collectives.org Sciences Humaines n° 169, p. 44-49.

<sup>218</sup> Dortier J.F. & N. Journet (2006) L'intelligence collective. Sciences Humaines n° 169, p. 33.

<sup>219</sup> Brown M.F. (2006) Faut-il breveter les cultures? Sciences Humaines n° 169, p. 26-29.

<sup>220</sup> Morel Ch. (2006) Prend-on de meilleures décisions à plusieurs? Sciences Humaines n° 169, p. 40-43.

<sup>221</sup> Vinck D. (2006) La bonne science est-elle un produit collectif? Sciences Humaines n° 169, p. 50-53.

<sup>222</sup> Trent J. (2002) Comment s'attaquer aux bidonnacées et confuzoaires? La Recherche H.S. n° 8, p. 43-47.

<sup>223</sup> Ibid Bricage P. (2006) représentations <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde06txt.pdf>

Ibid Bricage P. (2006) Modélisation : figures, références par mots clés <http://minilien.com/?YUt17j0HZo>

<sup>224</sup> Savic I. & al. (2005) Brain response to putative pheromones in homosexual men. Proc. Natl Acad. Sci. USA n° 102, p. 7356-7361.

<sup>225</sup> Theraulaz & al. (1994) Comment les fourmis recherchent leur nourriture et organisent leur nid. Pour La Science n° 198, p. 90-95.

<sup>226</sup> Schatz B. & al. (1994) Apprentissage temporel et rythme d'activité chez la fourmi ponérine *Ectatomma ruidum* Roger (Hymenoptera, Formicidae). Bull. Groupe d'Étude des Rythmes Biologiques n° 26-3, p. 14-18.

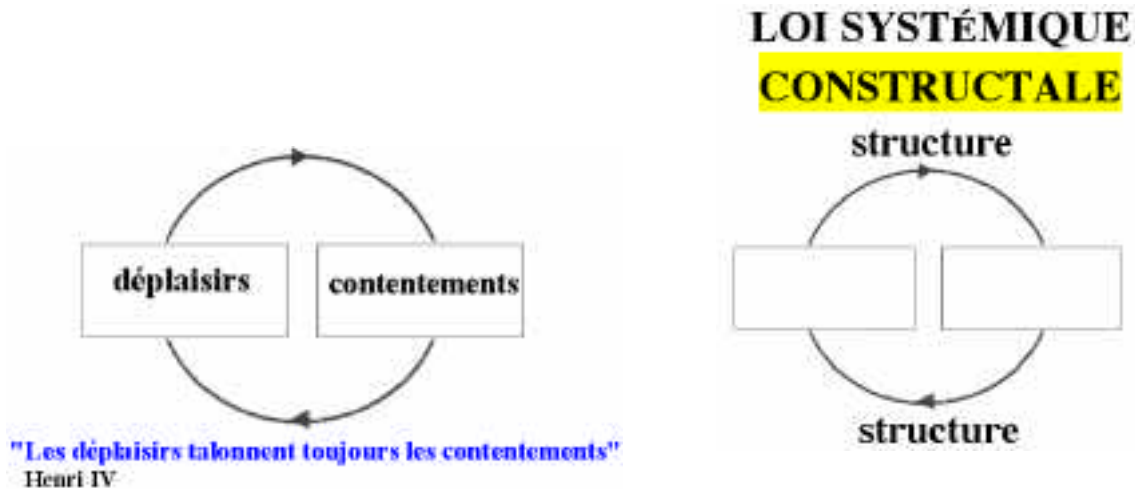
<sup>227</sup> Bricage P. (1999) Enquête publique relative à l'extension d'un élevage concentrationnaire de canards en gavage. Le GAEC Fardiel, à Lasclaveries. Préfecture de Pau, 08/01/99, vol. 1: 16 p., vol. 2: 38 p.

Bricage P. (1999) Enquête publique relative à l'extension d'un élevage concentrationnaire de porcs en batteries, à Lasclaveries. Préfecture de Pau, 18/06/99, 34 p.

<sup>228</sup> Bricage P. (1999) Peut-on soigner en prêt à porter de façon industrielle, ou doit-on soigner sur mesure de façon artisanale? Pragmatique et systèmes de santé. MCX Colloque International Pragmatique et complexité. Aix-en-Provence. 17 AM1 B : 2 p.

**C'est l'inconvénient accepté (soutenable et soutenu) qui crée l'avantage et non l'avantage imposé.** "C'est le devoir qui crée le droit et non le droit qui crée le devoir." Chateaubriand (Mémoires d'outre-tombe)<sup>229</sup>

**Mais il n'y a pas d'avantages sans inconvénients.**



**Transformer les inconvénients en avantages et éviter que les avantages deviennent des inconvénients**, c'est "le moteur" de l'exaptation.

Et le nouveau tout est toujours à la fois "plus & moins" qu'avant.

Et, l'évolution du vivant "se propage" par juxtaposition et emboîtement !

**L'information** est structurée et structurante. Elle n'existe pas en soi. Elle est à la fois dans l'organisation qui la construit et l'émet, dans l'organisation qu'elle est, et dans l'organisation qui la reçoit, la perçoit et la traite, et éventuellement y répond. Tout peut être information, l'information n'est pas une propriété discriminante, c'est **une propriété émergente**. Ce sont les structures porteuses, émettrices, réceptrices, traitantes et régulatrices, qui, à la fois, créent l'information et sont l'information ! Les propriétés discriminantes sont dans l'organisation et les flux de matière et d'énergie<sup>230</sup> qui sont les supports de l'information.

La modularité permet à la fois la **redondance**, la **complémentarité** et le **recyclage**<sup>231</sup> d'un fonds commun de matière, d'énergie (et d'information). Chaque module n'a accès qu'à une partie de ce référentiel, qui est partagé et pluri-modulaire. **Le global est mutualisé dans le local & le local est mutualisé dans le global**. Chaque module est maître de la gouvernance de son environnement local, interne (endophysiotope) et externe (écoexotope), et peut accéder à tout ou partie des autres environnements locaux, car, quel que soit le niveau d'organisation du vivant, il y a à la fois compatibilité des langages<sup>232</sup> et des structures, et spécificité des filtres de contrôle et de régulation.

Chaque homme a-t-il suffisamment de ressources en lui pour pouvoir décider de changer et agir ? Tout le monde n'a pas la capacité ou l'envie d'aller les "chercher" et les mettre à jour seul ! Sous l'aspect individuel, c'est la mission du coach (coaching) qui accompagne celui qui désire progresser vers son objectif. Sous l'aspect collectif, c'est le team building, pour assurer la cohésion d'une équipe, ajuster et mettre en œuvre des processus, préparer un changement organisationnel. Tout système vivant commence par **résister** pour se maintenir dans ses normes habituelles (principe d'homéostasie). Cette résistance est d'autant plus forte que le système subit le changement. La réussite d'un **projet créateur de nouveautés** dépend de la manière dont il est élaboré et communiqué. Pour obtenir l'engagement actif et créatif des acteurs, il reste vital de les impliquer tout au long de la démarche et donc de mettre ses propres actes en cohérence avec ses discours.

<sup>229</sup> Ripert P. (2001) Dictionnaire des dictons, proverbes et maximes. Maxi-livres, La Flèche, 379 p.

<sup>230</sup> Ibid Bricage P. (2000) <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

Ibid Bricage P. (2002) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

<sup>231</sup> Ibid Bricage P. (2000) <http://www.afscet.asso.fr/ViolencePB.html>

<sup>232</sup> Ibid Bricage P. (2005) <http://www.abbaveslaises.asso.fr/BIOsystemique/ANLEA05PauPB.pdf>