

L'écologie, une base scientifique pour un choix de société

par Ch. JEUNIAUX

extrait de
REVUE SOCIALISME
N° 154

Administration : REVUE SOCIALISME
13, bd de l'Empereur,
1000 BRUXELLES
Tél. 513.82.70
C.C.P. 000-0322022-79
Abonnement annuel : 600 F.

L'écologie, une base scientifique pour un choix de société

par Ch. JEUNIAUX

1. Ce qu'est l'Écologie ; un exemple concret ; ses relations avec d'autres Sciences

Le terme « écologie », à peu près inconnu du grand public il y a dix ans à peine, est passé dans le langage courant. Il y est passé en perdant son sens original, qui définit clairement une branche des sciences naturelles, son objet et ses méthodes. Beaucoup de ceux qui utilisent le terme « écologie » connaissent peu ou mal les fondements de cette science. Certains l'emploient même volontiers soit comme alibi pour justifier certaines opérations de développement industriel ou de promotion immobilière, soit au contraire comme signe de ralliement ou étendard pour des groupes de pression plus ou moins contestataires.

L'écologie a d'abord été une certaine façon de concevoir et d'étudier la nature, et, en tant que telle, elle n'a jamais cessé d'être présente dans les préoccupations de nombreux biologistes et agronomes des siècles passés. Mais la délimitation de l'écologie en tant que science autonome est relativement récente. Elle s'est imposée par l'ampleur des données accumulées permettant de comprendre les relations de toute nature entre les être vivants d'un milieu donné et toutes les autres composantes de ce milieu.

Le terme « écologie » est dérivé d'un mot grec que signifie « maison », mais l'écologie ne se limite pas à l'étude de l'habitat des êtres vivants. C'est une « Science intégrée », pluridisciplinaire par excellence, basée sur la description objective et la mesure quantitative des relations entre organismes et facteurs du milieu. L'écologie est donc au carrefour de diverses sciences, de toutes les sciences qui permettent d'analyser et d'interpréter l'évolution du climat, la composition de l'air, des sols, des eaux, des populations d'êtres vivants (végétaux, animaux, microorganismes). L'écologie cherche à définir toutes les sollicitations (physiques, chimiques, biologiques) auxquelles un être vivant est soumis dans son milieu propre, et comment cet être réagit (réaction qui, à son tour, peut modifier le milieu). L'écologie cherche à formuler les lois qui régissent la vie des être vivants dans leur milieu (et non la vie des êtres isolés de leur milieu). Elle cherche enfin à formuler des modèles prévisionnels sur la base des données expérimentales.

Prenons un exemple concret, pour tenter de révéler les diverses facettes de l'écologie. On peut s'intéresser à l'écologie d'une rivière, ou à l'écologie de l'Ecrevisse. C'est le point de vue général (la « synécologie ») et le point de vue particulier (« l'autécologie »). Mais on a besoin des mêmes mesures, des mêmes informations, pour comprendre la Rivière (où habitent l'Ecrevisse et tant d'autres organismes) ou pour comprendre l'écologie de l'Ecrevisse

(dont les populations habitent cette rivière et tant d'autres). Il faut analyser les caractères physiques et chimiques de l'eau de la rivière, qui s'expliquent notamment par la nature du sol et du sous-sol que traversent les eaux d'alimentation, et aussi par la pente du lit. Il faut analyser les variations de la température de l'eau, qui dépendent du climat, mais aussi du débit, de la pente, du couvert. La vitesse du courant modifie la température et l'oxygénation de l'eau. Il faut aussi tenir compte de l'accumulation de vases plus ou moins riches en matières organiques, ce qui peut aussi modifier les caractères physiochimiques des eaux, notamment leur teneur en oxygène.

Tous ces facteurs, et bien d'autres, entraînent une sélection plus ou moins poussée des espèces aquatiques. On peut donc expliquer la composition faunistique, floristique et microbienne de cette rivière, et notamment expliquer la présence ou l'absence d'écrevisses, pour autant qu'on connaisse les exigences écologiques de l'Écrevisse. Reprenons donc l'étude écologique de la rivière par l'autre bout, c'est-à-dire par l'Écrevisse (ou par toute autre espèce).

Les populations d'Écrevisses vivent dans cette rivière parce qu'elles possèdent une série d'exigences ou de tolérances physiologiques compatibles avec les caractères physiques et chimiques de cette rivière. Mais, de plus, elles y vivent parce qu'elles y trouvent les abris qui leur sont nécessaires et la nourriture qui leur convient. En se nourrissant, elles exercent une pression de prédation (de consommation) sur les populations d'organismes qui leur servent de proie. Et, par ailleurs, elles peuvent servir de nourriture à d'autres organismes prédateurs, vivant dans cette même rivière ou venant y pêcher.

On voit que l'Écrevisse s'insère dans tout un système dynamique, le système « rivière ». En fait, la place de la population de cette espèce d'écrevisse dans le système « rivière » ne sera bien comprise que si on connaît la structure de cette population (le nombre d'individus par classes d'âge et par m² de rivière), ses variations au cours des saisons, ses répercussions sur les autres populations d'organismes aquatiques. Enfin, l'écologiste moderne tentera de quantifier la place de l'écrevisse dans l'écosystème « rivière » en exprimant la consommation de proies et la production de chair (et de carapace) en poids et en calories : c'est le domaine de la bioénergétique écologique.

Cette « approche » écologique de la rivière et de l'écrevisse, est, évidemment, valable pour tous les autres milieux et pour toutes les autres espèces. Pour l'homme aussi, et pour les milieux qu'il habite, où il n'est qu'un maillon d'une chaîne d'êtres vivants interdépendants et dépendants des facteurs du milieu.

D'autres disciplines, proches de l'écologie, permettent de comprendre d'autres aspects des relations entre les êtres vivants. C'est notamment l'éthologie, qui étudie les mœurs et le comportement des individus, surtout entre eux, au sein d'une même population d'une espèce. De l'éthologie, on passe sans hiatus à la psychologie animale et de là à la sociologie. Mais toutes ces sciences envisagent surtout l'individu dans ses rapports avec les autres individus, tandis que l'écologie considère tous les rapports avec tous les facteurs de l'environnement.

Par son côté quantitatif, qui lui permet de mesurer avec précision le flux d'énergie et la circulation de la matière, l'écologie débouche également sur certains aspects des sciences économiques et des sciences appliquées. En quelque sorte, l'agronomie est une forme de l'écologie appliquée.

2. Relations de l'écologie avec la contestation écologique

En tant que discipline scientifique, l'écologie est une source d'informations correctes, objectives, précises, souvent même quantifiées. Ces informations, introduites dans des modèles prévisionnels, peuvent permettre de prévoir l'évolution d'un milieu et des êtres vivants qui l'habitent, notamment sous l'effet d'une modification des caractéristiques du milieu (sous l'effet d'un « polluant », ou d'une autre altération).

C'est ainsi que l'écologiste est amené, dans bien des cas, à « tirer la sonnette d'alarme », c'est-à-dire à prévenir les milieux scientifiques, les pouvoirs publics, et finalement, l'opinion publique, des conséquences néfastes pour l'environnement, pour le maintien de l'équilibre naturel, pour la santé des êtres vivants, résultant d'une pratique déterminée. L'écologiste est amené également à proposer des remèdes à la situation préjudiciable ainsi décelée.

Dans la mesure où les instances responsables de nos sociétés négligent les recommandations des écologistes scientifiques, dans la mesure où les gouvernements et les autorités locales appliquent ou permettent une politique préjudiciable à la sauvegarde du milieu naturel, il est normal et salutaire que des citoyens, s'inspirant des principes de l'écologie, s'organisent en groupes de pression. Ces citoyens sont généralement des hommes généreux et réclament, pour des procédés divers pouvant aller jusqu'à la violence, la protection de leur cadre de vie. Que ces citoyens se désignent sous le nom d'« écologistes » est évidemment contestable. Mais on aurait tort de négliger leurs réactions, qui s'appuient au moins en grande partie sur des réalités objectives que d'autres veulent ignorer.

Plus la gestion de l'environnement par les pouvoirs publics sera négligente, plus l'opposition d'inspiration écologique risque d'être dure et éventuellement excessive. C'est la raison pour laquelle il est important que les milieux politiques, conscients de leur responsabilité dans une société démocratique, soient convenablement informés des implications pratiques des grandes lois de l'écologie à tous les niveaux de la vie sociale et économique. Nous voudrions en donner quelques exemples.

3. La notion d'écosystème, fondement écologique d'une politique des espaces verts

L'unité de conception écologique du monde est un « système » au sein duquel tout se tient, tout est interdépendant et autorégulé. C'est un « écosystème ». Cette notion fondamentale n'a pas seulement un intérêt académique. Elle conditionne toute intervention de l'homme dans un milieu naturel.

Prenons par exemple la forêt de feuillus de chez nous. Pour l'écologiste, la forêt est bien plus complexe que pour le promeneur ou pour l'exploitant de bois. À côté de l'énorme masse végétale qui forme le cadre évident de cet écosystème, l'écologiste doit tenir compte de toute la chaîne des consommateurs « primaires » (mangeurs d'herbes, de feuillage, de bois et de fruits) et des consommateurs « secondaires » (prédateurs des précédents, carnivores, insectivores, parasites). Il existe, entre ces 3 « niveaux » (les végétaux, les animaux consommateurs de végétaux et les animaux prédateurs), un équilibre fragile, qui maintient les populations de chacun de ces niveaux dans les limites compatibles avec la « survie du système ». La suppression d'un niveau entraînerait une catastrophe écologique et la destruction du système tout entier. On conçoit aisément que la suppression d'un « niveau » de cette chaîne est d'autant plus difficile que les espèces qui constituent ce niveau sont plus nombreuses

et plus diversifiées. Au contraire, si ce niveau est constitué par une seule espèce, il est particulièrement vulnérable. En fait, en écologie, la « diversité spécifique » d'une biocénose engendre la stabilité de l'écosystème.

Un tel principe doit guider la gestion des forêts dans le cadre tant de l'exploitation que d'une politique d'ouverture au public. L'homme civilisé est tenté de simplifier la nature qu'il exploite ou qu'il fréquente. L'usage des pesticides réduit le nombre d'espèces d'un milieu, en principe au profit des espèces cultivées ou exploitées. Mais il peut entraîner, quand il est pratiqué maladroitement, des déséquilibres faunistiques préjudiciables même aux espèces que l'on voulait protéger.

Bornons-nous à un exemple parmi cent autres. Vers 1965, en Californie, on traita des champs de citronniers par le DDT pour éliminer certains parasites. Mais le DDT détruisit surtout les ennemis naturels de ces parasites, et les citronniers furent infestés de cochenilles (De Bach, Rosen et Kenneth, in Huffaker éd. : « Biological control, Plenum press, 1971). Toujours aux Etats-Unis, à la fin des années 50, plus de 100.000 km² de forêts du Texas, de l'Alabama et de la Louisiane furent traités par l'heptachlore et la diéldrine, répandus par voie aérienne, afin d'éliminer la « fourmi de feu », abondante dans ces forêts. Mais les populations de fourmis furent à peine touchées, tandis que les oiseaux, les « faux » caméléons (*Anolis*) et d'autres espèces animales étaient décimées de façon catastrophique mettant ainsi en péril tout l'équilibre écologique de ces forêts (De Witt et George, 1960, cité par Ramade, F., « Eléments d'Ecologie appliquée, Ediscience, 1974).

Pour en revenir à nos régions, la protection des espaces verts et l'ouverture des forêts au public doit donc se faire en tenant compte non seulement du cadre végétal, mais de la chaîne complexe des animaux consommateurs, qui vivent non seulement dans le feuillage et sur le sol, mais aussi dans le sol. Dans une forêt de feuillus européenne, la plus grande masse de vie animale vit sous la surface du sol : on peut y trouver jusque 600 kilogs de vers de terre à l'hectare. Ces vers jouent un rôle prédominant dans l'autofertilisation et l'entretien du sol forestier. D'innombrables petits insectes, acariens, et autres animaux, ainsi que des moisissures et des bactéries, contribuent à cette autofertilisation, en dégradant la matière organique « morte », en assurant la formation de l'humus, et en libérant les sels minéraux qui seront repris par les plantes et les arbres, ce qui « boucle » le cycle de la matière. Ces organismes du sol sont évidemment sensibles aux altérations diverses que l'on peut imposer à la forêt et à son sol. C'est un aspect du problème de la gestion forestière qui ne devrait pas être perdu de vue.

Pour l'écologiste, toute espèce appartenant à une biocénose y a sa place, et ne peut être éliminée sans provoquer un déséquilibre plus ou moins profond, à court ou moyen terme. Il faut rester conscient de cette notion fondamentale à chaque étape de l'intervention de l'homme sur l'écosystème forestier : l'élimination des « mordants » encore pratiquée par tant de chasseurs, l'éradication du renard et du blaireau dans la lutte contre la rage, l'introduction d'espèces qui accompagnent l'homme et n'ont rien à faire dans la forêt (chats, chiens, flore anthropique), l'entretien des abords de routes et de chemins par des aspersion massives d'herbicides, le drainage, les traitements par insecticides, les plantations d'espèces étrangères, etc.

4. Fondements écologiques d'une politique des eaux

L'eau constitue un précieux patrimoine ; tout un volet de la politique de la région lui est réservé ; chacun en est aujourd'hui persuadé.

Peu de personnes, cependant, s'étonnent devant la diversité des fonctions que les économistes, les industriels et les politiciens entendent faire remplir par notre eau de surface : véhicule pour péniches, réfrigérant pour centrales électriques, support de réactions chimiques pour l'industrie, boisson pour les habitants des régions ou pays voisins, mais aussi exutoire pour les résidus urbains et industriels, et même dépotoir pour certains citoyens sans vergogne. Enfin, les eaux de surface jouent un rôle social important dans notre région, en constituant un pôle de divertissement et de loisir irremplaçable : pêche, natation, canotage, ou simplement jouissance du bien-être que procure la promenade ou la sieste au bord d'une rivière aux eaux vives.

D'un point de vue écologique, ces diverses fonctions que nous voudrions voir remplir par les eaux de surface sont largement contradictoires. La qualité chimique et bactériologique des eaux d'une rivière dépend de deux phénomènes : d'une part le degré de pollution qu'elle subit, d'autre part ses possibilités d'autoépuration, c'est-à-dire, en simplifiant, de dégradation et de dilution des toxiques (pris dans le sens le plus large, y compris les germes microbiens pathogènes et les matières organiques consommatrices d'oxygène).

Pour qu'une rivière puisse assurer son autoépuration, elle a besoin de toute une flore et de toute une faune capables de consommer les « toxiques », de les dégrader, de les fixer. Mais cette flore et cette faune nécessitent un minimum de conditions compatibles avec leur survie. Il y a donc des limites d'intoxication d'une eau de surface qu'on ne peut dépasser sous peine de détruire ou de retarder considérablement ses potentialités autoépuratrices. Les écologistes disposent de méthodes nombreuses et diversifiées pour mesurer le degré de pollution d'une rivière, pour repérer l'origine d'une pollution, pour prédire l'incidence d'un facteur donné (l'échauffement après passage dans une centrale électrique par exemple) sur les biocénoses qui assurent l'autoépuration. Phénomène efficace, mais fragile, l'autoépuration des eaux de surface doit être assurée et protégée si cette eau doit servir de boisson, de bain ou de milieu de pêche, et des mesures en aval doivent être prises en conséquence, quelque soit leur prix.

Avant d'abandonner ici le problème des eaux, il convient de détruire un mythe : celui de la « dilution ». Combien de fois n'a-t-on pas utilisé cette idée de la dilution des toxiques pour rassurer les inquiétudes des écologistes. La masse des eaux (surtout des océans) est tellement immense que les toxiques déversés par les industries s'y dilueraient au point de ne plus présenter aucun danger. Telle est la version de nombre d'adversaires de la contestation écologique. C'est faire bon marché de deux principes fondamentaux de l'écologie que nous devons mettre ici en évidence.

D'une part, si certaines substances polluantes sont plus ou moins rapidement dégradables, d'autres ne le sont pas (les ions de métaux lourds par exemple). La dilution de ces toxiques non dégradables dans les eaux courantes conduit donc irrémédiablement à leur accumulation dans les lacs et surtout, en fin de parcours, dans les océans, où leur concentration ne pourra qu'augmenter, lentement mais irrémédiablement.

D'autre part, l'activité des organismes vivants consiste notamment dans l'absorption de toute une série de substances, y compris des ions métalliques, soit directement par les cellules et les tissus, soit par l'intermédiaire des branchies ou par le tube digestif. Il ne s'agit généralement pas d'un transit, mais bien d'une accumulation. C'est le phénomène d'accumulation biologique.

qui, tout au long de la chaîne des producteurs et des consommateurs, conduit à la concentration des toxiques dans la chair des organismes. A peine décelable dans l'eau, faiblement concentrés dans les algues du plancton, divers toxiques s'accumulent de plus en plus chez les poissons et atteignent des valeurs élevées chez les oiseaux pêcheurs... et éventuellement chez les hommes qui consomment le produit de leur pêche. Deux chiffres pour illustrer cette idée : la dieldrine, redoutable insecticide, se trouve à des doses infinitésimales, non mesurables, dans l'eau de la mer du Nord ; mais la concentration de ce poison est de 0,001 ppm (parties pour millions) dans les algues microscopiques, de 0,03 ppm dans les petits crustacés du zooplancton, de 0,2 ppm dans les poissons mangeurs de plancton, et de 1,6 ppm dans le foie du cormoran, soit une concentration de 1.600 fois ! Le mercure rejeté par l'usine de Minamata, en 1956 au Japon, était concentré 500.000 fois par les poissons dont se nourrissaient les pêcheurs de cette région — 43 pêcheurs sont morts et plusieurs centaines gravement empoisonnés, avant que l'usine ne soit acculée à installer une station d'épuration ! On peut vraiment parler du « mythe de la dilution » quand il s'agit des rejets d'effluents toxiques dans les eaux continentales et marines.

5. Fondements écologiques d'une politique de récupération des déchets

Le problème des déchets ne se comprend correctement que si on le situe dans un cadre écologique général.

Avant l'avènement de la technologie industrielle, les relations entre l'homme et l'environnement n'étaient pas sensiblement différentes de celles des autres organismes : aliments et objets manufacturés provenaient presque entièrement du monde animal et végétal ; leur digestion ou leur dégradation conduisait à la production de déchets essentiellement « biodégradables », c'est-à-dire susceptibles d'être transformés, par les organismes décomposeurs, en éléments simples constitutifs : sels minéraux, carbone sous forme CO₂ atmosphérique, et eau. Puisés par les végétaux dans l'air, les sols et les eaux, ces éléments servaient à la photosynthèse, c'est-à-dire à la formation de nouvelles molécules organiques par les plantes grâce à la fixation de l'énergie lumineuse par le soleil. Toute activité animale ou humaine tirait donc son énergie (alimentaire ou mécanique) du soleil, et tous les déchets (comme les cadavres) étaient intégralement recyclés. On peut schématiser ce type de relations dans la figure 1.

Les progrès de la technologie industrielle ont profondément modifié le cycle de la matière et le flux d'énergie, comme le schématise la figure 2. Certes, la production d'aliments se fait toujours à partir de l'énergie solaire reçue par la planète (bien que la mécanisation des activités agricoles entraîne la dépense d'énergie d'origine fossile), mais les industries puisent des quantités considérables de métaux divers dans les profondeurs du sol, dans la « lithosphère », qui, au prix de l'utilisation de l'énergie « fossile » (charbon, pétrole), permet la fabrication d'engins nouveaux. Ceux-ci, devenus vétustes, s'accumulent sous forme de « carcasses métalliques », parce que non biodégradables. Les technologies modernes élaborent également des produits chimiques de synthèse, notamment des matières plastiques qui, sous forme de conditionnements et d'objets divers, sont rejetés dans le milieu naturel, où ils échappent à l'action des organismes biodécomposeurs. S'ils sont détruits par combustion, solution coûteuse, ils risquent, s'ils contiennent des PVC, de libérer des produits de dégradation hautement toxiques.

Du point de vue de l'écologie, on voit donc que les activités industrielles modernes créent une situation anormale : non seulement elles modifient profondément le flux d'énergie, mais surtout elles rompent le cycle de la matière, en entraînant l'accumulation de déchets non biodégradables, et l'aliénation des sites qui les supportent.

Devant les progrès rapides de la technologie, l'écologiste veut espérer que des progrès similaires permettront de récupérer et de recycler ces déchets. La question n'est pas de savoir si l'opération est économiquement rentable ou non ; si elle est techniquement réalisable, la récupération et le recyclage des déchets doivent être considérés comme des impératifs écologiques.

6. La protection des espèces, la protection des sites et la réglementation de la chasse, de la tanderie et de la pêche

Chaque milieu possède ses caractéristiques physiques et chimiques, et aussi ses caractéristiques biologiques (ou mieux : « biocénoses ») c'est-à-dire sa faune et sa flore particulières, constituées d'un nombre déterminé d'espèces de plantes, d'animaux et de bactéries, formant des populations dont la structure est maintenue dans certaines limites caractéristiques de la biocénose considérée.

Nous avons essayé de montrer ci-dessus, par quelques exemples, que les populations de chaque espèce s'intègrent dans un système écologique autorégulé, que la disparition d'une espèce compromet l'équilibre du milieu, et peut parfois déclencher un véritable cataclysme écologique au niveau du milieu considéré.

Chaque espèce vivante représente, par ailleurs, un ensemble irremplaçable de caractères et de propriétés, résultat d'une longue évolution, dont l'équipement génétique détermine le déterminisme. Chaque espèce est une collection unique de gènes. A ce stade de nos connaissances, les sciences biologiques sont incapables (et le seront encore longtemps) de reconstituer la collection de gènes qui caractérise une espèce donnée. A fortiori si l'espèce a disparu. La disparition (totale) d'une espèce vivante de la surface de la planète est une perte irréversible pour la science, pour l'écologie. C'est parfois également une perte sur le plan pratique et basement utilitaire. Qui peut prédire l'intérêt pratique qu'une plante, qu'un animal pourra revêtir demain, pour la médecine, pour l'agronomie ou pour toute autre application ? On a exterminé à peu près totalement la plus grosse espèce de baleine, le rorqual bleu, qui pesait 100 tonnes à l'état adulte, par surexploitation du cheptel disponible, par cupidité. Mais les baleiniers ont continué la chasse en se rabattant sur le rorqual commun, plus petit, dont les populations sont aujourd'hui décimées. Pourra-t-on jamais mesurer à sa juste valeur la perte que représente la disparition de ces deux espèces pour l'humanité, ces deux magnifiques « machines vivantes » capables de convertir directement le plancton marin en viande, graisse et huile comestibles ?

Les exemples sont, hélas, nombreux. Il en est qui présentent un caractère plus national. L'éryx d'Arabie, magnifique antilope, capable de se nourrir des plantes épineuses et sèches du désert, a failli être rayée de la liste des espèces vivantes par l'abus de la chasse dite « sportive » (l'abattage de troupeaux entiers par des officiers en permission !). L'intervention énergique d'une société privée, le World Wildlife Fund, a seul permis de sauver les derniers oryx d'Arabie d'une extermination complète, en les transportant... au Nevada.

Le nombre d'espèces menacées de déclin et d'extermination totale augmente d'année en année, sous la pression d'une démographie humaine en croissance exponentielle, sous l'effet indirect de l'altération des milieux naturels, sous l'effet des pesticides de toute nature, ou sous l'effet direct de la chasse et de la capture, pour le sport, pour la fourrure, pour le cirque, pour les parcs-safaris, ou... pour rien.

Si le problème de la disparition des espèces sauvages intéresse l'écologie de la planète dans son ensemble, les solutions à ce problème sont d'abord des solutions nationales et locales. La protection des espèces est un problème de cohabitation de l'homme avec la nature ; il ne se résoudra pas seulement par la création de quelques Parcs Nationaux, ou autres Réserves de vie sauvage, sortes de ghettos dispersés dans un univers défiguré. C'est toute l'intégration des activités humaines dans l'environnement naturel qui doit être repensé. La protection des espèces implique la protection des milieux ; elle se complète par des mesures plus spécifiques de contrôle des prélèvements effectués par l'homme. Mais la protection des espèces commence par l'éducation de l'homme : le respect de la liberté de ce qui l'entoure, le respect de la liberté et de la vie des être animaux et végétaux comme la liberté et des droits des êtres humains d'autre race que la sienne. L'écologie nous apprend à démystifier l'homme et à lui rendre la place qui lui revient dans la nature : l'homme doit obéir aux lois de l'écologie sous peine de disparaître à son tour, ou de survivre dans des conditions déplorables.

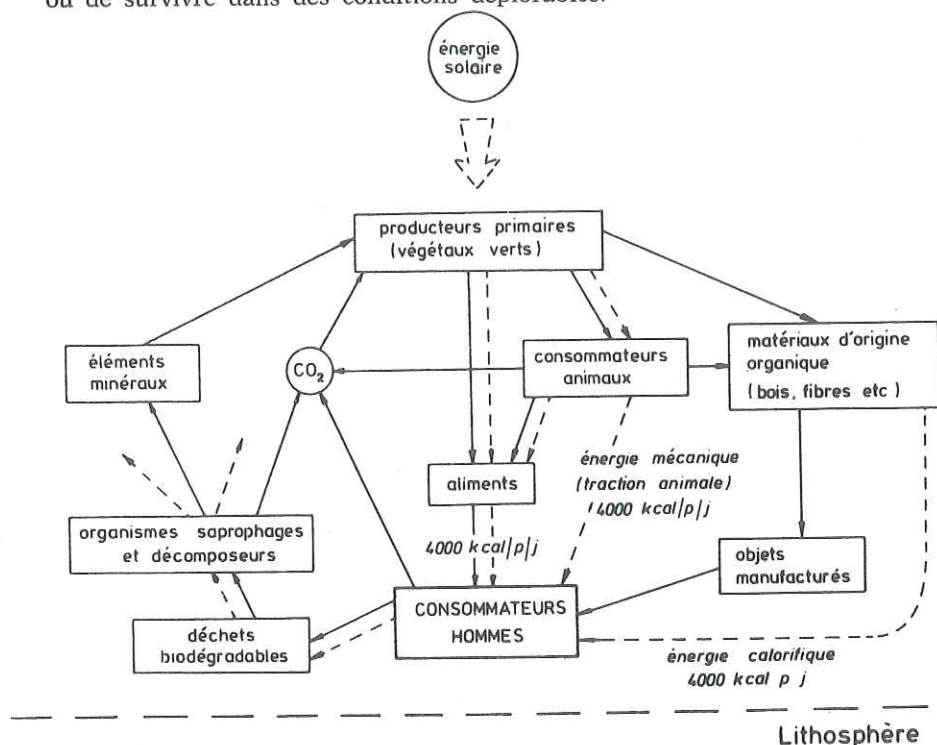


Fig. 1 : Schéma représentant le flux d'énergie (en traits pointillés) et le cycle de la matière (en traits pleins) dans des écosystèmes de type « agricole », peu modifiés par la technologie industrielle (modifié d'après Ramade 1974 : cf. Jeuniaux, 1977 : Aspects écologiques du problème des déchets, Etudes et Expansion, n° 271, 139-151).

