



Écologie:

Écologie: L'écologie, aussi connue sous les noms de bio écologie, bionomie ou science de l'environnement ou environnementale, est la science qui étudie les êtres vivants dans leur milieu et les interactions entre eux. Le terme écologie vient du grec oikos (maison, habitat) et logos (science) : c'est la science de la maison, de l'habitat. Il fut inventé en 1866 par Ernst Haeckel, biologiste allemand pro-darwiniste. Dans son ouvrage Morphologie générale des organismes, il désignait par ce terme « la science des relations des organismes avec le monde environnant, c'est-à-dire, dans un sens large, la science des conditions d'existence »<sup>1</sup>. Une définition généralement admise, particulièrement utilisée en écologie humaine, consiste à définir l'écologie comme étant le rapport triangulaire entre les individus d'une espèce, l'activité organisée de cette espèce et l'environnement de cette activité. L'environnement est à la fois le produit et la condition de cette activité, et donc de la survie de l'espèce. Un écologue (qu'il soit chercheur ou ingénieur écologue) est un spécialiste de l'écologie. Ce terme ne doit pas être confondu avec la dénomination écologiste. Définition Histoire de l'écologie L'acception générale (dite « large ») fait de l'écologie un domaine de réflexion très vaste, puisque par biotique il faut entendre la totalité du monde vivant (les animaux, les plantes, les Micro-organismes, mais pouvant aussi inclure les autres individus, la société, etc.) et par abiotique il faut entendre tout ce qui n'est pas vivant (les objets, la technologie, la connaissance, etc.). Dans le champ scientifique le terme « écologie » désigne la science qui se donne pour objet les relations

des êtres vivants (animaux, végétaux, micro-organismes, etc.) avec leur habitat et l'environnement, ainsi qu'avec les autres êtres vivants<sup>2</sup>. Il convient de bien distinguer l'écologie de l'écologisme qui correspond aussi à l'écologie politique qui est donc un domaine qui utilise les résultats de l'écologie « scientifique » dans le domaine de la gestion de la société. Une autre définition proche est l'étude scientifique des interactions qui déterminent la distribution et l'abondance des organismes vivants. Ainsi, en science, l'écologie est souvent classée dans le champ de la biologie. Cette science étudie deux grands ensembles : celui des êtres vivants (biocénose) et le milieu physique (biotope), le tout formant l'écosystème (mot inventé par Tansley). On peut noter que le terme écosystème n'est que la contraction de l'expression système écologique : cette formulation est peu employée ; elle renvoie pourtant à la théorie des systèmes et permet de placer l'écologie dans un contexte plus général. Par ailleurs à partir du motécosystème l'écologie peut être définie de façon plus concrète comme étant la science des écosystèmes écosystème étant une unité d'appréhension de la nature. On étudie les écosystèmes à l'aide d'un « microscope » selon l'expression imagée de H.T.Odum reprise par Joël de Rosnay dans le titre d'un ouvrage qui porte donc ce titre. L'écologie étudie les flux d'énergie et de matières (réseaux trophiques) circulant dans un écosystème. L'écosystème désigne une communauté biotique et son environnement abiotique<sup>3</sup>. Le concept d'écologie a été introduit en France par les géographes de l'école des Annales de géographie, notamment Paul Vidal de La Blache, qui suivait de près – surtout après 1871 – les travaux allemands, notamment ceux de Friedrich Ratzel. Les Annales furent le siège d'une collaboration entre des géographes et des botanistes comme Gaston Bonnier.[réf. nécessaire] Plus spécifiquement, le terme « écologie » semble avoir été utilisé pour la première fois en français vers 1874. Dans son ouvrage Morphologie générale des organismes, Haeckel désignait en ces termes : « la science des relations des organismes avec le monde environnant, c'est-à-dire, dans un sens large, la science des conditions d'existence »<sup>1</sup>. Toutefois, l'orientation néolamarckienne prise en France à cette époque, fit que le concept se développa beaucoup plus chez les anglo-saxons. Différentes disciplines scientifiques de l'écologie Dans le champ scientifique, l'écologie fait partie des sciences biologiques de base qui concernent l'ensemble des êtres vivants. Il existe en biologie divers niveaux d'organisation, celui de la biologie moléculaire, de la biologie cellulaire, la biologie des organismes (au niveau individu et organisme), l'étude des populations, l'étude des communautés, les écosystèmes et la biosphère. Le domaine de l'écologie scientifique regrouperait les dernières catégories. En effet, elle est une science holistique qui étudie non seulement chaque élément dans ses rapports avec les autres éléments, mais aussi l'évolution de ces rapports selon les modifications que subit le milieu, les populations animales et végétales. Ces rapports sont décrits du plus petit niveau jusqu'au niveau le plus global. Certaines de ces sous-disciplines sont : L'écophysiole, qui étudie les relations entre un processus physiologique et les facteurs environnementaux ; L'auto-écologie (ou autécologie), qui étudie les relations entre un type d'organisme et les facteurs de l'environnement ; L'écologie des populations (ou démo-écologie), qui étudie les relations entre une population d'individus d'une même espèce et son habitat ; L'ergomotricité qui aide l'homme à se mettre en relation avec son milieu environnemental. La synécologie, qui étudie les relations entre une communauté d'individus d'espèces différentes et l'environnement ; L'étude des écosystèmes ; L'écologie globale, qui étudie l'écologie à l'échelle de l'écosphère ou biosphère (totalité des milieux occupés par des êtres vivants). En tant que science biologique, l'écologie est fortement liée à d'autres branches de la biologie, principalement, la génétique des populations, la physiologie, l'éthologie et les sciences de l'évolution<sup>3</sup>. Elle est également en lien avec la géologie pour l'étude de l'environnement abiotique, notamment la pédologie (l'étude des sols) et la climatologie ainsi que la géographie humaine et physique. Le terme « écologie » est souvent utilisé de manière erronée pour désigner l'écologie politique,

l'environnementalisme (ou l'écologisme) et l'écologie sociale. Disciplines dérivées de l'acception « large » du terme écologie La définition « large » du terme écologie ouvre, sur le même principe de l'interaction entre un individu et son milieu, à une quantité très importante de domaines de réflexion, et sont classées dans l'écologie de nombreuses disciplines : Agroécologie - biogéographie - &Eacute;cologie appliquée - &Eacute;cologie animale - &Eacute;cologie aquatique - &Eacute;cologie comportementale - &Eacute;cologie chimique -&Eacute;cologie de la conservation - &Eacute;cologie évolutive ou Ecoévolution - &Eacute;cologie de l'anthropologie - &Eacute;cologie des écosystèmes - &Eacute;co-épidémiologie -&Eacute;co-toxicologie - &Eacute;cologie globale - &Eacute;cologie humaine - &Eacute;cologie de terrain - Macroécologie - &Eacute;cologie mésologique - &Eacute;cologie microbienne - &Eacute;cologie moléculaire - Paléoécologie - &Eacute;cologie des populations - &Eacute;cologie de restauration - &Eacute;cologie sociale - &Eacute;cologie des sols - &Eacute;cologie des systèmes - &Eacute;cologie ergonomique - &Eacute;cologie théorique - &Eacute;cologie tropicale - &Eacute;cologie urbaine - &Eacute;cologie végétale - &Eacute;cologie virale - &Eacute;cologie du paysage

Toujours en partant de la définition « large » du terme écologie, celle-ci joue un rôle important en tant que générateur d'interactions interdisciplinaires en reliant des domaines tels que l'économie, la sociologie, la psychologie, la géonomie, l'urbanisme, l'architecture, la santé individuelle et la santé publique, l'agriculture, le design, l'éducation, la technologie, le travail, le bien-être, la production industrielle et l'organisation sociale. L'ensemble de ces réflexions interdisciplinaires est souvent rassemblé sous le terme écologie politique. À toutes ces disciplines doit s'appliquer l'approche écosystémique, qui repose sur 12 principes de gestion, adoptés en 2000 lors de la 5e rencontre des Parties de la Convention sur la diversité biologique.

**Principes fondamentaux d'écologie**

**Biosphère et biodiversité**

L'écologie est une science qui étudie les écosystèmes à plusieurs niveaux : la population (individus de la même espèce), la biocénose (ou communauté d'espèces), les écotones et les écosystèmes des différents habitats (marins, aquatiques, terrestre, etc.) et la biosphère. La Terre, d'un point de vue écologique, comprend plusieurs systèmes : l'hydrosphère (ou sphère de l'eau), la lithosphère (ou sphère du sol) et l'atmosphère (ou sphère de l'air). La biosphère s'insère dans ces systèmes terrestres, elle est la partie vivante de la planète, la portion biologique qui abrite la vie qui se développe. Il s'agit d'une dimension superficielle localisée, qui descend jusqu'à 11 000 mètres de profondeur et s'élève jusqu'à 15 000 mètres d'altitude par rapport au niveau de la mer. La majorité des espèces vivantes vivent dans la zone située de -100 mètres à +100 mètres d'altitude. La vie s'est tout d'abord développée dans l'hydrosphère, à faible profondeur, dans la zone photique. Des êtres pluricellulaires sont ensuite apparus et ont pu coloniser également les zones benthiques. La vie terrestre s'est développée plus tardivement, après que se soit formée la couche d'ozone protégeant les êtres vivants des rayons ultraviolets. Les espèces terrestres vont d'autant plus se diversifier que les continents vont se fragmenter, ou au contraire se réunir. Biosphère et biodiversité sont indissociables, caractéristiques de la planète Terre. On définit la biosphère comme étant la sphère du vivant, alors que la biodiversité en est la diversité. La sphère est le contenant, alors que la diversité en est le contenu. Cette diversité s'exprime à la fois au niveau écologique (écosystème), population (diversité intra spécifique) et espèce (diversité spécifique). La biosphère contient de grandes quantités d'éléments tels que le carbone, l'azote et l'oxygène. D'autres éléments, tels que le phosphore, le calcium, le potassium sont également indispensables à la vie. Au niveau des écosystèmes et de la biosphère, il existe un recyclage permanent de tous ces éléments, qui alternent l'état minéral et l'état organique (cycles biogéochimiques).

En effet, le fonctionnement des écosystèmes est essentiellement basé sur la conversion de l'énergie solaire en énergie chimique par les organismes autotrophes, grâce à la photosynthèse (il existe aussi une chimiosynthèse sans utilisation de l'énergie solaire). Cette dernière aboutit à la

production de sucres et à la libération d'oxygène. Ce dernier est utilisé par un grand nombre d'organismes - autotrophes comme hétérotrophes - pour dégrader les sucres par la respiration cellulaire, libérant ainsi de l'eau, du dioxyde de carbone et l'énergie nécessaire à leur fonctionnement. Ainsi, l'activité des êtres vivants est à l'origine de la composition spécifique de l'atmosphère terrestre, la circulation des gaz étant assurée par de grands courants aériens. Les océans sont de grands réservoirs, qui stockent les échanges de l'eau, assurent une stabilité thermique et climatique, ainsi que le transport des éléments chimiques grâce aux grands courants océaniques. De même, la composition des sols est la résultante de la composition de la roche-mère, de l'action géologique et des effets cumulatifs des êtres vivants. Pour mieux comprendre le fonctionnement de la biosphère, l'équilibre énergétique et les dysfonctionnements liés à l'activité humaine, des scientifiques américains ont réalisé, sous serre, un modèle réduit de la biosphère, appelée Biosphère II. Le premier principe de l'écologie est que chaque être vivant est en relation continue avec tout ce qui constitue son environnement. On parle d'écosystème pour caractériser une interaction durable entre des organismes et un milieu. L'écosystème est analytiquement différencié en deux ensembles qui interagissent : La biocénose, composée de l'ensemble des êtres vivants Le milieu (dit biotope). Au sein de l'écosystème, les espèces ont entre elles des liens de dépendance, dont alimentaire. Elles échangent entre elles et avec le milieu qu'elles modifient, de l'énergie et de la matière. La nécromasse en est un des éléments. La notion d'écosystème est théorique : elle est multiscale (multi-échelle), c'est-à-dire qu'elle peut s'appliquer à des portions de dimensions variables de la biosphère ; un étang, une prairie, ou un arbre mort. Une unité de taille inférieure est appelée un microécosystème. Il peut, par exemple, s'agir des espèces qui ont colonisé une pierre immergée. Un méso écosystème pourrait être une forêt, et un macro-écosystème une région et son bassin versant. Les principales questions se posant à un écologue lors de l'étude des écosystèmes sont : Comment a pu se réaliser la colonisation d'une terre aride ? Comment s'est poursuivie cette évolution ? L'état actuel est-il stable ? Quelles sont les relations existant entre les différents éléments du système ? Les écosystèmes sont souvent classés par référence aux biotopes concernés. On parlera : D'écosystèmes continentaux (ou terrestres), tels que les écosystèmes forestiers (forêts), les écosystèmes prairiaux (prairies, steppes, savanes), les agro-écosystèmes (systèmes agricoles) ; D'écosystèmes des eaux continentales, pour les écosystèmes benthiques (lacs, étangs) ou écosystèmes lotiques (rivières, fleuves) ; D'écosystèmes océaniques (les mers, les océans). Une autre classification pourra se faire par référence à la biocénose (par exemple, on parlera d'écosystème forestier, ou d'écosystème humain). Homéostasie Le biotope, ou milieu de vie, est classiquement caractérisé par un ensemble de paramètres géologiques, géographiques et climatologiques, dits facteurs écologiques abiotiques. En réalité le sol est vivant, et le climat et divers paramètres géographiques éco paysagers sont en permanence rétro contrôlés par le vivant, et évoluant, avec des périodes de crise vers une complexité croissante<sup>4</sup>. Ce ne sont donc pas des compartiments stables ni indépendants des écosystèmes. Cette manière de présenter le biotope est donc simplificatrice et purement théorique, mais elle est acceptée par la science réductionniste. Les tenants d'une approche plus holistique des écosystèmes considèrent plutôt l'écosystème et le biotope comme un élément de la biosphère, comme un organe est un élément d'un organisme : Dans l'approche classique, les éléments dits abiotiques sont : L'eau, à la fois élément indispensable à la vie, et parfois au milieu de vie car il n'est pas toujours en condition L'air, qui fournit le dioxygène et le dioxyde de carbone aux espèces vivantes, et qui permet la dissémination du pollen et des spores ; Le sol, à la fois source de nutriment et support de développement ; La température, qui ne doit pas dépasser certains extrêmes, même si les marges de tolérance sont importantes chez certaines espèces ; La lumière, permettant la photosynthèse. La biocénose est

un ensemble de populations d'êtres vivants, plantes, animaux, microorganismes. Chaque population est le résultat des procréations entre individus d'une même espèce et cohabitant en un lieu et en un temps donné. Lorsqu'une population présente un nombre insuffisant d'individus, l'espèce risque de disparaître, soit par sous-population, soit par consanguinité. Une population peut se réduire pour plusieurs raisons, par exemple, disparition de son habitat (destruction d'une forêt) ou par prédation excessive (telle que la chasse d'une espèce donnée). La biocénose se caractérise par des facteurs écologiques biotiques, de deux types : les relations intra spécifiques et interspécifiques. Les relations intra spécifiques sont celles qui s'établissent entre individus de la même espèce, formant une population. Il s'agit de phénomènes de coopération ou de compétition, avec partage du territoire, et parfois organisation en société hiérarchisée. Les relations interspécifiques, c'est-à-dire celles entre espèces différentes, sont nombreuses et décrites en fonction de leur effet bénéfique, délétère ou neutre (par exemple, la symbiose (relation ++) ou la compétition (relation --)). La relation la plus importante est la relation de prédation (manger ou être mangé), laquelle conduit aux notions essentielles en écologie de chaîne alimentaire (par exemple, l'herbe consommée par l'herbivore, lui-même consommé par un carnivore, lui-même consommé par un carnivore de plus grosse taille). La niche écologique est ce que partagent deux espèces quand elles habitent le même milieu et qu'elles ont le même régime alimentaire. Toutefois, selon le principe de l'exclusion compétitive, deux espèces ne peuvent pas partager une niche écologique identique, en raison de leur compétition: l'espèce la mieux adaptée finira par supplanter l'autre. Les interactions existantes entre les différents êtres vivants s'accompagnent d'un brassage permanent de substances minérales et organiques, absorbées par les êtres vivants pour leur croissance, leur entretien et leur reproduction, et rejetées comme déchets. Ces recyclages permanents des éléments (en particulier le carbone, l'oxygène et l'azote) ainsi que l'eau sont appelés cycles biogéochimiques. Ils confèrent à la biosphère une stabilité durable (tout du moins en dehors des interventions humaines et des phénomènes géo climatiques exceptionnels). Cette autorégulation, en particulier due à des phénomènes de rétroaction négative (diminution naturelle de la fertilité des prédateurs lorsque la population de gibier diminue), assure la pérennité des écosystèmes et se manifeste par une très grande constance de la concentration des divers éléments présents dans chaque milieu. On parle d'homéostasie. L'écosystème tend également à évoluer vers un état théorique d'équilibre idéal, le climax. Biomes Les biomes sont des regroupements biogéographiques d'écosystèmes par régions climatiques. Le biome constitue une formation biogéographique d'aspect homogène sur une vaste surface (par exemple, la toundra ou la steppe). L'ensemble des biomes, ou ensemble des lieux où la vie est possible (depuis les plus hautes montagnes jusqu'aux abysses) constitue la biosphère. Les écosystèmes ne sont pas isolés les uns des autres, mais interdépendants. Par exemple, l'eau circule de l'un à l'autre par le biais de la rivière ou du fleuve. Le milieu liquide lui-même définit des écosystèmes. Certaines espèces, telles les saumons ou les anguilles d'eau douce passent d'un système marin à un système d'eau douce et vice-versa. Ces relations entre les écosystèmes ont amené à proposer la notion de biome. Les biomes correspondent assez bien à des subdivisions réparties latitudinalement, de l'équateur vers les pôles, en fonction du milieu (aquatique, terrestre, montagnard) et du climat (la répartition est généralement fondue sur les adaptations des espèces au froid et/ou à la sécheresse). Par exemple, on trouve en mer des plantes aquatiques seulement dans la partie photique (où la lumière pénètre), tandis qu'on trouve principalement des conifères en milieu montagnard. Ces divisions sont assez schématiques mais, globalement, latitude et altitude permettent une bonne représentation de la répartition de la biodiversité au sein de la biosphère. Très généralement, la richesse en biodiversité, tant animale que végétale, est décroissante depuis l'équateur (comme au Brésil) jusqu'aux pôles. Un autre mode de représentation est la division en éco zones, laquelle est aujourd'hui très bien définie et suit essentiellement les bordures

continentales. Les éco zones sont elles-mêmes divisées en écorégions, quoique la définition de leurs contours soit plus controversée. Productivité des écosystèmes Dans un écosystème, les liens qui unissent les espèces sont le plus souvent d'ordre alimentaire. On distingue schématiquement trois catégories d'organismes<sup>5</sup> : Les producteurs (les végétaux chlorophylliens), qui consomment de la matière minérale et produisent de la matière organique: ce sont des autotrophes ; Les consommateurs (les animaux), qui peuvent être de premier ordre (phytophage), de deuxième ordre ou plus (les carnivores) et qui sont des hétérotrophes ; Les décomposeurs (les bactéries, champignons) qui dégradent les matières organiques de toutes les catégories, et restituent au milieu les éléments minéraux. Ces relations forment des séquences, où chaque individu mange le précédent et est mangé par celui qui le suit, on parle de chaîne alimentaire (en théorie) ou de réseau trophique. Dans un réseau trophique, on observe que lorsque l'on passe d'un niveau trophique (maillon du réseau) à l'autre, le nombre d'êtres vivants diminue. Ces notions ont aussi donné naissance aux termes biomasse (masse totale de matière vivante en un lieu donné), productivité primaire (accroissement de la masse des végétaux pendant un temps donné) et productivité secondaire (masse de matière vivante produite par les consommateurs et les décomposeurs en un temps donné)<sup>6</sup>. Ces deux dernières informations sont essentielles, puisqu'elles permettent d'évaluer le nombre d'êtres vivants pouvant être supportés par un écosystème donné, ce qu'on nomme la capacité porteuse. En effet, l'observation d'un réseau alimentaire montre que toute l'énergie contenue au niveau des producteurs n'est pas totalement transférée au niveau des consommateurs. Ainsi, d'un point de vue énergétique, est-il plus intéressant pour l'homme de se comporter en consommateur primaire (de se nourrir de grains et de légumes) qu'en consommateur secondaire (de se nourrir de viande bovine), et plus encore qu'en consommateur tertiaire (en se nourrissant de carnivores). La productivité des écosystèmes est parfois estimée en comparant trois ensembles terrestres et un ensemble continental : L'ensemble forêt (1/3 de la surface émergée) représente une forte biomasse et une forte productivité. La production totale des forêts correspond à la moitié de la production primaire. Les savanes, prairies et marais (1/3 de la surface émergée) représentent une faible biomasse, mais une bonne productivité. Ces écosystèmes représentent la majeure partie de ce qui « nourrit » l'espèce humaine. Les écosystèmes terrestres extrêmes (déserts, toundra, prairies alpines, steppes) (1/3 de la surface émergée) ont une biomasse et une productivité très faibles. Enfin, les écosystèmes marins et d'eau douce (3/4 de la surface totale) représentent une très faible biomasse (en dehors des zones côtières). Les actions humaines des derniers siècles ont porté à réduire notablement la surface forestière (déforestation) et à augmenter les agro écosystèmes (pratique de l'agriculture). Ces dernières décennies, une augmentation de la surface occupée par des écosystèmes extrêmes est observée (désertification). Crises écologiques D'une façon générale, une crise écologique est ce qui se produit lorsque l'environnement biophysique d'un individu, d'une espèce ou d'une population d'espèces évolue de façon défavorable à sa survie. Il peut s'agir d'un environnement dont la qualité se dégrade par rapport aux besoins de l'espèce, à la suite d'une évolution des facteurs écologiques abiotiques (par exemple, lors d'une augmentation de la température, de pluies moins importantes). Il peut aussi s'agir d'un environnement qui devient défavorable à la survie de l'espèce (ou d'une population) à la suite d'une modification de l'habitat. Par exemple, lors de pêche industrielle intensive, les prélèvements par les prédateurs et l'augmentation de la fréquence de la perturbation de l'environnement modifient les conditions d'habitat et entraînent une disparition de certaines espèces. Enfin, il peut aussi s'agir d'une situation qui devient défavorable à la qualité de vie de l'espèce (ou de la population) à la suite d'une trop forte augmentation du nombre d'individus (sur population). On utilise également le concept de crises biologiques. Dans la politique &Eacute;ologie politique. L'écologie politique est issue des



mouvements sociaux contestataires des années 1970. Notes et références &uarr; a et b « Haeckel Ernst Heinrich (1834-1919) » [archive], Encyclopædia Universalis (consulté le 7 novembre 2014) &uarr; Définition du dictionnaire Larousse [archive] &uarr; a et b Charles J. Krebs, Ecology, Benjamin Cummins, 5e éd., 2001 &uarr; A. Hastings, C. L. HOM, S. Ellner, P. Truchin & H. C. J. Godfray, « Chaos in ecology : is Mother Nature a strange attractor ? », Annual Reviews of Ecology and Systematics, vol. 24, 1&ndash;33, 1993. &uarr; « écosystème » [archive], &Eacute;ditions Larousse (consulté le 7 novembre 2014) &uarr; [PDF] Henri Décamps, « Les écosystèmes : foire aux questions » [archive], Académie des sciences,&Irm; 2013 (consulté le 7 novembre 2014) Bibliographie Roger Dajoz Précis d'écologie. Dunod, (Paris) 615 p., 2000 Paul Duvigneaud La synthèse écologique : populations, communautés, écosystèmes, biosphère, noosphère Doin éditeurs 1984(ISBN 2-7040-0351-3) Patrick Matagne Comprendre l'écologie et son histoire. La bibliothèque du naturaliste. Les origines, les fondateurs et l'évolution d'une science..., Delachaux et Niestlé, 2002 (ISBN 2-603-01268-1) Alain Milon, Pour une critique de la raison écologique, éd. Circé, 2014. Berlow EL (1999) Strong effects of weak interactions in ecological communities. Nature, 398, 330&ndash;334. Naomi Klein : Tout peut changer : Capitalisme et changement climatique , Actes Sud, 2015 Articles connexes Fran&ccedil;ois d'Assise, patron de l'écologie &Eacute;cosophie Hydroécologie Mésologie Branches de la biologie Anatomie &middot; Biochimie &middot; Bio-informatique &middot; Biologie cellulaire &middot; Biologie de l'évolution &middot; Biologie humaine &middot; Biologie marine &middot; Biologie moléculaire &middot; Botanique &middot; &Eacute;cologie &middot; Exobiologie &middot; Génétique &middot; Génomique &middot; Géobiologie &middot; Microbiologie &middot; Origine de la vie &middot; Paléontologie &middot; Parasitologie &middot; Physiologie &middot; Taxinomie &middot; Virologie &middot; Zoologie