

Revue Internationale de

ISSN 0980-1472

systemique

Vol. 7, N° 4, 1993

afcet

DUNOD

AFSCET

Revue Internationale de
systemique

Revue
Internationale
de Sytémique

volume 07, numéro 4, pages 363 - 384, 1993

Systemique qualitative
et structuralisme en phytosociologie

Bruno de Foucault

Numérisation Afscet, août 2017.



Creative Commons

par conséquent être gérées avec doigté et bon sens. Dans le processus de gestion de ces relations, chaque analyste devrait continuellement se demander si l'activité « d'analyse systémique » n'est pas partiellement sacrifiée sur l'autel de la continuité du projet.

Références

- [1] D. E. AVISON and A. T. WOOD-HARPER, *Information Systems Definition : The Mutiview approach*, Blackwell Scientific Publications, 1990.
- [2] A. BERTRAND, *La Qualité, Facteur de Compétitivité*, Réalités Industrielles - Annales des Mines, Avril 1990.
- [3] B. I. BLUM, *GAO Report FGMSD 80-4 revisited* ACM Sigsoft Software Engineering Notes, 12, n° (1), 1987.
- [4] F. CALMES, G. CHARBONNEL, P. DUMAS, *MERISE et OSSAD, deux Méthodologies à comparer*, Autour et à l'Entour de Merise, AFCET-CERAM, 1991.
- [5] P. B. CHECKLAND, *Systems Thinking, Systems Practise*, J. Wiley, 1981.
- [6] P. B. CHECKLAND and J. SCHOLE, *Soft Systems Methodology in Action*, J. Wiley, 1990.
- [7] P. B. CHECKLAND, *Information Systems and Systems Thinking : Time to Unite ?*, International Journal of Information Management, 8 (4), 1988.
- [8] C. W. CHURCHMAN, *The Design of Enquiring Systems*, The Basic Books, 1971.
- [9] T. DE MARCO, *Systems Specifications*, Yourdon, 1979.
- [10] R. A. HIRSCHHEIM and H. KLEIN, *Quatre Paradigmes de Développement de Systèmes d'Information*, Communication of ACM, 132 (19), Octobre 1989.
- [11] N. JAYARATNA, *Guide to Methodology Understanding in Information Systems Practise*, International, Journal of Information Management, 8, 1988.
- [12] N. JAYARATNA, *Normative Information Model-based Systems Analysis and Design*, Journal of Applied Systems Analysis, 13, 1986.
- [13] R. K. MILES, *Combining "soft" and "hard" Systems Practise : Grafting or Embedding*, Journal of Applied Systems Analysis, 15, 1988.
- [14] R. K. MILES, *Computer Systems Analysis : The Constraint of the hard System Paradigm*, Journal of Applied Systems Analysis, 12, 1985.
- [15] G. MORGAN, *Images of Organisations*, Sage, 1986.
- [16] B. WILSON, *Systems : Concepts, Methodologies and Applications*, J. Wiley, 1984.

SYSTÉMIQUE QUALITATIVE ET STRUCTURALISME EN PHYTOSOCIOLOGIE

Bruno de FOUCAULT ¹

Résumé

L'auteur explicite l'approche systémique qualitative et structuraliste qu'il a introduite en phytosociologie. Il développe particulièrement la valeur heuristique des concepts associés pour la prévision et étend cette démarche à d'autres domaines.

Abstract

The author explains the qualitative systemic and structuralist approach he introduced in plant sociology. He develops particularly the heuristic interest of the associated concepts for prevision and extends these ideas to others sciences.

L'objet de ce document concerne l'approche systémique que j'ai développée pour mieux appréhender les problèmes posés par l'étude de la végétation. Mais le formalisme élaboré dépasse finalement largement ce domaine et, pour cette raison, j'ai cru utile de le faire mieux connaître des systémiciens.

A la base de ces études végétales, il y a d'abord la *botanique*, cette discipline qui décrit les plantes de notre planète pour rapprocher les individus qui se ressemblent le plus en catégories abstraites, dont la plus importante est l'*espèce végétale*. Pour faciliter le dialogue entre botanistes, les espèces sont nommées au moyen d'un binôme linnéen latin (Ex. *Fritillaria meleagris*).

L'étude plus spécifique de la *végétation*, c'est-à-dire de l'assemblage des espèces végétales pour former des sociétés et des paysages, relève d'une autre discipline appelée *phytosociologie* ou *sociologie végétale*. Cette science vise d'ailleurs, non seulement à décrire la végétation, mais aussi à l'expliquer et à connaître son origine, son avenir, en un mot sa *dynamique*. Ces diverses faces de la phytosociologie doivent être bien distinguées.

1. Département de Botanique, Faculté de Pharmacie, BP 83, 59006 Lille Cedex.

I. LA DÉMARCHE *INTRA*

La première démarche en phytosociologie rappelle la démarche du botaniste décrivant et nommant des espèces. C'est la démarche *intra* qui se caractérise par l'étude d'éléments simplement en eux-mêmes (Piaget et Garcia, 1983), les plantes dans le cas de la botanique. En phytosociologie, les éléments à décrire sont des unités élémentaires concrètes du paysage, constituées d'un certain nombre de plantes vivant ensemble et caractérisées par leur homogénéité floristique, c'est-à-dire une certaine répétitivité des espèces sur ces unités. Ces unités élémentaires à la base de la phytosociologie sont les *individus d'association* (en abrégé IA).

Pour décrire un IA, le mesurer en un sens qualitatif, on en réalise le *relevé*, c'est-à-dire la liste des espèces présentes sur cet IA, quantifiées au moyen de coefficients d'abondance-dominance.

Sur la base de nombreux relevés ainsi réalisés, une étape synthétique va permettre de mettre de l'ordre dans cette diversité. On va rapprocher dans une même catégorie les relevés ayant même composition floristique ; ces catégories abstraites de la phytosociologie sont des *groupements végétaux* (le terme précis est *syntaxons*, qu'on peut écarter pour ce propos non spécialement destiné aux phytosociologues). Là encore, pour faciliter le dialogue entre phytosociologues, les groupements sont nommés au moyen de règles nomenclaturales précises (Ex. *groupement* – souvent abrégé en *gr.* – à *Lolium perenne* et *Cynosurus cristatus*).

La phytosociologie ne se contente pas de décrire et nommer les groupements, elle cherche aussi à les expliquer, en rapprochant chaque groupement décrit de son *déterminisme écologique abiotique* (c'est-à-dire non lié aux êtres vivants : facteurs climatiques, roches et sols), *biotique* (influence des animaux, de l'homme, des autres végétaux) et *historique*. Elle acquiert ainsi un caractère de *physique* en dégagant des lois déterministes au niveau de ses objets (de Foucault, 1984 a, 1986 a, 1992 c).

Il existe une hiérarchie des groupements, depuis les *groupements élémentaires* (GE), les *groupements fondamentaux* (appelés *associations végétales*) jusqu'aux *unités supérieures*. En phytosociologie, on nomme *synsystème* l'ordination par hiérarchisation des groupements décrits, concept homologue pour cette discipline de la classification naturelle des plantes, des animaux. Le synsystème permet en outre de définir objectivement de petits ensembles E_i d'espèces à affinités sociologiques, qui offrent alors un cadre à une partition des relevés ; l'un de ceux-ci est donc précisément un ensemble de binômes latins sur lequel on peut réaliser une partition en une réunion $\cup E_i$.

II. LA DÉMARCHE *INTER* : SYSTÉMIQUE

Outre la description et le déterminisme des groupements, la phytosociologie ambitionne encore d'étudier leur dynamique, ou, plus généralement, les relations qu'ils entretiennent entre eux, dans l'espace comme dans le temps. Ce concept de *relation* caractérise la démarche *inter*, qui suit l'*intra* (Piaget et Garcia, 1983, de Foucault, 1984 a, b).

II.1. Relations et transformations

Ma philosophie voudrait se réduire à des relations entre choses observables.
(P. Valéry, *Cahiers* I : 75)

D'une manière générale, une relation associe deux éléments

$$T_1 - T_2 ;$$

plus précisément, une *transformation* est une relation orientée telle que l'on puisse définir un *initial* et un *final*.

$$T_1 \rightarrow T_2$$

T_2 *dérive* ou est un *dérivé* de T_1 , les T désignant des GE. Une telle transformation peut être concrétisée par l'action sur l'initial T_1 d'un *opérateur* dit de *transformation*, noté \hat{a} (un $\hat{\quad}$ sur une lettre désignera toujours un opérateur) :

$$T_1 \rightarrow T_2 = \hat{a} T_1$$

On séparera d'emblée deux types de transformations :

– les transformations *virtuelles* qui ne s'appliquent pas réellement sur un élément concret, mais qu'on peut concevoir par la pensée pour mettre en relation deux éléments *a priori* séparés ;

– les transformations *réelles*, qui s'appliquent réellement sur un élément initial pour le changer en un final.

II.2. Invariant par une transformation

Quelque chose qui, commun à la fois au passé et au présent, est beaucoup plus essentiel qu'eux deux. (M. Proust)

Selon l'intensité de la transformation, le final est identique à l'initial (transformation trop peu intense par rapport à l'inertie de celui-ci), n'a plus rien à voir avec l'initial (invariant nul, transformation très intense) ou garde une partie de l'initial, dite alors *invariant* par la transformation. Selon nos notations, un invariant Γ par la transformation \hat{a} sera $T_1 \cap T_2$. Les transformations réelles peuvent ne pas laisser d'invariant ($\Gamma = \emptyset$) ; on notera qu'en revanche les transformations virtuelles n'ont d'intérêt que si justement elles laissent des invariants : *l'idée du virtuel [...] n'a de signification précise que dans un cadre de conservation* (J. Piaget, 1967).

On peut distinguer deux types d'invariants par une transformation réelle :

- si Γ est une partie de T_1 qui reste dans T_2 , on dira que c'est un invariant *relictuel* de l'initial dans le final ;

- si on a de bonnes raisons de penser que Γ est une partie de T_2 qui préexiste dans T_1 , on dira que c'est un invariant *pionnier* du final dans l'initial.

II.3. Notion de système

La donnée mixte de deux éléments et d'une relation ou transformation entre eux constitue un modèle simplifié de système.

Selon la définition générale classique, on appellera *système* la donnée simultanée d'un ensemble d'éléments, ici des GE, et d'un ensemble de transformation entre eux.

II.3.1. Étude pratique d'un système

De par sa définition, un système doit être pratiquement étudié à deux niveaux : d'une part préciser la nature de ses éléments en termes de GE nommés selon les principes de la nomenclature, d'autre part isoler et reconnaître les transformations qui les relie, soit spatiales, soit temporelles.

Il est utile d'achever cette description par une synthèse résumant ce système. Pour cela, on peut choisir de construire son *graphe* ou son *réseau* : les *sommets* du graphe seront les noms des GE et ses *arcs* représenteront les transformations systémiques diverses signifiées par un code graphique (Gillet *et al.*, 1991).

Exemples utiles pour la suite, des transformations temporelles (flèche \rightarrow)

- $\beta \rightarrow$ pour humidification

- * \rightarrow pour eutrophisation

- $= \rightarrow$ pour fauchage

- $\approx \rightarrow$ pour pâturage

et des transformations spatiales (flèche \rightarrow)

- $\beta \rightarrow$ pour descente vers des systèmes de niveau topographique inférieur.

L'ensemble des éléments et des transformations dote le système d'une structure, nous dirons plus précisément d'une *structure architecturale* ou « *A-structure* » (adjectif : *structurel*).

II.3.2. Limite pratique d'un système phytosociologique élémentaire

Un problème pratique qui se pose d'emblée est la *limite* pratique d'un système : à partir de quel élément peut-on estimer que l'on change de système ? Pour des raisons pratiques d'étude, il faudra limiter un système et concevoir des systèmes de *deuxième degré* associant des systèmes de *premier degré* ou élémentaires ; les relations des systèmes de deuxième degré seront *intersystémiques*, alors que les relations internes aux systèmes élémentaires seront *intrasystémiques*.

Pour limiter concrètement un système, j'ai choisi de le doter d'une *symétrie interne* ; cette invariance ne peut être recherchée qu'au niveau des éléments systémiques, non au niveau des transformations. On a vu que ces éléments, GE, sont floristiquement et physiquement définis. L'invariance floristique n'étant pas essentielle, ni d'ailleurs générale, on va retenir une *invariance physique* ; concrètement, on va exiger des éléments de posséder en commun une partie de leur déterminisme causal.

Lors de mes premiers essais de systématique phytosociologique (1984 *a*), j'avais retenu une invariance abiotique (c'est-à-dire non liée aux êtres vivants) : chaque système élémentaire est d'abord lié à une *région naturelle* aux caractéristiques climatiques et géologiques à peu près uniformes, relativement à la végétation étudiée. Ensuite, j'ai retenu une invariance liée aux facteurs écologiques hydriques, ce qui permet de limiter un système à une tranche plus ou moins nette le long d'un *gradient topographique*.

Pour illustrer ceci, le réseau 1 synthétise le système prairial aux caractéristiques suivantes (de Foucault, 1989 *b*) :

- nord de la France (climat nord-atlantique)

- sur terrains crayeux secondaires

- système mésophile (peu ou pas influencé par l'eau)

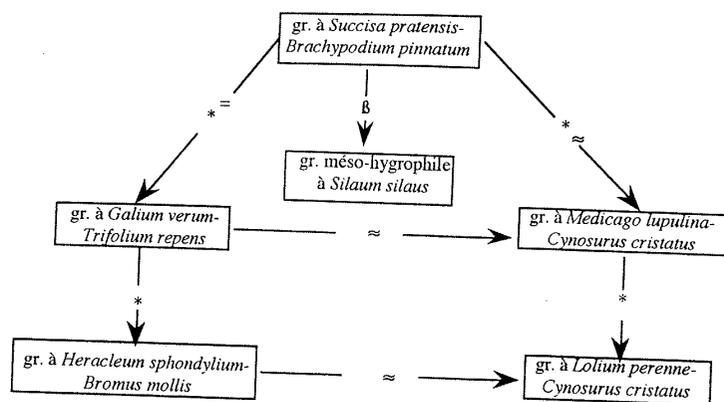


Figure 1. Réseau 1.

II.3.3. Orbite systémique

Cet exemple concret va nous permettre d'introduire une notion qui nous apparaîtra utile un peu plus loin, celle d'orbite d'un élément donné.

Étant donné un élément T , on appellera *orbite systémique* de cet élément l'ensemble des éléments du système reliés à celui-ci par une transformation, quel que soit son sens. En termes plus imagés, c'est l'ensemble des éléments qui « gravitent » autour de lui.

Exemple : l'orbite du gr. à *Medicago lupulina-Cynosurus cristatus* est constituée du gr. à *Succisa pratensis-Brachypodium pinnatum*, du gr. à *Galium verum-Trifolium repens* et du gr. à *Lolium perenne-Cynosurus cristatus*.

Ce concept est emprunté à la théorie des groupes de transformations : étant donné un ensemble H et un groupe de transformation G , l'orbite d'un élément x de H est l'ensemble des $g.x$, où g parcourt G .

On a vu qu'en général il existe des invariants Γ_i entre deux éléments unis par une transformation, donc ici entre T et tous les éléments de son orbite T_i ($i=1, \dots, n$) ; cela signifie qu'en général, toujours, *une partie au moins de la structure de l'orbite de T se retrouve en tant qu'invariant dans la structure de T* . Autrement dit, si $\Gamma_i = T \cap T_i$, on peut décomposer T en la réunion $\Gamma_1 \cup \dots \cup \Gamma_n \cup \bar{T}$, où \bar{T} est un résidu non inclus dans les invariants, propre à T ; éventuellement Γ_i est nul si la transformation est trop intense relativement à l'inertie de T_i .

II.4. Notion de série

II.4.1. Définition

D'un système donné, on peut extraire un ensemble d'éléments en relation les uns avec les autres par une *même transformation*. Un tel ensemble ordonné, caractérisé par un élément initial et une transformation, sera appelé une *série* ; ses éléments sont dénommés *stades*.

Exemple tiré du réseau 1 : série d'eutrophisation
 gr. à *Succisa pratensis-Brachypodium pinnatum*
 ↓
 gr. à *Medicago lupulina-Cynosurus cristatus*
 ↓
 gr. à *Lolium perenne-Cynosurus cristatus*

Une telle série pourra être graphiquement représentée par les étiquettes nomenclaturales des stades et la transformation récurrente. Ainsi, une série s'avère être un chemin privilégié extrait du graphe systémique.

II.4.2. Signification

Une brève réflexion montre que la notion de série généralise au domaine des sciences qualitatives la notion de *fonction d'une variable* familière dans le domaine des sciences quantitatives (physique, par exemple) : la variation de la fonction $f(t)$ dans l'intervalle $\{t_0, t_1\}$ peut être représentée par la série d'initial $f(t_0)$ et d'opérateur de translation élémentaire d/dt .

Elle peut constituer la base d'une analyse mathématique qualitative prolongeant l'analyse classique ; des concepts comme la différentielle d'une fonction y trouvent leur prolongement.

III. LA DÉMARCHE TRANS : STRUCTURALISME

Toute la démarche *inter* aboutit finalement à multiplier l'étude de divers systèmes dans des régions naturelles distinctes (exemples : réseaux 1, du nord de la France, et 2, du Morvan, de Foucault et Philippe, 1989), en définissant la nature de leurs éléments et en dégageant les relations-transformations qui les unissent.

Chacun de ses systèmes est résumé par un réseau graphique. Peut-on aller encore au-delà de cette étape ?

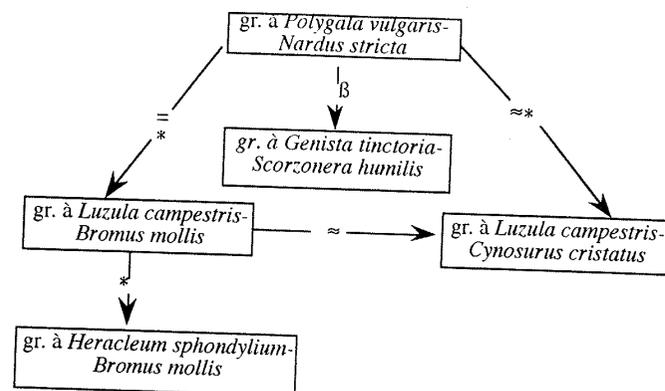


Figure 2. Réseau 2

De même qu'en présence d'une population hétéroclite de relevés, mesures d'IA, on cherche à y mettre de l'ordre par une classification, en présence d'une *population de graphes*, mesures de systèmes, on va chercher à voir s'il n'y aurait pas un ordre, une logique, derrière la diversité de ces systèmes. Cette démarche abstraite est qualifiée de *trans* (Piaget et Garcia, 1983) et s'apparente à la *démarche structuraliste* illustrée par Cl. Lévi-Strauss (1949) en sciences humaines.

III.1. Concepts structuralistes

La logique cherchée existe souvent réellement et la démarche structuraliste aboutit à rapprocher les systèmes équivalents, fonctionnant de la même manière, dans des catégories que l'on va dénommer *structures formelles*, en abrégé « *F-structures* » (adjectif : *structural*), homologues des GE de la taxonomie. L'équivalence fonctionnelle des systèmes est qualifiée d'*isomorphisme*, concept emprunté au structuralisme mathématique.

Une F-structure est définie en elle-même par une *symétrie interne* résumant l'ensemble des invariants communs à tous les systèmes qui y sont rangés :

Exemple : en comparant les réseaux 1 et 2, on peut dégager des invariants :

- *biologiques* : bien que les espèces soient différentes, on retrouve les mêmes formations végétales (pelouse, pré) ;
- *écologiques* : oligotrophe, mésotrophe, eutrophe ; fauche, pâture ;
- *relationnels* : les relations et transformations sont universelles, indépendantes des systèmes, eutrophisation, fauchage, pâturage, humidification.

Les variations entre systèmes isomorphes représentent la *diversité* de la F-structure, associée aux variations des diverses régions naturelles, cadres des systèmes.

Les éléments jouant le même rôle, étant à la même place vis-à-vis de leurs voisins, sont dits *homologues*, les relations qui les unissent aux autres étant les mêmes. Ainsi, le gr. à *Medicago lupulina-Cynosurus cristatus* (réseau 1) est homologue du gr. à *Luzula campestris-Cynosurus cristatus* (réseau 2).

L'ensemble des éléments homologues de plusieurs systèmes d'une même F-structure peut être dénommé *ligne d'homologie* (G. Dumézil, 1952) ou *homécie* (L. Emberger, 1933).

Exemple : une homécie est constituée du gr. à *Galium verum-Trifolium repens* et du gr. à *Luzula campestris-Bromus mollis*.

Finalement, tout système résulte d'un *conflit entre symétrie*, imposée par les invariants de la F-structure dont il relève, et *dissymétrie*, résumée par l'originalité de ses éléments, en fonction de son cadre régional. Ce système *réalise* ou est une *réalisation* concrète de la F-structure.

III.2. Représentation d'une F-structure

Pour représenter une F-structure, il faut évidemment retenir l'ensemble de ses invariants caractéristiques, aussi bien au niveau des éléments qu'à celui des relations. D'après la nature de ces invariants, cette représentation pourra être un *graphe*, comme pour les systèmes :

- les sommets du graphe seront les *invariants biologiques* et *écologiques* ;
- les arcs seront les *transformations systématiques* déjà connues, puisqu'elles sont universelles.

En définitive, cet invariant global représentant aura un caractère de système, un système abstrait qui résume tous les systèmes isomorphes en oubliant leur diversité.

Exemple : le réseau 3 représente la F-structure des systèmes prairiaux mésophiles (de Foucault, 1989 a), déduite entre autres des réseaux 1 et 2.

III.3. Développements en phytosociologie

Ces idées ont été initialement appliquées par moi-même à la compréhension des systèmes herbacés : systèmes prairiaux hygrophiles (initialisation de cette

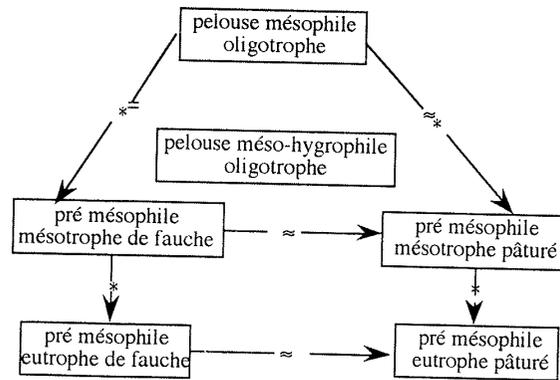


Figure 3. Réseau 3

approche en 1984 a), puis systèmes herbacés amphibies (1988 a), systèmes prairiaux mésophiles (1986 b, 1989 a, b,...), systèmes des corniches rocheuses (1988 b), systèmes arbusifs (1991), systèmes lichéniques (1992 a).

IV. HEURISTIQUE DE L'INVARIANCE

Si cette théorie qualitative des systèmes par transformations et invariants offre d'abord un cadre unitaire, précis et général pour décrire un ensemble de concepts, elle est beaucoup plus que cela : elle peut être un instrument de découverte efficace, car elle permet de poser des hypothèses et des prévisions, lesquelles doivent permettre d'aller bien plus loin dans l'analyse des simples phénomènes, donnant ainsi un cadre directif à la recherche. Tous ces aspects, systémiques comme structuralistes, peuvent paraître bien abstraits ; ils sous-tendent pourtant toute une *heuristique* de l'invariance qu'on va esquisser ici.

IV.1. Achèvement du potentiel F-structural

Un système est architecture, qui impose ordre, symétrie, achèvement, c'est-à-dire complément par additions suggérées.

(P. Valéry, Cahiers I : 14)

Tout d'abord, une F-structure offre tout un *potentiel de réalisations* (selon le mot de W.C. Locher, à propos de l'oeuvre du graveur M.C. Escher), c'est-à-dire tout ce qu'on peut s'attendre à trouver dans un système

nouveau estimé relever de cette F-structure : on étendra à ce système nouveau ou incomplètement connu les invariants caractéristiques de la F-structure, notamment les éléments ; le structuralisme aide à la recherche des éléments par achèvement du potentiel structural. Ce potentiel permet donc de prévoir l'existence des éléments systémiques absents, se reliant par des transformations possibles aux éléments déjà existants.

Exemple : l'invariant « pré eutrophe pâturé » du réseau structural 3 manque concrètement dans le réseau 2 (il a été reconnu sur un plus vaste inventaire systémique) ; on peut prévoir, et dès lors rechercher, un pré eutrophe pâturé dans le système prairial mésophile du Morvan en parcourant de façon dirigée cette région naturelle.

Le structuralisme permet de préciser aussi la transformation à mettre en jeu pour engendrer cet élément inconnu ou absent.

IV.2. Acquisition d'informations sur un système

Dans cette démarche heuristique, il s'agit maintenant d'acquérir des informations sur des éléments inconnus, et non pas seulement de prévoir leur existence.

IV.2.1. Formalisation du problème de prévision

A partir du système simplifié réduit à deux éléments et une relation entre eux

$$C - \hat{a} \rightarrow D \quad \text{ou} \quad D = \hat{a} C$$

on peut poser des problèmes à deux inconnues,

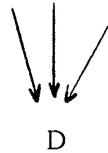
a - prévision des transformations réelles et des initiaux pouvant donner un final connu : $X - \hat{y} \rightarrow D$ ou $D = \hat{y} X$;

b - prévision des transformations réelles pouvant agir sur un initial donné et des finals correspondants : $C - \hat{y} \rightarrow X$ ou $X = \hat{y} C$.

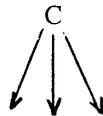
Le problème de la forme $X - \hat{a} \rightarrow Y$ ou $X = \hat{a} Y$ n'a guère de signification étant donné l'universalité des transformations systémiques réelles \hat{a} .

Il s'agit donc d'acquérir des informations sur des éléments et une transformation inconnue à partir d'un élément connu. Ces deux problèmes admettent en général plusieurs solutions. Leur résolution globale doit

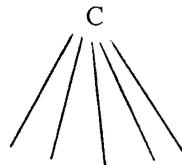
permettre de définir un système partiel représenté par un graphe où D (cas a) est un successeur :



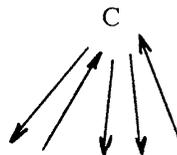
ou C (cas b) est un prédécesseur :



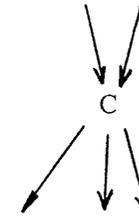
On peut considérer pourtant, en fait, que ces deux problèmes n'en forment qu'un seul ; le cas (a) peut se réduire au (b) en faisant intervenir virtuellement des transformations inverses partant de C. En pratique, on cherchera donc à résoudre le problème général b en termes de relations pour décrire un système local.



puis à reconnaître le sens de ces relations pour en faire des transformations axées sur C, enfin décrire le système partiel sous la forme



ou encore, en séparant prédécesseurs et successeurs :



où C apparaît à la fois comme un final de certaines transformations et comme initial d'autres. C'est à ce niveau qu'intervient utilement le concept d'orbite introduit au paragraphe II.3.3 : ce problème revient donc à acquérir des informations sur l'orbite d'un élément C connu.

La problématique de la prévision et de l'avancement d'hypothèses étant ainsi clairement posée, en termes d'équations qualitatives à résoudre aussi loin que possible, il convient d'indiquer comment cette théorie des transformations et des invariants autorise leur résolution. Nous essayerons aussi de dégager les limites de cette prévision, en précisant ce qui est inaccessible par une telle démarche.

IV.2.2. Résolution du problème

Pour résoudre le problème posé, il est nécessaire d'avoir à l'esprit une certaine connaissance synthétique du synsystème, ce concept fondamental de l'*intra* (I). On a vu qu'il permettait notamment une partition de C en la réunion $\cup E_i$. D'un autre côté, l'*inter* (II) aboutit aussi à une décomposition de C en la réunion $\Gamma_1 \cup \dots \cup \Gamma_n \cup \underline{C}$, où les Γ_i sont des invariants.

La clé de la résolution est dans la rapprochement de ces deux décompositions : en rapprochant par la pensée, donc virtuellement, C d'autres unités du synsystème, on va considérer que certains des E_i sont en fait des invariants par des transformations *virtuelles* unissant C à ces unités ; on identifie donc quelques E_i à des Γ_i .

L'hypothèse que l'on peut poser à partir de là est que cette transformation virtuelle est en fait une transformation *réelle* \hat{a}_i qui relie C à un élément X_i de son orbite. Les lois de fonctionnement des systèmes, autrement dit le *trans*, le structuralisme, permettent de poser une hypothèse sur la nature de \hat{a}_i parmi l'ensemble des transformations universelles connues, ainsi que son orientation. Il est évidemment des cas où cette hypothèse sera fausse, la

transformation restant purement virtuelle ; mais cette démarche peut aider à la recherche des transformations réelles.

Les transformations étant ainsi reconnues, ainsi que leur sens, on peut avoir accès à une partie des éléments X_i inconnus en relation avec C en résolvant des problèmes à une inconnue du type

$$C - \hat{a}_i - X_i$$

où l'invariant $\Gamma_i = C \cap X_i$ est connu puisque identifié à E_i . Puisqu'un invariant est commun aux deux éléments en relation, c'est aussi une partie de X_i , de sorte que

$$X_i = \Gamma_i \cup \underline{X}_i$$

\underline{X}_i étant un résidu inaccessible par cette démarche.

Grâce au synsystème et au structuralisme, synthèses *abstraites* par excellence, on peut donc acquérir des informations sur l'orbite d'un élément uniquement grâce à la structure architecturale de cet élément. Ceci est dû au fait qu'un élément GE accumule dans sa composition floristique des parties des éléments qui lui sont reliés, donc de son orbite.

En résumé, de la reconnaissance *a priori* d'invariants morphologiques par des transformations virtuelles (ressemblances, affinités), on induit que celles-ci sont en fait des transformations réelles qui se déroulent dans le temps, faisant dériver les éléments les uns des autres en laissant ces invariants dans leur morphologie.

Une autre formulation pourrait être : aux invariants reconnus *a priori*, on associe des transformations indépendantes qui mettent virtuellement en relation des éléments distincts ; le passage du virtuel au réel permet de poser l'hypothèse que ces transformations virtuelles sont en fait réelles, déterminées grâce au structuralisme. Ce passage intellectuel des invariants reconnus *a priori* à des transformations se retrouve dans les approches les plus modernes du formalisme de la physique quantique, lorsqu'elle s'appuie sur des principes de symétrie : aux propriétés générales de symétrie (c'est-à-dire d'invariance) auxquelles doivent être soumises les lois physiques, propriétés reconnues *a priori*, on associe des transformations infinitésimales qui forment des groupes de LIE ; selon un théorème dû à Wigner, l'effet de ces transformations est donné par l'action d'opérateurs associés aux transformations ; ils constituent une représentation des groupes de transformations, une algèbre de LIE associée aux groupes de LIE.

IV.2.3. Le passage du virtuel au réel

Ce genre de démarche pose avec acuité le problème du passage du virtuel au réel. Elle est évidemment essentielle pour la recherche des relations entre éléments ; elle ne pose, du moins jusqu'à plus amples investigations, que des hypothèses, jamais des certitudes ; il peut être dangereux de prendre comme certitude ce qu'elle apporte. On peut illustrer ceci par un cas particulier à orientation phylétique.

L'ambition avouée de la classification botanique moderne est de retrouver, derrière la hiérarchie établie purement sur des bases morphologiques, en recherchant des invariants par des transformations virtuelles, les lignées évolutives, dans lesquelles les espèces sont unies par des transformations réelles se déroulant dans le temps. Il s'agit donc de retrouver la « généalogie » en passant de la hiérarchie à la parenté, de la dimension horizontale (rapports morphologiques) à la dimension verticale (rapports phylogénétiques). Il ne s'agit aucunement d'une démonstration, seulement d'hypothèses, mais d'une telle valeur heuristique qu'elle permet de donner un cadre précis à la recherche des rapports de parenté et à la reconstitution des lignées évolutives, des phylums naturels.

Les convergences phylétiques, caractérisées par l'existence d'invariants selon des transformations virtuelles entre séries évolutives, peuvent toutefois amener à rapprocher phylétiquement des êtres qui n'ont qu'une parenté très éloignée, tant il est parfois difficile de séparer l'invariance par filiation de l'invariance par convergence. Ainsi risquent de naître les unités systématiques « artificielles » : un bon exemple est donné par l'ordre végétal des *Sarracéniales*, réunissant des familles de plantes carnivores (invariance nutritionnelle génératrice d'invariance morphologique) dont on ne sait pas encore très bien s'il est naturel ou artificiel, c'est-à-dire construit sur une convergence induite par une adaptation à la vie en milieu très pauvre, les tourbières.

IV.2.4. Exemple phytosociologique

Un exemple emprunté aux systèmes prairiaux va permettre d'illustrer la démarche. Considérons la prairie de fauche à *Phyteuma orbiculare-Arrhenatherum elatius-Sanguisorba officinalis* (=C) décrite de l'est de la France par Royer (1975), on peut y reconnaître les ensembles floristiques suivants :

E_1 : *Arrhenatherum elatius*, *Crepis biennis*... (espèces des prairies de fauche fraîches, mais non inondées, sur sol riche).

E_2 : *Primula veris*, *Bromus erectus*, *Plantago media*... (espèces des prairies calcaires, ou pelouses, sèches).

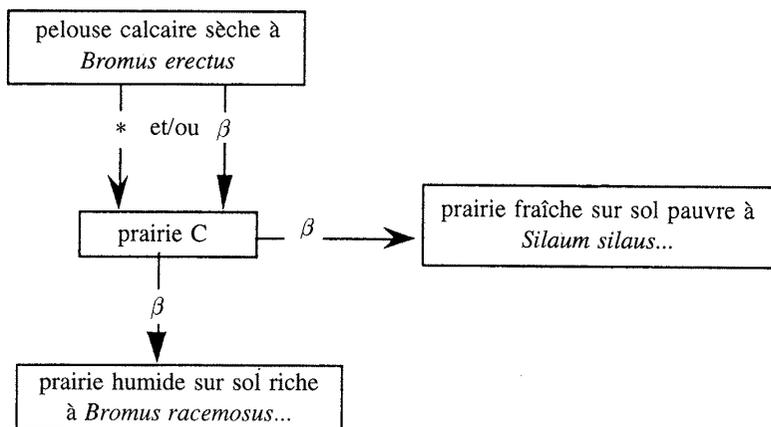
E_3 : *Bromus racemosus*, *Senecio aquaticus*... (espèces des prairies humides sur sol riche).

E_4 : *Silaum silaus*, *Cirsium tuberosum*, *Inula salicina* (espèces des prairies fraîches sur sol plus pauvre).

De sorte qu'on a la partition

$$C = E_1 \cup E_2 \cup E_3 \cup E_4 \cup \underline{C}$$

Cette décomposition analytique de C permet de poser l'hypothèse que cette prairie possède dans son orbite systémique une pelouse calcaire, une prairie humide sur sol riche et une prairie fraîche plus pauvre. La connaissance des structures formelles prairiales (de Foucault, 1989 a) permet de poser aussi que les transformations en jeu sont d'ordre spatial topographique ($-\beta \rightarrow$) et peut-être d'ordre temporel édaphique (c'est-à-dire modifications du sol, dans le sens d'une humidification $-\beta \rightarrow$ et d'une élévation du niveau nutritionnel pour les plantes $-* \rightarrow$). Les invariants E_2 , E_3 , E_4 apportent en outre des informations sur la composition floristique de ces prairies, ce qui permet de décrire le système partiel.



En comparant avec le commentaire du phytosociologue, on reconnaît partiellement le même système, où la relation posée avec la pelouse sèche est plutôt $-\beta \rightarrow$ (non $-* \rightarrow$) ; la relation avec la prairie à *Silaum silaus* n'est par contre pas évoquée. La prévision peut inciter à la rechercher ; on voit

comment cette démarche permet de poser les hypothèses qui guideront la recherche ultérieure.

IV.2.5. Autres exemples

Il reconstruit des mondes avec des os blanchis.

(Balzac, à propos de Cuvier)

De tels raisonnements ont été déjà implicitement suivis par divers chercheurs ou penseurs dans d'autres disciplines. Ainsi Vanini, remarquant une grande affinité entre le Singe et l'Homme, émet l'idée d'une dérivation directe de l'un à l'autre :

de la ressemblance : Homme---Singe

il induit la transformation réelle : Singe \rightarrow Homme.

Ce raisonnement utilisé par Cuvier en anatomie comparée et la validation des hypothèses dérivées provoquèrent l'admiration de ses contemporains (d'où le mot de Balzac placé en exergue de ce paragraphe). Les recherches paléontologiques ne fournissent souvent qu'une petite partie d'un organisme, un os isolé parfois, où les apophyses et cicatrices des insertions musculaires ont valeur d'invariants. Cet os est élément d'un système organique, le corps animal (« *Tout être organisé forme un ensemble, un système unique et clos, dont les parties se correspondent mutuellement* »), dont la plus grande partie reste inconnue, mais non accessible. En utilisant les lois générales de l'anatomie comparée, à partir d'un tel élément systémique, Cuvier a pu poser des hypothèses étendues sur l'organisme en question : chaque partie « *prise isolément indique et donne toutes les autres* ». Ainsi, d'un fragment osseux, on déduit le squelette d'un animal fossile (exemple d'une mâchoire de Didelphe du gypse de Montmartre, proche des Sarigues).

Il s'applique encore en évolution des formes, dans la recherche des points de départ, des antécédents. Ce problème est du type à une inconnue

$$X \text{ --- } \hat{a} \rightarrow C$$

Pour le résoudre, on s'appuiera encore sur la considération d'invariants formels et morphologiques.

Ces démarches sont suivies en paléontologie pour retrouver les ancêtres : la colonne vertébrale des Anoures (Amphibiens) ne comprend jamais plus de neuf vertèbres et se termine par un os allongé (*urostyle*). La connaissance de cet invariant formel à valeur de loi générale, « *la soudure est un caractère évolutif, non primitif* », permet de poser l'hypothèse que cet os allongé

provient en fait d'une fusion de vertèbres ; on peut alors prédire l'existence ancienne d'un ancêtre des Anoures chez lequel le niveau de la colonne vertébrale correspondant à l'urostyle est formé de vertèbres libres et chez lequel le nombre de vertèbres isolées est supérieur à neuf. Effectivement, un genre *Protobatrachus* a été reconnu ; il présente une telle morphologie au niveau de la colonne vertébrale (Piveteau, 1968).

Elles peuvent s'appliquer à des formes architecturales. Dans une monographie de 1992 *b*, j'ai étudié la diversité des barrières traditionnelles des prairies françaises. Ces formes possèdent un caractère de système et sont décrites en types ordonnés en système hiérarchique. Une étude dynamique ultérieure montre que ces types s'intègrent dans des séries dynamiques les transformant en des barrières dérivées qui peuvent conserver dans leur morphologie des éléments relictuels des stades antérieurs, invariants (anneaux, pierres creusées ou dressées, fragments de montants...), d'ailleurs souvent inutiles. La reconnaissance *a priori* de ces invariants dans une barrière actuelle peut donner d'utiles indications sur la barrière antérieure, ces invariants étant éléments de celle-ci. Ainsi est-on amené à reconnaître que, sous l'hypothèse de l'utilité fonctionnelle d'un élément architectural, un élément actuellement inutile de ce point de vue doit être considéré comme un invariant temporel, relictuel d'un élément antérieur où il possédait quelque utilité, ce qui permet d'acquérir des informations sur les formes disparues : l'inutile fonctionnel devient de l'utile heuristique.

IV.2.6. Comparaison avec le puzzle

Pour mieux apprécier encore la profondeur de ce raisonnement, considérons le jeu bien connu du puzzle. C'est une collection d'éléments que l'on doit relier les uns aux autres pour reconstituer une forme supérieure (un tableau, un paysage...). Chaque élément est une pièce reliée à ses voisins, l'ensemble de ceux-ci constituant, selon notre terminologie, l'orbite de cette pièce. Or la structure architecturale de celle-ci, c'est-à-dire la forme de ses bords en creux-saillie, donne des informations essentielles pour reconstituer cette orbite. Outre ce bord, le motif même porté par la pièce aide à cette reconstitution car, sauf exceptions, il doit y avoir continuité du motif de l'élément à ses voisins ; cette continuité est assurée par des invariants de motif entre éléments consécutifs.

On voit donc comment le puzzle illustre concrètement le passage de la structure architecturale d'un élément à l'orbite de cet élément et comment on peut rattacher la démarche prévisionnelle à un tel jeu.

IV.3. Prévision et symétrie, limites de la prévision

Tous les résultats a priori de la physique ont eu leur origine dans la symétrie.
(H. Weyl, 1964)

En définitive, la possibilité de prévoir dérive d'un principe épistémologique général qu'on peut ainsi dégager.

Par delà l'analyse structurelle d'éléments simples (individus) ou complexes (systèmes), on dégage par abstraction et recherche d'invariants des catégories homogènes (groupements élémentaires, F-structures élémentaires), caractérisées absolument (en elles-mêmes) par un ensemble d'invariance. A partir de là, on peut poser des hypothèses à propos d'un système concret nouveau ou incomplètement connu. Ce sont les invariants qui permettent cela : transformations systématiques universelles, invariants morphologiques dans les éléments. Cette remarque fondamentale démontre le rôle intellectuel essentiel joué par ces invariants, autrement dit la symétrie (d'où le mot de H. Weyl cité en exergue).

En revanche, elle pose clairement les limites de la prévision par une telle démarche : tout ce qui échappe aux invariants est inaccessible à la prévision. Par exemple, des transformations trop intenses ne laissent, on le sait, aucune partie invariante relictuelle de l'initial dans le final ; on ne peut donc les prévoir grâce à cet invariant ; d'un autre côté, des transformations trop faibles ne laissent aucun invariant pionnier du final dans l'initial : « *le trop court et le trop intense sont contre la connaissance* » (P. Valéry, *Cahiers I* : 1108). Ainsi n'a-t-on accès seulement qu'à une partie des systèmes ou qu'à une partie structurelle des éléments X_i inconnus, le résidu X_i étant inaccessible. La solution au problème de prévision $C - \hat{a}_i - X_i$ est un élément d'une classe C de solutions possibles possédant en commun l'invariant $\Gamma_i : X_i \in C = \{\Gamma_i \cup \xi_i\}$, où les ξ_i sont inaccessibles. Cette formulation offre des similitudes avec la théorie mathématique des équations, comme on va le voir maintenant.

IV.4. Prévision et théorie des équations

Reprenons nos problèmes de prévision sous la forme suivante :

1- à deux inconnues : $X = \hat{y}C$

2- à une inconnue : $X = \hat{a}C$

ce qui permettra une comparaison avec des êtres mathématiques classiques faisant aussi intervenir des inconnues et des égalités, les équations, bien que

les équations précédentes soient plutôt qualitatives.

Fondamentalement, une équation en X , où X est une forme mathématique générale (nombre, fonction) inconnue, est la recherche de tous les X qui vérifient une même propriété invariante, laquelle peut être ramenée à une égalité $\Phi(X) = 0$. Divers types d'équations existent en mathématiques : diophantiennes, polynomiales, différentielles, aux valeurs propres... La plupart de ces types paraissent ne posséder que de lointains rapports avec nos équations.

Pourtant, une brève réflexion montre qu'on peut rapprocher le cas 2 d'une équation différentielle. Au niveau global, la résolution d'une telle équation se donne pour but de déterminer une fonction $X(t)$ satisfaisant à des conditions données à l'avance. Mais, considérée au niveau local, infinitésimal, il ne s'agit ni plus ni moins que de déduire $X(t_1 + \alpha)$ - « problème à droite » - ou $X(t_1 - \alpha)$ - « problème à gauche », α étant un pas élémentaire infinitésimal - connaissant $X(t_1)$ et des relations entre différentielles de divers ordres ; de pas en pas, on peut passer de ce niveau local au niveau global. Notre problème 2 est la recherche du final d'un initial donné : c'est donc une « équation différentielle locale qualitative à droite ». La résolution de ce problème qualitatif revient en fait à déterminer une série réduite à deux termes en relation. Or, n'oublions pas qu'une telle série est homologue pour le qualitatif d'une fonction quantitative à une variable, si bien que cette résolution qualitative ne constitue ni plus ni moins qu'un calcul intégral local qualitatif.

Le problème 1 admet plutôt une interprétation isomorphe à celle d'une équation aux valeurs propres (EVP). L'EVP d'un opérateur \hat{H} est la résolution de l'équation quantitative en f : $\hat{H}f = \lambda f$, où λ est un paramètre. En général, une telle équation n'admet de solutions non nulles que pour un certain nombre de valeurs réelles de λ appelées « valeurs propres de \hat{H} », dont l'ensemble $\{\lambda_n\}$ forme un « spectre » de valeurs propres. A chaque λ_n , on associe une fonction propre f_n solution de l'équation $\hat{H}f_n = \lambda_n f_n$. On peut considérer le problème 1 comme isomorphe à celui-ci dans la mesure où l'on peut rapprocher les deux expressions

$$\hat{H}f = \lambda f$$

et

$$X = \hat{y} C, \text{ modifié en } C \cup X = \hat{z} X$$

avec les homologies

$$\hat{H} \leftrightarrow C \cup$$

$$f \leftrightarrow X$$

$$\lambda \leftrightarrow \hat{z}$$

Il est alors concevable de penser que l'équation 1 n'admettra de solutions en X que pour un nombre limité de transformations indépendantes dont l'ensemble $\{\hat{a}_i\}$ formera un « spectre de transformations propres ». Dans les deux résolutions, c'est le spectre que l'on cherche d'abord à définir. Ensuite, de même qu'à chaque λ_n on associe une fonction propre f_n , à chaque \hat{a}_i , on associe alors un élément X_i solution d'un problème du type $2 X_i = \hat{a}_i C$.

La résolution des équations quantitatives offre, on le sait, non pas une solution, mais une classe de solutions possédant un invariant commun et différant par une diversité de valeurs prises par des êtres (constantes, fonctions) arbitraires : la théorie « ne fournit sans doute pas les valeurs des variables, au moins s'efforce-t-elle de dégager la constante » (R. Caillois, 1950). Il en est de même dans la résolution de nos équations qualitatives : les ξ_i inaccessibles apparaissant à la fin du § IV.3 sont les homologues qualitatifs de ces êtres arbitraires.

Toute cette réflexion montre finalement les rapprochements que l'on peut faire entre la résolution des équations quantitatives et la résolution de nos problèmes qualitatifs de prévision. L'heuristique de l'invariance constitue en quelque sorte le calcul intégral de notre analyse qualitative brièvement évoquée en II.4, utile à la phytosociologie et, en définitive, à d'autres sciences qualitatives.

V. CONCLUSION

Voilà donc comment, à partir d'une problématique locale posée par une science précise, la phytosociologie, on a élaboré pour elle une approche originale, qualitative, de la systématique qui, en fait, s'applique finalement hors de son domaine d'origine pour atteindre l'évolution des êtres vivants en général, l'architecture. Ce faisant, on a dû aborder quelques points épistémologiques de fond, à propos de la trilogie intra/inter/trans chère à Piaget et Garcia, la prévision et ses limites, le passage du virtuel au réel, le rapport avec les équations mathématiques classiques, l'invariance, ce concept si simple mais si riche et si fondamental pour toute science.

Références

- R. CAILLOIS, *L'homme et le sacré*, Paris, Gallimard, 1950.
G. DUMEZIL, *Les dieux des Indo-européens*, Paris, PUF, 1952.

- L. EMBERGER, Nouvelle contribution à l'étude de la classification des groupements végétaux, *Rev. Gén. Bot.*, 45, 1933, p. 473-486.
- B. de FOUCAULT, *Systémique, structuralisme et synsystème des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*, Thèse, 1984a, Rouen.
- B. de FOUCAULT, Introduction à une épistémologie de l'invariance. Application à la botanique et à la phytosociologie, *Bull. Soc. Bot. N. Fr.*, 37, 1984b, (3-4), p. 73-84.
- B. de FOUCAULT, *La phytosociologie sigmatiste : une morpho-physique*, Lille, 1986a.
- B. de FOUCAULT, Données systématiques sur la végétation prairiale mésophile du Pays basque et des Landes de Gascogne, *Doc. Phytosoc. X*, (1), 1986b, p. 203-219.
- B. de FOUCAULT, Les végétations herbacées basses amphibies : systémique, structuralisme, synsystème, *Diss. Botan.*, 121, 1988a, p. 1-150.
- B. de FOUCAULT, Contribution à la connaissance phytosociologique des corniches rocheuses de la vallée de l'Argenton, entre Argenton-Château et Massais (Deux-Sèvres), *Bull. Soc. Bot. C.-O.*, 19, 1988b, p. 39-64.
- B. de FOUCAULT, La structure formelle des systèmes prairiaux mésophiles. Applications agronomiques, *Coll. Phytosoc.*, 1989 a, XVI, phytosociologie et pastoralisme, p. 75-99.
- B. de FOUCAULT, Contribution à une étude systématique des prairies mésophiles atlantiques, *Coll. Phytosoc.*, 1989b, XVI, phytosociologie et pastoralisme, p. 709-733.
- B. de FOUCAULT, Introduction à une systématique des végétations arbustives, *Doc. Phytosoc.*, 1991, NS XIII, p. 63-104.
- B. de FOUCAULT, Contribution à une épistémologie de la bioindication lichénique, *Bull. Inform. Ass. Fr. Lichénol.*, 1992a, mém. 1, Problèmes actuels posés à la bioindication lichénique.
- B. de FOUCAULT, Un chapitre de technologie rurale : la barrière traditionnelle de prairie. Typologie et dynamique, *Mém. Soc. Linn. N.-Pic.*, 1992b, 2, p. 1-107.
- B. de FOUCAULT, Epistémologie de la phytosociologie actuelle, morpho-physique de la nature, *Bull. Soc. Bot. C.-O.*, 23, 1992c, p. 107-110.
- B. de FOUCAULT, Th. PHILIPPE, Systémique des prairies du Morvan (Massif Central, France), *Coll. Phytosoc.*, 1989, XVI, phytosociologie et pastoralisme, p. 101-141.
- F. GILLET, B. de FOUCAULT, Ph. JULVE, La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts, *Candollea*, 1991, 46, p. 315-340.
- Cl. LEVI-STRAUSS, *Les structures élémentaires de la parenté*, Plon, Paris, 1949.
- J. PIAGET, *Biologie et connaissance*. Paris, 1967.
- J. PIAGET, R. GARCIA, *Psychogenèse et histoire des sciences*. Paris, 1983.
- J. PIVETEAU, Paléontologie, *Encycl. Univ.*, 1968, 12, p. 425.
- J. M. ROYER, Les prairies de fauche semi-naturelles à *Narcissus poeticus* L. (*Arrhenatherion elatioris*) de Bourgogne et de Champagne méridionale, *Doc. Phytosoc.*, 1975, 9-14, p. 237-244.
- P. VALERY, *Cahiers. I*, La Pléiade, Gallimard, Paris, 1973-4.
- H. WEYL, *Symétrie et mathématique moderne*, Flammarion, Paris, 1964.

UNE LOGIQUE DE L'ANOREXIE MENTALE Approche Batesonienne de l'anorexie mentale

Véronique SERVAIS ¹

Résumé

Nous avons tenté d'élaborer un modèle « batesonien » de l'anorexie mentale, où la maladie est présentée comme un processus convergent qui s'auto-alimente. Différents éléments sont nécessaires pour déboucher sur un apprentissage contextuel déterminant. Les premières restrictions prennent un statut de solution à des problèmes liés à l'adolescence.

À la suite de cet apprentissage secondaire, qui structure les contextes appropriés à l'exercice du contrôle de soi en contextes de défi, l'anorexique se met à rechercher activement ces contextes, et la plupart de ses comportements à l'égard de la nourriture et de son corps peuvent être compris par rapport à cette recherche.

Le « choix » du contrôle comme solution à des problèmes a comme conséquence la mise en place de mécanismes, décrits ici par des concepts batesoniens, qui font de l'anorexie mentale un processus auto-renforçant et ferment la voie aux régulations correctrices. Le contrôle de soi tel qu'il est pratiqué étant le résultat d'un apprentissage secondaire, il concerne une classe de comportements et ne peut être éteint par des renforcements négatifs d'actes ponctuels.

Pour sortir de ce piège, recréer des liens avec le reste de la personnalité, favoriser des expériences extérieures au cadre du contrôle et aider l'anorexique à reprendre contact avec elle-même sont des objectifs intermédiaires. L'objectif général reste de permettre à la patiente d'accepter l'idée de faire partie d'un système qui la dépasse, sur lequel elle ne peut avoir de contrôle absolu.

Abstract

The purpose of this paper is to achieve a Batesonian model of anorexia nervosa. The illness is seen as an auto-feeding convergent process. The

1. Fonds National de la Recherche Scientifique, Université de Liège, Dépt. Anthropologie de la Communication, allée du 6 Août, Bât. B12, B - Sart Tilman - 4000 Liège, Belgique.