

Environnement et développement : approches scientifiques, structuration du domaine et coévolution des recherches

ALAIN PAVÉ

Les recherches sur l'environnement portent sur des questions très diverses et mobilisent un large éventail de disciplines. Nombreux sont les organismes de recherches, en France, qui y consacrent peu ou prou une partie de leur activité. Ce foisonnement et cette apparente dispersion n'excluent pas une cohérence d'ensemble d'une démarche qui, en fin de compte, conduit à lier de plus en plus étroitement recherches concernant l'environnement et recherches concernant le développement. Faire apparaître l'unité de ce champ de recherche le rend plus intelligible et met en évidence les synergies à développer.

Introduction

ALAIN PAVÉ

Professeur des Universités, directeur du programme interdisciplinaire de recherche - Environnement, vie et sociétés - du CNRS, président du conseil scientifique de l'Orstom (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération) et président du conseil scientifique du Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement)

Les approches scientifiques de l'environnement et du développement proviennent essentiellement de la prise de conscience de deux ensembles de questions :

- Celui des atteintes à l'environnement des sociétés humaines liées au développement de ces sociétés (pollutions, perturbation des écosystèmes, urbanisation, effets sur la santé, renouvelabilité des ressources naturelles, etc.). Bien que cela paraisse quelquefois aller de soi, il est bon de répéter que les sociétés humaines assurent leur développement en prélevant des ressources dans leur environnement et, très généralement, en interagissant avec lui, tout en remarquant bien que ces interactions ne sont pas toujours négatives.

- Celui du développement des sociétés humaines, notamment des pays du sud (économies fragiles, hétérogénéité des modes de développement, solutions techniques et économiques mal adaptées, problèmes de nutrition, de santé et d'éducation, émergence de tensions politiques et conflits, etc.), mais aussi des interrogations sur les modes de développement des pays du Nord (transports, industries et agricultures gros consommateurs d'énergie et dispensateurs de pollutions, modes d'aménagement de l'espace, déreglementation, etc.).

Pendant longtemps, les problèmes, qu'ils soient de développement et surtout d'environnement, ont été abordés dans l'urgence et dans le court terme, sans évaluer les incidences des solutions choisies et en gardant plus ou moins consciemment l'espoir que les sciences et les techniques, toutes puissantes, arriveraient bien au bout du compte à résoudre les nouveaux problèmes posés ou bien que la nature s'en chargerait. Par exemple, on ne peut nier les progrès spectaculaires de l'agriculture productiviste et son efficacité dans la réponse aux questions de la suffisance alimentaire ; en revanche, on n'a pas évalué à sa juste mesure les impacts environnementaux (pollutions diffuses par les engrais ou les pesticides, modifications

de l'utilisation des terres et leurs effets, etc.). On n'en a pas, non plus, estimé et anticipé les conséquences socioéconomiques. Fuite en avant, laissant aux autres, en l'occurrence à la nature « bienfaitrice », aux voisins ou aux générations futures, le soin de résoudre ces nouveaux problèmes. Les questions sont particulièrement préoccupantes dans les pays du Sud.

La prise de conscience des risques encourus a conduit à de nombreuses initiatives. À l'échelon international, celles-ci ont été à l'origine de l'interpellation des mondes politiques, économiques, techniques et scientifiques. Citons pour mémoire le rapport du Club de Rome (1972, sur des travaux lancés dès les années 1960) ; le rapport Brundtland (1985) et l'émergence du concept de développement durable ; la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (CNUED : Stockholm, 1972, et Rio, 1992 : conventions sur l'effet de serre, sur les forêts et sur la biodiversité, rédaction de l'« Agenda 21 », présentant les conditions, identifiées à l'époque, d'un développement durable) ; la Conférence sur la démographie (Le Caire, 1994) ; la Conférence d'Istanbul sur la ville (1996).

Aujourd'hui, avec l'accélération des changements, la question est : comment continuer à assurer un développement aux sociétés de notre planète, pour nous et les générations futures, qui prenne nécessairement en compte la pérennité ou l'extension des ressources et la viabilité de notre environnement ?¹

Ce texte est issu d'une réflexion menée à l'occasion du colloque international « Écologie, sociologie, économie » qui s'est tenu en mai 1996 à Saint-Quentin-en-Yvelines. Les organisateurs de ce colloque, notamment Sylvie Faucheux, m'avaient demandé d'intervenir sur le thème « Coévolution entre les recherches sur l'environnement et les recherches sur le développement ». J'étais depuis longtemps convaincu que ces champs de recherche devaient se rapprocher, ce fut l'occasion d'approfondir le point de vue qui est présenté ici.

¹ Préservation des ressources et maintien de la viabilité de l'environnement sont d'ailleurs, presque sûrement, des conditions d'un développement s'étalant sur une « longue durée » ; mais il vaut mieux le préciser.

De cette interrogation est venue l'idée de *développement durable*.

À noter que ces initiatives couplent explicitement les problèmes d'environnement et ceux de développement. Pendant une longue période, ce n'était pas toujours le cas pour la recherche scientifique malgré les nombreuses déclarations d'intention². Aujourd'hui, ce lien est largement admis et explicité par la communauté scientifique (voir *Environnement et développement*). Il éclaire, de façon plus générale, les relations entre les sociétés humaines et leur environnement. Néanmoins, ce lien se caractérise par ses « non linéarités »³, ce qui complique la compréhension globale du couplage entre les dynamiques sociales et les dynamiques environnementales, entre les sociétés et leur environnement. Enfin et comme nous allons le voir, l'approche scientifique de ces problèmes met en œuvre des ensembles différents de disciplines. Au-delà des discours et des intentions, nous retrouvons encore les difficultés du travail interdisciplinaire, de sa nécessité, de sa pertinence et de sa mise en pratique.

Structuration progressive de la recherche scientifique

En pratique, les recherches concernant l'environnement et celles centrées sur le développement procèdent classiquement de trois points de vue distincts : celui des sciences de la nature, celui des sciences de l'homme et de la société, celui des sciences de l'ingénieur (cf. encadré). Par ailleurs, on peut distinguer les recherches *sur* l'environnement, les recherches *pour* l'environnement, les recherches *sur* le développement et les recherches *pour* le développement :

- Les recherches *sur* l'environnement visent à identifier et à comprendre les mécanismes naturels et anthropiques qui président à l'évolution de cet environnement, à évaluer leurs rôles réciproques et à esquisser cette évolution.
- Les recherches *pour* l'environnement sont de nature plus techniques et technologiques et visent à prévenir les effets négatifs de l'activité humaine sur l'environnement (énergies nouvelles, technologies propres, ingénierie des milieux naturels, techniques d'aménagement, etc.).
- Les recherches *sur* le développement ont pour objectif de cerner les processus qui président à l'évolu-

tion économique, technologique, culturelle, sanitaire, etc. des sociétés humaines.

– Les recherches *pour* le développement s'intéressent également aux solutions techniques, socioéconomiques et réglementaires qui autorisent et facilitent le développement des sociétés humaines, dans leurs diversités sociales et environnementales.

Recherches sur l'environnement (plutôt en amont) et recherches pour l'environnement (plutôt en aval) doivent être en forte interaction, de même, les recherches sur le développement et les recherches pour le développement.

Ces interactions impliquent déjà un premier niveau d'interdisciplinarité, qu'on a retrouvé et qu'on retrouve par exemple dans les programmes de recherche sur l'environnement, comme ceux du CNRS. La prise en compte simultanée des questions de développement et des problèmes d'environnement conduit à un deuxième niveau d'interdisciplinarité. Classiquement et très schématiquement, ces recherches sont organisées de la façon suivante :

- Les recherches sur l'environnement et celles intégrant des préoccupations environnementales sont principalement menées dans le cadre des sciences de la nature (approches « géophysicochimiques et bioécologiques » des sciences de la planète et des sciences de la vie). Elles sont assez bien structurées sous forme de programmes nationaux et internationaux (cf. encadré). De très nombreux pays participent à cet effort collectif et notons que *presque tous les organismes de recherche français revendiquent des recherches sur l'environnement*.

- Les recherches *pour* l'environnement tentent de trouver des solutions techniques ou réglementaires aux problèmes d'environnement. Elles relèvent des sciences de l'ingénieur au sens large (incluant aspects industriels, techniques agricoles, aménagement et gestion des milieux). Cependant, certains secteurs des sciences de l'homme et de la société sont aussi impliqués : disciplines sociologiques et juridiques (sociétés, normes et règles), économie, géographie, etc.⁴. En France des instituts de recherches affichent très clairement ces préoccupations. Par exemple : le Cemagref (Centre d'étude du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts) ou l'Inra (Institut national de la recherche agronomique). Le programme Ecotech du CNRS s'intéresse aux technologies industrielles, à l'énergie et aux transports.

- Les recherches *sur* le développement font essentiellement appel aux sciences de l'homme et de la

² On retiendra néanmoins que la notion d'écodéveloppement précède celle de développement durable. Les efforts faits dans cette direction ont surtout concerné les sciences sociales malgré l'intitulé impliquant clairement l'écologie, science du vivant. A ce sujet on pourra consulter l'article : « Environnement, développement, marché. Pour une économie anthropologique : entretien avec Ignacy Sachs » par Jacques Weber (1994) in *Natures Sciences Sociétés* 2, 3, 258-265.

³ Ce terme quelque peu ésotérique, ayant un sens précis en mathématiques, est de plus en plus employé pour dire, très schématiquement, qu'il n'y a pas proportionnalité des effets par rapport aux causes et que la relation entre causes et effets est plus complexe. Les dynamiques des systèmes « non linéaires » revêtent aussi une apparence complexe (par exemple, en se traduisant par des trajectoires irrégulières).

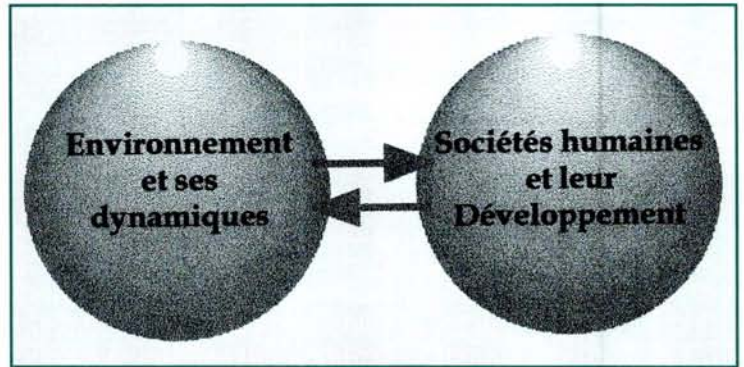
⁴ Les recherches pour et sur l'environnement posent des problèmes méthodologiques, d'organisation du travail et de formation scientifique et technique. Ces questions ont été abordées dans : Pavé A., Jollivet M. (1993). « About Nature science and society: the example of the environment. A new deal for scientists and engineers. *Proceedings of the International Symposium: The Culture of Engineering in a Rapidly Changing World*, University of California, Berkeley, Conf. Grandes Écoles et MIT, U.C. Berkeley, 168-180.

Environnement et développement

Lors du récent colloque international : « Quel environnement au XXI^e siècle ? Environnement, long terme et démocratie (Fontevraud, France, septembre 1996), il est apparu clairement que la nécessité d'explicitier le lien avec le développement lors des études sur l'environnement est maintenant très largement admise (et, symétriquement, pour celui avec l'environnement lors des études sur le développement). Ce lien est valable du local au global. Ainsi, d'une part, les travaux des économistes sur les modifications de l'effet de serre et les risques climatiques et, d'autre part, la prise en compte des aspects socioéconomiques par les physiciens des changements globaux illustrent cette dualité environnement-développement. On pourra se référer à :

- Hourcade J.-C. (1994). « Analyse économique et gestion des risques climatiques ». *Natures, Sciences, Sociétés* 3, 2, 202-211
- Godard O. (1993). « Quel régime international pour les émissions de gaz à effet de serre ». *Natures, Sciences, Sociétés* 1, 1, 25-33
- Fontan J. (1994). « Changements globaux et développement ». *Natures, Sciences, Sociétés* 2, 2, 153-155

Figure 1. Environnement et développement sont en étroite interaction. Dans le contexte présent, ces deux termes sont relatifs à l'homme, aux sociétés humaines : environnement de l'homme, développement des sociétés humaines. Cette notion d'environnement est valable de l'échelle locale à l'échelle planétaire : l'environnement local est relatif à l'individu ou au petit groupe d'individus (par exemple, une communauté villageoise) ; l'environnement global (ou planétaire) est relatif à l'ensemble des sociétés humaines de la planète. Pour le développement, l'effet d'échelle joue également. On parle, par exemple, de développement local, régional ou planétaire. Dans les deux cas l'hétérogénéité (de l'environnement, des modes et conditions du développement) est source de problèmes, mais aussi de richesses si on admet de les prendre en compte et de ne pas rechercher systématiquement des processus d'uniformisation ou d'homogénéisation. Comme exemples d'hétérogénéité on citera l'hétérogénéité spatiale des systèmes naturels et sociaux, l'hétérochronie ou hétérogénéité temporelle des processus, l'hétérogénéité des espèces des systèmes écologiques, l'hétérogénéité culturelle des systèmes sociaux, etc.



société, en particulier à l'économie, mais pas exclusivement⁵.

– Les recherches *pour* le développement, comme pour l'environnement, sont principalement menées dans le cadre des sciences de l'ingénieur.

Recherches sur le développement et recherches pour le développement sont de plus en plus fréquemment confondues dans l'expression « recherches au service du développement ». Ces recherches sont partiellement structurées⁶. Ainsi, en France, deux organismes de recherche affichent explicitement des ambitions sur ce sujet pour les régions intertropicales (y compris les Dom-Tom), à savoir l'Orstom (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération) et le Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement). Au CNRS, Le Pir-EVS mène des travaux très largement interdisciplinaires qui couplent de plus en plus, mais pas exclusivement, les questions d'environnement et de développement ; le centre d'intérêt principal reste néanmoins l'environnement. C'est vrai aussi pour le programme Ecotech et le Pir-Villes. Pour ce qui est de l'organisation du travail scientifique, les sciences sociales ont quelques difficultés à se structurer ; au niveau international, les initiatives du programme « Dimensions humaines du

changement global » (un PIGB social) méritent d'être suivies et soutenues.

Les problèmes de développement sont souvent conditionnés par des aspects santé et réciproquement, le niveau sanitaire d'une population est une des conditions de son développement. Pour les organismes de recherche français, l'Orstom a une action très pertinente dans ce domaine ; on retiendra aussi l'excellente contribution du réseau des Instituts Pasteur. L'OMS (Organisation mondiale de la santé) intervient au niveau international. De même pour l'éducation et la formation où les réseaux universitaires jouent un rôle important (par exemple, l'Aupelf/Uref), ainsi que des initiatives de certaines communautés scientifiques (par exemple, le Centre international de mathématiques pures et appliquées (Cimpa)).

Recherches sur l'environnement et ses dynamiques, recherches sur les sociétés humaines et leur développement

Sur des sujets aussi difficiles il est nécessaire d'explicitement les notions et les champs de recherche.

⁵ Par exemple, on peut aborder des questions relatives aux populations humaines avec un regard bioécologique. C'est ainsi qu'émerge l'« écologie humaine ». On peut aussi aborder des problèmes de milieux très artificialisés, comme le milieu urbain, avec le même type d'entrée, ce qui conduit à définir les contours d'une « écologie urbaine ».

Cf., par exemple : Legay J.M. (1991). « Quelques hypothèses à débattre en écologie urbaine ». *Actes du colloque d'écologie urbaine*, Mions (Rhône) France, 9-11.

⁶ En France, le Comité national de coordination pour la recherche au service du développement fait le point sur ces sujets et contribue grandement à la réflexion à la fois sur le contenu de la recherche et sur sa mise en œuvre à travers le dispositif national de recherche publique.

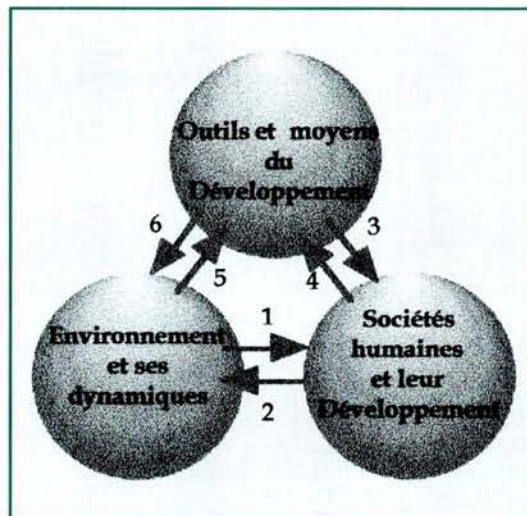


Figure 2. Environnement et développement : les différents aspects du problème. Les sociétés humaines qui veulent assurer leur développement conçoivent et mettent en œuvre un ensemble de dispositifs techniques ou réglementaires (les outils et moyens du développement). L'utilisation de ces outils conduit à changer les états et les dynamiques sociales et environnementales. L'enjeu actuel est de concevoir des outils et des règles dont les applications soient « bénéfiques » aux sociétés humaines et à leur environnement dans le long terme et prenant en compte la diversité des situations sociales et environnementales. (1) et (2) sont les interactions qui ne mettent pas en cause directement les médiateurs techniques (aspects bio-écologiques de l'homme) ; (3) et (4) explicitent les relations entre sociétés humaines et leurs techniques (conception et effet économique et social, par exemple sur l'emploi) ; (5) et (6) représentent d'une part l'action, les effets directs ou indirects de l'utilisation ou de l'application des techniques et des réglementations sur l'environnement et, d'autre part, l'influence environnementale sur les dispositifs techniques, par exemple, la dégradation « spontanée » de ces dispositifs.

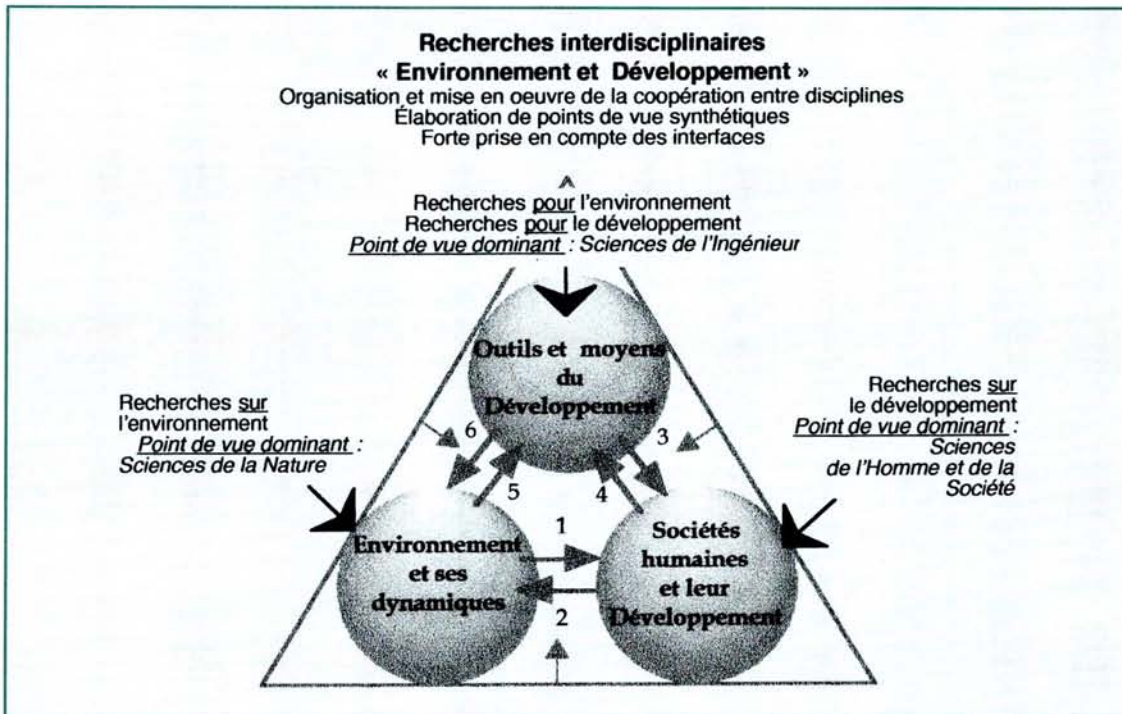


Figure 3. Organisation du travail scientifique. Les questions d'environnement et de développement sont abordées par la recherche scientifique suivant trois points de vue distincts et complémentaires : celui des sciences de la nature, celui des sciences de l'homme et de la société, celui des sciences de l'ingénieur. Classiquement, ces points de vue restent fortement centrés sur leurs objets et se croisent peu. Cependant l'ensemble « outils et moyens du développement » implique certes les sciences de l'ingénieur, mais intègre aussi des approches juridiques et réglementaires relevant des sciences de l'homme et de la société, ainsi que des aspects liés aux « sciences de la nature » (par exemple, l'agronomie, l'hydrologie, etc.). Par ailleurs et ce n'est pas encore explicité dans ce type de schéma, le recours de plus en plus fréquent à la *modélisation* (domaine qui traverse ces pratiques) implique de plus en plus les sciences mathématiques et l'informatique. On sait aussi que l'incomplétude des approches conduit à des résultats partiels dont l'application pose souvent des problèmes relativement aux aspects qui ont été ignorés (par exemple, une solution technique peut s'avérer dangereuse pour l'environnement et/ou socialement inacceptable). La *recherche interdisciplinaire* a pour objectif de faire coopérer des approches disciplinaires de façon à compléter et à harmoniser les résultats sectoriels, puis à élaborer un point de vue synthétique. De plus, elles se caractérisent aussi par une forte prise en compte des interfaces, souvent abordées superficiellement dans les approches classiques, monodisciplinaires.

L'environnement et ses dynamiques

Rappelons d'abord que par environnement on entend « environnement de l'homme et des sociétés humaines » (Jollivet et Pavé, 1992, 1993)⁷. Il se comprend à toutes les échelles d'espace, du local (l'environnement de l'individu ou du petit groupe, comme une communauté villageoise, à l'environnement de l'ensemble des sociétés humaines : l'environnement global ou planétaire). La définition que nous proposons était la suivante :

L'environnement est l'ensemble des milieux « naturels » ou « artificialisés » de l'écosphère où l'homme s'est installé, qu'il exploite, qu'il aménage, et l'ensemble des milieux non anthropisés nécessaires à sa survie. Ces milieux sont caractérisés :

- par leur géométrie, leurs composantes géophysiques, chimiques, biologiques, humaines et celles résultant de l'action de l'homme ;
- par la distribution spatiale de ces composantes ;
- par les processus de transformation, d'action ou d'interaction, impliquant ces composantes et les faisant changer dans l'espace et dans le temps ;
- par leurs multiples dépendances par rapport aux actions de l'homme ;

– par leur importance pour le développement des sociétés humaines.

Sans reprendre dans le détail l'argumentation développée à cette occasion, nous avons montré que les recherches sur l'environnement s'articulent autour de trois grands ensembles de questions, prenant progressivement valeur de paradigmes :

- i) celui des grands équilibres planétaires (équilibre des grandes variables géophysicochimiques et biologiques) ;
- ii) celui de la diversité biologique et des ressources renouvelables ;
- iii) celui du cadre et du mode de vie, de la santé des populations et sociétés humaines.

Ce dernier point est relatif aux aspects humains ; il renvoie à la question du développement et des modes de développement des sociétés humaines, aux questions de l'action de l'homme sur la nature, à celles des solidarités entre les hommes.

Du point de vue scientifique, ce découpage identifie, très globalement, deux grands groupes de disciplines : i) les sciences de la nature (sciences de la planète et sciences de la vie) et ii) les sciences de l'homme et de la société.

Les trois composantes (cases) de la figure 4 sont en relation ; trois couples de questions peuvent être

⁷ Jollivet M., Pavé A. (1993).

« L'environnement : un champ de recherche en formation ».

Natures, Sciences, Sociétés 1, 1, 6-20.

Jollivet M., Pavé A. (1992).

« L'environnement : questions et perspectives pour la recherche ». *Lettre du programme*

Environnement du CNRS 6, 5-29.

On pourra également consulter :

Godard O. (1995).

« L'environnement, du champ de recherche au concept ; une hiérarchie enchevêtrée dans la formation du sens ». *Revue internationale de systémique* 9, 4, 405-428.

Tableau I. Exemples de programmes et d'institutions (organismes de recherche, agences, etc.) intervenant aux niveaux national et international dans les recherches sur l'environnement et/ou le développement.

Cette liste n'est évidemment pas exhaustive et forcément simplificatrice (par exemple, beaucoup d'organismes de recherche centrés sur l'environnement prennent déjà et nécessairement en considération des questions de développement et inversement). Par ailleurs, dans la nébuleuse des organisations non gouvernementales certaines contribuent, quelques-unes très positivement, d'autres moins, à cet effort de recherche*.

	Environnement		Développement	
	Recherches sur l'environnement	Recherches pour l'environnement	Recherches sur le développement	Recherches pour le développement
Niveau national	<ul style="list-style-type: none"> - PNEDC - CNRS : Pir-EVS, PIR-villes, départements scientifiques - Programmes de l'Insu (CNRS et partenaires) <p>Presque tous les organismes de recherche revendiquent des recherches sur l'environnement</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ADEME - Programme Ecotech, SPI (CNRS) - Inra - Cemagref - Ifremer - Ineris - Fem - Ministère de l'Environnement - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Orstom - Cirad - Inra - CNRS (SHS, SPI, Pir-EVS, Ecotech, Pir-Villes) 	<ul style="list-style-type: none"> - Orstom - Cirad - Inra - Cemagref - CNRS (SPI, Ecotech, Pir-Villes, Pir-EVS) - Instituts Pasteurs - Aupeif/Uref
Niveau international	<ul style="list-style-type: none"> - PIGB (ICSU) - Mab (Unesco) - Diversitas (IUBS) - Programme Env. Climat (UE) - PDH - PMRC - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fem - Gef 	<ul style="list-style-type: none"> - Fem - Gef 	<ul style="list-style-type: none"> - Fem - Gef - Banque mondiale - OMS - FAO

* À propos des ONG et pour celles qui revendiquent une activité de recherche, un travail d'évaluation de leur action semble nécessaire : d'autant plus qu'elles émergent très souvent à des budgets publics.

Ademe : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie ; Cemagref : Centre d'étude du machinisme agricole, des eaux et des forêts ; Cirad : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement ; CNRS : Centre national de la recherche scientifique ; FAO : Food and Agriculture Organisation ; Fem : Fonds pour l'environnement mondial ; Ffem : Fonds français pour l'environnement mondial ; GEF : Global Environment Facilities ; Inra : Institut national de la recherche agronomique ; Insu : Institut national des sciences de l'univers ; MAB : Man And Biosphere (programme de l'Unesco) ; OMS : Organisation mondiale de la santé ; Orstom : Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération. L'ancien sigle de l'Orstom (anciennement Office de recherche scientifique des Territoires d'outre-mer) a été conservé parce que très connu et reconnu dans les pays en développement ; PDH : Programme Dimensions humaines du changement global ; PIGB : Programme international Géosphère-biosphère ; Pir-EVS : Programme interdisciplinaire de recherche Environnement, vie et sociétés ; Pir-Villes : Programme interdisciplinaire de recherche sur les villes ; PMRC : Programme mondial de recherche sur le climat ; PNEDC : Programme national d'étude de la dynamique du climat ; SPI : Sciences pour l'ingénieur.

Au niveau européen, plusieurs directions générales de la commission de l'Union européenne interviennent dans les recherches « environnement-développement » (évidemment la DG XII « science, recherche et développement », mais aussi la DG XI « environnement, sécurité nucléaire et protection civile », la DG VIII « Développement », la DG 18 « Énergie », la DG VI « Agriculture », la DG I « relations internationales », etc.).

énoncés à propos des influences respectives de ces cases sur les deux autres. Par exemple la relation entre la case « cadre de vie, etc. », elle-même explicitement liée aux sociétés et à leur développement, et la case « grands équilibres planétaires » suggère les deux questions suivantes :

i) Quel est le rôle des sociétés humaines et de leur développement dans les modifications des « grands équilibres planétaires » ?

C'est-à-dire distinguer, dans l'évolution de l'environnement, ce qui relève de processus naturels (ou spontanés) de processus d'origine anthropiques, tout en sachant qu'en plus ces deux types de processus peuvent interagir. Pour prendre un exemple maintenant bien connu, les émissions de CO₂ dans l'atmosphère relèvent, d'une part, de processus naturels (les volcans et la respiration de nombreux êtres vivants en sont en partie responsables) et, d'autre part, de l'activité humaine (production d'énergie, transports).

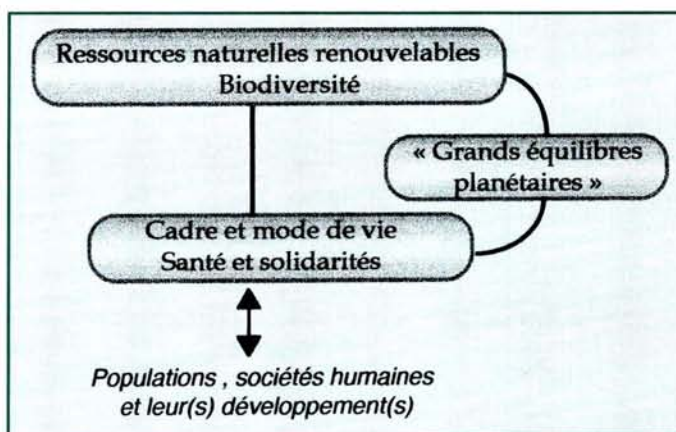
Cette dernière partie devient de plus en plus importante depuis deux siècles. Comme le CO₂ est un gaz à effet de serre, on craint et on commence à suspecter des modifications importantes des climats de la planète. Par ailleurs le CO₂ est utilisé par les plantes par le biais du processus de photosynthèse : l'augmentation de la concentration atmosphérique de ce gaz peut-elle influencer sur la croissance de ces plantes et comment ? Quels en seront les effets sur les écosystèmes, les agrosystèmes, les hydrosystèmes et en retour sur la composition de l'atmosphère elle-même ?

Question qui peut se renverser :

ii) Les modifications des grands équilibres planétaires influent-elles sur les sociétés humaines et sur leur développement ?

On peut toujours prendre l'exemple du CO₂ atmosphérique. On imagine bien que d'éventuels changements climatiques, consécutifs aux modifications de

Figure 4. Trois grands ensembles de questions, dont la formulation prend progressivement valeur de paradigmes, fondent implicitement les recherches sur l'environnement. On notera cependant qu'à l'idée de « grands équilibres », notamment géophysicochimiques, se substitue progressivement celle de « dynamiques planétaires » et de « viabilité » des systèmes (notamment des écosystèmes) plus conformes à la réalité de l'évolution permanente de notre environnement. En termes de systèmes dynamiques, l'important est de se situer constamment sur une trajectoire confinée dans un espace d'état qui assure la viabilité de l'écosphère et tout particulièrement la renouvelabilité des ressources de façon à ce que l'homme puisse vivre dans son environnement et en vivre.



l'effet de serre suite à l'accumulation de ce gaz, auront des répercussions importantes au niveau régional, par exemple sur l'agriculture. De même et indirectement, la crainte de modifications climatiques devrait entraîner la mise en place de procédures et des techniques permettant la limitation des émissions de CO₂ qui auront des conséquences économiques importantes (dues, en particulier, aux modifications des techniques de transports et de production d'énergie).

Bien que les principales approches relèvent classiquement des sciences de la nature, l'étude scientifique des questions posées demande obligatoirement une approche interdisciplinaire et implique ainsi d'autres secteurs scientifiques.

Par ailleurs, le nécessaire recours aux modèles et donc à la modélisation, implique les sciences mathématiques et informatique. Notons au passage que le modèle, parmi ses nombreuses fonctions, est un outil de dialogue entre disciplines et un instrument de synthèse interdisciplinaire (cf. figure 5). Cela lui confère un statut particulier dans la démarche scientifique actuelle⁸.

Enfin, la progressive formulation des aspects humains met directement en rapport les problèmes d'environnement et les questions relatives aux sociétés humaines et à leur développement. Le lien est donc explicitement établi.

Les sociétés humaines et leur(s) développement(s)

Comme pour l'environnement, il serait souhaitable de définir le développement. Nous ne nous risquons pas à un tel exercice et nous retiendrons seulement un cadre général :

Le développement des sociétés humaines correspond à une amélioration continue des conditions de vie de l'ensemble des individus de ces sociétés (santé, sécurité, cadre de vie, travail et emploi, éducation et culture), bien qu'à des degrés divers et suivant des modalités différentes. Cet objectif s'accompagne d'une nécessité de croissance économique et de progrès technologique⁹. Il doit s'inscrire dans un temps long, celui de plusieurs générations humaines ;

c'est pourquoi on parle maintenant de développement durable.

En pratiquant ensuite une analyse analogue à celle faite pour l'environnement, en tenant compte de la liste de 51 indicateurs choisis par la Banque mondiale (1992, voir tableau II) mais pas exclusivement, on peut proposer que, dans son expression actuelle la question du développement s'articule autour de quatre préoccupations : i) celui de la croissance économique ; ii) celui du « contrôle » de la démographie ; iii) celui du progrès technologique ; iv) celui du bien-être individuel et du progrès social (éducation, culture, travail et emploi, santé et sécurité).

On remarquera au passage que beaucoup d'indicateurs de la Banque mondiale, 51 répartis en 16 thèmes, sont économiques (23 sur 51), que nombre d'entre eux sont très corrélés (Paz et al, 1993)¹⁰ et qu'aucun ne fait explicitement référence au progrès technologique (voir *Quels indicateurs ?*). Cette dominante des composantes économiques n'est pas nouvelle. On peut même dire que les recherches sur le développement ont d'abord concerné cette discipline. On notera, par exemple, que, dans son édition de 1980, *l'Encyclopædia Universalis* présente l'approche scientifique des questions de développement en faisant référence à trois disciplines : l'économie, la sociologie et le droit ; l'économie fut, historiquement, en première ligne. Aujourd'hui et singulièrement avec le concept de développement durable, bien d'autres secteurs scientifiques sont concernés.

Par ailleurs et bien que ces indicateurs aient été conçus dans l'idée actuelle du développement durable, on ne trouve aucune trace d'indicateur relatif à l'environnement (sauf peut-être une référence à l'urbanisation). Cela étant, cette construction ne traduit pas exactement les dynamiques scientifiques¹¹ et celles exprimées par l'autres organisation comme le Pnud. Une volonté de rapprochement des problématiques et des points de vue scientifiques sur l'environnement et le développement est de plus en plus clairement exprimée. Une réflexion sur la conception d'indicateurs de développement durable est menée activement au niveau international¹².

De fait, dans l'idée du développement durable, le « point d'entrée environnement » apparaît clairement par le truchement des notions de ressources renouve-

⁸ Cf. par exemple :

Pavé A. (1994).
« Modélisation en biologie et en écologie », Aléa, Lyon.
« Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement », *Actes des Journées du PIR-EVS*, Paris, janvier 1996 (4 volumes).

⁹ Du moins, est-ce l'idée la plus fréquemment admise !

¹⁰ Paz B., Degang J., Le Boulengé E. (1993).
« Quelle classification pour les pays en voie de développement ? », mémoire, université catholique de Louvain.

¹¹ Par exemple, la conférence internationale « Écologie, sociologie, économie » (op. cit.) avait dans ses préoccupations de faire converger les approches de ces disciplines.

¹² Lors du colloque international « Quel environnement au XXI^e siècle ? Environnement, long terme et démocratie » (op. cit.), un atelier a été consacré à ce sujet. Cependant à travers les contributions présentées, on notera les progrès méthodologiques nécessaires pour donner une solution acceptable et opératoire au problème des indicateurs du développement durable.

Tableau II. Indicateurs du développement*(Banque mondiale : Rapport sur le développement dans le monde, Oxford University Press, 1992)*

<i>Indicateurs de base</i>	
1. Pays	33. Dépenses totales (%) diverses
2. Population (millions d'habitants)	34. Dépenses totales (%) du PNB
3. Superficie (milliers de km ²)	35. Rapport global excédent/déficit en % du PNB
4. Densité de la population	<i>Recettes courantes de l'administration centrale</i>
5. PNB par habitant (en dollars)	36. Recettes courantes en % du PNB
6. PNB par habitant, croissance annuelle (%)	<i>Structures des importations des marchandises</i>
7. Inflation annuelle moyenne (%)	37. Importations de marchandises : produits alimentaires (%)
8. Espérance de vie à la naissance (années)	38. Importations de marchandises : produits industriels (machines) (%)
9. Analphabétisme (adultes, %)	<i>Structures des exportations des marchandises</i>
<i>Croissance de la production (%)</i>	39. Exportations de marchandises : combustibles, minéraux et métaux (%)
10. Croissance moyenne annuelle du PIB	40. Exportations de marchandises : autres produits primaires (%)
11. Croissance moyenne annuelle de l'agriculture	<i>Apports de l'aide publique au développement (ADP)</i>
12. Croissance moyenne annuelle de l'industrie	41. Décaissements nets d'ADP de toutes origines par habitant (en dollars)
13. Croissance moyenne annuelle de la manufacture	<i>Dettes extérieures totales</i>
14. Croissance moyenne annuelle des services	42. Dette extérieure totale (en millions de dollars)
<i>Structure de la production</i>	43. Taux annuel moyen d'accroissement (% de la population totale)
15. PIB par habitant	<i>Démographie et fécondité</i>
16. Répartition du PIB (%) dans l'agriculture	44. Taux brut de natalité (pour 1000 habitants)
17. Répartition du PIB (%) dans l'industrie	45. Taux brut de mortalité (pour 1000 habitants)
18. Répartition du PIB (%) dans la manufacture	<i>Santé et nutrition</i>
19. Répartition du PIB (%) dans les services	46. Apport calorique journalier par habitant
<i>Agriculture et alimentation</i>	<i>Éducation</i>
20. Valeur ajoutée par habitant dans l'agriculture	47. Pourcentage de la classe d'âge pertinente d'inscriptions dans l'enseignement primaire
21. Importation de céréales par habitant	48. Pourcentage de la classe d'âge pertinente d'inscriptions dans l'enseignement secondaire
22. Aide alimentaire en céréales par habitant	49. Taux net de scolarisation primaire
23. Consommation d'engrais	<i>Urbanisation</i>
24. Indice moyen de production alimentaire par habitant	50. Pourcentage de la population urbaine
<i>Structure de la demande</i>	51. Taux de croissance (annuel) de la population urbaine
25. Répartition du PIB (%) dans la consommation des administrations publiques	
26. Répartition du PIB (%) dans la consommation privée	
27. Répartition du PIB (%) dans l'exportation des biens et services	
<i>Dépenses de l'administration centrale</i>	
28. Dépenses totales (%) en défense (%)	
29. Dépenses totales (%) en éducation (%)	
30. Dépenses totales (%) en Santé (%)	
31. Dépenses totales (%) en habitat et équipements collectifs, sécurité sociale et aide sociale	
32. Dépenses totales (%) en services économiques	

¹³ Willinger M. (1996). « La modélisation du développement durable », *Actes des Journées « Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement »*, programme interdisciplinaire de recherche « Environnement, vie et sociétés » du CNRS, Paris.

¹⁴ Di Castri F. (1995). « The Chair of Sustainable Development », *Nature & Resources*, 31, 3, 2-7

lables et non renouvelables dans les modèles économiques (cf. par exemple, Willinger, 1996)¹³. Il est classiquement intégré dans le discours sur le développement durable d'origine plutôt écologique ou environnementaliste. Ainsi Di Castri propose-t-il les « quatre pieds de chaise » du développement durable : culturel, social, économique et environnemental (Di Castri, 1995)¹⁴ ; tout déséquilibre se traduit par une chaise bancale et donc un développement

dysharmonieux. Cette métaphore pose implicitement le problème de l'utilisation et de la distribution des richesses. On notera que le progrès technologique n'est pas non plus explicite dans cette représentation, de même les questions de santé qui sont probablement intériorisées dans le développement social. Cela étant, l'image est très séduisante.

Plus généralement, si la transmission du savoir est bien précisée (éducation), si le progrès technologique

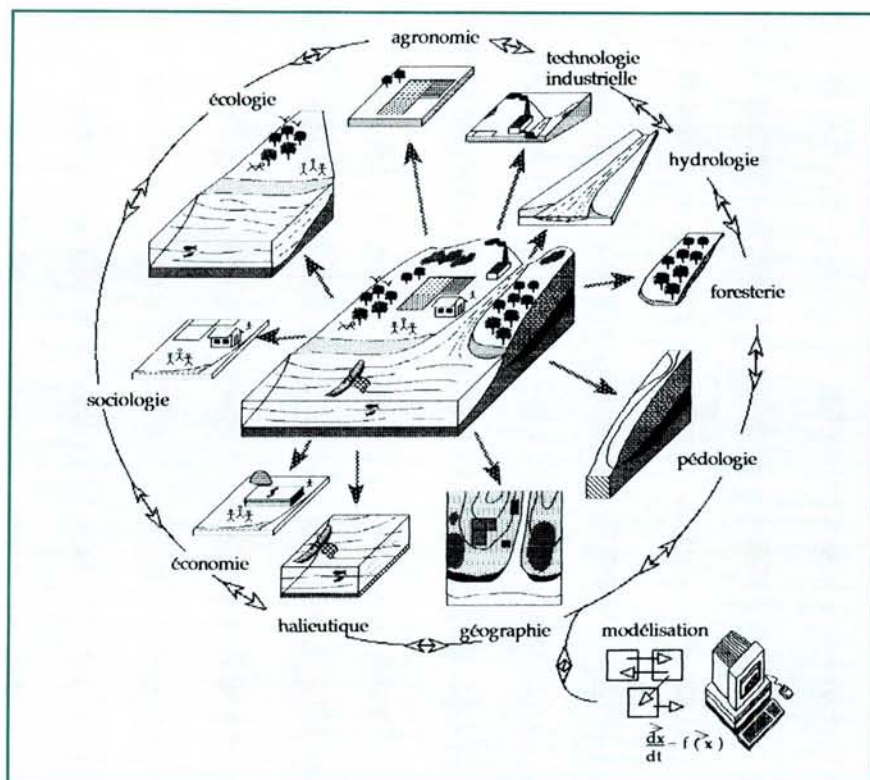


Figure 5. La modélisation intervient comme méthode dans la plupart des approches disciplinaires. C'est aussi un facteur d'unification dans le dialogue interdisciplinaire. Le modèle est l'objet qui concrétise le point de vue commun sur la situation étudiée ; à ce titre, il est médiateur et instrument de discussion. Par ailleurs, outil de synthèse il peut aider ou guider la prise de décision. En tout état de cause sa construction et son utilisation demandent des spécialistes avertis. Enfin, il peut aussi devenir moyen de manipulation, au sens « social » du terme. Il y a lieu d'être conscient et averti de ce risque et de promouvoir une « déontologie » relative à la pratique de la modélisation et à l'usage des modèles.

est souvent pris en compte implicitement, en revanche le *développement du dispositif d'acquisition, de formulation et d'organisation des connaissances*, c'est-à-dire la recherche scientifique, n'est pas explicité. Pourtant, on s'accorde à dire que cet aspect est stratégique et jouera sans doute un rôle déterminant dans l'avenir : la capacité des sociétés à acquérir des connaissances nouvelles, à intégrer celles obtenues par les autres et à utiliser à leur bénéfice ces ensembles de connaissances.

La recherche scientifique est non seulement un des objectifs et un des moyens du développement, voire une condition nécessaire ; c'est aussi une approche des problèmes de développement et tout particulièrement de ceux du développement durable. À cette fin,

cette recherche peut se fonder sur une nouvelle formulation des paradigmes, mieux adaptée à l'étude du *développement durable*, intégrant la dimension environnementale, comme on vient de le voir, absente ou quasiment de la problématique du développement. Ainsi et dans une deuxième approximation on peut esquisser les perspectives suivantes : i) croissance économique et distribution des richesses ; ii) évolution démographique et sa maîtrise ; iii) bien être individuel et progrès social ; iv) progrès technologique et scientifique ; v) renouvelabilité des ressources reproductibles – environnement viable.

Le glissement des termes est lui aussi significatif :
– L'idée de *croissance économique* est de plus en plus accompagnée du *souci de la distribution des richesses*,

Quels indicateurs ?

Des indicateurs globaux, comme l'IDH, indicateur du développement humain, sont très réducteurs et traduisent mal les aspects qualitatifs. L'IDH est utilisé par le PNUD (Programme des Nations unies pour le développement), qui en a d'ailleurs, lui-même, une vision critique. On pourra consulter :

- Rapport mondial sur le développement » (Programme des Nations unies pour le développement, ed.), *Economica*, 1996, 251 p. Dans ce rapport on trouvera également les indicateurs du développement choisis par le PNUD, plus nombreux et moins économico-centrés que ceux de la Banque mondiale (48 tableaux thématiques avec une moyenne de huit indicateurs par tableau), dont l'IDH est la synthèse partielle. Certains d'entre eux explicitent très clairement les soucis relatifs à l'environnement et à la gestion des ressources naturelles. L'analyse de ces thèmes et indicateurs va dans le sens d'une catégorisation en 4 (figure 6), puis cinq grands ensembles (figure 7) de préoccupations qui peuvent structurer un champ de recherche sur le développement avec une prise en considération explicite des problèmes environnementaux et de ceux de la gestion des ressources naturelles. On notera également, dans cette même publication, trois contributions importantes :
- L'équité intergénérationnelle, oui, mais qu'en est-il de l'équité aujourd'hui ? » par Robert M. Solow.
- Humaniser la croissance : la voie de l'équité », par Fernando Henrique Cardoso.
- Le défi et l'exemple de l'Afrique du Sud », par Nelson Mandela.

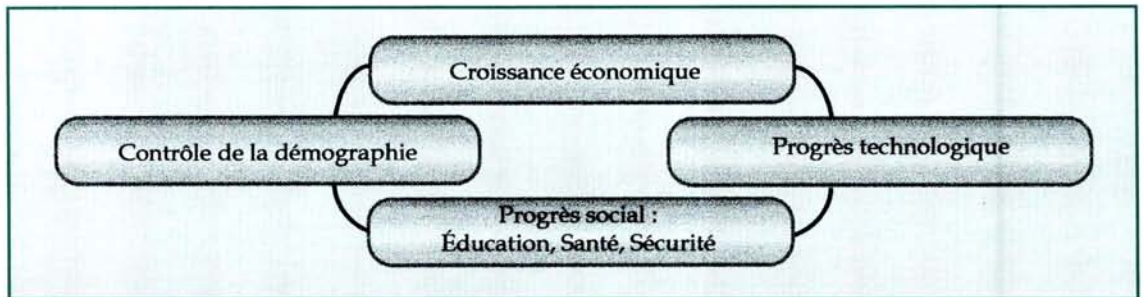


Figure 6. Recherches sur le développement et leurs préoccupations telles qu'elles peuvent être dégagées des indicateurs du développement (d'après les indicateurs de la Banque mondiale, 1991) et des tendances actuelles de la recherche. De la même façon que pour l'environnement, derrière ces préoccupations des paradigmes, pas toujours explicites, conditionnent les recherches.

dans le sens d'une répartition « plus juste » à l'intérieur des diverses sociétés et entre celles du Nord et celles du Sud.

– On sait maintenant que la *démographie* n'est pas réductible à un processus explosif mais répond à des dynamiques plus subtiles. On peut donc substituer le terme plus général d'évolution à celui d'explosion. L'enjeu reste néanmoins de maîtriser cette évolution et ses conséquences.

– Le *progrès technologique* ne correspond pas uniquement à la découverte de nouvelles technologies mais aussi au transfert et à l'adaptation technologiques. Par exemple, l'adoption de la glacière par la pêche piroguière en Afrique de l'Ouest a considérablement modifié la pratique des pêcheurs et l'économie de la pêche. De surcroît et comme il a été signalé ci-dessus, au progrès technologique il faut aussi associer le progrès scientifique avec la même idée : le progrès n'est pas réductible à l'acquisition de connaissances nouvelles, au niveau international, mais à l'accès aux connaissances, à leur appropriation et à leur transfert.

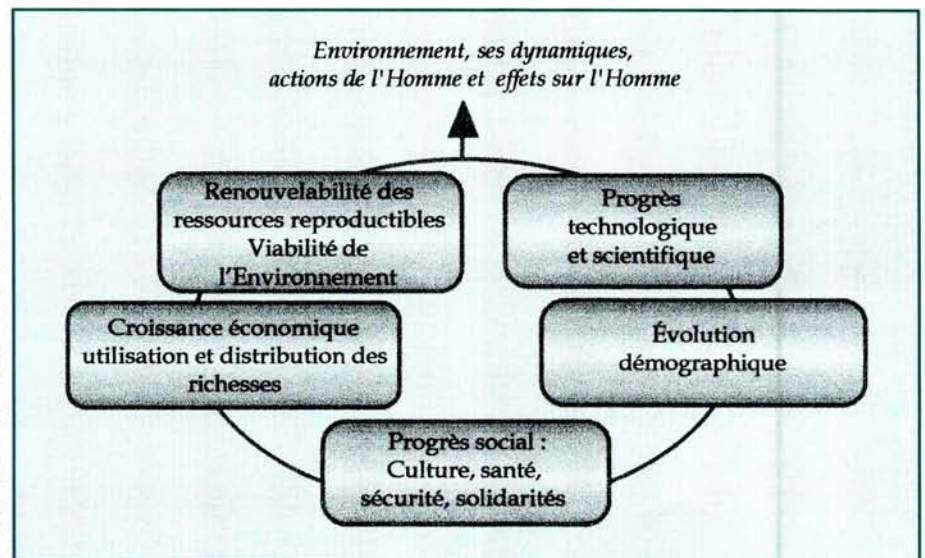
– Le progrès social n'est pas réductible à des considérations sécuritaires, sanitaires ou d'instruction, mais prend d'autres dimensions avec la recherche de solidarités et d'expressions culturelles nouvelles. Ce dernier point est en plein débat : comment intégrer la diversité culturelle, les conditions locales de vie, dans une éducation devant aussi transmettre des notions universelles ?

– La prise en compte de la renouvelabilité des ressources et de l'accessibilité à des ressources potentielles est également un progrès dans l'appréhension des relations entre l'homme et son environnement. Ce dernier n'est plus vu comme une source inépuisable de biens et de richesses, ou comme une poubelle sans fond, mais comme une entité dont il faut préserver la viabilité pour assurer le renouvellement des ressources (air, eau, aliments, etc.) ou bien le potentiel par une exploitation raisonnée des ressources non renouvelables.

Il n'est cependant pas inutile de préciser que la transition entre les deux schémas : de celui du déve-

Figure 7. Proposition de paradigmes pour la recherche sur le développement durable.

Apparaissent explicitement des relations avec l'environnement. Précisons à nouveau que la viabilité de l'environnement, expression quelque peu équivoque, correspond à l'idée que l'homme puisse vivre (bien) dans cet environnement et en vivre (bien). En sachant que ce critère, très anthropocentré, peut évoluer au cours du temps, mais qu'il suppose néanmoins que certaines propriétés et fonctions soient maintenues (atmosphère respirable, eau consommable, écosystèmes fonctionnels assurant la reproductibilité des ressources vivantes, etc.) ou même améliorées.



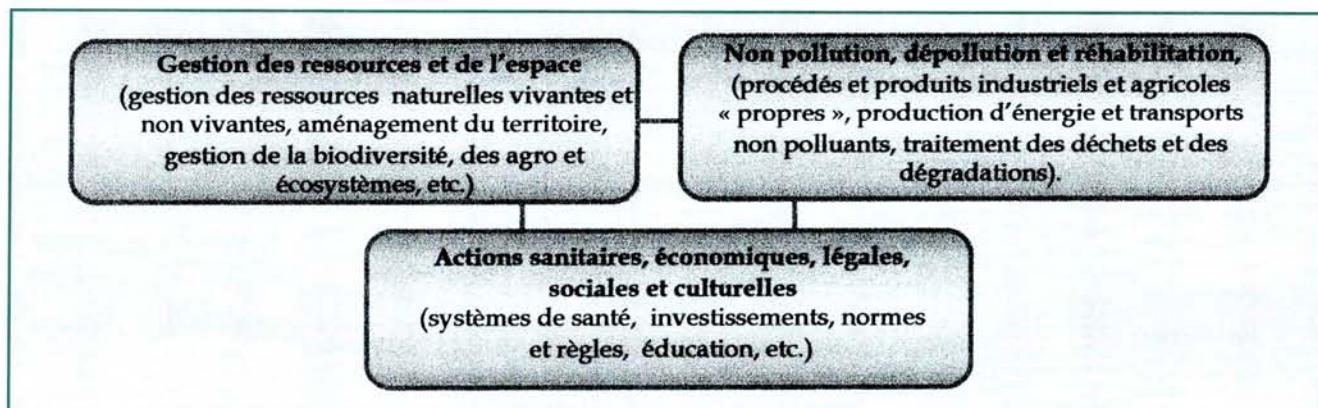


Figure 8. Les axes essentiels des recherches pour l'environnement sont évidemment très liés aux paradigmes des recherches sur l'environnement. Ces recherches visent à trouver des solutions techniques ou autres aux problèmes d'environnement et à étudier les conséquences de leur mise en œuvre.

veloppement à celui du développement durable, n'est pas encore pleinement acquise (c'est le moins qu'on puisse dire). Par exemple, la vision étroitement économiste de la société, notamment dans son acception extrême et ultralibérale de l'école de Chicago, s'oppose clairement à cette conception. Or, cette conception du développement fait évoluer les concepts et modèles économiques eux-mêmes (qui deviennent moins schématiques et moins simplistes) et intègre d'autres dimensions non traduites (voire non traductibles) en termes purement économiques.

Sur la base d'un schéma du type de celui présenté dans la figure 7, on peut imaginer comment organiser des actions de recherche qui permettent d'étudier les mécanismes fondamentaux intervenant dans chacune de ces boîtes et surtout de préciser leurs interrelations. Ces dernières permettent de construire un questionnement du type proposé pour la recherche sur l'environnement. On peut également se servir de ce genre de repère, dans une version plus détaillée, pour l'analyse des causes de « dysfonctionnement ». C'est-à-dire d'identifier les raisons d'une dérive des objectifs de développement tels qu'ils sont élaborés ou adaptés.

Il est bon de le souligner encore, on voit clairement les rapports à l'environnement par l'intermédiaire de la renouvelabilité des ressources reproductibles (en l'occurrence des ressources vivantes) et de la notion plus générique d'environnement viable, des références au bien-être, donc à la santé, elle-même très liée à l'état de l'environnement et des progrès scientifiques et technologiques (mieux comprendre notre environnement, ses dynamiques pour mieux décider et agir).

Enfin, la notion même de développement et plus encore celle de développement durable impliquent une approche spatiale et temporelle des phénomènes, à savoir une étude de la dynamique des systèmes spatialisés, qu'ils soient naturels, techniques ou sociaux.

Les recherches pour l'environnement, les recherches pour le développement

Le processus d'acquisition des connaissances sur l'environnement et le développement doit être complété par l'étude des conditions concrètes d'intervention de l'homme afin de préserver ou d'améliorer son environnement et, simultanément, de faire progresser ses conditions de vie.

Les recherches *pour* l'environnement sont évidemment très liées aux recherches *sur* l'environnement. Elles ont pour objectif :

- de trouver des solutions techniques, réglementaires, économiques et sociales permettant de réhabiliter les environnements dégradés, d'éviter les dégradations futures, de gérer les ressources et l'espace, d'assurer un bon état sanitaire par un bon environnement ;
- de prévoir les conséquences directes ou indirectes de l'application de ces solutions. Comme nous l'avons déjà souligné, ces recherches relèvent principalement des sciences de l'ingénieur, mais impliquent également des sciences sociales (sociologie, économie, pédagogie, droit, etc.)¹⁵.

La recherche scientifique ne peut pas, ou ne peut plus, faire l'économie de l'étude des actions de l'homme sur son environnement et pour son environnement. À l'image des sciences de l'ingénieur, il ne s'agit pas d'une stricte application des connaissances de base mais d'une véritable recherche des conditions de mise en œuvre de ces connaissances.

Dans une première lecture, les recherches *pour* le développement pourraient concerner toutes ou presque toutes les activités de recherches scientifiques et technologiques. Par exemple, les travaux sur la fusion thermonucléaire contrôlée relèveraient à l'évidence d'un souci de développement et même de développement durable pour assurer des ressources énergétiques quasiment inépuisables pour l'humanité. Cependant, ce n'est pas ce qui est implicitement entendu lorsqu'on fait référence aux recherches pour le développement. En effet, on s'intéresse à résoudre

¹⁵ Pavé A., Jollivet M., op. cit.

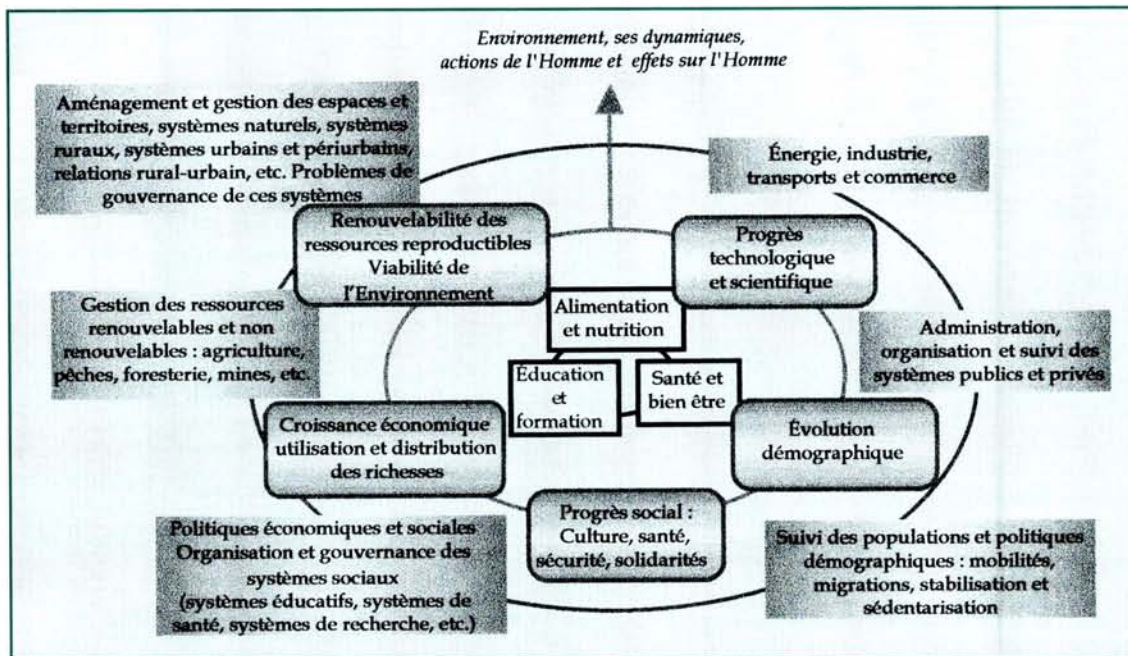


Figure 9. Les recherches pour le développement visent d'abord à satisfaire les « besoins élémentaires » (partie centrale : alimentation et nutrition, santé, éducation et formation), ensuite à examiner concrètement les conditions d'un développement durable (partie externe). L'ensemble s'organise autour des paradigmes de la recherche sur le développement. De cet ensemble émerge une série de questions mettant en relation les divers éléments de ce schéma, tout en notant bien que ce dernier, comme les précédents, n'a aucune prétention à l'exhaustivité. Il n'a de valeur qu'illustrative pour montrer une démarche possible de problématisation et d'organisation du questionnement.

les problèmes de dysfonctionnement que subissent les sociétés du Nord, à imaginer des schémas plus soucieux de l'homme et de la nature et surtout à tenter de combler les écarts entre ces sociétés et celles du Sud par des recherches et actions spécifiques concernant ces dernières. Dans ce contexte les relations entre environnement et développement prennent aujourd'hui un relief particulier.

Les relations entre pays dits « développés » et pays dits « en développement » ont un lourd passé : l'époque coloniale et l'idéologie de la « mise en valeur », l'époque post-coloniale, quelquefois néocolonialiste, avec les tentatives de transferts de modèles du Nord (des transferts technologiques aux modèles de développement économiques et sociaux) et les nombreux échecs de ces tentatives de transfert ou, ce qui est plus rassurant, leur récupération à des fins inattendues ou encore leur intégration dans un développement autonome. Par exemple les tentatives d'industrialisation de la pêche maritime en Afrique de l'Ouest n'ont pas empêché le développement de la pêche piroguière (dite « artisanale »). Cela étant, de grands progrès ont été enregistrés essentiellement sur les questions fondamentales de subsistance, sur la satisfaction des besoins essentiels, à savoir l'alimentation (quantitativement et qualitativement), la santé, l'éducation et la formation.

Dans ces trois cas et plus particulièrement pour les deux premiers, le rôle de la recherche a été déterminant :

i) Pour l'alimentation avec le développement d'une agriculture adaptée, sur la base d'une recherche agronomique spécifique, même si beaucoup reste à faire

notamment par la promotion d'une agriculture productiviste respectueuse de l'environnement. Les autres ressources, notamment halieutiques et aquacoles, sont aussi l'objet d'une recherche et de développements technologiques actifs.

ii) Pour la santé avec les succès indéniables d'une médecine tropicale efficace, même si de nombreux progrès restent à faire sur certaines grandes endémies (paludisme, sida, bilharziose). En revanche, la mise en place de systèmes de santé adaptés pose encore de nombreux problèmes : l'intégration du médical, du socioculturel et des aspects économiques reste à faire.

iii) Pour l'éducation et la formation, le schéma a le plus souvent consisté à copier ou à transférer les modèles éducatifs sans une recherche de contenus et de modes de transmission du savoir adaptés. Sans ressortir l'exemple éculé de « nos ancêtres les Gaulois », mais qui fut bien réel, on est étonné de l'intervention de certaines associations ou de certains organismes¹⁶. À une époque où la maîtrise des savoirs et des connaissances est de plus en plus considérée comme une des clés, sinon la clé, du développement il y a lieu de porter une attention particulière à l'éducation et à la formation et à rechercher les voies adaptées économiquement, socialement et culturellement. Il ne s'agit pas non plus de faire dans le particularisme outrancier mais de maintenir un fonds commun de savoir entre les hommes qui ménage les spécificités et les originalités.

Les dimensions économiques et technologiques sont omniprésentes :

– En arrière plan, par exemple elles sont de plus en plus prises en compte par les chercheurs des sciences

¹⁶ Par exemple, le Cimpa (Centre international de mathématiques pures et appliquées) s'intéresse à la formation mathématique et informatique des cadres des Ped, notamment africains. La lecture des programmes montre qu'on y fait des mathématiques d'un très bon niveau, voire très pointues. Si on est parfaitement convaincu que dans tous les pays du monde on peut former et trouver d'excellents mathématiciens, les mathématiques en questions sont-elles concrètement « utiles pour le développement » ? Il ne s'agit pas de boudier les mathématiques avancées, mais de ne pas faire que celles-ci. On ne peut qu'être attentif à l'évolution actuelle de ce centre et à la réflexion qui la sous-tend qui vise à revoir ce schéma, tout particulièrement dans un contexte scientifique et technique où la modélisation devient une méthode de plus en plus répandue.

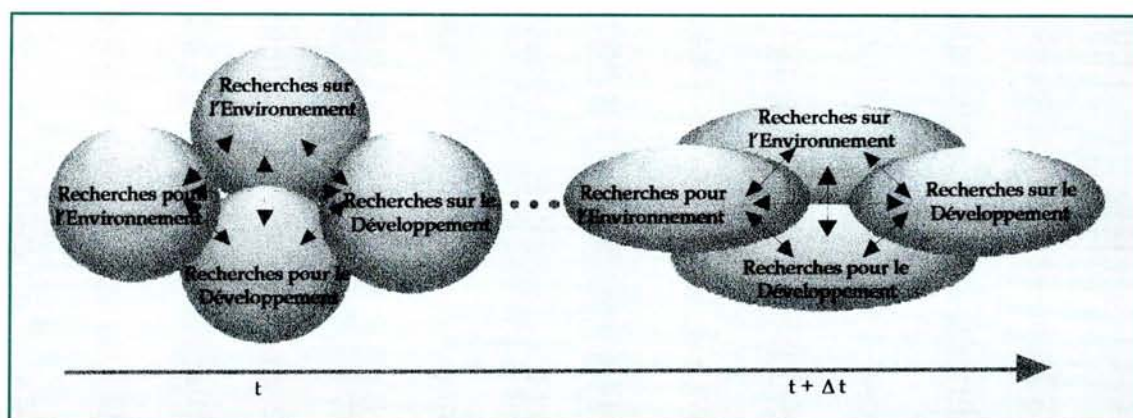


Figure 10. Les interactions entre champs de recherche devraient conduire à une coévolution de ces champs, à la modification de leurs contours, à une plus étroite imbrication de leurs travaux et à une meilleure adaptation de leurs paradigmes, sans pour autant qu'ils perdent leurs identités.

de la nature eux-mêmes qui tentent de trouver des solutions technologiquement et économiquement viables dans le contexte des PED. Il se peut même que la considération de ces contraintes conduisent à des solutions meilleures que celle utilisées « classiquement »¹⁷.

– De façon plus profonde, l'étude des économies et des technologies telles qu'elles s'expriment et se conçoivent sur le « terrain », au-delà des modèles théoriques normatifs pensés dans les laboratoires du Nord, prend de plus en plus d'importance (économie anthropologique, économie et écologie, confrontation des modèles théoriques avec les réalités de terrain, études de technologies alternatives, etc.). Il s'agit d'un secteur actif, intellectuellement pertinent et concrètement utile.

Enfin, tout ce qui concerne les questions d'organisation des systèmes sociaux et des systèmes de production, d'administration, de politiques, d'aménagement et de gestion des espaces et territoires (notamment à travers la question de l'urbanisation, de gestion des systèmes ruraux et naturels), de gestion des ressources naturelles, renouvelables ou non, et enfin des migrations des populations humaines font l'objet de recherches très actives.

Ces recherches sont lancées soit à l'initiative de la communauté scientifique elle-même, soit à la suite d'interrogation par divers acteurs du développement. On voit qu'elles recourent très précisément nombres de recherches pour l'environnement citées ci-dessus.

Environnement et développement

Viabilité, durabilité, acceptabilité. Une niche écologique pour la coévolution des approches scientifiques de l'environnement et des recherches au service du développement

Les schémas et paradigmes proposés sont évidemment très sujets à discussions et à débats. Ils deman-

dent certes à être précisés. Néanmoins, on voit très clairement leurs complémentarités, leurs convergences, mais aussi leurs points de grippage, les tensions possibles. Par exemple, au sujet des milieux naturels, la position environmentaliste tend plutôt vers la protection de la nature (par exemple, pour préserver la biodiversité). En revanche, la position développementaliste aura tendance à privilégier l'exploitation, la valorisation, l'aménagement du milieu naturel. Sur un autre exemple, celui de la démographie, on a vu à l'occasion de la conférence du Caire s'affronter nettement ces deux positions, les environmentalistes dans leur expression extrême prônant une diminution drastique de la population mondiale, les développementalistes se satisfaisant d'une croissance démographique en faisant l'hypothèse (raisonnable) que les processus endogènes de régulation allaient bientôt stabiliser cette population¹⁸. De fait, il faut faire évoluer les opinions, en particulier celles largement répandues de « développement comme atteinte à l'environnement » ou « environnement comme frein au développement » en « développement comme moyen d'améliorer l'environnement » ou comme « environnement moyen du développement (durable) ».

Du point de vue scientifique, les recherches sur l'environnement, les recherches sur le développement et les recherches pour le développement ont avantage à se confronter et à se compléter ; en réalité la dynamique est déjà enclenchée¹⁹. Néanmoins, il faut savoir que ni l'un ni l'autre des champs scientifiques ne sortira indemne de cette confrontation : paradigmes, méthodes et théories changeront, évolueront. En ce sens là, on peut parler de coévolution à l'image de celle de deux ou plusieurs espèces biologiques. Dans certains cas l'interaction entre ces espèces (respectivement, entre ces champs scientifiques) conduit à une modification profonde de leurs caractéristiques propres, modifications, qui se traduisent par une meilleure adaptation globale de ces ensembles d'espèces (respectivement de ces champs scientifiques) à leur milieu et aux variations de celui-ci (respectivement aux questions posées, qu'elles soient d'origines endogènes, internes à la science, ou exogènes provenant d'autres acteurs sociaux). Enfin, chacune de ces espèces (respectivement de ces

¹⁷ Par exemple, une équipe du Cirad, travaillant sur les technologies des lipides, a adapté un mode d'extraction de l'huile des fruits du palmier à huile fournissant un produit de bien meilleure qualité, notamment en contenu vitaminique, et moins coûteux que le procédé thermique classique.

¹⁸ On trouvera une analyse de cette question dans : Keiffitz N. (1994). « Demographic discord ». *The Sciences*, 34, 5, 21-27. Le Bras H. (1994). *Les limites de la planète, mythes de la nature et de la population*. Flammarion, Paris.

¹⁹ La conférence internationale « Écologie, sociologie, économie » déjà citée est un exemple d'une telle dynamique.

²⁰ Viabilité, durabilité et acceptabilité (acceptabilité au sens social) nous semblent complémentaires. Le mot viabilité peut être pris en référence à la théorie de la viabilité de J.-P. Aubin ; on peut le réserver à l'environnement. Le terme de durabilité nous semble mieux adapté au développement. Les deux devraient être liés à la contrainte d'acceptabilité (sociale). Par exemple, un développement durable fondé sur un environnement viable peut être socialement inacceptable. On peut imaginer un environnement durable qui ne soit pas acceptable, ni même viable ; d'ailleurs, la notion d'environnement durable a-t-elle même un sens ? Etc. Par analogie avec la « chaise de développement durable » de F. Di Castri (op. cit.), viabilité, durabilité et acceptabilité nous paraissent constituer le trépied sur lequel devraient se fonder les conditions, les moyens et les politiques de développement, ainsi que recherches scientifiques associées permettant d'identifier, voire de définir ces conditions, de concevoir ces moyens et d'envisager les termes de ces politiques. Pour la théorie de la viabilité et son utilisation, on pourra consulter :

Aubin J.-P. (1990). « A survey of viability theory ». *SIAM J. on Control and Information* 28, 749-788.

Aubin J.-P. (1996). « Une métaphore mathématique du principe de précaution ». *Natures, Sciences, Sociétés* 4, 2, 146-154.

²¹ Cf., par exemple, Bousquet F., Cambier C., Mullon C., Morand P., Quensière J., Pavé A. (1993). « Simulating the interaction between a society and a renewable resource ». *J. Biol. Systems* 1, 2, 199-214.

Interactions et évolution

Pour illustrer cette nécessité d'évoluer, on parle souvent de « modèle de la reine rouge », image prise par Van Valen, inventeur du concept de coévolution. Il se réfère par là au célèbre roman de Lewis Carroll, *De l'autre côté du miroir* où la reine rouge explique à Alice que les gens autour d'elle courent, tout se déplace, il faut donc aussi courir pour maintenir sa position par rapport à eux c'est-à-dire, en quelque sorte « pour rester sur place ». Dans la niche écologique d'une espèce, les principales composantes sont les autres espèces qui interagissent avec elle. Ces autres espèces, changent, s'adaptent, évoluent ; donc l'espèce en question doit suivre la course en évoluant aussi (en changeant, en s'adaptant), sous peine de disparaître. La transposition scientifique se comprend : un champ scientifique, par exemple une discipline, doit tenir compte de l'évolution globale des autres disciplines, elle doit elle-même évoluer sous peine de se trouver en grande difficulté. D'une certaine façon les problèmes de la systématique biologique peuvent illustrer cette situation : trop fermée sur elle-même, n'intégrant pas ou peu les progrès des autres sciences du vivant, ne faisant pas évoluer ses paradigmes, elle s'est retrouvée isolée, en difficulté. Gageons que la prise de conscience actuelle va lui permettre de rattraper son « retard évolutif ». En revanche, l'écologie a su magistralement utiliser ce paradigme interne de la reine rouge et intégrer les progrès des autres disciplines. Plus généralement, les champs de recherche évoqués ici, ont intérêt à coévoluer, non seulement pour préserver leur propre existence, mais aussi et surtout pour résoudre des problèmes de grande importance pour les sociétés humaines actuelles et futures. Pour les lecteurs curieux, ils trouveront dans les bons ouvrages d'écologie une présentation détaillée de ce concept et de nombreux exemples et contre-exemples. Citons, en particulier : Barbault R. (1992). *Écologie des peuplements*. Masson, Paris. Combes C. (1995). *Interactions durables*. Masson, Paris.

recherches) doit évoluer pour rester dans la course, sous peine d'être dépassée et de risquer l'extinction, la disparition. Il faut certes se garder de faire une transposition brutale, trop « naturaliste », de ce concept écologique dans le champ de la recherche. Néanmoins l'image nous semble intéressante (voir *Interactions et évolution*).

Cependant, la coévolution entre espèces nécessite une « interaction durable » entre celles-ci. Toutes proportions gardées, gageons que pour des champs scientifiques c'est la même chose et que recherches sur le développement, recherches pour le développement et recherches sur et pour l'environnement doivent interagir durablement. Enfin, coévolution ne signifie pas fusion : chaque champ doit conserver son identité, son originalité, sa spécificité et sa dynamique propre (figure 10).

Enfin, le couplage fort, quasiment consubstantiel, entre environnement et développement (comme

nous l'avons déjà fortement souligné : les sociétés humaines se développent en agissant sur leur environnement, d'une certaine façon l'environnement est un « produit » du développement) incite encore plus impérativement au renforcement des relations puis à la coévolution entre les champs de recherche. De ce point de vue un cadrage très général du genre « environnement et développement : viabilité, durabilité et acceptabilité »²⁰ nous paraît avoir un pouvoir fédérateur. Là encore, la modélisation devrait jouer un rôle de premier plan en facilitant le dialogue entre les champs de recherche, notamment en promouvant la construction de modèles qui assemblent dynamiques naturelles et dynamiques socioéconomiques²¹. Enfin, *une organisation et une programmation scientifiques*, si elle sont bien conçues, pourraient faciliter les rapprochements ou les organiser harmonieusement (voir *Modèles de dynamiques*).

Modèles de dynamiques

Le dispositif de recherche français au service de l'environnement et du développement apparaît comme potentiellement bien conçu et riche en compétences. Il s'agit de faire jouer habilement et intelligemment les acteurs (chercheurs de divers instituts : Orstom, Cirad, CNRS, etc.), par exemple à travers une politique et une programmation scientifiques bien conçues. Ainsi, l'effort de programmation scientifique de l'Orstom nous semble relever d'une telle démarche. Une part de ce qui est présenté dans ce texte a d'ailleurs trouvé son inspiration dans ce travail de programmation (sans oublier, évidemment de nombreuses lectures non mentionnées ici, par exemple la lecture assidue de *Natures, Sciences, Sociétés*). L'expérience mériterait d'être étendue pour élaborer une véritable politique scientifique interorganisme qui identifierait mieux la contribution française à ces recherches et rendrait l'ensemble du dispositif plus cohérent et pertinent ; tout en sachant bien qu'au regard de ceux d'autres pays du Nord ce dispositif est déjà très original et sans doute mieux adapté à l'idée de coopération scientifique (par exemple, la pratique de la « recherche safari » n'est pas très fréquente dans la communauté scientifique française, cette position est largement la conséquence d'une idée de la recherche en coopération héritée de notre histoire, de l'existence d'instituts spécialisés et compétents comme l'Orstom et le Cirad). En tout état de cause, le travail récent du Comité national de coordination pour la recherche au service du développement et celui de ses groupes de réflexion constitue une contribution importante (Rapport 1996). Il serait intéressant qu'en matière de recherche sur l'environnement un effort du même ordre soit fait et qu'il y ait ensuite confrontation et ajustement de l'ensemble de ces réflexions pour faire émerger un point de vue original sur la mise en relation explicite entre recherches sur (et pour) l'environnement et recherches au service du développement, ainsi que sur sa traduction en termes opérationnels.

Conclusion

Réalisme et nécessité de ces recherches dans le cadre d'une réelle compétence scientifique et d'une demande sociale existante, pressante, mais souvent diffuse, mal exprimée et le plus souvent non traduites en questions scientifiques

La contribution de la recherche aux problèmes d'environnement et de développement est nécessaire, pertinente, de qualité et correspond, contrairement à des idées largement répandues, à une forte demande sociale. La lecture de cette demande n'est pas toujours commode, mais elle émerge, par exemple, à travers l'analyse de certaines enquêtes. Pour ce qui est de l'environnement, la demande est explicite : dans un récent sondage²² la demande de recherche scientifique sur ce thème arrive en deuxième position, et de près, après la santé (voir *Santé et environnement*). Pour ce qui est du développement, plus spécifiquement du développement durable et de l'attention à prêter aux problèmes de pays en développement, la demande est moins clairement explicitée tout simplement parce qu'elle est plus compliquée, moins intuitive et surtout non formulée, par exemple dans les enquêtes d'opinion. De plus, comme pour le mot environnement la polysémie du mot développement ne facilite pas la compréhension.

Pour toutes ces raisons, il peut y avoir une mauvaise appréciation par la communauté scientifique et par les autorités politiques de l'intérêt primordial de nos sociétés pour que les chercheurs abordent

Santé et environnement

Actuellement, la priorité est explicitement donnée à la santé et à l'environnement. Cependant, la question du développement n'a pas été posée explicitement et souvent sous le terme environnement se cachent évidemment des préoccupations liées au développement. On retrouve également ces préoccupations sous d'autres expressions, en partie évidemment en santé (lutte contre les grandes maladies), mais aussi pour reprendre les expressions employées : recherches sur de nouvelles sources d'énergie, recherches appliquées à des produits de la vie quotidienne, rendre les déserts fertiles, vaincre la faim dans le monde, sont des préoccupations prioritaires apparaissant dans ce sondage.

les questions du développement et même quelquefois encore celles de l'environnement. De plus, les fortes relations et même la dualité que nous venons de montrer entre environnement et développement nécessite une approche conjointe des recherches. Sur le plan de la méthode, ignorer l'importance des recherches sur le développement risque d'affaiblir les recherches sur l'environnement et la portée de leurs résultats ; négliger l'approche scientifique de l'environnement peut nuire aux recherches au service du développement et, plus profondément, à leurs traductions en termes techniques, politiques ou réglementaires.

Pertinence scientifique, nécessité méthodologique et légitimité sociale devraient conduire à faire que ces domaines de recherche soient des secteurs d'importance à la fois pour la communauté scientifique et les autorités politiques.

²² - Ce que les Français attendent de la science *, sondage exclusif Sofres-Eurêka (1995). *Eurêka* 5, 18-20