

La crise environnementale
Paris (France), 13-15 janvier 1994
Ed. INRA, Paris 1997 (Les Colloques, n°80)

Entre la tentation du réductionnisme et le risque d'évanescence dans l'interdisciplinarité : l'écologie à la recherche d'un nouveau paradigme

Patrick BLANDIN(1) et Donato BERGANDI(2)

(1) *Directeur de la grande galerie du Muséum National d'Histoire Naturelle*

(2) *Laboratoire d'Écologie Générale*

La communauté internationale cherche à exorciser la crise environnementale en proposant des politiques planétaires, acceptées formellement par beaucoup, si l'on en juge par la floraison des conventions internationales. En même temps, elle met en avant le concept de «développement durable», qui considère l'environnement comme une variable «interne» à tout projet de développement qui se voudrait respectueux du patrimoine naturel.

La recherche de nouveaux équilibres entre les sociétés humaines et les composantes naturelles de leur environnement fait nécessairement appel, parmi d'autres disciplines de référence, à l'écologie, sans laquelle on ne peut envisager une réelle connaissance des milieux. Mais cette interpellation s'amplifie, alors que l'écologie traverse une profonde crise, identifiée en France il y a une dizaine d'années (Di Castri, 1984), et dont tout laisse à penser qu'elle perdure. La reconnaissance institutionnelle de cette science, dont le champ complexe n'est pas facile à identifier par la bureaucratie scientifique, n'est jamais durablement acquise. Telle ou telle fraction de la communauté scientifique (discipline, spécialité ou école) peut alors tenter de s'approprier la part de ce domaine scientifique qui lui convient, quitte à dévaloriser le reste, que ce soit par méconnaissance, ou par tactique.

Une telle situation est révélatrice d'un problème fondamental : celui de la dynamique actuelle de construction de l'écologie en tant que discipline authentique et unifiée. Née de multiples cheminements scientifiques, s'enracinant dans un passé plus lointain qu'on ne le croit souvent (Acot, 1988, 1994 ; Déliège, 1991 ; Drouin, 1991 [réédité 1993]), l'écologie s'est, pour une large part, cristallisée autour du concept d'écosystème, dont la fonction paradigmatique est incontestable. Mais, associée à de multiples simplifications (combien de «boîtes noires» ne sont que les alibis d'une superficialité dangereuse...), la démarche des recherches écosystémiques est contestée, de façon récurrente, par des courants de pensée

réductionnistes, qui condamnent son caractère par trop globalisant (voir, par exemple, Castellanet, 1993).

D'un autre côté, les problèmes environnementaux, en obligeant la recherche à construire des démarches interdisciplinaires, ont fait ressortir le caractère étriqué d'une certaine écologie, sous-tendue par une idéologie de la nature vraie, vierge, mais violée par l'homme dénaturant. Pour rendre d'écologie, il fallait aller étudier la nature loin des hommes, pour en saisir les fonctionnements intrinsèques, hors de toute perturbation (Larrère, 1991). Aujourd'hui, l'écologie ne devrait-elle pas, en s'élargissant, s'intégrer dans une interdisciplinarité capable d'appréhender la globalité des interdépendances société-environnement ?

N'irait-on point, jusque là, en cantonnant provisoirement l'écologie dans le champ strict des sciences de la nature, qu'il faudrait constater qu'actuellement elle hésite, tiraillée entre deux paradigmes antagoniques. L'un, dominant, bien structuré, a déjà fait ses preuves aux niveaux d'intégration les plus différents : c'est le paradigme atomiste-analytique-réductionniste, qui trouve dans le déterminisme son noyau épistémologique fondamental. L'autre tente de se structurer, de constituer son unité conceptuelle, logique et méthodologique : il s'agit du holisme, souvent revendiqué par des écologues.

L'analyse des raisons susceptibles d'expliquer cette situation ambiguë se justifierait à elle seule. Mais, n'oubliant pas que certains, parce qu'il leur faut appréhender efficacement les problèmes d'environnement, appellent l'écologie à la fusion interdisciplinaire, on peut avancer l'hypothèse que la crise environnementale et la crise épistémologique de l'écologie naissent de la même source, à savoir une vision du monde fragmentée et fragmentante, qui trouve, dans la perspective réductionniste, son fondement.

La fonction sociale de l'écologie, en tant que discipline, ne peut donc être clarifiée qu'au terme d'une analyse épistémologique, mettant en lumière les tensions qui traversent cette science en genèse, tout particulièrement en s'interrogeant sur les liens éventuels entre approche globale - au sens d'approche holiste - et approche interdisciplinaire.

LE HOLISME A L'AFFICHE, LE RÉDUCTIONNISME EN COULISSE

Jeune encore, l'écologie peut être tentée de se référer au paradigme dominant, le réductionnisme, et croire ainsi assurer sa crédibilité vis-à-vis de disciplines plus anciennes - telle la physique -, ou même vis-à-vis de disciplines bien plus jeunes, mais explicitement réductionnistes et fortes de grands succès, comme la biologie moléculaire. Alors que les faits écologiques sont d'une extrême diversité, qui pourrait justifier que l'on s'éternise à mener des

études purement descriptives, la tentation est forte de chercher à dégager des propriétés générales, qui puissent être exprimées sous forme de lois, une approche réductionniste est, pour beaucoup, la façon la plus sûre d'atteindre cet objectif.

Mais l'écologie peut aussi être tentée d'affirmer sa différence vis-à-vis de disciplines qualifiées de réductionnistes, cette fois avec une forte connotation péjorative : les conflits d'intérêt, le besoin pour l'écologie d'être socialement reconnue comme science n'y sont pas pour rien (Jouventin, 1993). Et l'on voit des écologues de renom proclamer l'écologie science «holiste» par excellence (Ramade, 1992).

Un tel discours relie-t-il la réalité quotidienne de la recherche, des démarches méthodologiques ? Rien n'est moins sûr. En effet, cet affichage du caractère holiste de l'écologie, qui fonderait son originalité vis-à-vis des autres sciences de la nature, est en contradiction avec la pratique de la recherche. Bien plus, il montre que les écologues hétérodoxes du holisme n'ont pas toujours saisi ce qui constitue la différence radicale entre le réductionnisme et le holisme : sans doute n'ont-ils pas analysé en profondeur la structuration conceptuelle des paradigmes majeurs de l'écologie. Ce que nous pourrions aujourd'hui appeler le «paradigme odium», qui trouve dans le concept d'écosystème sa pierre angulaire, en est l'illustration.

La paternité du terme «écosystème» est traditionnellement attribuée à Tansley (1935), qui en donne la définition suivante : «La notion la plus fondamentale est, me semble-t-il, la totalité du système (dans le sens où on parle de système en physique) incluant non seulement le complexe des organismes mais aussi tout le complexe des facteurs physiques formant ce que nous appelons le milieu du biotope, les facteurs de l'habitat au sens large (...)». Les systèmes ainsi formés sont du point de vue de l'écologiste les unités de base de la nature à la surface de la terre» (traduction de J.-M. Drouin, 1984, p. 299).

Le succès du terme proposé par Tansley ne doit pas faire oublier que des concepts appartenant à la même famille sémantique ont précédé, et suivi, le concept d'écosystème. Des termes comme «microcosm» (Forbes, 1887), «holocoen» (Friederichs, 1927, 1930) ou «biosystem» (Thienemann, 1939) partagent ce qui constitue le noyau conceptuel du terme «ecosystem» : ils définissent une unité de référence, un objet d'étude, qui relie de façon nécessaire les composantes abiotiques et les composantes biotiques d'un espace déterminé. Cette unité est identifiée par les caractères physiques et chimiques de ce qu'il est convenu d'appeler son biotope, par la composition en espèces de sa bioécène, par l'agencement spatio-temporel de ses composantes, vivantes et non-vivantes, par son fonctionnement trophico-énergétique (flux de matière et d'énergie) et, globalement, par sa relative autonomie, c'est-à-dire par sa capacité intrinsèque à s'auto renouveler.

Tansley avait pour objectif de s'opposer au concept organiciste du «complex organism» de Clements (1916), défendu à plusieurs reprises par Phillips (1931, 1934, 1935a, 1935b). La conception de Tansley est de fait fondamentalement anti-holiste¹, en ce sens qu'elle voit dans la problématique de l'émergentisme, liée à l'organicisme de Phillips, un faux problème, et qu'elle prend la physique comme discipline explicative de référence. Et voilà que surgit un paradoxe de l'histoire de l'écologie: le concept d'écosystème de Tansley a été utilisé par les frères Odum, pour proposer explicitement une écologie qui, au moins dans leurs intentions, est holiste (1953, 1959, 1971).

E. P. Odum, l'auteur principal de *Fundamentals of Ecology* cherche à développer une démarche, qui fasse ressortir les liens entre les différents compartiments de l'écosystème, considérant que les organismes «sont intimement connectés, de façon fonctionnelle, dans les systèmes écologiques, selon des lois bien définies» (Odum, 1959 : préface, p. 9). Dans le prolongement de la vision trophico-dynamique de Lindeman (1942), Odum veut arriver à la «clarification des relations énergétiques fondamentales de l'écosystème pris comme un tout» (Odum, 1953, p. 89 ; 1959, pp. 147-148), en mettant prioritairement en relief les lois qui dirigent les flux énergétiques entre les différents compartiments de l'écosystème.

Ces orientations, Odum les propose dans le cadre d'un véritable «manifeste épistémologique». Considérant les rapports qui existent entre les théories relatives à différents niveaux d'intégration du monde vivant, il affirme : «aucun niveau n'est plus ou moins important, ou plus ou moins utile que n'importe quel autre niveau» (Odum, 1959, p. 7 ; 1971, p. 5). Cette position coïncide exactement avec le «holisme épistémologique» qui s'oppose radicalement au «réductionnisme épistémologique» (Ayala et Dobzhansky 1974). Selon ce dernier, en effet, il existe des secteurs de la science qui sont plus fondamentaux que d'autres, en ce sens qu'ils sont nécessaires et suffisants pour rendre compte de ce qui est observé dans d'autres secteurs. Odum refuse clairement ce réductionnisme épistémologique en affirmant que : «les découvertes concernant n'importe quel niveau peuvent faciliter l'étude d'un autre niveau, mais elles ne pourront jamais expliquer complètement les phénomènes se déroulant au niveau en question» (souligné par Odum, 1959, p. 7 ; 1971, p. 5).

Malheureusement, en préconisant l'utilisation de modèles cybernétiques (dont il n'est pas prouvé qu'ils sont conceptuellement holistes), Odum se met en contradiction avec les thèses épistémologiques qu'il affiche. En effet, s'il considère l'écosystème comme un tout, c'est seulement en tant qu'entité physique, essentiellement caractérisée par des flux d'énergie, que la recherche tente de reconstituer par une approche fondamentalement analytico-additive.

¹ Voir, dans cet ouvrage, la contribution de Jean-Marc Douin

Lorsqu'Odum prétend désigner ce qu'il considère comme des propriétés émergentes, il commet une erreur fondamentale, qui montre qu'il n'a jamais construit une approche authentiquement holiste : il cite, en effet, des propriétés collectives, définies les unes au niveau d'intégration de l'écosystème (comme les indices de diversité spécifique), les autres au niveau inférieur de la population (comme la structure d'âge, la natalité, la mortalité, etc.). Or, la différence, qu'Odum ne perçoit pas, entre propriétés émergentes et propriétés collectives est essentielle : par définition, les propriétés émergentes d'un niveau d'intégration donné ne peuvent pas être déduites de l'analyse des ses composants, tandis que des propriétés collectives, même si elles ne sont pas caractéristiques des entités individuelles, en tant que fonctions statistiques, sont de nature purement additive (Salt, 1979).

Un holisme de façade cache donc, en réalité, une démarche réductionniste, qui est devenue la règle de l'écologie écosystémique, développée (en particulier) par le Programme Biologique International depuis la fin des années 60. L'inventaire des espèces d'un écosystème, le dénombrement de leurs populations, l'identification de leur distribution spatio-temporelle, la prise en compte des interactions avec les facteurs abiotiques ont été faits, avec pour but essentiel - sinon unique - la mesure de flux d'énergie et de matière. Cette démarche est, en soi, tout à fait légitime, mais elle ne saurait être proclamée comme l'emblème d'une méthodologie holiste, ou émergentiste. Premièrement, l'établissement des flux d'énergie et de matière implique la «réduction» de l'écosystème aux lois de la physique ; deuxièmement, il résulte d'une combinaison purement additive des bilans énergétiques des différents compartiments de l'écosystème (Lindeman 1942). Une approche, qui se voudrait authentiquement holiste, devrait, en revanche, tenter de saisir les caractéristiques de l'écosystème qui ne peuvent être expliquées par la méthode analytico-additionnelle, et qui seraient donc véritablement émergentes.

Le paradigme odumien pourrait, au bout du compte, être qualifié de pseudo-holiste, ou de crypto-réductionniste (Bergandi, 1993, 1995). Ceci pourrait ressembler à une condamnation aux yeux de certains écologues, mais il faut bien reconnaître que le postulat holiste n'a pas encore produit de démarche convaincante. Le réductionnisme passe peut-être loin d'explications essentielles, mais il reste la voie privilégiée des écologues qui ne veulent pas prendre trop de risques: la production de résultats tangibles, recevables dans les revues internationalement reconnues, est probable, et cela suffit.

L'approche écosystémique, même si elle est réductionniste dans la pratique, en vient pourtant à être contestée, parce qu'elle est trop englobante, trop superficielle et par là-même trop imprécise. Pour certains, seule la multiplication de recherches pointues, à l'échelle des organismes, serait susceptible de donner les clés nécessaires pour comprendre enfin ce qui se passe aux niveaux supérieurs - ceux des populations et des écosystèmes. Typique de ce courant de pensée, est le point de vue de Vannier (1992). Pour cet auteur, il est tout à fait illusoire de

vouloir maîtriser le fonctionnement des écosystèmes par des études à l'échelle de l'écosystème tout entier. Il faudrait, au contraire, limiter le champ d'investigation au niveau des individus et des populations. Allant plus loin, Vannier affirme alors que la gestion des espaces naturels, n'ayant pas aujourd'hui de véritable fondement scientifique, ne peut constituer qu'un projet à long terme. Voilà le problème de la gestion du patrimoine naturel et de la biodiversité renvoyé à plus tard : la crise environnementale devra attendre que les savants aient fini de trouver...

L'APPEL A L'INTERDISCIPLINARITÉ

Tandis que la démarche analytico-réductionniste continue d'être, sinon explicitement revendiquée, du moins suivie au quotidien par une majorité d'écologues, le constat est souvent fait, par ailleurs, de l'incapacité de l'écologie à appréhender convenablement la dynamique des interférences entre les activités humaines et les processus naturels. La prise en compte des premières suppose l'intervention de disciplines spécifiques, mais aussi d'embrasser des échelles d'espace et de temps souvent différentes de celles auxquelles opère habituellement l'écologie écosystémique. Les problèmes environnementaux invitent donc les écologues, tant à participer à la construction de démarches véritablement interdisciplinaires, qu'à changer d'échelle spatio-temporelle, ne se contentant plus de mesurer des flux trophiques au sein des écosystèmes ou de scruter les niches écologiques.

Dans ce contexte, le développement récent de l'écologie du paysage (*landscape ecology*) semble offrir de nouvelles perspectives. Cette discipline s'enracine dans l'œuvre de Troll (1939, 1966, 1971). Comme le souligne Naveh et Lieberman (1984), ce géographe considère le paysage comme une entité spatiale et visuelle propre à l'espèce humaine, entité qui intègre la géosphère, la biosphère et la noosphère (c'est-à-dire l'ensemble des artefacts humains). Pour Troll, le paysage ne peut pas être étudié selon une approche analytique ordinaire : il doit être appréhendé dans sa totalité, car le paysage est un tout qui est plus que la somme de ses parties, selon la formulation courante du postulat holiste. L'on pourrait donc penser que le paysage, espace d'interactions entre les hommes et leur environnement naturel, s'offre comme objet idéal pour des recherches qui soient, à la fois, holistes et interdisciplinaires. Un regard sur l'écologie des paysages, telle quelle s'est développée en particulier - mais pas seulement - sous l'influence de l'école franco-nord-américaine, ne le confirme pas.

Pour l'écologie du paysage, comme pour l'écologie écosystémique, le choix de échelles spatiales et temporelles adonnées constitue l'une des principales difficultés méthodologiques. Forman et Godron (1986) définissent un paysage comme un espace terrestre hétérogène, dont les dimensions se mesurent en kilomètres, et dans l'étendue duquel se répète un «agrégat» d'écosystèmes interactifs. Cette conception privilégie l'échelle spatiale, en son sens le plus

restreint, plutôt qu'un niveau d'organisation des structures écologiques, seulement suggéré par l'idée d'interaction, entre des écosystèmes qui forment les «briques» constitutives du paysage. Du temps et de l'espace, cette définition ne retient que celui-ci, occultant la dimension de la durée, de l'histoire.

L'approche écosystémique ordinaire, s'appuie souvent sur l'idée que l'on prospecte au sein d'une entité homogène, par échantillonnage. L'écologie du paysage s'en démarque essentiellement par la prise en compte explicite de l'hétérogénéité, associée à l'analyse de vastes étendues, où coexistent des écosystèmes différents. Dans ce cadre, le terme d'écosystème voit son sens à la fois élargi et banalisé, puisqu'il pourra aussi bien désigner un champ cultivé, une haie, une forêt, une autoroute, c'est-à-dire toute pièce constitutive de la "mosaïque" paysagère (Forman et Godron, 1986). Si la reconnaissance de l'hétérogénéité, comme réalité à étudier, constitue indéniablement un progrès (Lefeuve et Barnaud, 1988), l'approche systématique de l'écologie du paysage peut sembler bien modeste, quand on justifie simplement le changement d'échelle spatiale, par l'intérêt de ne pas perdre d'informations, tant sur l'ensemble d'un paysage, que sur ses différents éléments (Forman, 1981; Godron et Forman, 1983).

Cependant Baudry, dans son étude sur l'espace rural (1985, p. 42), rappelle que les concepts systémiques et hiérarchiques, même s'ils ne sont évidemment pas spécifiques de l'écologie du paysage, y jouent un grand rôle. En suivant la ligne de pensée de Forman et Godron, mais de façon plus explicite, Baudry souligne l'importance d'une approche systématique des paysages, dans lequel l'axiome holiste serait central : il écrit en effet : «le produit d'écosystèmes en interaction a des propriétés différentes de la somme des propriétés de ces écosystèmes» (p. 344).

Ce systémisme, apparemment émergentiste, paraît encore plus évident, lorsque Baudry définit ce qu'il nomme l'«effet paysage», effet qui est révélé «quand l'étude simultanée de plusieurs éléments du paysage (écosystèmes, éléments biotiques et abiotiques) fait apparaître que, soit leur position les uns par rapport aux autres dans l'espace n'est pas aléatoire, soit leur composition (spécifique) n'est pas indépendante de leurs relations spatiales» (p. 25, voir aussi Baudry et Burel, 1985, pp. 89-92).

L'effet paysage nécessite de focaliser la recherche sur le réseau des relations qui connectent les écosystèmes, en formant un «système écologique en soi», et qui serait donc caractérisé par des propriétés émergentes spécifiques. D'après Baudry, cet «effet de connectivité» serait une propriété émergente typique du paysage car, par exemple, ses conséquences sur le peuplement végétal ou animal des haies ne peuvent être appréhendées que si celles-ci sont étudiées dans le contexte du réseau qu'elles forment (Baudry 1984, p. 61, 1985, p. 344).

Comme dans le manifeste épistémologique d'Odum il y a ici proclamation d'un systémisme émergentiste. Mais, dans sa pratique quotidienne, l'écologie du paysage s'inscrit, le plus souvent, dans la logique analytique-additionnelle typique du réductionnisme. En sont de bons exemples les transpositions, à l'échelle des paysages, des techniques de calculs d'indices de diversité. En fait, l'écologie du paysage, en l'état actuel des choses, n'apporte pas de véritable changement paradigmatique : elle ne fait que transposer, à une autre échelle spatiale, la démarche de l'écologie écosystémique, en analysant des structures spatiales, c'est-à-dire des agencements spatiaux de composants (ici des écosystèmes, des matrices, des «patches», des corridors...), en répertoriant et en quantifiant des flux, de composés chimiques, de particules, d'organismes et en tentant d'expliquer les flux en fonction des structures. De nombreux travaux, issus d'équipes variées, illustrent cette transposition méthodologique, à l'image de l'ouvrage général de Forman et Godron (1986).

Dans le prolongement d'un enseignement pluridisciplinaire, créé à la fin des années 60 à l'initiative de la Commission française pour l'UNESCO, un ouvrage collectif, consacré aux «fondements rationnels de l'aménagement d'un territoire», fut réalisé sous la direction de M. Lamotte en 1984. La rédaction du chapitre «écologique», obligea ses auteurs à constater l'inadéquation du concept d'écosystème pour aborder l'échelle spatiale et le niveau d'organisation auxquels l'on conçoit et met en oeuvre des processus d'aménagement. Ceci les conduisit à proposer le terme d'«écosystème» pour désigner, à l'échelle d'un territoire, l'assemblage de systèmes écologiques interdépendants qui le composent, systèmes organisés selon une structure et régis par un fonctionnement, qui sont le produit d'une histoire écologique (géomorphologique, climatique, biologique...) et humaine commune, histoire dont le déroulement se poursuit aujourd'hui (Blandin et Lamotte, 1984).

Cette conception ne s'oppose pas à celle qui fonde l'écologie du paysage, bien au contraire. Mais elle met fortement en relief le fait que les structures et les fonctionnements observés aujourd'hui, ne peuvent être compris qu'en les situant dans le déroulement d'une histoire. En d'autres termes, les structures écologiques d'un territoire résultent d'une succession de processus, parmi lesquels les activités humaines sont à considérer d'emblée au même titre que les phénomènes spontanés. Une interdisciplinarité effective s'impose alors, car l'état actuel d'un territoire ne pourra être compris, que si l'on saisit l'évolution passée et présente des représentations, des décisions et des pratiques des hommes (Blandin, 1992).

Dans le cadre d'une recherche sur le devenir des îlots boisés en plaine de grande culture, la construction d'une telle démarche interdisciplinaire a été menée. Alors qu'une approche inspirée de la biogéographie insulaire aurait privilégié une analyse de la biodiversité de ces îlots, conçue comme la résultante quasi instantanée de l'équilibre dynamique entre processus d'extinction et d'immigration, on a insisté sur l'idée que ces milieux, pouvant être des fragments résiduels issus du défrichement très ancien d'un vaste couvert forestier, la

biodiversité qu'ils contiennent devait être considéré comme héritée - non seulement des processus de fragmentation et de réduction des surfaces, mais aussi de processus liés aux activités humaines qui s'y sont succédées et s'y déroulent encore aujourd'hui. Dans une plaine toute breconne du nord-ouest du Gâtinais, aussi loin que possible des grands «continents forestiers» que sont les massifs de Fontainebleau et d'Orléans, choix fut fait d'étudier un archipel d'îlots, centré sur une île d'une quarantaine d'hectares : le Bois Bouchereau. Celui-ci réservait des surprises : la biodiversité y est élevée, que l'on considère les ligneux, les herbacées, les oiseaux ou encore certains groupes d'insectes ; des espèces rares ou même supposées disparues de l'Île-de-France y ont été trouvées ; la flore forestière de plaine y est représentée par un nombre élevé d'espèces, auxquelles s'ajoutent de nombreuses espèces non forestières ; ce caractère composite de la biodiversité du bois est également révélée par l'analyse de la faune de Lépidoptères.

Ces constats soulèvent bien des questions, qui n'ont pas toutes reçues de réponses définitives. Mais, d'ores et déjà, quelques pistes s'ouvrent. L'analyse d'images satellitaires et de photographies aériennes montre que les petits bois sont assez généralement positionnés en périphérie de terroirs circulaires centrés sur les villages. Ce dispositif, que l'on retrouve dans d'autres plaines du Bassin Parisien, mais aussi ailleurs en Europe, est vraisemblablement très ancien, ce qui vient à l'appui de l'hypothèse du caractère relicuel de ces bois, dont les sols pourraient n'avoir jamais été mis en culture (ce que suggèrent aussi des observations pédologiques). Il est malheureusement exceptionnel de disposer d'archives très anciennes sur ces bois, à moins qu'ils n'aient été propriétés ecclésiastiques ou seigneuriales ; c'est ainsi qu'il a pu être pris en compte un bois dont l'existence est attestée depuis le 12ème siècle ; sinon, il est plus fréquent d'avoir des données à partir du milieu, ou de la fin, du 18ème siècle - ce qui est le cas du bois principal étudié. Les archives permettent de retracer plus finement l'histoire de ces bois au cours du 19ème et du 20ème siècle : elles révèlent les changements de propriétaires, avec ici le morcellement spectaculaire du parcellaire dans une superficie maintenue (voire un peu augmentée), la des défrichements considérables, faisant passer en un siècle une forêt de plus de 100 ha à un îlot d'à peu près 2 ha.

La mémoire des gens, la caractérisation des pratiques d'aujourd'hui, font comprendre que la fonction sociale de ces bois glisse d'une situation où elle était forte, avec une intégration évidente dans la vie locale, vers une situation incertaine - l'abandon progressant, bien que certains propriétaires maintiennent une activité de coupe notable. Il y a encore une dynamique «ethnologique» influençant la dynamique écologique d'un certain nombre de parcelles, mais l'avenir, si les tendances actuelles se maintiennent, est à l'abandon vraisemblable, avec un passage au seul jeu des processus écologiques spontanés, qui devrait conduire à des organisations spatio-temporelles assez différentes de celles qu'entretenaient, et entretiennent encore partiellement, les pratiques des propriétaires et des ayants droit.

Des études synchroniques de coupes pratiquées à différentes époques montrent que ces opérations, aux modalités fort variables selon les acteurs, jouent un rôle fondamental dans le maintien d'une composition floristique mêlant essences de sous-bois, de zones ouvertes et de milieux non forestiers. De façon générale, c'est la diversité des pratiques et, plus encore, les décalages interannuels entre coupes, qui génèrent une hétérogénéité permanente de la structure du bois, hétérogénéité qui est la condition majeure du maintien du haut niveau de biodiversité observé. Cela amène à penser que, si l'isolement du bois est ancien, ce sont, au fil des siècles, les successions de pratiques qui y ont assuré le maintien de la biodiversité. En même temps, il ne faut pas oublier que l'isolement - si net aujourd'hui, avec le contraste violent que forme un boisement au milieu de champs intensément cultivés - fut, à d'autres époques, de nature bien différente. Le statut écologique actuel de ces bois est ainsi hérité d'une histoire marquée, non seulement par les processus qui s'y sont déroulés, mais aussi par les processus qui ont joué dans la matrice de terres cultivées qui les entoure.

Ces recherches amènent à considérer que, dans un système écologique donné, la biodiversité - sous ses deux aspects de la composition en espèces et de leur agencement spatio-temporel - est largement déterminée par l'évolution des pratiques.

Comprendre aujourd'hui une situation écologique suppose donc de faire appel à l'archéologie, à l'historien, à l'ethnologue, au juriste, à l'économiste, tout autant qu'au biogéographe et à l'écologue. Et voilà que l'écologie "classique" risque de perdre ses repères, pour être véritablement comprise, ses objets deviennent subordonnés aux regards d'autres disciplines (lesquelles, il faut le dire aussi, doivent accepter bien des changements d'approche). Mais l'écologue voit sa discipline encourir le risque de perdre son identité, de s'évanouir dans une interdisciplinarité, que ses collègues réductionnistes ne manqueront pas de stigmatiser comme verbeuse et floue. Pour eux, prompts à classer les sciences dans un gradient "dur-mou", l'écologue engagé dans l'approche interdisciplinaire des problèmes d'environnement, aura été se perdre dans "l'hyper-mou". L'évanescence dans l'interdisciplinarité serait le triste devenir de sa problématique.

L'ÉCOLOGIE EN QUÊTE D'UN NOUVEAU PARADIGME, MAIS PAS SEULE

Vers la fin des années 70, après plusieurs années d'utilisation de modèles cybernétiques en écologie, s'est ouvert un débat sur la nature cybernétique ou non des écosystèmes (Engelberg et Boyarski, 1979). Selon ces auteurs, un système cybernétique est caractérisé par des relations qui connectent et qui influencent l'ensemble des éléments dont il est composé; à cet égard, un tel système pourrait donc être considéré comme holiste. Cependant, Engelberg et Boyarski parviennent à la conclusion que, même s'il existe des houilles de rétroaction dans les

écosystèmes, ces derniers ne peuvent être des systèmes cybernétiques en raison de l'absence d'un réseau d'information permanent. D'autres auteurs, au contraire, voient dans les réseaux trophiques - et dans les cycles de matière - un réseau typique d'information à l'intérieur de l'écosystème (Knight et Swaney, 1981; Jordan, 1981). D'autres encore, réaffirment aussi la nature cybernétique des écosystèmes, en considérant le réseau d'information constitué par tous les facteurs, processus et interactions (gravité, conservation, dissipation, facteurs limitants, phénomènes etc...) qui pilotent et régulent les flux de matière et d'énergie (Patten et Odum, 1981). L'application de la cybernétique aux flux de matière et d'énergie des écosystèmes et l'identification de cette "nouvelle écologie" avec une approche holiste découle de cette conviction. Encore assez récemment, Loeblich (1988), dans une analyse des méthodologies utilisées en écologie, a signalé la cybernétique comme une des approches holistes possibles.

Malheureusement, le problème est bien plus complexe, car l'on ne peut sérieusement avancer, qu'en ayant explicité les liens conceptuels entre holisme et propriétés émergentes, notions dont on ne peut citer l'une sans se référer à l'autre : toute la littérature holiste le montre. Mais, quand on parle de propriétés émergentes, on se heurte inévitablement au problème de leur existence dans la nature et de leur pouvoir explicatif dans les sciences (Salt, 1979; Edson *et al.*, 1981). L'on sait, en tout cas, qu'il ne faut pas confondre les propriétés émergentes, si elles existent, avec des propriétés collectives (Salt, 1979)².

Un sondage relativement récent, paru dans la revue *Oikos* (Redfield, 1988), concernant la réelle connaissance des méthodes réductionniste et holiste chez les écologues, a montré qu'en général ceux-ci ont une idée bien plus claire de la méthode réductionniste. Il y aurait aujourd'hui une résurgence de la démarche réductionniste en écologie (Castellanel, 1993). Pourtant, certains écologues, et non des moindres, répètent la nécessité d'une écologie holiste : «un précepte fondamental de toute nouvelle écologie de la complexité doit être le maintien du holisme» (Patten, 1993). Mais il n'y a là que résurgence du pseudo-holisme odumien, et l'écologie holiste n'a toujours, pour porte-drapeaux, que des réductionnistes qui s'ignorent (Sénéria, 1993).

Que pourrait donc être un véritable holisme? Pour les réductionnistes, lorsque l'on parle de propriété émergente, c'est simplement l'indice d'un niveau insuffisant des connaissances: ce que certains croient inexplicable par la simple analyse des parties, trouvera son explication, lorsque l'analyse aura pu être poussée suffisamment ; c'est une affaire de temps, de disponibilité de techniques adéquates (...) et de crédits de recherche). En revanche, pour les tenants du holisme, l'émergence est une caractéristique concrète de la réalité : la combinaison d'entités d'ordre inférieur dans un système d'ordre supérieur engendre des propriétés nouvelles qui ne peuvent être déduites de l'étude individuelle de ces entités, ni de la somme des

² Nous avons rappelé plus haut que l'approche cybernétique d'Odum était porteuse de cette confusion.

connaissances qui les concernent. Cela est dû au fait que le système de niveaux d'intégration, supérieurs à celui du système pris comme objet central d'étude, jouent un rôle non négligeable dans la détermination des caractéristiques de ce dernier. C'est ce qu'avait clairement dégagé, il y a longtemps déjà, l'analyse épistémologique de Feibleman (1954). C'est elle qui sous-tend le point de vue de Golley (1987, p.2) lorsque celui-ci, cherchant à structurer l'approche méthodologique du paysage, écrit : «Que l'on me permette de redire l'évidence! Toute recherche implique la prise en compte de trois niveaux : l'objet focalisant l'intérêt, les constituants et les fonctions internes à cet objet qui expliquent son comportement, et le système plus large dont l'objet fait partie et qui lui donne sa signification».

En fin de compte, tout paradigme holiste doit s'appuyer sur l'ensemble des propositions ontologiques, épistémologiques et méthodologiques suivantes :

1° Il existe une hiérarchie générale de systèmes emboîtés, par niveaux d'intégration successifs ; à chaque niveau, un système est caractérisé par une (ou plusieurs) propriété(s) émergente(s) qui lui sont propres (holisme ontologique).

2° A chaque niveau d'intégration, il faut considérer des lois appropriées (holisme épistémologique).

3° Il est impossible de réduire un niveau hiérarchiquement supérieur aux(x) niveau(x) inférieur(s) pour l'expliquer, puisqu'on ne pourrait rendre compte des propriétés émergentes : la connaissance du (ou des) niveau(x) inférieur(s) est cependant nécessaire, mais non suffisante ; en effet l'analyse d'un système à un niveau donné nécessite la prise en compte, et du niveau inférieur - pour comprendre sa structure et son fonctionnement -, et du niveau supérieur, qui le contrôle et par rapport auquel son comportement peut être compris (holisme méthodologique).

C'est à ces conditions que le holisme a quelques chances d'avoir une véritable valeur heuristique, d'engendrer une méthodologie et de déboucher sur un savoir nouveau : elles lui donnent en effet des fondements épistémologiques suffisamment solides.

Ayant à considérer des systèmes s'emboîtant en multiples niveaux hiérarchiques, de l'organisme individuel à l'écosphère, l'écologie constitue, à l'évidence, un champ privilégié pour tester la faisabilité d'un tel programme holiste. Étudiant, par exemple, un écosystème, il lui faudra aussi bien analyser les relations interspécifiques, au travers desquelles se réalisent les flux trophiques, que les processus qui, nés dans les systèmes d'ordre supérieur qui l'incluent, conditionnent, orientent et contraignent sa dynamique.

De façon plus générale, on peut considérer que tout système écologique - quel qu'en soit le niveau d'intégration - décrit dans le temps une trajectoire, qui peut comporter des phases de changement et des phases de stabilité. Le cours de cette trajectoire est, à tout moment, déterminé par une combinaison de processus, tendant les uns à conserver le système, les autres à le

transformer. Certains de ces processus - conservateurs aussi bien que transformateurs - s'initient à l'intérieur du système considéré, à partir de telle ou telle de ses composantes, et se développent dans le cadre du réseau d'interdépendances qu'impose l'organisation fonctionnelle du système. Mais d'autres processus prennent naissance à l'extérieur, dans une autre partie du système de niveau supérieur qui intègre celui qui forme l'objet central de l'analyse. Ces processus d'origine externe, plus ou moins éloignée dans l'espace et dans le temps, viennent interférer avec les processus internes et peuvent, soit renforcer la stabilité du système, soit au contraire contribuer à le transformer, dans une direction différente de celle qui aurait pu prévaloir sous la seule détermination des processus transformateurs internes.

La mise en évidence des processus - internes et externes - qui permettent de comprendre la trajectoire suivie par le système, apparaît ainsi comme une phase essentielle d'une démarche holiste³. C'est, en même temps, la phase au cours de laquelle une véritable interdisciplinarité, articulant sciences des sociétés et sciences naturelles, peut se révéler indispensable. En effet, un processus - qu'il soit conservateur ou transformateur, et qu'il soit d'origine interne ou externe - peut être engendré spontanément par des phénomènes physiques, chimiques ou biologiques ; mais il peut également être initié, volontairement ou non, par des activités humaines. La trajectoire d'un système écologique résulte, en fin de compte, du jeu de processus spontanés et anthropiques, évidemment en proportions variables selon le système considéré, mais dont aucune catégorie ne doit être négligée a priori, si l'on veut comprendre la dynamique du système. L'analyse des processus, séquences d'événements mettant en jeu des organismes individuels, humains et autres, dont chacun est le point de convergence et le point de départ de telles séquences, est donc nécessairement interdisciplinaire. Non pas d'une façon uniforme, systématique, mais parce qu'elle convoque, à chaque instant, les compétences disciplinaires nécessaires et suffisantes à la compréhension des processus.

Lorsque certains voyaient dans l'écologie une science de synthèse, c'était essentiellement parce qu'elle rassemblait les apports de diverses sciences de la nature. Ceci non par simple adjonction, mais par "intégration" de ces apports, dans le cadre d'un paradigme structuré donnant à l'écologie un statut de discipline authentique. Le paradigme odumien - réductionniste en dépit de proclamations contraires - a donné à l'écologie une stabilité épistémologique, que la crise environnementale est venue interrompre. Une démarche holiste, à l'écologie de franchir les obstacles épistémologiques qu'elle rencontre actuellement, en se confrontant aux problèmes environnementaux. Toutefois, ceux-ci appellent la participation conjointe des sciences des sociétés et des sciences de la nature : l'écologie, même consolidée dans un nouveau contexte paradigmatique, ne peut intervenir seule. Mais, indiscutablement, de

³ Voir, dans cet ouvrage, la contribution de J. L'épart

nombreux programmes dits interdisciplinaires n'ont fait qu'apposer des démarches restées chacune fortement monodisciplinaires (Jollivet, 1992). La question se pose désormais de la constitution d'une interdiscipline, portée par son propre paradigme. Le holisme offre un cadre, le concept de processus un outil avec lequel la question des interdépendances entre niveaux d'intégration emboîtés peut être abordée concrètement. Traversant les échelles d'espace et de temps, créant les connexions entre systèmes, combinant phénomènes spontanés et anthropiques, les processus rendent naturelle - si l'on peut dire - l'interdisciplinarité. En même temps, ils obligent à donner au déroulement du temps une importance majeure, ce qui met en relief l'unicité des faits qui s'enchaînent. Se pose alors la question de la scientificité d'une interdiscipline ayant à traiter de faits, où la part du non-reproductible est grande⁴. La crise environnementale n'en vient-elle pas à remettre en cause la notion même de science? La crise épistémologique de l'écologie ne serait alors qu'un tout petit aspect d'une crise bien plus profonde, celle de notre rapport cognitif au monde.

4. La construction théorique (holiste, en son principe) de ces "objets hybrides" que sont les écosystèmes au sens où ils ont été présentés dans ce texte, a pour postulat que tout niveau d'intégration du vivant est le résultat historique de processus articulés; il ne peut donc être appréhendé que par l'analyse de son histoire singulière. Se pose alors la question de la reproductibilité, non de la méthode, mais des connaissances produites. En faisant toute confiance à la recherche effectuée sur les files forestiers du Canada, on est en droit, néanmoins, de se demander quelle est la portée des propositions qui s'en dégagent.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACOT, P., 1988. *Histoire de l'écologie*. Presses Universitaires de France (collection: *La politique éclairée*). Paris.
- ACOT, P., 1994. *Histoire de l'écologie*. Presses Universitaires de France (collection: *Que sais-je?*). Paris.
- AYALA, F. J. et DOBZHANSKY, T. (sous la direction de), 1974. *Studies in the Philosophy of Biology*. The MacMillan Press Limited, London.
- BAUDRY, J., 1984. "Effects of Landscape Structure on Biological Communities : The Case of Hedgerow Network Landscapes". In I. A. L. E., *Proceedings of the First International Seminar on Methodology in Landscape Ecological Research and Planning*, 1, pp. 55-65.
- BAUDRY, J., 1985. *Utilisation des concepts de Landscape Ecology pour l'analyse de l'espace rural. Utilisation du sol et bocages*. Université de Rennes. Thèse de Doctorat.
- BAUDRY, J. et BUREL, F., 1985. "Système écologique, espace et théorie de l'information". In Berdoulou et Phipps, M. (sous la direction de), *Paysage et système*, Editions de l'Université d'Ottawa, Ottawa, pp. 87-102.
- BERGANDI, D., 1993. "Fundamentals of Ecology de E. P. Odum: véritable «approche holiste» ou réductionnisme masqué?". *Bulletin d'écologie*, 24, 1, pp. 57-68.
- BERGANDI, D., 1995. *Limites et possibilités de l'approche holiste dans la théorie des systèmes écologiques*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Thèse de Doctorat.
- BLANDIN, P., 1992. "De l'écosystème à l'écosystème". In Jollivet, M. (sous la direction de), *Sciences de la Nature, Sciences de la Société. Les Passages de Frontières*. CNRS Editions, Paris, pp. 267-277.
- BLANDIN, P. et LAMOTTE, M., 1985. "Écologie des systèmes et aménagements: fondements théoriques et principes méthodologiques". In Lamotte, M. et Bourlière, F. *Fondements rationnels de l'aménagement d'un territoire*. Masson, Paris.
- CASTELLAMET, C., 1993. "L'Institut d'Ecologie d'Athens (Georgie, USA)". *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, p. 73.
- CLEMENTS, F. E., 1916. *Plant succession: An Analysis of the Development of Vegetation*. Carnegie Institution, Publ. 242, Washington, D.C.
- DÉLÉAGE, J.-P., 1991. *Histoire de l'écologie, une science de l'homme et de la nature*. La Découverte, Paris.
- DI CASTRI, F., 1984. *L'écologie. Le défilé d'une science en temps de crise*. Rapport au Ministre de l'Industrie et de la Recherche, La Documentation française, Paris.
- DROUIN, J.-M., 1984. *La Naissance du concept d'écosystème*. Université Paris-I, Thèse de Doctorat.
- DROUIN, J.-M., 1991. *Réinventer la nature*. Desclée de Brouwer, Paris. (réédité en 1993, Flammarion, Paris).
- EDSON, M. M. et al., 1981. "Emergent Properties and Ecological Research". *The American Naturalist*, 118, 593-596.
- ENGELBRTG, J. et BOYARSKY, L. L., 1979. "The Nomenclature: Nature of Ecosystems". *The American Naturalist*, 114, 317-324.
- FFLIBLEMAN, J. K., 1954. "Theory of Integrative Levels". *The British Journal for the Philosophy of Science*, 5, 59-66.
- FORBES, S.A., 1887. "The Lake as a Microcosm". *Bull. Peoria Sci. Ass.* (réédité en 1925, *Illinois Natural History Survey Bulletin*, 15, pp. 537-559) [r. fr.]: "Le lac, en tant que microcosme". In Drouin, J.-M. *La Naissance du concept d'écosystème*. Université Paris-I, Thèse de Doctorat.

- FORMAN, R. T. T., 1981. "Interaction among Landscape Elements". *Proc. Int. Congr. Math. Soc. Landscape Ecol.*, Veldhoven, Pudoc, Wageningen.
- FORMAN, R. T. T. et GODRON, M., 1986. *Landscape Ecology*. Wiley, New York.
- FRIEDERICHS, K., 1927. "Grundrissliches über die Lebensstufen höherer Ordnung und den ökologischen Einheitsfaktor". *Die Naturwiss.*, 15, pp. 153-157, 182-186.
- FRIEDERICHS, K., 1930. *Die Grundfragen und Grenzmissigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie*. 2 vol., Verlag Paul Parey, Berlin.
- GOLLEY, F. B., 1987. "Introducing Landscape Ecology". *Landscape Ecology*, 1, 1-3.
- GODRON, M. et FORMAN, R. T. T., 1983. "Landscape Modification and Changing Ecological Characteristics". In Mooney, H. A. et Godron, M., *Disturbance and Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 12-28.
- HAECKEL, E., 1866. *Allgemeine Entwicklungs-geschichte der Organismen oder Wissenschaft von den entstehenden organischen Formen*. Ed. G. Reiner, Berlin.
- JOLLIVET, M. (sous la direction de), 1992. *Sciences de la Nature, Sciences de la Société, Les Passions de frontières*. CNRS Editions, Paris.
- JORDAN, C. E., 1983. "Do Ecosystems Exist?". *The American Naturalist*, 118, 284-287.
- JOUVENTIN, P., 1983. Extrait d'un débat avec Piotr Stonowski sur France culture. *Lettre de la société française d'écologie*, pp. 2-3.
- KNIGHT, R. L. et SWANEY, D. P., 1981. "In Defense of Ecosystems". *The American Naturalist*, 117, 991-992.
- LARRÈRE, R., 1991. "Écologie, ou le geste d'exclusion de l'homme". *Méthodes et pratiques de la nature*. A. Roger et F. Guery, Ed. Champ-Vallon.
- LEFÈVRE, J.-C. et BARNAUD, G., 1988. "Écologie du paysage: mythe ou réalité?". *Bulletin d'écologie*, 19, pp. 493-522.
- LINDEMAN, R. L., 1942. "The Trophic-dynamic Aspect of Ecology". *Ecology*, 23, 399-418 [tr. fr. In Drouin, J. M., *La Naissance du concept d'écosystème*. Université Paris-I, Thèse de Doctorat, 1984].
- LOEHLE, C., 1988. "Philosophical Tools: Potential Contribution to Ecology". *Oikos*, 51, 1, 97-104.
- NAVGH, Z. et LIEBERMAN, A. S., 1984. *Landscape Ecology. Theory and Application*. Springer Verlag, New York.
- ODUM, E. P., 1953. *Fundamentals of Ecology*. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- ODUM, E. P., 1959. *Fundamentals of Ecology*. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- ODUM, E. P., 1971. *Fundamentals of Ecology*. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- PATTEN, B. C., 1993. "Promoted coexistence through indirect effect: need for a new ecology of complexity". In Kawabata, H., Cohen, J.E. et Iwasaki, K., (ed.), *Minutism and Community Organization: Behavioural, Theoretical and Food-Web Approaches*. Oxford University Press, Oxford, pp. 323-335.
- PATTEN, B. C. et ODUM, E. P., 1981. "The Cybernetic Nature of Ecosystems". *The American Naturalist*, 118, 886-895.
- PHILLIPS, J., 1931. "The biotic community". *Journal of Ecology*, 19, 1-24.
- PHILLIPS, J., 1934. "Succession, development, the climax and the complex organism, an analysis of concept". *Journal of Ecology*, 22, 554-571.
- PHILLIPS, J., 1935a. "Succession, development, the climax and the complex organism: an analysis of concept". *Journal of Ecology*, 23, 210-246.
- PHILLIPS, J., 1935b. "Succession, development, the climax and the complex organism: an analysis of concept". *Journal of Ecology*, 23, 488-508.
- RAMADE, E., 1992. "Déclaration de la société française d'écologie". *Lettre de la Société Française d'écologie*, 2, pp. 3-5.
- SALT, G. W., 1979. "A comment on the use of the term emergent properties". *The American Naturalist*, 113, 145-149.
- SÉMÉRIA, Y., 1993. Communication personnelle.
- TANSLEY, A., 1935. "The use and abuse of vegetational concepts and terms". *Ecology*, 16, 3, 284-307 [tr. fr. In Drouin, J. M., *La Naissance du concept d'écosystème*. Université Paris-I, Thèse de Doctorat, 1984].
- THIENEMANN, A., 1939. "Grundzüge einer allgemeinen Ökologie". *Arch. Hydrobiol.*, 35, 267-285.
- TROLL, C., 1966. *Landscape ecology*. ITC-UNESCO, Publ. n° S. 4, Delft.
- TROLL, C., 1971. "Landscape Ecology (Geoeology) and Biogeocenology — A Terminological Study". *Geoforum*, 8, 43-46.
- VANNIER, G., 1992. "L'écologie dénaïvée ? Un globalisme superficiel fait oublier la nécessité de véritables recherches naturalistes". *Bulletin d'écologie*, 23, 3-4, p. 201.