

## À propos des introductions d'espèces

Écologie et idéologies

Christian Lévêque, Jean-Claude Mounolou, Alain Pavé et Claudine Schmidt-Lainé

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/etudesrurales/9172>

DOI : 10.4000/etudesrurales.9172

ISSN : 1777-537X

### Éditeur

Éditions de l'EHESS

### Édition imprimée

Date de publication : 1 septembre 2010

Pagination : 219-234

### Référence électronique

Christian Lévêque, Jean-Claude Mounolou, Alain Pavé et Claudine Schmidt-Lainé, « À propos des introductions d'espèces », *Études rurales* [En ligne], 185 | 2010, mis en ligne le 13 août 2012, consulté le 10 février 2020. URL : <http://journals.openedition.org/etudesrurales/9172> ; DOI : 10.4000/etudesrurales.9172

---

Ce document a été généré automatiquement le 10 février 2020.

© Tous droits réservés

---

# À propos des introductions d'espèces

Écologie et idéologies

Christian Lévêque, Jean-Claude Mounolou, Alain Pavé et Claudine Schmidt-Lainé

---

- 1 L'ÉCOLOGIE, EN TANT QUE SCIENCE, s'était fixé comme objectif de rechercher un ordre dans la nature. Ce qui suppose implicitement que la nature est ordonnée, tout au moins au sens où l'entendent les sciences physiques. Et si nous nous étions trompés de concept fondateur ? Le monde vivant n'est-il pas d'abord le domaine du hasard, du conjoncturel, de l'opportunité, de l'aléatoire ? Ce que Darwin nous invitait déjà à examiner au XIX<sup>e</sup> siècle, même s'il éprouvait quelque difficulté avec ce concept et parlait plus fréquemment de « variations » que de « hasard », des effets plus que de la cause. Le rôle de ce hasard, caractéristique du fonctionnement du monde vivant à tous les niveaux de son organisation, des gènes aux écosystèmes, a probablement été marginalisé. Par nécessité ? Par idéologie ? Par incapacité intellectuelle à s'inscrire dans un monde en mouvement, non prédictible exactement ?
- 2 En battant en brèche le déterminisme qui rend plus aisée l'élaboration de prédictions et de programmes, le hasard gêne les institutionnels et les institutions. Il fait même peur alors qu'il ouvre, au contraire, des espaces de liberté et de créativité. Dans ce contexte, la question des espèces « invasives » qui se développent de manière inopinée sans que l'on puisse en cerner les causes bouscule nos représentations d'une nature ordonnée, ouvre le champ de l'incertitude, et dérange sans aucun doute.
- 3 Les scientifiques, à juste titre, dénoncent le créationnisme et le dessein intelligent. Ces idéologies ne sont, somme toute, que la persistance d'une idée bien ancrée dans les esprits aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles, selon laquelle la nature, créée par Dieu, est nécessairement harmonieuse et immuable (le fameux « *balance of nature* » des Anglo-Saxons).
- 4 Lorsqu'on s'interroge sur les fondements historiques de l'écologie scientifique, on découvre que certains concepts, sous des formes nuancées, sont toujours porteurs de cette idéologie. Bien sûr, la science est affaire de société. Les connaissances construites

l'ont été en réponse à des questions posées dans des contextes idéologiques évolutifs. Et les questions d'aujourd'hui, comme les démarches de recherche, sont nécessairement marquées du présent philosophique, social et économique. Néanmoins, l'idée d'une nature immuable, certes désacralisée, reste encore vivace. On continue à parler d'équilibre et de stabilité des écosystèmes ainsi que de climax avec, en contrepoint, l'idée que les perturbations d'origine anthropique créent des déséquilibres.

- 5 On rappelle en permanence la culpabilité de l'homme vis-à-vis de la nature, ce qui n'est pas sans évoquer le mythe du paradis perdu. Or, les recherches en écologie rétrospective nous ont appris, quant à elles, que les écosystèmes n'ont jamais cessé de se transformer et que la biodiversité est avant tout le produit du changement, non du statu quo [Lévêque 2008b]. L'écologie moderne met aussi l'accent sur le rôle de l'hétérogénéité et de la variabilité dans la dynamique des écosystèmes. Et on parle de plus en plus du rôle du hasard, tant en génétique qu'en écologie [Pavé 2007a].
- 6 On voit bien que les paradigmes évoluent. Mais les milieux médiatiques, politiques, associatifs et scientifiques ne se les approprient pas au même rythme. Dans la nébuleuse scientifique elle-même, des communautés structurées confrontent et conjuguent en permanence leurs regards épistémiques. Et le terrain des introductions d'espèces est particulièrement propice aux débats et aux confrontations intellectuelles car la revendication de préserver la nature « en l'état » y est exprimée avec une certaine véhémence par certains groupes sociaux. C'est dans ce contexte que nous nous inscrivons, en réaction à cette attitude « conservatrice ».
- 7 Les introductions d'espèces et leur prolifération ont en effet mauvaise réputation dans les milieux écologistes et conservationnistes. Que reproche-t-on à ces espèces « invasives » ?
 

[D'être] des espèces [...] qui bouleversent l'équilibre des milieux naturels, entrent en compétition avec les espèces autochtones et, parfois, les dominent jusqu'à les faire disparaître.
- 8 Selon le site web de l'ONF, les introductions d'espèces sont aujourd'hui considérées comme la deuxième cause mondiale de l'érosion de la biodiversité. De même peut-on lire sur le site « Plein Sud » de l'Université Paris-Sud 11 :
 

Les invasions biologiques sont considérées comme la seconde plus importante menace pesant sur la biodiversité, juste après la perturbation des habitats.
- 9 Ces discours alarmistes sont repris de manière générale par presque toutes les ONG ou associations de conservation de la nature. Mais, depuis quelques années, plusieurs voix s'élèvent pour remettre en cause ce discours manichéen. Les travaux récents [Theodoropoulos 2003 ; Rémy et Beck 2008] montrent en effet que les représentations des scientifiques et du public dans le domaine de la biologie des invasions ne sont pas exemptes d'idéologie et reposent en partie sur des paradigmes écologiques discutables.
- 10 Néanmoins, la mise en accusation de l'homme, considéré comme perturbateur de l'ordre naturel, reste un moyen privilégié de communication des ONG de protection de la nature, et le message est largement repris par les médias, à l'exemple du scénario de la sixième extinction. La peur comme moyen de culpabilisation, et donc de manipulation, a longtemps été l'apanage des religions, du déluge aux péchés capitaux [Thomas 1985]. Mais, de nos jours, la peur trouve dans l'environnement un domaine profane à investir. La question des espèces invasives et celle des changements climatiques et de l'érosion de la biodiversité censés mettre en péril la survie de l'homme en sont quelques déclinaisons. Au demeurant, cette image de l'homme

destructeur de la nature n'est pas dénuée de vérité – comme en témoignent la surexploitation des stocks de poissons marins [Cury et Miserey 2008] ou la destruction des forêts.

## Confusion des termes « invasion », « prolifération », « pullulation »

- 11 Un peu de sémantique n'est jamais inutile. Car les définitions d'« invasions biologiques » ou d'« espèces invasives » sont nombreuses et peuvent différer les unes des autres. Celle de F. di Castri [1990] est assez généralement admise :

Une espèce envahissante est une espèce végétale, animale ou microbienne qui colonise un nouvel environnement et y prolifère loin de son aire d'origine après avoir, la plupart du temps, été transportée par l'homme, intentionnellement ou non.

- 12 Mais il y a souvent un léger glissement sémantique qui conduit à des confusions. Nous vivons en effet, en Europe, dans un environnement où les espèces introduites et naturalisées sont nombreuses. La plupart restent discrètes et se font oublier, ou contribuent à agrémenter notre vie. Seules quelques-unes – tels des parasites d'huîtres ou de poissons, des vecteurs de maladies (moustiques), des espèces végétales (comme la renouée du Japon, la jacinthe d'eau), sans oublier le rat introduit partout dans le monde – se révèlent gênantes dans la mesure où elles se mettent à proliférer, suscitant des nuisances économiques, écologiques et sanitaires. Ce sont ces quelques espèces « invasives » qui nous dérangent, à juste titre, parmi l'ensemble des espèces dites exotiques.
- 13 Là où les choses se compliquent, c'est que le discours médiatique a tendance à confondre « prolifération d'espèces » et « espèces invasives » alors que ce phénomène n'est pas une spécificité des espèces exotiques. Il est largement partagé par les espèces autochtones qui peuvent être, elles aussi, des sources importantes de nuisance. On pense par exemple aux pullulations de criquets en Afrique sahélienne, à celles des petits campagnols ravageurs des cultures en Europe, ou encore aux pullulations de méduses qui se produisent régulièrement sur nos côtes et pour lesquelles les médias n'hésitent pas à parler, à tort, d'« invasion ». Une enquête sur les proliférations végétales dans les milieux aquatiques continentaux français a mis en évidence que les plantes les plus fréquemment citées sont aussi bien autochtones qu'allochtones. Ce qui renforce l'idée que « prolifération » ne rime pas nécessairement avec « exotique » [Peltre *et al.* 2008]. Il n'empêche que l'amalgame ainsi fait ne peut que renforcer les préventions contre les espèces exotiques.

## Sus aux envahisseurs ?

- 14 Les espèces introduites et invasives dérangent. La preuve en est l'usage de termes à connotation négative (« envahisseurs », « pestes », « aliens », etc.) ou d'un langage très martial (« invasion », « lutte », « combat », « bataille », « éradication », « élimination », etc.). Ainsi, la Caulerpe en mer Méditerranée est souvent désignée comme « l'algue tueuse », tant par les médias que par les scientifiques [Dalla Bernardina 2003].

- 15 Un paradigme central de la biologie de la conservation est en effet que les introductions d'espèces associées aux activités humaines, et les invasions biologiques qui en découlent, sont dangereuses, voire « néfastes » pour les écosystèmes d'accueil [Elton 1958 ; Simberloff 1981 ; Vitousek 1986].
- 16 D.I. Theodoropoulos résume ainsi ce paradigme :
- Il est clair d'après cette théorie que les communautés stables, « naturelles », sont envahies par des organismes qui n'ont rien à y faire, que les espèces sont soit natives, soit étrangères, que l'invasion est toujours préjudiciable, et que toute dispersion par l'homme est mauvaise, dommageable et antinaturelle [2003 ; notre traduction].
- 17 Et il cite quelques phrases recueillies dans la littérature scientifique :
- Toute introduction d'espèces vivantes par l'homme est antinaturelle et dangereuse [... ] ; les invasions menacent et détruisent nos espaces naturels [cité par Theodoropoulos 2003].
- 18 Ou encore :
- Les espèces invasives sont dangereuses pour les cultures humaines et pour notre santé psychologique [*id.*].
- 19 Derrière ces propos empreints d'une charge émotionnelle, on ne peut s'empêcher de percevoir un certain parallèle avec le discours que l'on tient sur les immigrés. Ce qui est d'ailleurs confirmé par de nombreuses analyses [Claeys-Mekdade 2005]. Selon M. Sagoff [1999], les biologistes qui luttent contre les espèces invasives utilisent les mêmes qualificatifs que ceux que les xénophobes utilisent à l'égard des immigrants : « fécondité incontrôlée », « agressivité », « comportement prédateur », « absence de contrôle parental », etc. Dans les deux cas – lutte contre les « invasifs » et xénophobie – c'est une notion d'appartenance territoriale qui sous-tend une réaction négative. Pour S. Trudgill [2008], la réaction par rapport aux espèces introduites s'explique par le fait qu'elles n'étaient pas là auparavant, et qu'elles viennent perturber l'ordre de la nature. La terminologie utilisée (« envahissante » ou « exotique ») traduit ainsi l'aspect indésirable et le besoin de contrôler, voire d'éradiquer, ces espèces.
- 20 Pour l'écologiste américain D. Simberloff [2006], les premières manifestations contre les espèces invasives aux États-Unis, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, s'inscriraient dans le courant nativiste. Pour C.R. Warren [2007], qui pousse la critique encore plus loin, la volonté de préserver les espèces natives serait une expression de patriotisme écologique avec, comme pour tout patriotisme, le risque de glisser vers du racisme.
- 21 É. Rémy et C. Beck [2008] n'ont pas manqué également de souligner les analogies verbales dans les discours sur les immigrés et les espèces introduites, tout en posant l'hypothèse que l'on assiste, dans un cas comme dans l'autre, à un rejet de l'autre, tant humain que non humain. Mettre le projecteur sur les espèces invasives, c'est formaliser l'opposition entre ce qui « est de chez nous » et ce qui « vient d'ailleurs ».
- 22 Certains écologistes se reconnaissent dans les propos tenus par leurs collègues américains [Patten et Erickson 2001] qui disaient :
- Pour dévaluer les exotiques, nous recommandons de séparer, dans les inventaires de flore et de faune, les espèces natives des espèces non natives. Toutes [ces exotiques] doivent être considérées comme des menaces, jusqu'à preuve du contraire.
- 23 Une position qui est loin d'être partagée. D'autres écologistes [Theodoropoulos 2003 ; Sax *et al.* 2005] proposent d'autres représentations scientifiques du phénomène. Ainsi,

diverses études remettent en cause le principe érigé en dogme selon lequel les espèces introduites entrent en compétition avec les espèces en place et les éliminent.

## Des concepts écologiques équivoques

- 24 De fait, la stigmatisation des introductions d'espèces s'enracine dans une vision de l'écologie fortement influencée par l'histoire de la pensée sur l'origine des espèces, et qui n'est pas sans rappeler une certaine forme de créationnisme.
- 25 De nombreux concepts fondateurs de l'écologie et de la protection de la nature s'appuient en effet sur le fameux principe de l'équilibre de la nature. Linné parlait à ce sujet d'« économie de la nature » pour traduire l'idée que chaque espèce est indispensable et a son rôle à jouer :
- La très sage disposition des Etres Naturels par le Souverain créateur, selon laquelle ceux-ci tendent à des fins communes et des fonctions réciproques [1972 : 57].
- 26 Le fonctionnement du monde naturel est nécessairement idéal et harmonieux puisque c'est l'œuvre de Dieu. Cette vision d'un monde naturel qui serait « bien » ou « bon » est largement liée au mythe de l'éden. Il n'est pas inutile de rappeler que Linné, l'inventeur de la taxinomie binominale qui est toujours en usage, croyait décrypter l'ordre divin en réalisant son travail d'inventaire des espèces.
- 27 Le discours actuel de l'écologie politique est largement entaché d'idées reçues, d'idéologies, d'affirmations non démontrées, de globalisations et de généralisations hâtives et peu fondées scientifiquement [Lévêque 2008b]. Ainsi, de nombreuses observations tendent à montrer que le schéma intellectuel largement partagé selon lequel les espèces envahissantes éliminent les espèces autochtones dans une relation de compétition et de cause à effet est un peu simpliste (voir, par exemple, le cas de la perche du Nil dans le lac Victoria [Lévêque et Paugy 2006]). Des travaux récents [Shea et Chesson 2002 ; Leprieur *et al.* 2008] proposent un autre scénario : les modifications de l'environnement fragilisent les espèces autochtones qui se mettent à régresser, tandis que des espèces exotiques trouvent dans cette évolution du milieu les conditions favorables à leur développement. Un problème de chaises musicales, en quelque sorte, arbitré par les modifications de l'habitat, dans lequel la compétition ne jouerait qu'un rôle marginal [Beisel et Lévêque 2010].

## L'écosystème et la mécanisation de la nature

- 28 Le concept d'« écosystème » date de 1935. Il a été introduit par A.G. Tansley qui le présentait comme une création mentale, un ensemble construit fait des relations que les espèces entretiennent entre elles et avec leur habitat. En 1942, R. Lindeman se fait plus précis. Il propose une théorie du fonctionnement des écosystèmes basée sur les échanges énergétiques entre les éléments biologiques et physiques. L'écosystème est alors considéré comme une organisation fonctionnelle qui s'ordonne, se développe et évolue dans le temps grâce aux flux de matière et d'énergie qui le traversent. D. Worster [1998] souligne que l'écosystème de Tansley fournit un remarquable concept théorique aux visions agronomiques et industrielles de la nature, assimilée à un entrepôt de matières premières exploitables. L'écosystème fait écho à la mécanique et à la thermodynamique, sans préjuger de la part du déterminisme et de la stochasticité. Il était alors tentant de développer l'analogie formelle entre « écologie » et « physique ».

- 29 Parmi d'autres, les travaux des frères E.P. Odum [1953] et H.T. Odum [1983] vont conforter cette conception mécaniste des écosystèmes. Ils cherchent à appliquer les théories énergétiques aux chaînes trophiques, ainsi que les principes de la cybernétique, qui prend comme référence l'équilibre régulé par des mécanismes de rétroaction (*feedback*). On fait également référence à la thermodynamique, avec la notion d'équilibre liée à la réversibilité des processus ou encore à l'équilibre dynamique maintenu par des forces opposées ou entretenu par des flux d'énergie [Lévêque 2001]. On parle alors de stabilité ou de « résilience » des écosystèmes, plus rarement, d'état stationnaire. La « résilience » a fait recette. Cette notion, issue de la résistance des matériaux, traduit la capacité de subir, dans certaines limites, des déformations et de revenir à un état proche de l'état initial. On imagine alors la mise en œuvre de réversibilités bien que l'on sache déjà que la réversibilité des phénomènes, chère à la mécanique classique, de Newton à Maxwell, n'est pas vérifiée en écologie. Il n'empêche que le terme « équilibre » et son contraire, « déséquilibre », sont très largement utilisés dans le langage de cette discipline. On évoque aussi dans la littérature scientifique le « dysfonctionnement des écosystèmes », et le terme « impact » a fait florès. Plus récemment, le concept de « bon état écologique », sur lequel nous allons revenir, a aussi été avancé. Cela supposerait-il qu'il y ait aussi un « bon fonctionnement » ? Reste à savoir selon quels critères objectifs on peut porter de tels jugements de valeur.
- 30 Dans les années 1960-1970 va également émerger l'hypothèse selon laquelle le maintien de ces équilibres dépendrait de la diversité des espèces composant les écosystèmes. En effet, un corollaire du concept de résilience est que, plus un système est « complexe » (plus il y a d'espèces et de relations d'interdépendance entre ces espèces) plus le système est « stable ». Une idée qui est encore bien ancrée chez de nombreux scientifiques et de gestionnaires alors qu'elle n'est pas vérifiée dans les faits [Lévêque 2008b].
- 31 La biologie, dans son ensemble, a été confrontée à l'analogie physique. On a ainsi pu croire que la « mécanisation » du vivant permettrait l'élaboration de modèles interprétatifs, voire prédictifs. Une perception organiciste de la nature, que l'on retrouvera ultérieurement dans la théorie Gaïa [Lovelock 2001] selon laquelle la Terre, à l'instar des organismes, autorégule sa chimie et sa température en vue de maintenir un état favorable à la vie de ses habitants. Il est souvent fait référence à Gaïa, soulignons-le, dans la littérature écologiste relevant de l'écologie politique. Pour l'écologie scientifique, on pensait qu'il serait ainsi plus facile de mettre en évidence les lois de fonctionnement des écosystèmes. Il apparaît que cet exercice s'est avéré délicat et qu'il n'y a pas en écologie de lois comparables à celles de la physique, comme l'a souligné J.H. Lawton [1999] et comme l'avait déjà, en son temps, écrit P.-P. Grassé [1966] pour la biologie. La contingence (la possibilité qu'une chose arrive ou n'arrive pas) a probablement joué un rôle important dans l'évolution [Gould 1989] et dans la mise en place des écosystèmes, ce qui ne cadre pas très bien avec l'idée de systèmes autorégulés.

## Le climax et l'équilibre de la nature

- 32 La notion de « climax » fut élaborée en 1916 par le botaniste américain F.E. Clements. Selon lui, les écosystèmes non perturbés par l'homme tendraient vers un état

d'équilibre, le climax, stade ultime et supposé idéal de leur évolution, dans lequel les ressources du milieu sont utilisées de manière optimale par les biocénoses en place :

Le cours de la nature ne vagabonde pas de-ci de-là sans but précis, mais se dirige fermement vers un état de stabilité qui peut être déterminé avec précision par la science [Clements cité par Worster 1998 : 23].

- 33 On retrouve ici le concept d'équilibre de la nature. La notion de climax a donné lieu à des débats passionnés au début du XX<sup>e</sup> siècle [Blandin 2009]. Elle est contestée à juste titre par de nombreux scientifiques qui considèrent qu'il s'agit d'un concept périmé, lié à une vision statique de l'équilibre de la nature. C.S. Holling [1992] a ainsi proposé une approche plus dynamique des successions écologiques. Mais l'idée de climax continue de figurer régulièrement dans les ouvrages d'écologie, en France et ailleurs. E.P. Odum [cité par Génot 2006] a pu affirmer que la théorie de successions de communautés végétales dont le climax est le point d'orgue a été aussi importante pour l'écologie que les lois de Mendel pour les débuts de la génétique. D. Worster estime, quant à lui, avec une pointe de nostalgie :

L'écologie du climax avait l'avantage de rappeler l'existence d'un monde idéal capable de servir de point de référence à la civilisation humaine [1998].

- 34 J.-M. Drouin [1991] reconnaît que le climax peut apparaître comme un état mythique, un équilibre improbable dont la conception relèverait de la nostalgie d'une nature inviolée. Il ajoute néanmoins que cette fiction théorique permet de construire un modèle intelligible de la réalité, auquel il suffit d'ajouter les « perturbations » pour retrouver les phénomènes observables. Il n'empêche que le concept de climax tend à faire perdurer l'idée que la nature sans l'homme, c'est beaucoup mieux.

- 35 Y. Gunnell qualifie le climax de « concept ébréché ». Il ajoute :

La tendance à transformer la nature en musée et à vouloir figer ses états est une erreur [... ] ; l'écologie reste complice d'une vision qui structure notre compréhension de la nature autour du concept d'équilibre, cette dernière n'étant peut-être pas le concept le plus performant pour y mener des actions de préservation, de conservation ou de restauration [2009 : 111].

- 36 La biologie de la conservation puise en partie sa légitimité scientifique dans la notion de climax : laissons la nature agir elle-même et elle aboutira inéluctablement à un équilibre harmonieux où chaque espèce aura trouvé sa niche écologique. Il n'y a qu'un tout petit pas à franchir pour en déduire que le climax est l'écosystème idéal à préserver des agressions de l'homme et des espèces qu'il pourrait introduire. Dans un système où chacun occupe sa place (sa niche écologique) et où toutes les ressources sont utilisées, toute nouvelle espèce introduite sera considérée comme un agresseur devant entrer nécessairement en compétition avec une autre espèce pour se procurer les ressources qui lui sont nécessaires. Dans un tel contexte intellectuel, quoi de surprenant à ce que les invasions biologiques soient perçues comme des manifestations contre nature. Une espèce introduite, « ça va à l'encontre de l'ordre de la nature : c'est pas naturel ».

- 37 Par ailleurs, les recherches rétrospectives et la paléontologie font clairement apparaître que la diversité du vivant est en réalité le produit du changement, ce qu'avait déjà suggéré Darwin plus de cent ans auparavant.

- 38 Bref, on s'inscrit désormais dans la perspective d'une dynamique évolutive, sans retour en arrière, en refusant en même temps l'idée que l'évolution réponde à un dessein. La contingence et le hasard deviennent les principaux acteurs de la dynamique des

communautés sur la durée [Gould 2006]. Dans ces conditions il devient anachronique de rechercher un ordre immuable de la nature, qui était le principe fondateur de l'écologie. Certes il demeure des évidences : à court terme, chaque espèce a des besoins spécifiques en matière d'environnement. Mais, à long terme, par les jeux combinés des hasards, de l'adaptation biologique et des modifications de l'environnement, les peuplements se modifient en permanence.

- 39 Le changement climatique que nous connaissons actuellement vient nous rappeler fort à propos que les écosystèmes ne sont en aucun cas des ensembles statiques. Et la paléontologie nous apprend aussi que la vie a été soumise à de grandes perturbations se traduisant par des variations impressionnantes de la biodiversité, où des grandes extinctions ont été suivies par de non moins grandes explosions de la biodiversité [Pavé *et al.* 2002]. Concrètement, les peuplements de poissons des fleuves et des lacs nord-européens qui étaient sous les glaces il y a 15000 ans sont le résultat de recolonisations qui se sont faites à partir de zones refuges méridionales (bassin du Danube, sud de l'Italie et de l'Espagne) et grâce aux capacités de migration des espèces [Lévêque 2008a ; Beisel et Lévêque 2010].
- 40 « Hasard » et « conjoncture », « nécessité » et « adaptation » sont actuellement les mots clés de la science écologique.

### Les écosystèmes sont-ils de nature déterministe ou aléatoire ?

- 41 Le débat sur la nature déterministe ou aléatoire des peuplements a été lancé au début du XX<sup>e</sup> siècle. Le botaniste américain H. Gleason [1926], s'insurgeant contre l'organicisme de F.E. Clements [1916], considérait que les communautés étaient de simples collections d'individus, rassemblés au hasard dans un même lieu. Dans les années 1970, le débat entre les tenants de ces deux conceptions se poursuit. D'une part, il y a ceux qui considèrent que les écosystèmes sont des collections aléatoires d'individus et de populations de diverses espèces qui trouvent, de manière opportuniste, des conditions d'existence suffisamment favorables pour qu'elles vivent et coexistent dans un milieu donné, à un moment donné (approche dite stochastique). D'autre part, il y a ceux qui estiment que les écosystèmes sont des entités structurées avec des interactions bien établies et contraignantes entre les espèces constituantes (approche déterministe).
- 42 Au-delà du discours théorique, il faut voir les implications pratiques. Si les systèmes sont déterministes, la disparition ou l'introduction d'espèces auront des conséquences importantes sur le fonctionnement des écosystèmes concernés. C'est ce que dit la théorie écologique classique, reprise par les conservationnistes, qui voient dans les introductions d'espèces une des causes principales de l'érosion de la biodiversité [Lévêque 2008b]. Si, au contraire, les écosystèmes sont des collections aléatoires d'individus et de populations d'espèces différentes, les modifications qui interviennent dans les peuplements peuvent être comprises comme un processus « normal » d'adaptation des communautés aux fluctuations de leur environnement. De plus, les processus stochastiques engendrés par les êtres vivants eux-mêmes jouent un rôle déterminant pour anticiper ces adaptations grâce aux variants qu'ils produisent [Pavé 2007a ; Lévêque 2008b]. On rejoint ainsi les réflexions qui ont été menées dans le domaine de la génétique, tant pour les mutations que pour la recombinaison et la

réparation, la transgénèse et les transpositions, la fécondation, la sélection et la dérive génétique [Pavé 2007b].

## Le retour feutré à une nature immuable : le bon état écologique ?

- 43 Le concept de « bon état écologique » des écosystèmes est un des derniers avatars introduits en 2000 dans la directive-cadre européenne sur l'eau, sans que les écologues ne s'en émeuvent dans un premier temps. Or, dans la directive-cadre, ce concept joue un rôle central. C'est sur la base d'une caractérisation de l'état écologique des eaux de surface que les gestionnaires évalueront si les efforts pour améliorer la qualité des eaux ont été fructueux, et décideront de pénalités éventuelles pour les mauvais élèves.
- 44 Toujours cette référence implicite à un ordre de la nature : s'il y a du bon, il y a aussi du mauvais. Le problème est que les scientifiques ont beaucoup de mal à définir et à caractériser ce « bon état ». Comment, alors, le rendre opérationnel auprès des gestionnaires autrement que par des affirmations qui relèvent de l'autosuggestion ? Empiriquement, on sait remodeler les écosystèmes, réduire la pollution et restaurer certains habitats. Autant d'activités anthropocentrées qui répondent à nos besoins de protection en matière de santé et d'alimentation, ainsi qu'à nos besoins d'activités ludiques ou de récréation. Mais on ne répond pas pour autant à la question : comment qualifier dans l'absolu le « bon état écologique » ?
- 45 Qui plus est, la mise en place d'une surveillance de l'état des systèmes aquatiques est basée sur l'utilisation d'indices biotiques, étalonnés par rapport à des « systèmes de référence ». Mais comment, une fois encore, définir ces systèmes de référence, supposés être des systèmes peu ou pas perturbés par l'homme ? On évite provisoirement cet écueil en choisissant des milieux peu anthropisés dont on suivra l'évolution en parallèle des écosystèmes sous surveillance. Mais la question n'est pas résolue pour autant.
- 46 Il n'est pas innocent de constater que, dans la caractérisation du « bon état écologique », la directive-cadre sur l'eau ignore les espèces introduites. Seules sont prises en compte les espèces autochtones, celles « de chez nous », comme le disent É. Rémy et C. Beck [2008]. Pourtant, ignorer le rôle que peut maintenant jouer la moule zébrée dans les écosystèmes aquatiques – pour ne citer qu'elle – relève de la caricature. Est-ce une position idéologique qui a conduit à la décision de ne pas prendre en compte les exotiques ? On pourrait le penser.
- 47 Il est aujourd'hui une voie qui pourrait permettre de progresser. Elle consisterait à ne pas se référer à un unique et hypothétique état d'équilibre (ce que suggère implicitement le vocable « bon état ») mais à se référer aux multiples états viables que peut connaître un écosystème. La multiplicité de ces états (et leur probabilité d'occurrence) dépend de la constitution et des contraintes auxquelles sont soumis les écosystèmes. Un corpus théorique (théories de la viabilité) permet d'appréhender les dynamiques, leurs déterminismes et leurs stochasticités. Pour un gestionnaire ou un opérateur, le « bon fonctionnement » serait alors l'ensemble des états qui permet le maintien de l'écosystème au prix d'un minimum d'interventions. À lui ensuite d'œuvrer et d'agir en fonction de ses impératifs culturels et de ses obligations sociales.

## Et le créationnisme ?

- 48 On ne peut passer sous silence le poids encore considérable de la pensée créationniste [Gould et Grimoult 2008]. Des sondages réalisés dans les universités du Proche-Orient et d'Amérique du Nord laissent perplexes. Un sondage de l'Institut Gallup réalisé aux États-Unis en novembre 2004 montre que 35 % des Américains pensent que l'homme s'est développé sur des millions d'années à partir de formes de vie moins avancées et que Dieu a guidé le processus ; 45 % affirment que Dieu a créé l'homme il y a moins de 10 000 ans à peu près tel qu'il est maintenant ; et seulement 13 % pensent que l'homme s'est développé sur des millions d'années à partir de formes de vie moins avancées, sans intervention de Dieu.
- 49 Les créationnistes livrent également bataille pour discréditer la théorie de l'évolution, notamment aux États-Unis. La question des origines se retrouve au cœur de nombreuses polémiques actuelles [Lecourt 2008]. L'enseignement de cette théorie est parfois remis en cause, y compris en Europe. Ainsi, en Italie, le 19 février 2004, le ministre de l'Enseignement et de la Recherche a déposé une proposition en vue de supprimer, des programmes des écoles secondaires, la théorie de l'évolution. Sous la pression d'une pétition ayant recueilli plus de 50 000 signatures en quelques jours, le ministre a fait marche arrière [Suzanne 2004]. De manière plus subtile, les adeptes du dessein intelligent essaient d'accréditer l'idée que ce n'est qu'une théorie parmi d'autres et que le créationnisme doit être enseigné dans les écoles au titre de théorie alternative [Lecourt 2008].
- 50 Bien entendu, la grande majorité des scientifiques récusent le fait d'être créationnistes. Pourtant, la collusion entre science, politique et religion a marqué l'histoire de certains pays comme les États-Unis. Consciemment ou non, les idéologies ont sans aucun doute imprégné la pensée scientifique. Ainsi, il n'est guère surprenant que la biologie des invasions, avec son discours alarmiste, soit justement devenue une branche majeure des recherches écologiques aux États-Unis et que maintes grandes ONG de protection de la nature aient leur siège aux États-Unis, où le fondamentalisme religieux est bien implanté [Lévêque 2008b].
- 51 Une piste de recherche consisterait à analyser le rôle qu'a pu jouer la pensée religieuse dans l'évolution des idées en écologie chez les scientifiques américains et parmi les mouvements de conservation de la nature. Quand on sait que la plupart des grandes ONG ont leur siège aux États-Unis [Aubertin ed. 2005], qu'elles y travaillent en liaison étroite avec des scientifiques et que c'est là que l'on rencontre le plus de tenants de la « *deep ecology* », on est en droit de s'interroger sur la nature du discours scientifique qui est ainsi produit.

## Une écologie soumise aux idéologies et au hasard

- 52 L'écologie scientifique met actuellement l'accent sur le rôle de la variabilité et de l'hétérogénéité dans la structuration des écosystèmes [Lévêque 2001]. Elle a montré précédemment que des systèmes écologiques pouvaient exister sous divers états. Il n'empêche que l'enseignement de l'écologie fait encore largement référence aux concepts « anciens » d'équilibre des écosystèmes et de compétition entre espèces, avec le climax comme point de mire.

- 53 Il suffit de parcourir les manuels d'écologie pour s'en convaincre. Même si l'équilibre de la nature n'existe pas, nous aimons croire qu'il en va ainsi. Il est vrai que c'est aussi une question d'échelle et que, sur de courtes périodes, on peut avoir l'impression qu'il existe un (des) équilibre(s). Il est vrai également que nos outils et nos moyens d'analyse statistique sont bien adaptés à la notion de stationnarité alors que nous sommes assez démunis sur le plan des outils et des concepts pour prendre en compte la variabilité et le hasard. Ce n'est pas une raison pour éviter l'obstacle, et l'écologie des écosystèmes et de la biodiversité devrait désormais s'inscrire dans une perspective historique où sa dynamique serait marquée par un mélange de phénomènes de nature déterministe et aléatoire. C'est ce que suggère G. Clément dans son *Éloge des vagabondes* [2002].
- 54 Le fait que le hasard joue un rôle dans l'organisation et la structuration des écosystèmes signifie-t-il pour autant que l'on puisse tout se permettre ? C'est bien la crainte de certains scientifiques qui, « pour la bonne cause », estiment qu'il est dangereux de lancer de telles idées qui peuvent être interprétées comme une porte ouverte au laisser-faire. Est-ce au scientifique de se censurer ?
- 55 S'appuyant sur le concept d'équilibre, longtemps enseigné par l'écologie scientifique, des groupes sociaux ont tenté, pour des raisons idéologiques, de réhabiliter le mythe du paradis perdu en jouant sur le sentiment de culpabilité : l'homme est le grand perturbateur de l'équilibre de la nature, ce qui met en danger son existence sur terre. On nous invite à assister à la sixième grande extinction, en précisant que celle-ci sera encore plus catastrophique que les précédentes parce que plus rapide. Effet d'annonce s'il en est, car il faudrait, pour le démontrer, que l'on soit capable d'estimer la rapidité de ces extinctions, ce qui est loin d'être le cas. Pour en sortir, on nous propose l'heuristique de la peur envisagée comme force mobilisatrice [Jonas 1990], qui reprend la vieille idée selon laquelle la peur est le commencement de la sagesse.
- 56 En fonction de cette utopie d'un état idéal de la nature qui prévalait avant que l'homme ne bouscule les quilles, certains nous invitent à revenir à un état antérieur supposé « plus naturel », en restaurant les écosystèmes dégradés. Et cet état est, bien entendu, dépourvu d'espèces exotiques, considérées comme allant à l'encontre de l'ordre établi. Mais, dans le monde réel, il n'y a pas de retour sur image car les espèces naturalisées sont difficiles à éradiquer. Par ailleurs, les changements climatiques et les transformations des habitats favorisent l'arrivée de nouveaux immigrants. En matière de restauration, les conditions du passé ne peuvent donc être érigées en objectif à atteindre. La véritable question est de savoir, dans une démarche prospective, ce que nous voulons faire des écosystèmes que nous utilisons pour nos activités productives, et ce que nous voulons faire de la biodiversité qu'ils hébergent. « Quelles natures voulons-nous ? » [Lévêque et van der Leuw 2003]
- 57 L'écologie ne constitue évidemment pas une science monolithique. À l'image d'autres sciences, on y trouve des « écoles », voire des « courants ». On peut donc s'interroger sur les raisons qui ont conduit certains scientifiques à se mobiliser contre les espèces introduites.
- 58 Pour cela, il faut rappeler que l'étude des invasions biologiques prit réellement son essor sous l'impulsion de C.S. Elton, un des fondateurs de l'écologie, qui s'y intéressa dès les années 1930. Son livre, *The Ecology of Invasions by Animals and Plants* [1958], est le premier ouvrage scientifique d'envergure traitant explicitement des invasions biologiques. Il est très engagé idéologiquement puisque C.S. Elton attire d'emblée l'attention sur les dommages importants que les espèces exotiques causent aux

écosystèmes, à la santé humaine et aux activités économiques. L'auteur a largement contribué à diffuser l'idée que les introductions d'espèces comportent des risques et devraient être proscrites. Il a été suivi dans cette voie par des scientifiques de plus en plus nombreux à s'intéresser au phénomène.

- 59 Il est évident que le discours alarmiste et la psychose créée autour des espèces invasives sont de bons leviers pour accéder aux médias, dans un jeu de concurrence entre disciplines. Nous avons vu également que certains concepts écologiques prédisposaient à considérer les espèces invasives comme perturbatrices. Il est intéressant de souligner, comme le fait M. Sagoff [1999], que C.S. Elton a, dans son chapitre de conclusion portant sur les raisons de lutter contre les espèces exotiques, mis en avant des arguments de nature religieuse. Il cite notamment ce passage d'Esaie 15 :

Malheur à ceux qui ajoutent maison à maison, et qui joignent champ à champ,  
jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'espace, et qu'ils habitent seuls au milieu du pays !  
[1958 : 155]

- 60 Si la stigmatisation des espèces invasives par référence aux immigrés et le discours sécuritaire et alarmiste sur l'avenir de la planète relèvent du discours médiatique, encouragé par des groupes de pression, ce n'est pas celui tenu par tous les scientifiques et tous les citoyens. Dans le monde réel, nombre d'espèces introduites (la carpe), voire invasives (le mimosa), ont été bien intégrées et ont même acquis le statut d'espèces patrimoniales. Les citoyens sont par ailleurs demandeurs d'espèces nouvelles pour leur plaisir ou pour leur confort. Quant aux écologistes, ils restent divisés, parfois pour des raisons idéologiques, parfois parce que le changement de paradigme nécessite des réajustements méthodologiques difficiles.
- 61 Contrairement à la présomption qui conduit à figer ou interdire, la sagesse serait d'assumer collectivement, et dans la cohérence, l'acquisition de connaissances fondées sur des paradigmes constamment renouvelés par la recherche et portant sur des écosystèmes perpétuellement renouvelés, eux aussi, par le hasard, l'adaptation et l'évolution. Cette attitude peut donner au citoyen des outils lui permettant de prendre du recul par rapport aux pressions idéologiques et sociales qu'il subit. Certes, rien ne lui garantit que toutes ses attentes seront satisfaites, mais explorer le champ des possibles est une manière de préparer l'avenir.

---

## BIBLIOGRAPHIE

**Aubertin, C. ed.** — 2005, *Représenter la nature ? ONG et biodiversité*. Paris, IRD Éditions.

**Beisel, J.-N. et C. Lévêque** — 2010, *Introductions d'espèces et invasions biologiques dans les systèmes aquatiques*. Versailles, Éditions Quae.

**Blandin, P.** — 2009, *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité*. Versailles, Éditions Quae.

- Claeys-Mekdade, C.** — 2005, « A Sociological Analyse of Biological Invasions in Mediterranean France », in *Invasive Plants in Mediterranean Type Regions of the World. Proceedings of the Workshop of Mèze (France), 25-27 May*. Council of Europe, Environmental Encounters Series 59 : 209-220.
- Clément, G.** — 2002, *Eloge des vagabondes*. Paris, Nil Éditions.
- Clements, F.E.** — 1916, *Plant Succession. An Analysis of the Development of Vegetation*. Washington, Carnegie Institution of Washington. — 1936, « Nature and Structure of the Climax », *J. Ecol.* 24 : 252-284.
- Cury, P. et Y. Miserey** — 2008, *Une mer sans poissons*. Paris, Calmann-Lévy.
- Dalla Bernardina, S.** — 2003, « Algues tueuses et autres fléaux. Pour une anthropologie de l'imaginaire écologique en milieu marin : le cas de *Caulerpa taxi-fovia* », in *Côtes et estuaires. Actes du 124<sup>e</sup> Congrès national des sociétés historiques et scientifiques (Nantes, 1999)*. Paris, CTHS : 149-171.
- di Castri, F.** — 1990, « On Invading Species and Invaded Ecosystems. The Interplay of Ecological Chance and Biological Necessity », in F. di Castri, A.J. Hansen et M. Debusche eds., *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. Monographiae Biologicae. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Drouin, J.-M.** — 1991, « Un équilibre controversé. Contribution à l'histoire du concept de climax », in J. Theys ed., *Environnement, science et politique*. Paris, Germes: 109-122.
- Elton, C.S.** — 1958, *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. Londres, Methuen.
- Génot, J.-C.** — 2006, « Vers un changement climatique ? », *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA* 53 : 129-132.
- Gleason, H.** — 1926, « The Individualistic Concept of the Plant Association », *Bulletin of Torrey Botanical Club* 53 : 7-26.
- Gould, S.-J.** — 1989, *La vie est belle*. Paris, Le Seuil (« Points »). — 2006, *Structure de la théorie de l'évolution*. Paris, Gallimard.
- Gould, S.-J. et C. Grimoult** — 2008, *Mon père n'est pas un singe*. Paris, Ellipse.
- Grassé, P.-P. ed.** — 1966, *Biologie générale*. Paris, Masson.
- Gunnell, Y.** — 2009, *Ecologie et société*. Paris, Armand Colin.
- Holling, C.S.** — 1992, « Cross-Scale Morphology, Geometry, and Dynamics of Ecosystems », *Ecological Monographs* 62 (4) : 447-502.
- Jonas, H.** — 1990, *Le principe responsabilité*. Paris, Les Éditions du Cerf.
- Lawton, J.H.** — 1999, « Are There General Laws in Ecology ? », *Oikos* 84 (2) : 177-192.
- Lecourt, D.** — 2008, « Les dessous du dessein intelligent », *Les Dossiers de la Recherche* 33 : 84-87.
- Leprieur, F., O. Beauchard, S. Blanchet, T. Oberdorff et S. Brosse** — 2008, « Fish Invasions in the World's River System. When Natural Processes Are Blurred by Human Activities ». *PLoS Biology* 6 (2), e28. Consultable sur <http://www.plosbiology.org/article/info:doi/10.1371/journal.pbio.0060028>
- Lévêque, C.** — 2001, *Ecologie. De l'écosystème à la biosphère*. Paris, Dunod. — 2008a, *Faut-il avoir peur des introductions d'espèces ? Les petites pommes du savoir*. Paris, Éditions Le Pommier. — 2008b, *La biodiversité au quotidien. Le développement durable dans un monde schizophrène*. Versailles, Éditions Quae.
- Lévêque, C. et D. Paugy** — 2006, « Le paradoxe de Darwin », *La Recherche* 402 : 48-51.

- Lévêque, C. et S. van der Leuw** — 2003, *Quelles natures voulons-nous ? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement*. Paris, Elsevier.
- Lindeman, R.** — 1942, « The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology », *Ecology* 23 : 399-418.
- Linné, C. von** — 1972 (1749), *Economie de la nature*. Paris, Vrin (« Histoire des sciences. Textes et études »). **Lovelock, J.** — 2001, *Gaia. Une médecine pour la planète*. Paris, Sang de la terre.
- Odum, E.P.** — 1953, *Fundamentals of Ecology*. Philadelphie, W.B. Saunders.
- Odum, H.T.** — 1983, *Systems Ecology: An Introduction*. New York, Wiley.
- Patten, M.A. et R.A. Erickson** — 2001, « Conservation Value and Rankings of Exotic Species », *Conservation Biology* 15 : 817-818.
- Pavé, A.** — 2007a, *La nécessité du hasard. Vers une théorie synthétique de la biodiversité*. Les Ullis, EDP Sciences. — 2007b, « Necessity of Chance : Biological Roulettes and Biodiversity », *CR-Biologies* 330 (3) : 189-198.
- Pavé, A., J.-C. Hervé et C. Schmidt-Lainé** — 2002, « Mass Extinctions, Biodiversity Explosions and Ecological Niches », *CR-Biologies* 325 (7) : 755-765.
- Peltre, M.-C., A. Dutartre, M.-H. Barrat-Segretain et S. Dandelot** — 2008, « Biologie des macrophytes à potentiel proliférant », *Ingenieries (Plantes aquatiques d'eau douce : biologie, écologie et gestion)* : 109-123.
- Rémy, É. et C. Beck** — 2008, « Allochtone, autochtone, invasif: catégorisations animales et perception d'autrui », *Politix* 82 (2) : 193-210.
- Sagoff, M.** — 1999, « What's Wrong with Exotic Species ? », *Rep. Inst. Philos. Public Policy* 19 : 1623.
- Sax, D.F. et al.** — 2005, *Species Invasions : Insights into Ecology, Evolution and Biogeography*. Sunderland, Sinauer.
- Shea, K. et P. Chesson** — 2002, « Community Ecology Theory as a Framework for Biological Invasions », *Trends in Ecology and Evolution* 17 : 170-176.
- Simberloff, D.** — 1981, « Community Effects of Introduced Species », in T.H. Nitecki ed., *Biotic Crisis in Ecological and Evolutionary Time*. New York, Academic Press : 53-81. — 2006, « Invasional Meltdown Six Years Later : Important Phenomenon, Unfortunate Metaphor, or Both ? », *Ecology Letters* 9: 912-919.
- Susanne, C.** — 2004, « L'enseignement de la biologie et l'évolution (humaine) en péril ? », *Antropo* 8: 1-31.
- Tansley, A.G.** — 1935, « The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms », *Ecology* 16 (3) : 284-307.
- Theodoropoulos, D.I.** — 2003, *Invasion Biology. Critique of a Pseudoscience*. Blythe, Avvar Books.
- Thomas, K.** — 1985, *Dans le jardin de la nature. La mutation des sensibilités en Angleterre à l'époque moderne, 1500-1800*. Paris, Gallimard.
- Trudgill, S.** — 2008, « A Requiem for the British Flora ? Emotional Biogeographies and Environmental Change », *Area* 40 (1) : 99-107.
- Vitousek, P.M.** — 1986, « Biological Invasions and Ecosystem Properties : Can Species Make a Difference ? », in H.A. Mooney et J.A. Drake eds., *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii*. New York, Springer-Verlag: 163-178.

**Warren, C.R.** — 2007, « Perspectives on the “Alien” versus “Native” Species Debate : A Critique of Concepts, Language and Practice », *Progress in Human Geography* 31 (4) : 427-446.

**Wiener, N.** — 1948, *Cybernetics or Control and Communication in ther Animal and the Machine*. Paris, Hermann & Cie.

**Worster, D.** — 1998, *Les pionniers de l'écologie*. Paris, Sang de la terre.

## NOTES

Voir le site web de Noe Conservation : [http://www.noiconservation.org/imgs/bibliotheque\\_fichier/0705181\\_43852\\_campagne-biodiversit.pdf](http://www.noiconservation.org/imgs/bibliotheque_fichier/0705181_43852_campagne-biodiversit.pdf)

Voir [http://www.onf.fr/guadeloupe/onf\\_guadeloupe/onf/connaitre/environnement/20080305-161525-793646/@@index.html](http://www.onf.fr/guadeloupe/onf_guadeloupe/onf/connaitre/environnement/20080305-161525-793646/@@index.html)

Voir <http://www.pleinsud.u-psud.fr/2009/05/les-invasions-biologiques/>

Cette même cybernétique, inventée par N. Wiener [1948] et fondée sur les analogies entre organismes et machines, s'inspire largement de la physiologie et de la neurophysiologie. L'idée de la nature comme superorganisme n'est pas loin.

Voir « Almost Half of Americans Believe God Created Humans 10 000 Years Ago ».

## RÉSUMÉS

### Résumé

Nombre d'écologues tiennent le même discours alarmiste que les ONG de protection de la nature vis-à-vis des espèces introduites. Cet article rappelle que la science écologique, qui s'est développée autour des concepts d'« équilibre » et de « stabilité » des écosystèmes, a contribué à maintenir une vision statique de la nature. Elle reste encore imprégnée de cette idéologie d'essence créationniste, et n'a pas encore intégré le rôle du hasard et de la variabilité de l'environnement dans la mise en place des faunes et des flores.

### Abstract

Many environmentalists are as alarmist as the NGOs that seek to protect nature from introduced species. Having developed around the concepts of the “equilibrium” and “stability” of ecosystems, the science of ecology has reinforced a static view of nature. Still imbued with a creationistic ideology, it has not yet taken into account the role of hazard and variability on the introduction of plant- and wildlife in an environment.

## INDEX

**Mots-clés** : écologie, créationnisme, équilibre de la nature, climax, hasard, bon état écologique

**Keywords** : creationism, ecology, hazard, steady state, good ecological state, climax