

## **Environnement, écosystèmes et échelles**

---

Alors que l'histoire des sociétés, des cultures et des langues a chargé nombre de mots de significations ambiguës, toute démarche scientifique exige un vocabulaire précisément défini. La diversité sémantique et la complexité conceptuelle de certains termes, tels ceux d'« environnement », de « système » et d'« échelle » qui sont au cœur des thèmes abordés dans ce livre, exigent une clarification préalable.

### **I. Environnement et systèmes**

#### **A. L'environnement, un mot fourre-tout ?**

On pourrait le penser tellement ce mot « environnement » est diversement utilisé aujourd'hui. C'est un terme plastique, c'est-à-dire « *repris par la langue des technocrates dans un sens si extensif qu'il ne signifie plus rien, sinon ce que veut lui faire dire le locuteur qui l'emploie* » (Pörsken, 1989).

Au-delà d'expressions couramment utilisées (ce qui est sans doute le meilleur gage de succès populaire) comme « faire de » ou « agir sur » l'environnement, donner un statut sémantique au mot « environnement » reste chose délicate comme le montre le foisonnement des définitions (encadré 1). Gabriel Rougerie (2000) en propose une, négative : l'environnement est une notion indéterminée « *qui n'est que l'addition d'éléments divers, sans cohérence nécessaire, en un espace plus ou moins délimité* » à la différence de l'expression « cadre de vie » dont la définition est proche de celle de la niche écologique, mais à un degré plus important d'intégration impliquant l'être humain et ses sociétés. Cette imprécision impose une qualification au plan spatial (environnements global, local, régional) comme au plan thématique (environnements naturel, rural, urbain, montagnard...), témoignant du fait que l'environnement n'a pas de valeur scientifique.

Seule, en effet, l'écologie est une science, définie par son objet, l'écosystème, et une méthode expérimentale aux résultats réitérables. Si elle intègre aujourd'hui l'homme comme partie totalement prenante des écosystèmes, sa pratique originelle s'intéressait à tous les êtres vivants sauf lui ; une explication

est que cette science, née dans une culture judéo-chrétienne où l'homme fut chassé du paradis terrestre parce qu'il s'était approprié la nature à des fins autres que celles voulues par le créateur (sur ce point, les débats contradictoires sont nombreux d'un point de vue tant théologique que culturel, Bastaire, 2005, Stenger, 2005), ne pouvait à son origine considérer l'homme comme un élément des écosystèmes. Depuis, les recherches ont progressivement décrit et démontré la contribution de l'espèce *Homo sapiens* au fonctionnement des écosystèmes naturels : l'homme, ainsi culturellement réintégré dans son milieu, s'est vu placé au même rang que les autres espèces animales et végétales. Mais une culture qui place l'homme au centre du monde (ainsi Teilhard de Chardin et sa Noosphère) ne peut le remettre à sa place naturelle en le rabaisant au rang des êtres vivants non humains, et ce d'autant moins que son action sur la nature est particulièrement forte. Dans son acception moderne, le concept d'environnement réalise une synthèse entre ces positions culturelles ; il peut dès lors être facilement vulgarisé, offrant à l'écologie une véritable appropriation populaire. Celle-ci se fait à l'échelle de la planète, grâce à la rapidité de circulation des savoirs et réflexions. Cela aboutit à la coexistence de philosophies diverses, qui vont de l'exclusion complète de l'homme (hypothèse Gaïa de Lovelock, 1999) à son intégration totale aux écosystèmes (théorie du développement durable).

---

### **ENCADRÉ 1. ENVIRONNEMENT, ÉCOLOGIE, SYSTÈME : QUELQUES DÉFINITIONS**

#### **Environnement**

- « Ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines. » (Robert, 1986)
- « Ensemble des éléments naturels et artificiels au sein duquel se déroule la vie humaine. Avec les enjeux écologiques actuels, le terme environnement tend actuellement à prendre une dimension de plus en plus mondiale. » (www.techno-science.net, 2008)
- « Milieu naturel, mais aussi milieu concret construit par l'homme. » (George et Verger, 2004)
- « Ensemble, à un moment donné, des agents physiques, chimiques, biologiques et des facteurs sociaux susceptibles d'avoir un effet sur les êtres vivants et les activités humaines. » (Fischesser et Dupuis-Tate, 1996)
- « Le succès du mot "environnement" est une indication précieuse sur la perception que l'homme a de son insertion écologique. L'environnement est en effet ce qui entoure l'homme, ce qui lui est périphérique, aux confins, par opposition au "central", à l'essentiel. » (Frontier et Pichod-Vialle, 1998)
- « Combinaisons des éléments naturels (biologiques, physiques, chimiques...) et socio-économiques qui constituent le cadre et les conditions de vie d'un être vivant, d'une population, d'une communauté. » (Da Lage et Métaillé, 2000)

- « Désigne tout ce qui entoure une entité spatiale abiotique ou vivante. Depuis la fin des années 1960, le terme a pris une acception plus spécifique et désigne la composante écologique du cadre de vie de l'homme. » (Ramade, 2002)

### Écologie

- « Par *Öcologie* nous entendons la totalité de la science des relations de l'organisme avec l'environnement, comprenant, au sens large, toutes les "conditions d'existence". » (Haeckel, 1866)
- « [...] l'écologie est la science qui étudie les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toutes natures qui existent entre ces êtres vivants et leur milieu. » (Dajoz, 1971)
- « [...] les êtres vivants étant étroitement intégrés à leur "environnement", l'écologie est la science des systèmes biologiques fonctionnels complexes appelés écosystèmes; elle comporte aussi l'étude des rapports des êtres vivants entre eux. » (Duvigneaud, 1974)
- « L'écologie est une discipline scientifique, rattachée à la biologie, parfois à la géographie. » (Drouin, 1991)
- « De toutes les sciences, l'écologie est la seule à être descendue dans la rue. [...] aujourd'hui assimilée à un militantisme culturel et politique qui privilégie la protection de la nature [...]. La vulgarisation de l'écologie est telle que les spécialistes scientifiques qui étudient les rapports entre le vivant et son milieu éprouvent le besoin de se distinguer des écologistes [...] en s'auto-désignant comme écologues. » (Philippot-Gasc, 1996)
- « [...] signifie étymologiquement "science de l'habitat". Selon la définition même qu'en donnait Haeckel [1860] ce terme désigne la science globale dont l'objet est l'étude des interrelations des êtres vivants avec leur environnement. » (Ramade, *ibid.*)

### Cadre de vie

Notion rapprochée de celle de niche écologique, à un degré plus important d'intégration, en ce qui concerne l'être humain et ses sociétés.

Cette expression a connu un grand succès au cours des années 1960-1970, en rapport avec les politiques d'aménagement du territoire. À ce titre, sa vulgarisation a communément conduit à l'utiliser comme synonyme d'environnement. Cet usage est abusif : l'environnement consiste en des éléments qui ne présentent pas forcément de cohérence entre eux ni de liens avec le sujet qu'ils entourent, alors que le statut de cadre de vie repose précisément sur ceux-ci, d'ordre matériel, culturel et affectif (Da Lage et Métaillé, 2000).

### Écosystème

« [...] l'ensemble formé par une association ou communauté d'êtres vivants (la biocénose) et son environnement géologique, pédologique et atmosphérique (le biotope). Les éléments constituant un écosystème développent un réseau d'interdépendances permettant le maintien et le développement de la vie; interaction entre les facteurs biotiques et abiotiques. » (Wikipédia, 22.6.2008)

« Ensemble constitué d'une biocénose (avec ses relations internes), de son biotope et de leurs interrelations et interactions. » (Da Lage et Métaillé, *ibid.*)

### **Géosystème**

C'est un « modèle d'organisation de systèmes spatio-temporels, reposant sur une interconnexion par échange de matière et d'énergie entre substrat, sol, eau, masses d'air et communautés d'êtres vivants, homme y compris » (Da Lage et Métaillé, *ibid.*), dont les dominantes concernent l'organisation d'ensemble du complexe géographique local et sa dynamique.

---

## **B. Les échelles de l'environnement**

L'expression, devenue classique, « penser global pour agir local » (ou sa réciproque) pose clairement le problème des échelles d'analyses et d'actions. Il serait simplificateur d'affirmer que les unes commandent les autres tant les échelles s'emboîtent : en géographie, comme en écologie ou en physique, « l'échelle crée le phénomène » (Godron, 1984).

### **1. Échelles spatiales**

À la petite échelle du globe, l'enveloppe qui abrite la vie et les sociétés – la biosphère – combine les multiples composants des atmosphère, lithosphère, hydrosphère, cryosphère, toutes sphères organisées en une structure fonctionnelle. Une végétation s'implante là où il pleut au moins 150 mm par an; elle le fait de façon permanente à partir de 400 mm; une forêt exige au moins 550 mm pour croître. À l'échelle de la centaine de kilomètres, le macro-climat détermine le type de formations végétales qui peut s'installer. À celle du kilomètre, les unités de relief diversifient les milieux, nuancant les expositions en une large palette de méso-climats de versants. En montagne, aux adrets (ou soulanes), versants secs et chauds tournés vers le sud, s'opposent les ubacs (ou ombrées), plus humides et plus froids, exposés au nord. Dans les régions de plaines et de bas plateaux, cette diversité est toute de nuances. Ainsi, sur les coteaux calcaires de la vallée de la Seine en aval de Paris (Bournérias *et al.*, 2001), les pelouses des stations les plus sèches des hauts de pentes raides de versant sud portent une végétation calcicole riche d'espèces thermophiles à caractère méditerranéen, comme l'Astragale de Montpellier, et certaines, des Orchidées. Les pentes des versants nord portent au contraire des prairies mésophiles, de milieu frais, aux espèces de la flore régionale dominante.

À une échelle très fine enfin, l'aire de répartition planétaire de certaines espèces végétales comme animales est parfois tellement réduite que la dénomination d'espèces endémiques leur a été donnée; les espèces cavernicoles, dont beaucoup n'ont été observées que dans une seule cavité, en sont l'illustration.

À ces conditions macro- et micro-climatiques déterminant une diversité spatiale, se surimposent des variations diachroniques qui orientent la dynamique endogène des groupements végétaux accompagnés des peuplements animaux. De ce fait, à un instant « t », les groupements végétaux et peuplements animaux associés, observés résultent d'une longue, graduelle et incessante évolution, qui pose la question de la temporalité des échelles.

## 2. Échelles temporelles

L'environnement européen actuel s'inscrit dans au moins trois échelles temporelles emboîtées : la séquence décennale d'un réchauffement climatique, celle décamillénaire de l'holocène, qui vit le climat périglaciaire devenir tempéré, le niveau de base marin remonter d'une centaine de mètres jusqu'au zéro actuel, l'alluvionnement combler les vallées, les versants steppiques se couvrir de forêts, et celle des 100 000 ans de la période froide dite du Würm (chapitre 1.II.A). Avec la sédentarisation, dynamiques spontanées et sociétés humaines interfèrent fortement. Défrichement, mises en culture ou en pâture, abandons et enrichissements se succédèrent dans la préhistoire puis dans l'histoire (Higounet, 1990).

La distinction des échelles temporelles est primordiale pour comprendre les fonctionnements de la biosphère et les enjeux pour l'environnement. À l'échelle du million d'années qui mesure le temps avant l'action de l'homme se surimpose celle du millier d'années pour le temps des sociétés agissant sur leur milieu, celle de la décennie pour celui des individus, voire plus courte pour nombre d'espèces vivantes. L'écohistoire, entre autres disciplines (Delort et Walter, 2001), s'emploie à défricher ce fructueux domaine des temporalités, inscrit dans le calendrier des « étapes de l'anthropisation » (Demangeot, 2000) et marqué, entre autres champs de recherches, par les interrogations renouvelées sur la pérennité et les fluctuations des paysages ruraux (Moriceau, 2002). Ainsi l'analyse fine de la température terrestre montre-t-elle une superposition complexe de cycles circadiens, mensuels, annuels, pluriannuels... qui, par delà les changements climatiques à l'échelle du milliard d'années (tableau 1), complique considérablement le repérage des grandes tendances évolutives (il faut toutefois admettre les compétences astronomiques de nos lointains ancêtres, dont plusieurs rites étaient liés aux rythmes des mouvements des étoiles). Les exemples à retenir pour illustrer de tels emboîtements d'échelles doivent être judicieusement sélectionnés.

De ce point de vue, les sites fossilisés livrent plus souvent des informations sur des suites d'instantanés que sur de réelles successions d'événements en interactions. Ainsi les traces de pas de dinosaures de l'ère secondaire figées durablement dans des sédiments consolidés informent-elles sur la situation de

l'époque mais pas sur ce qui s'est passé entre-temps aux endroits concernés (Buffetaut, 1995). De même, de nombreuses cavités naturelles utilisées par les hommes dès le paléolithique, abandonnées pendant des millénaires avant leurs redécouvertes par les paléontologues modernes, situent-elles des moments temporellement éloignés les uns des autres (encadré 2); le fait qu'elles ont évolué hors d'une influence anthropique en font des environnements fossilisés et non intégrateurs d'une histoire humaine plus récente. Mais ces cavités sont des écosystèmes analysables comme tels; leurs biocénoses résultent d'une longue évolution, avec la particularité par rapport aux autres êtres vivants que leur environnement est resté relativement constant.

---

### ENCADRÉ 2. L'EXEMPLE DE LA GROTTÉ DE LASCAUX

La grotte de Lascaux fut découverte en septembre 1940 sur la rive gauche de la basse vallée de la Vézère au sud-est du village de Montignac. Dans les environnements froids du Würm récent, la caverne offrit abri et habitat aux hommes, en particulier aux Magdaléniens du paléolithique supérieur, auteurs des peintures durant la phase dite de « l'interstade de Lascaux » (15 200 à 14 150 av. J.-C. environ) (Renault-Miskovsky, 1986). Après un isolement de plusieurs millénaires, l'usage recouvré changea de nature : l'abri est devenu un lieu d'études scientifiques. L'étude scientifique fournit au public des informations sur ses ancêtres; l'ouverture à la visite en 1948 rétablit les échanges entre le milieu cavernicole (intérieur) et son environnement (extérieur) bien modifiés. Le nouveau microclimat souterrain induit par ces changements (excès de gaz carbonique exhalé par les visiteurs, 1 200 par jour en 1955) ne convenait plus aux peintures murales, dont la dégradation accélérée entraîna la fermeture du site en 1963. Suivit alors une période autoritaire de protection intégrale des œuvres, durant laquelle le spectacle ne fut plus offert qu'à quelques rares bénéficiaires. La construction d'un fac-similé de la grotte (ouvert en 1983, plus de 270 000 visiteurs en 1998) fut un clonage de l'œuvre d'art, un pastiche moderne dans un environnement lui aussi artificialisé. La grotte de Lascaux illustre une nouvelle complexité de l'espace-temps des sociétés.

---

Ces exemples montrent qu'on est en présence d'écosystèmes, ensembles dynamiques d'un complexe d'éléments en interactions, occupant continûment place et temps (cf. 1.1.C.1). On est aussi confronté, à l'intersection des emboîtements des échelles spatiales et phénoménologiques, à un glissement du notionnel (connaissance élémentaire, intuitive) au conceptuel (représentation mentale générale et abstraite d'un objet).

### **C. Le concept de système**

Quels que soient les exemples étudiés, il convient d'appréhender le concept de système du point de vue tant structurel que fonctionnel. L'état comme le fonctionnement d'un cours d'eau, par exemple, ne peuvent être compris que dans une approche systémique; par les rapports fonctionnels entre les lits mineur et majeur et les variations saisonnières ou pluriannuelles de leurs débits liquides et solides, les cours d'eau illustrent clairement l'intrication des processus et des échelles. Ce qui se passe (écoulement, ablation, transport, dépôt...) en un endroit donné du tracé longitudinal comme du profil transversal dépend toujours étroitement des événements amont, souvent de ceux aval, présents comme passés (Bravard, 2000; chapitre 1.I.C.1).

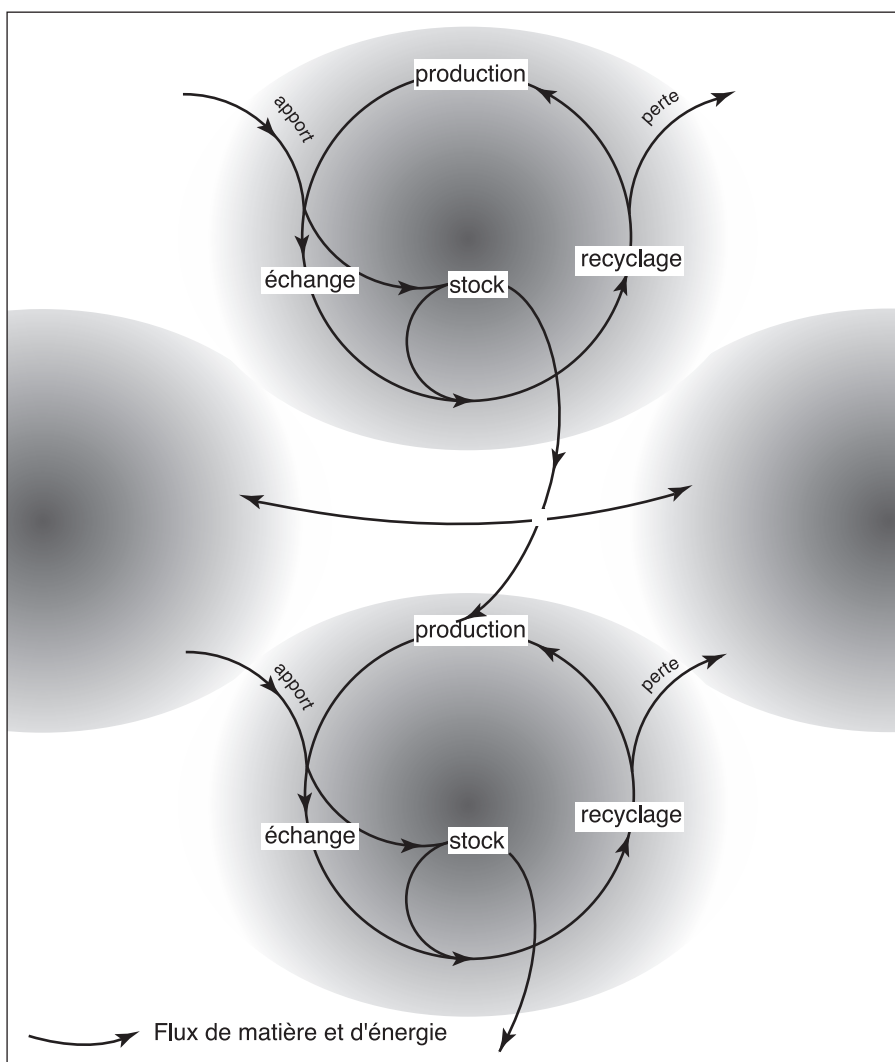
Les définitions du concept de système retiennent trois mots clés, élément, interaction et dynamique. Gabriel Rougerie (1991) analyse l'approche systémique ainsi : « *A quelque niveau scalaire auquel se situe l'intérêt, [...] le système est constitué par un complexe d'éléments et d'interactions qui participent d'une dynamique commune. Éléments, interactions et dynamique relèvent des trois types d'organisation : le potentiel écologique, fait de la combinaison des données physico-chimiques du contexte abiotique; l'exploitation biologique, exprimant les communautés vivantes liées à ce dernier, comme les écosystèmes; l'utilisation anthropique qui correspond aux impacts des activités humaines sur les combinaisons des facteurs biotiques et abiotiques.* »

L'étude de tout système passe par l'analyse de son organisation structurale et par la compréhension de son fonctionnement.

- L'aspect structural oblige d'abord à cerner les limites qui séparent le système de son environnement, exercice parfois difficile car les marges en sont d'étendue variable, voire floues parce que progressives. Puis il convient d'en recenser les composantes et de les grouper en catégories éventuellement hiérarchisées. Ensuite, d'identifier les réservoirs qui assurent la régulation du système (pénuries, surcharges...) et les réseaux par lesquels éléments et réservoirs échangent matière, énergie ou informations.
- L'aspect fonctionnel du système oblige à étudier les flux circulant, les vannes qui contrôlent les débits correspondants, les délais d'amplification ou d'inhibition des phénomènes, enfin les boucles dites de rétroaction qui en assurent le contrôle.

À toute échelle, le fonctionnement des systèmes combine « *les effets des réservoirs, des délais, des vannes et des flux* » (Rosnay, 1977) (figure 1); quand ces derniers sont des rétroactions, ils constituent des boucles de régulation. Dans une telle boucle, les éléments sortants peuvent revenir dans le système et (ou) le compartiment sous une autre forme, constituant alors de nouvelles

données. Si ces nouvelles entrées « contribuent à faciliter et à accélérer la transformation dans le même sens, on est en présence d'une boucle positive (positive feed-back) : ses effets sont cumulatifs » (id., *ibid.*). Elles conduisent soit à l'expansion, soit au blocage, soit à la mort du système. Inversement, « dans une boucle négative (negative feed-back), toute variation vers le plus entraîne une correction vers le moins et inversement. Il y a régulation : le système oscille autour d'un point d'équilibre qu'il n'atteint jamais » (id., *ibid.*).



Conception : M.H., J.-P. A., G. B.

Figure 1. Schématisation du concept de système