

LA RECHERCHE AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Rapport intermédiaire

Rapport du groupe de travail sur la recherche au service du développement durable installé par Claudie Haigneré, ministre déléguée à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, et Tokia Saïfi, secrétaire d'Etat au Développement durable, le 16 janvier 2003, et présidé par Roger Guesnerie.

Rapporteur :Pierre-Cyrille Hautcoeur

SOMMAIRE

p. 4	Résumé opérationnel
p. 5	Introduction
p. 6	• Interconnexions des problèmes et échelles spatiales et temporelles multiples
p. 7	• Comprendre : la première des actions en faveur du développement durable
p. 9	Le développement durable et ses enjeux : émergence et questionnements actuels
p. 9	• Emergence de la notion de développement durable
p. 9	Critique de la "croissance" et préoccupations environnementales
p. 11	De nouvelles attentes vis-à-vis des connaissances scientifiques
p. 12	Vers un renforcement de la légitimité sociale des choix de la recherche scientifique et technologique
p. 13	• Grands thèmes et acteurs du développement durable
p. 13	La pluri-dimensionnalité des thèmes du développement durable
p. 18	Le développement durable : un objet frontière – des recherches en contexte
p. 22	Conclusion : hétérogénéité des questionnements et des pratiques
p. 23	Le développement durable un nouveau défi pour la recherche
p. 23	• Développement durable et production des connaissances
p. 23	Retour sur la typologie des travaux de recherche
p. 25	Renouvellement des activités des chercheurs
p. 26	La recherche entre objets et disciplines
p. 29	• Développement durable : les besoins prioritaires en termes d'outils de recherche
p. 29	Mieux connaître pour mieux comprendre : des données pour le développement durable
p. 32	Modéliser pour mieux comprendre
p. 34	Espaces et temps du développement durable
p. 35	Technologies
p. 36	Risques et gouvernance
p. 39	• L'organisation de la recherche pour le développement durable
p. 39	Vers une organisation des institutions de recherche au service du développement durable
p. 42	Comment renforcer la recherche dans les domaines prioritaires
p. 45	De nouvelles formes de coopération avec les autres acteurs
p. 49	Recommandations
p. 52	Annexes
p. 52	Les termes de référence
p. 53	Composition du groupe de travail

Résumé opérationnel

La recherche scientifique a joué et joue encore un rôle essentiel dans la prise de conscience des enjeux et des conditions du développement durable. En anticipant les problèmes, clarifiant les enjeux et proposant des solutions, elle fournit une matière essentielle et des éclairages irremplaçables aux décisions des acteurs sociaux et des politiques. Ces acteurs ont en revanche la responsabilité de hiérarchiser les problèmes et d'orienter la recherche, tout en respectant sa mission, ses règles et sa logique propre. Ainsi, les demandes de la société adressées à la recherche devraient stimuler les dynamiques existantes d'imbrication entre les activités de recherche fondamentale et finalisée, d'ingénierie, d'expertise, d'aide à la décision, et de communication scientifique, et revivifier les rétroactions entre ces rôles des chercheurs. La segmentation tendancielle des modes d'organisation des activités de recherche devrait être compensée par des interventions rétablissant une plus grande fluidité.

Par l'importance des enjeux sociaux qu'il porte, le développement durable constitue un défi majeur pour la communauté scientifique française et lui impose un effort de recherche accru. Il concerne l'ensemble des disciplines scientifiques. Le besoin d'efforts portant sur certaines technologies dans lesquelles des avancées majeures pourraient lever des hypothèques importantes (en matière énergétique par exemple) relève de l'évidence, même si une politique en ce sens doit être déclinée dans le cadre de coopérations internationales ambitieuses sur lesquelles une réflexion spécifique doit être entreprise, et même si un infléchissement des styles technologiques passe par l'invention de formes d'interventions sociales amont.

Plus largement, les efforts doivent porter sur les grandes thématiques sociales, économiques et environnementales, dont l'interdépendance est une marque identitaire du développement durable. Des actions transversales conditionneront l'efficacité opératoire de l'ensemble des recherches pour le développement durable : mise en place d'organisations pérennes pour le recueil de données et la construction d'indicateurs pertinents pour le développement durable ; développement de la pratique de la modélisation au delà des pratiques disciplinaires existantes ; approfondissement de réflexions horizontales, telles celles qui portent sur le risque, la gouvernance, l'articulation des différents espaces et temporalités, ou le rôle de l'analyse des sociétés dans la conception et la mise en place des nouvelles technologies.

Les sciences humaines et sociales sont appelées à jouer un rôle pivot dans les pratiques interdisciplinaires qui seront au cœur d'une recherche pour le développement durable. Le savoir économique n'assumera pleinement sa mission stratégique de coordination et d'intégration que s'il est mis au service d'une interdisciplinarité orientée vers la construction d'interfaces et la résolution de problèmes. Les conditions d'une telle interdisciplinarité doivent encore être approfondies pour combiner cette logique d'objectifs et les ressources théoriques et méthodologiques comme les connaissances empiriques propres aux différentes disciplines.

L'organisation de la recherche appelle d'autres efforts. D'abord pour améliorer ses articulations institutionnelles. Un audit, un état des lieux et une évaluation des potentiels et des activités des organismes consacrant une part importante de leur activité au développement durable devraient faciliter une coordination de leurs activités dans ce domaine. L'effort de coordination avec la recherche internationale doit également être encore élargi, tout comme celui de veille et de prospective scientifique et technologique. La perspective du développement durable avive l'exigence de la société envers la recherche. L'évaluation des chercheurs, des programmes, des organismes doit donc viser à la fois à apprécier l'excellence scientifique et la satisfaction des missions générales, deux objectifs qui sont souvent perçus comme substituables, mais qui sont plus complémentaires qu'il n'y paraît. De même que l'évaluation des chercheurs ne peut négliger les missions des organismes, l'évaluation des organismes ne doit donc pas être indépendante de celle des chercheurs. Enfin, la coopération entre le monde de la recherche et la société civile, les entreprises et les administrations doit être renforcée. Le développement et l'amélioration de la communication scientifique mais aussi éventuellement la mise en place de formations supérieures s'inscrivant spécialement dans les thématiques du développement durable peuvent y contribuer ; la circulation des chercheurs vers les institutions et les organisations qui se sont investies dans le champ du développement durable et auxquelles leurs compétences s'avèrent nécessaires doit également être facilitée.

INTRODUCTION

"Le développement durable est celui qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs." Cette phrase célèbre est tirée du rapport *Notre Avenir à tous*, préparé par la commission mondiale "Environnement et développement" présidée par Mme Gro Brundtland, et remis en 1987 à l'assemblée générale des Nations Unies. Certains y voient la définition fondatrice du concept de développement durable et le point de départ du mouvement qu'il a suscité. En fait, la formule cristallise, d'une façon très suggestive, des préoccupations apparues progressivement depuis le début des années 70, renvoyant déjà aux notions d'éco-développement (Maurice Strong, 1972) et d'environnement. Depuis, le contenu du concept de développement durable s'est enrichi des débats des sommets de Stockholm, Nairobi, Rio de Janeiro (1992, Agenda 21, convention sur la biodiversité et le climat), Kyoto (protocole sur le changement climatique), Johannesburg (2002), Forum mondial de l'eau de Kyoto (2003), etc.

Le sommet de Johannesburg a permis de mesurer à la fois l'expérience du chemin parcouru, ses difficultés et les attentes de la société : la notion de développement durable s'est imposée, elle s'est revêtue de nouveaux atours, celui de l'horizon de l'action publique, de projet politique mondial, d'utopie universelle, de mot d'ordre qui peut fédérer action collective et comportement individuels. Elle est devenue objet de discours médiatique, de réglementation publique, de stratégie d'entreprises, de politiques territoriales...

L'écho des conférences politiques internationales, et la notoriété qu'elles ont assurées à l'idée du développement durable, ne doivent pas faire oublier le rôle joué par la recherche scientifique. Ce sont bien souvent les communautés scientifiques — climatologues, écologues, spécialistes de la santé, économistes, juristes, etc. — qui ont été à l'origine des constats, des analyses et des mises en garde qui se sont insérées dans la perspective plus large du développement durable et lui ont donné toute sa pertinence. Leur action, dans de nombreux pays témoigne, ainsi, du rôle de la science dans l'émergence et la diffusion de nouvelles représentations de l'avenir, représentations reprises et reformulées par les politiques, conformément à leur mission qui est de définir des horizons communs.

Le développement durable appartient donc à la fois à l'univers scientifique, qui le fonde en rationalité, et au monde politique, qui le nourrit en potentialité d'action.

Interconnexions des problèmes et échelles spatiales et temporelles multiples

Le temps n'est pas loin où les économistes définissaient le développement comme "un processus durable ou auto-entretenu sur plusieurs générations et largement diffusé dans la population". Et de fait, l'on s'accorde que c'est l'homme et la société, inscrits harmonieusement dans leur environnement, et non la nature pour elle-même, qui sont l'objectif du développement durable. La notion de développement durable associe donc une idée de viabilité écologique à la notion positive de développement, qui suggère un épanouissement des capacités, une croissance soutenue et équilibrée à la fois économique et sociale étendue à l'ensemble des régions du monde. Il est utile de souligner les traits distinctifs résultants de la conjonction de l'idée de développement et de l'idée de durabilité : le "temps long", l'espace élargi et les interconnexions.

- D'abord, et prioritairement, le "temps long"

La référence à la formule chère aux historiens de l'Ecole des Annales n'est pas gratuite : elle souligne que la dimension temporelle du développement n'est pas celle qu'on imaginait ; ou du moins que celle qu'on lui associait, à l'échelle des sociétés contemporaines (quelques décennies), constituait un horizon trop proche, au regard du temps des processus naturels globaux affectés par l'activité humaine (changement climatique, non-renouvellement des ressources, etc.). Le développement durable s'inscrit donc dans la continuité des premières entreprises de la protection de l'environnement, mais en privilégiant l'environnement planétaire et le long terme. Sur cet axe du temps se greffe la "solidarité inter-générationnelle", c'est-à-dire la responsabilité de la génération actuelle vis-à-vis de celles qui la suivront (solidarité dont la stabilité suppose sa réciproque, celle de la solidarité des jeunes générations vis-à-vis des anciennes). L'exigence de cette solidarité dépasse le domaine de l'environnement pour impliquer l'ensemble des choix politiques et sociaux dont les conséquences se feront sentir à long terme. En arrière plan se profile la conviction que les conséquences différées des décisions actuelles ne sont pas nécessairement réversibles.

- Ensuite, l'espace élargi

D'ores et déjà, le développement durable fait écho à des questions qui ont une dimension mondiale — " globale ", au sens anglais du terme — qui est celle du changement climatique tout comme celle du marché mondialisé, des migrations ou de certains risques chimiques ou biologiques. Ces questions touchent à la fois le Nord et le Sud, et constituent les fondements d'une solidarité actuelle " intra-générationnelle ", entre espaces et communautés humaines. Cette solidarité – la déclaration universelle des droits de l'homme parle d'un devoir de fraternité – impose une lutte contre les inégalités fortement inscrites, inégalités de revenu, d'accès aux ressources naturelles, d'accès à l'éducation, d'accès aux marchés (comme l'ont rappelé à Monterrey les pays du Sud).

- Enfin, l'interconnexion entre les phénomènes

Temps long et espace large sont indissociables. L'horizon lointain place les générations présentes derrière un "voile d'ignorance" qui affaiblit la logique des intérêts actuels et symétrise les approches. Elle redonne naturellement plus de poids à l'équité, exigence éthique, condition de dépassement de situations de lutte pour la survie de centaines de millions de pauvres mais aussi, souvent, condition de stabilité tant régionale que géopolitique. Il faut comprendre environnement, société et économie, comme un tout : tel est le constat qui donne une figure évidente au développement durable, celle du triangle qui s'appuie sur les trois piliers de l'environnement, du social et de l'économique. Elle souligne la nécessité de penser dans une approche intégrée techniques, environnement et santé ; développement, énergie et environnement ; productivité agricole, environnement et structures sociales, etc.

Cette grille de définition et de lecture du développement durable met l'accent sur son déploiement temporel, spatial et sur l'interconnexion de ses points d'application. Elle néglige à ce stade, mais le rapport remédiera à l'insuffisance de cette première perspective, les deux arrière-plans essentiels des problèmes de développement durable, celui des risques et celui de l'incertitude scientifique qui en affecte l'évaluation. Ce dernier point nous ramène à la science.

Comprendre : la première des actions en faveur du développement durable

Après avoir joué un rôle éminent dans l'émergence du concept de développement durable, la recherche scientifique reste plus que jamais nécessaire pour nourrir et clarifier les débats qu'il suscite. Et, d'abord, le débat de fond sur la définition de ce qui relève du développement durable, sur l'articulation entre la dimension "transversale" que porte le concept, et les catégories "verticales" de son application.

En un sens, les caractéristiques mêmes de ces problèmes — différés et planétaires — contribuent à les rendre difficiles à apprêhender : on connaît mal les interactions entre la société et l'environnement, par exemple, pour ce qui est des effets du réchauffement planétaire, l'échéance et la gravité des effets possibles, y compris sur l'organisation sociale. Qu'est-ce qui, par ailleurs, rend un problème de développement durable spécifique ? La démographie est-elle un problème de développement durable, du fait de son impact sur l'environnement, et de la pression alimentaire qu'elle crée ? Ou du fait des déséquilibres numériques éventuels entre générations, avec leurs importantes conséquences économiques et sociales ? Ou du fait des grands flux migratoires, qui constituent un problème global et de long terme ? En tout état de cause, le développement durable fournit une grille de lecture transversale dont la recherche doit se saisir pour penser et repenser ses objets, afin d'en faire, première tâche d'un chercheur, des objets d'étude.

La première des actions en faveur du développement durable est de comprendre ces problèmes pour les situer à leur place, entre résistance et résilience. Elle est d'évaluer, dans ce qui les gouverne, la part de déterminisme radical, hors de portée de l'action humaine, et la part de pure plasticité, qui permet tous les écarts et

ne nécessite aucune anticipation. En utilisant sa compréhension, encore très partielle, de ces interactions complexes, la recherche est aussi appelée à éclairer les arbitrages, les choix nécessaires entre des objectifs fréquemment contradictoires : comment mesurer, articuler et préparer les changements de mode de vie — transport, urbanisme — qui pourraient s'imposer pour réduire les émissions de gaz à effets de serre ? Comment réconcilier le développement des pays du Sud et le maintien de la diversité culturelle et de la biodiversité ? Le rôle de la recherche n'est d'ailleurs pas seulement d'éclairer ces contradictions mais aussi de tenter de les dépasser par l'invention de solutions réconciliatrices — qui permettraient, par exemple, de faire en sorte que le mécanisme de lutte contre l'effet de serre finance le développement, plutôt que d'entrer en contradiction avec lui¹ ; que les cultures actuellement périphériques deviennent des richesses pour leurs détenteurs ; etc. — ou par des innovations qui abaissent radicalement les coûts (par exemple l'énergie photovoltaïque) ou permettent de progresser à la fois sur les trois plans : le social, l'économique et l'environnemental. Ce serait le cas dans certains pays du Sud, de modes de production dans lesquels la diminution de l'emploi d'engrais chimiques serait compatible avec l'augmentation de la productivité agricole et la diminution de la pauvreté rurale.

Enfin, alors que la notion de développement durable se diffracte de façon différente selon les acteurs qui tentent de la définir pour se l'approprier et la mettre en œuvre dans leur propre pratique, la science, dans la diversité de ses composantes, la variété de ses apports, avec ses acquis mais aussi ses controverses, fournit une matrice universelle et souple à l'échange et au débat. Elle constitue ainsi un espace de neutralité intellectuelle et apporte des outils d'analyse aux inévitables débats sur la mise en œuvre du développement durable : débats entre normes environnementales ou sociales ; entre entreprises et syndicats, entre Etats, organisations internationales et ONG, etc.

Ce plaidoyer pour la science ne doit pas être mal compris. Il ne propose pas de substituer la science ou les scientifiques aux citoyens. Ceux-ci sont en dernière analyse les juges de la légitimité des choix de développement ; ils peuvent ne pas reprendre à leur compte tel ou tel objectif ou ne pas vouloir en assumer les coûts. Il n'y a pas de développement durable possible sans vitalité de mouvements citoyens en sa faveur. La science et les scientifiques doivent donc rester dans leur rôle, non celui d'une avant-garde qui désigne l'objectif mais celui de partenaire qui aide en éclairant et en faisant réfléchir. Par ailleurs, tous les problèmes du développement durable ne relèvent pas, loin s'en faut, d'une défaillance du savoir, mais d'une défaillance de la volonté que la science peut souligner mais dont la sanction éventuelle revient au citoyen.

Issu des échanges du Groupe de travail "Recherche et développement durable", le présent rapport propose, dans une première partie, d'analyser l'émergence de la notion de développement durable et les multiples thèmes et questionnements qu'elle recouvre ; puis d'examiner en quoi le développement durable interpelle les modes de production des connaissances, les différentes catégories de recherche, et ce qu'il implique quant à son fonctionnement, ses outils et son organisation.

¹Voir, par exemple, le rapport de Roger Guesnerie au Conseil d'Analyse économique, dans "Kyoto et l'économie de l'effet de serre", La documentation Française, 2003

LE DEVELOPPEMENT DURABLE ET SES ENJEUX : EMERGENCE ET QUESTIONNEMENTS ACTUELS

Au-delà de la chronologie des conférences internationales, et de leur apport à la construction du développement durable comme conjonction du viable (plan environnemental), de l'équitable (plan social) et de l'efficace (plan économique), il est nécessaire de comprendre les enjeux de cette notion, à travers l'analyse historique du contexte qui l'a vue naître et qui l'a nourrie.

En effet, la notion de développement durable n'émerge pas toute construite d'un mouvement social, intellectuel ou politique particulier, mais résulte du croisement progressif de courants très divers. L'écologie associative et politique a joué un rôle pionnier en attirant l'attention sur les dommages à la nature ou à la sécurité des populations causés par de grands projets d'aménagement ou d'infrastructure, ou par des activités industrielles ou agricoles polluantes. Les mouvements soucieux de créer, à propos de thèmes très variés, de nouveaux espaces d'action collective en deçà ou au-delà de la vie politique nationale et internationale (associations et organisations non gouvernementales locales, régionales ou transnationales), se sont également multipliés. Les entreprises, faisant face à de nouveaux problèmes (accidents industriels, pollutions), et à cette multiplicité de partenaires, ont réagi par la construction d'organisations hiérarchisées mais réactives, conjuguant local et global. De grands mouvements d'idées ont tenté de comprendre ce foisonnement d'acteurs et de perspectives d'action en développant les théories et méthodes d'analyse de la complexité. Mais beaucoup plus largement, la place de l'évolution des connaissances scientifiques a été centrale, grâce au passage progressif de la description des écosystèmes à la compréhension des liens multiples reliant les problèmes posés par l'ensemble de ces acteurs, et montrant les intrications des problèmes d'environnement, d'économie et de société. C'est cette compréhension dont nous donnons quelques exemples ci-dessous.

Emergence de la notion de développement durable

Critique de la “croissance” et préoccupations environnementales

Le souci d'un développement en harmonie avec la nature trouve des origines lointaines, et la crainte d'un épuisement des ressources non-renouvelables date au moins du XIX^e siècle (Jevons pour le charbon, en 1874), comme d'ailleurs celle d'un réchauffement de la planète (l'effet de serre est identifié par Arrhenius en 1895). L'attention contemporaine au développement durable s'alimente à l'analyse critique de la croissance des Trente Glorieuses. Cette analyse s'épanouit, dès les années 1960, en réponse aux limites de plus en plus visibles d'un modèle de développement qui postule que la croissance est uniquement bienfaisante et qui néglige nombre de ses coûts. La critique dénonce en particulier les effets négatifs induits par la croissance sur l'environnement :

- **Dégradation des milieux**

L'augmentation des pollutions touche l'eau, par le rejet d'effluents toxiques et de métaux lourds ; la terre, par l'utilisation d'engrais et de pesticides chimiques, et du fait de l'accumulation de déchets non traités ; l'air, par le rejet des émissions polluantes autres que le CO² (NOx, CO, HC, particules). Eau, terre, air : tous les milieux sont affectés par le développement et deviennent des menaces pour la santé et la qualité de vie, voire pour la production elle-même.

- **Surconsommation de ressources naturelles**

L'épuisement des ressources fossiles non-renouvelables est rapidement vue comme devant imposer un changement de régime de croissance, voire, pour certains, son arrêt pur et simple : "Halte à la croissance !", proclame le titre français de l'ouvrage du Club de Rome de 1972. En outre, la pérennité d'un certain nombre de ressources renouvelables qui paraissaient inépuisables est également menacée (ressources halieutiques océaniques, flore et faune des grandes forêts équatoriales). A cette menace fait écho la remise en cause de certains grands projets d'aménagement détruisant irrémédiablement certains milieux (grands barrages, autoroutes, etc.).

- **Impacts sur le climat global**

Les impacts des modes de développement sur le climat ont été analysés d'abord par l'étude des rejets de chloro-fluoro-carbone (CFC, couche d'ozone), puis de la consommation d'énergies fossiles (effet de serre). Dès lors, quand bien même les réserves d'énergies fossiles seraient infinies, leur utilisation devrait être limitée pour éviter les conséquences de l'effet de serre additionnel causé par la production de CO².

- **Risques technologiques puis sanitaires**

Des accidents industriels de grande ampleur soulignent les coûts pour l'environnement et les risques pour l'homme (Bhopal, Tchernobyl, Seveso, marées noires, etc.).

Au total, on prend conscience que la relation de l'homme avec la nature est souvent de l'ordre de la domination et de la consommation irraisonnées (les statistiques des comptabilités nationales ne mesurent pas les coûts de la pollution ou de l'épuisement des stocks de ressources naturelles - à dire vrai, elles comptent même comme des productions les activités de dépollution !) ; et qu'elle doit évoluer vers une utilisation calculée, mesurée et prudente. On progresserait ainsi vers une meilleure insertion de l'homme dans un milieu qu'il influence sans en maîtriser entièrement la dynamique².

A côté de la prise de conscience des effets pervers de la croissance sur l'environnement, l'échec des stratégies de développement économique d'un grand nombre de pays du Tiers Monde, pour reprendre l'appellation de l'époque, conduit à la remise en cause des modèles économiques et technologiques proposés à ces pays :

- après une période de rattrapage, l'accroissement des différences de revenu entre des pays riches qui s'enrichissent et des pays pauvres dont certains continuent de s'appauvrir remet en cause l'idée d'une convergence naturelle et inévitable ;

² Forme extrême de cette critique, "l'écologie radicale" voit dans l'homme une espèce parmi les espèces et réduit son rapport à la nature à une perturbation des équilibres constitutifs de ce monde naturel qu'il importerait au contraire de préserver, comme il importe, pour certains, d'assurer la conservation intégrale des espèces et des écosystèmes, irremplaçables "par nature". Elle remet en cause l'ensemble des comportements et des savoirs qui ont conduit à la perturbation de la nature, et veut réenchaîner Prométhée.

- les variations rapides de la démographie liées à l'exposition au modèle occidental (explosion démographique, puis parfois effondrement des naissances et vieillissement brutal) ont des effets brutaux et non maîtrisés ;

- nombre des actions de développement détruisent les communautés et leurs cultures, gaspillent les ressources collectives, dégradent l'environnement et entraînent une détérioration des conditions de vie, spécialement pour les plus pauvres. L'analyse critique n'épargne aucun des modèles de développement : celui de la croissance autarcique et centrée sur l'industrie lourde, de type soviétique, dominant dans les années 1960-70, est discrédité. Le modèle de substitution aux importations et de protection des activités industrielles naissantes a fini par entretenir des activités peu productives. Le modèle libéral de développement par l'insertion dans les échanges internationaux, qui lui a succédé, est souvent soumis aux feux de la critique. Il est accusé de créer des chocs économiques ou sociaux trop violents, qu'entretiennent ou suscitent des marchés internationaux volatils, et d'empêcher l'enracinement d'une croissance durable qui se fonderait sur l'appropriation et l'adaptation locales des technologies comme des organisations économiques et sociales.

Partout apparaît la nécessité de prendre en compte les différences entre les économies, les sociétés et les cultures des pays "importateurs" et de leurs "modèles", et de relativiser les "supériorités" du modèle occidental.

La remise en question des modèles classiques de développement tente de replacer l'homme au centre de toute politique, en lieu et place d'une entité statistique définie par un ratio PIB/habitant. Le développement est désormais revendiqué comme une articulation réussie du global et du local, dont la réussite dépend, entre autres conditions, de l'appui sur les dynamiques culturelles et sur les organisations économiques et sociales locales, comme en témoigne, par exemple, le succès des Grameen banks au Bangladesh.

De nouvelles attentes vis-à-vis des connaissances scientifiques

Cette remise en question des modèles de développement — planifié ou libéral — s'accompagne de celle des formes du développement technologique et, au-delà, des formes prises par le savoir scientifique à l'époque contemporaine. En soi, ce questionnement n'est pas nouveau, mais il apparaît avec une acuité nouvelle sur fond de la désaffection des jeunes envers les études scientifiques, phénomène observé aussi bien en Europe qu'aux Etats-Unis. Il prend, dans la société, la forme d'un doute sur les vertus de la science et de la technologie. Sans que soient remis en cause les succès avérés, sources de grands mythes fondateurs — Pasteur, la conquête de la Lune — la science n'est plus systématiquement synonyme de progrès. Elle se trouve souvent en position d'accusée, associée à la destruction (la Bombe), au risque (les OGM, le sang contaminé), à l'incertitude (incapacité à prévoir, à comprendre et encore moins à maîtriser le développement d'un phénomène : sida, ESB). Et la société s'interroge sur les risques auxquels les technologies les plus prometteuses aujourd'hui — comme les thérapies géniques ou, dans un autre domaine, les nanotechnologies — pourraient nous exposer demain.

Paradoxalement, la société n'en rabat pas pour autant sur ses attentes envers la science. La solution de ce paradoxe est probablement dans une image de toute puissance qui nourrit toutes les ambivalences à son égard. Plus prompte à critiquer les "progrès" apportés par la science, la société l'est également à réclamer d'elle la solution de problèmes particuliers dès leur apparition, comme on peut le voir ces jours mêmes, avec l'exigence de test, de traitement ou de vaccin pour la

nouvelle épidémie de pneumopathie atypique SRAS.

Plus profondément, la capacité de solution de la science est inscrite dans la représentation du fonctionnement normal de la société. Et son rôle est renforcé par le développement de nouveaux principes juridiques internationaux, régionaux et nationaux — responsabilité étendue du producteur, principe pollueur-paye, principe de précaution — qui rend progressivement l'Etat et les acteurs économiques plus sensibles au mouvement même de constitution et de validation des connaissances scientifiques. En France, le principe de précaution (loi 95-101) évoque directement l'état des connaissances scientifiques : "l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économique acceptable".

Plus conscients des limites de la science, car nous savons qu'il n'y a pas de rapport continu, et encore moins linéaire, entre la connaissance (scientifique) et la décision (politique), nous n'attendons pas moins d'elle des aides à la décision qui confèrent une place centrale aux connaissances scientifiques : aides qui peuvent aller de la mise en évidence de problèmes à l'affinement des solutions choisies en passant par la présentation de l'éventail des solutions possibles.

Vers un renforcement de la légitimité sociale des choix de la recherche scientifique et technologique

Au-delà de la question de l'opinion publique et de l'évolution des représentations sociales, des débats comme ceux qui concernent l'ESB, soumettent les politiques de recherche à de nouveaux défis : elles doivent mieux prendre en compte, dans leurs orientations, les préoccupations des acteurs sociaux, économiques et politiques ; elles doivent veiller à développer des procédures innovantes pour articuler les demandes avec l'organisation de la recherche. Le document de réflexion remis aux ministres européens de la Recherche, par le commissaire Philippe Busquin, témoigne de la prise de conscience de ces exigences nouvelles.

Les crises récentes, en conférant à la science une place importante, renforcent la nécessité de veiller aux effets potentiellement négatifs des applications des connaissances scientifiques. Ainsi, les chercheurs en environnement définissent des " zones de vigilance " qui peuvent guider la réflexion³. Outre l'attention " aux signaux faibles ", la définition pluridisciplinaire des objets de recherche peut contribuer à identifier les effets indésirables et à faciliter leur " prévention ". Les méthodes de la veille et de l'expertise doivent être affinées, notamment dans leur couplage avec les procédures de définition des priorités de recherche.

Pour répondre aux nouvelles exigences de visibilité publique de la recherche et aux nouvelles attentes concernant la maîtrise des retombées du développement scientifique, un soin renouvelé doit être porté à la définition des priorités : la légitimité et la pertinence scientifiques se voient confrontées à la légitimité politique. Dans ce cadre, les atouts de la recherche sont grands. Ils résident dans sa capacité à proposer des catégories d'analyse, à renouveler les questionnements, voire à proposer de nouveaux objets pour l'action publique ou collective. Ils résident aussi dans sa capacité à anticiper : l'analyse scientifique du changement climatique remonte à la fin du XIX^e siècle et s'est développée tout au long du XX^e. Les dangers pour la santé (cancer du poumon et de la plèvre) de l'amiante sur les lieux de travail ont fait l'objet de premières observations médicales au début du siècle

³ Enquête internationale auprès de la communauté scientifique " Recherche et environnement : thèmes prioritaires et thèmes émergents " Pour près de 3 chercheurs sur 4, des problèmes radicalement nouveaux apparaîtront à côté de ceux existants, dans les vingt prochaines années. Ils concernent l'impact des nouvelles technologies, les aspects géopolitiques, l'organisation de la décision ou les bouleversements liés à des problèmes environnementaux majeurs, c'est-à-dire les dangers représentés par les systèmes créés par l'homme et leur conséquences.

et d'une confirmation épidémiologique au milieu du siècle, bien avant d'être reconnus comme un problème de santé publique. Les risques des "manipulations génétiques" ont été identifiés et pris en compte par les chercheurs concernés dès les années 70, pour ne citer que quelques exemples.

Sans renoncer à ses responsabilités propres (souci pour l'établissement et la vérification des faits, la recherche de l'objectivité, la discussion critique ouverte, mais aussi la création conceptuelle et la maîtrise des choix méthodologiques), la recherche a cependant tout à gagner à offrir un nouveau partenariat à la société civile, aux acteurs individuels et collectifs, tenant compte de leurs perceptions, usages, attentes et choix. Bien compris, ce partenariat appelle à reconnaître à chaque citoyen ou, au moins, aux organisations intermédiaires constitutives de la "société civile" (associations, syndicats, ONG, etc.), et naturellement aux élus, le droit d'être informé, de jouer un rôle et de s'inviter dans le dialogue privilégié que l'homme de science et l'homme politique, le savoir et le pouvoir, entretiennent depuis les Lumières, si ce n'est depuis Platon.

Il faut donc dépasser le modèle de décision où l'alliance du technocrate éclairé et du scientifique compétent impose ses choix au reste de la société. Et c'est la condition pour que les nouveaux risques imputés à la science ne conduisent pas à lui préférer un retour à l'obscurantisme. La dynamique du développement durable montre que la réponse aux apories apparentes du progrès n'est pas dans "moins de science" mais dans plus de science, davantage ancrée dans la démocratie. Loin de toute nostalgie, qui prétendrait corriger les erreurs de l'humanité par une régression intellectuelle et économique, les nouveaux modèles de décision doivent intégrer un positivisme raisonné et l'implication de tous les acteurs sociaux. Comme le XX^e siècle nous l'a rappelé à son tour, science doit rimer avec conscience, et avec conscience démocratique.

Grands thèmes et acteurs du développement durable

La pluri-dimensionnalité des thèmes du développement durable

Depuis une dizaine d'années, la recherche dans le domaine de l'environnement s'est organisée autour de quatre grandes thématiques :

- les changements planétaires (effet de serre, évolution climatique, biodiversité),
- la dynamique et la gestion des ressources naturelles (eau, sol, sous-sol, ressources génétiques),
- le cadre de vie, les relations environnement-santé,
- les innovations technologiques, l'énergie.

Avec la notion de développement durable, et l'importance accordée aux processus économiques et sociaux, le périmètre des thématiques concernées s'est donc élargi : pauvreté et inégalités, dynamiques des populations, modalités de gouvernement des sociétés, organisation des villes et des transports, consommations et modes de vie, modes de productions agricoles et industriels, gestion des déchets (recyclage, réutilisation, stockage), énergie, sécurité alimentaire, santé, risques (industriels, socio-techniques, sanitaires...), compréhension des milieux et des écosystèmes, gestion des ressources naturelles (eau, sols, biodiversité, forêt...), cli-

mat et aléas climatiques, catastrophes naturelles. Tous ces thèmes, à la croisée de la recherche et de l'action, se caractérisent par des traits communs : interconnexion des approches, dimension systémique, nécessité de croiser les compétences des sciences de la nature et des sciences humaines et sociales, sur des questions caractérisées par l'interaction de l'homme et de son environnement physique et social ; apparition de phénomènes nouveaux, avec une dimension de risque, impliquant d'adopter, face à l'incertitude des connaissances, une attitude de précaution qui saisisse de façon précoce mais proportionnée les risques potentiels. Parmi les nombreux thèmes possibles, les quelques exemples qui suivent visent à suggérer comment cette complexité peut être progressivement prise en compte et analysée par la recherche.

Préservation des biens naturels : les exemples du climat, de la biodiversité et des sols

• Le climat

Le climat, bien commun par excellence, est un des problèmes centraux du développement durable. Le réchauffement climatique, conséquence de l'accumulation des gaz à effets de serre, soulève tous les problèmes caractéristiques de "durabilité" — effet différé dans le temps, impact planétaire et dimension mondiale des recherches groupe international d'experts sur le climat (GIEC), interconnexions sociologiques, économiques, juridiques et politiques (protocole de Kyoto) — et toutes leurs incertitudes : quel est l'impact exact de l'activité humaine, que nous ne connaissons que par défaut c'est-à-dire par les limites des modèles "physiques" à rendre compte des évolutions récentes ? Quelle est la gravité du phénomène, non seulement en termes de climat mais d'impact sociétal ? Quelle est sa temporalité ? Le phénomène est-il réversible ou non ? Quelles solutions sont envisageables et à quel coût économique, social et culturel ?

Autant de questions difficiles à résoudre à technologie constante, mais qui doivent également prendre en compte le potentiel d'évolution de la technologie, spécialement sa capacité à développer des énergies sans émissions de gaz à effet de serre (énergies renouvelables éolienne ou photovoltaïque, fusion nucléaire, moteur à hydrogène) ou des modes de séquestration massive de carbone, sans négliger le potentiel d'évolution des usages d'énergie⁴.

Une action efficace sur les émissions de gaz à effet de serre implique donc la science et la technologie, le droit et les sciences humaines et sociales, au niveau international, national et local. Elle passe par des traités et des institutions internationales aptes à veiller à leur mise en œuvre, ainsi que par des mécanismes incitatifs complexes du type des marchés d'émission ; au niveau national, elle pourrait impliquer de modifier les pratiques sociales qui entraînent l'augmentation lente mais régulière de la consommation de produits pétroliers dans tous les pays industrialisés. Cette augmentation est liée notamment au succès du "juste à temps" et à la décomposition internationale du processus productif dans les méthodes industrielles, à la tendance croissante à la "rurbanisation", à l'augmentation du niveau de vie, au développement des infrastructures et du nombre de véhicules légers, etc. Un défi considérable quand on sait que l'inertie d'une technologie automobile est de l'ordre de 30 ans et que cette durée atteint le siècle dans le domaine de l'urbanisme.

⁴ En l'état actuel des technologies, toute la chaîne énergétique est concernée, depuis la production jusqu'aux consommations finales qui, en France, en 2000, pesaient 100,7 millions de tonnes d'équivalent pétrole (Mtep) dans le résidentiel-tertiaire, 53,8 Mtep dans les transports et 57,9 Mtep dans l'industrie.

Une politique de développement durable dans le domaine du changement climatique implique donc forcément le long terme, et nécessite à la fois de soutenir des recherches concentrées sur les points de rupture technologique possible et d'engager de vraies transformations économiques et sociales, en croisant les compétences des sciences de l'univers, des sciences de l'ingénieur et des sciences de l'homme.

• La biodiversité

En matière de biodiversité, la dernière décennie a vu de même la clarification des questions posées à la recherche, sans que les réponses soient encore nombreuses. On s'accorde certes sur l'existence de bénéfices de la biodiversité, en termes :

- de ressources génératrices de valeur d'usage économique (médicaments, produits agricoles à usage alimentaire ou industriel) ;
- de bien-être humain, lié à sa valeur éthique, esthétique, culturelle, récréative et scientifique ;
- de "services écologiques" (pollinisation, séquestration du carbone, régulation du climat, maintien de la qualité de l'eau et de la fertilité des sols, etc.) ;
- d'"assurance biologique" contre des changements environnementaux, sans que l'on sache mesurer la valeur de cette assurance.

Mais il est encore difficile d'évaluer ces bénéfices : les méthodes développées par les économistes en la matière sont variées mais aussi contradictoires et contestées, tant pratiquement que théoriquement ou même philosophiquement. Quand bien même elles seraient au point, leur application supposerait que la réponse scientifique à la question du rôle de la biodiversité dans les systèmes écologiques ait été davantage affinée. Les modèles expérimentaux et théoriques produits au cours de la dernière décennie, et qui ont contribué à transformer l'écologie comme discipline scientifique, ont certes démontré, en s'appuyant sur des expériences de grande envergure, que la diversité des écosystèmes peut favoriser leur productivité biologique. Cependant, cette dernière n'est pas directement valorisable dans l'ordre économique. Une reconsideration des bases de l'agriculture intensive moderne doit donc être soumise à l'expérimentation de modèles variés issus de l'expérience des acteurs, dont on ne peut à ce jour discerner pleinement les performances en terme de développement durable.

L'ensemble de ces développements récents démontre clairement que la biodiversité est une composante importante de la durabilité des écosystèmes dont dépendent, directement ou indirectement, les sociétés humaines, et donc du développement durable. Mais le caractère remplaçable ou non - et à quel prix - des espèces et des écosystèmes est encore largement inévalueable, tandis que les conditions économiques, sociales et politiques du maintien de la biodiversité sont également largement inconnues, alors que les estimations actuelles font état de taux d'extinction d'espèces 10 à 100 fois plus élevés que les taux "géologiques" moyens. Un vaste champ de recherche est donc ouvert en amont et en parallèle des décisions politiques appropriées : en amont pour comprendre des mécanismes fondamentaux, en parallèle pour trouver des solutions intégrant contraintes écologiques et socio-économiques pour la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité.

• Les sols

D'une problématique classique de biopédologie (rôle des macro-invertébrés dans le fonctionnement des sols) on est passé à l'analyse d'interactions physico-biolo-

giques complexes et à l'expérimentation d'une ingénierie écologique visant à la fois à entretenir la biodiversité et à régénérer des sols devenus inutilisables. Ces travaux débouchent sur des applications pratiques. L'augmentation de la production et le maintien de la qualité des sols repose maintenant sur l'aptitude à utiliser les ressources biologiques, particulièrement la macrofaune des sols. La gestion des apports organiques, en complément ou en substitution des engrains chimiques, est un élément clé de ces nouvelles pratiques. La matière organique fournit l'énergie nécessaire aux activités microbiennes et faunistiques, et les nutriments nécessaires aux plantes.

Les besoins humains fondamentaux : les exemples de la santé, de l'eau et de la lutte contre la pauvreté

Les dernières décennies ont confirmé que la santé, définie comme bien-être physique et moral, ne peut plus être traitée d'un point de vue exclusivement médical, mais doit prendre en compte l'ensemble des facteurs — accès aux soins, aux ressources naturelles, qualité de l'alimentation, éducation — qui participent de la production de la santé des populations, ainsi que les interconnexions entre les facteurs environnementaux et de développement.

• La santé

Les efforts pour envisager la santé comme un problème mondial se sont multipliés, avec le développement de modèles prédictifs des principales causes de morbidité et de mortalité à l'échelle de la planète et pour les décennies à venir. Les effets de la démographie sont désormais intégrés, du moins les effets directs de la croissance de la population sur la santé, à travers la pauvreté et le risque de malnutrition voire de famine. Les effets indirects d'une pression accrue sur l'environnement naturel, qui peut avoir des effets défavorables sur la santé par la pollution des milieux (air, terre, eau surtout) sont moins bien connus. Toujours est-il que les projections réalisées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) restent basées sur des extrapolations de la distribution des maladies à la fin du XX^e siècle et sur un vieillissement programmé de la population, et ne tiennent pas compte des changements récents de l'environnement — urbanisation, réchauffement de la planète, augmentation des déplacements — qui concourent à l'émergence de nouvelles maladies d'origine infectieuse (sida, West Nile, fièvre de la Vallée du Rift, SRAS, etc.) ou toxique (notamment la mortalité cardio-respiratoire associée aux particules dites fines).

Par ailleurs, d'autres activités humaines, extrêmement variées, produisent de nouvelles menaces totalement imprévues : sélection d'agents infectieux multi-résistants (agents du paludisme, des infections staphylococciques, de la tuberculose, du sida) en réponse au développement de nouveaux anti-microbiens, apparition d'épidémies iatrogènes (hépatite C) liées à la médicalisation de la société, émergence de l'encéphalite bovine spongiforme (ESB) et de la variante de la maladie de Creutzfeldt Jakob en relation avec les transformations techniques et économiques de l'élevage et de la production alimentaire, crainte de la ré-émergence d'une maladie éradiquée (variole) par le biais du bio-terrorisme.

Face à ces nouvelles menaces, il faut mobiliser à tous les niveaux : développement de systèmes productifs moins polluants, amélioration des rendements alimentaires, amélioration de la prévention des maladies déjà connues, développement de nouvelles stratégies thérapeutiques et de systèmes d'alerte pour les phénomènes épidémiques nouveaux.

Surtout, le défi scientifique est renouvelé : la surveillance, la modélisation, l'analyse du risque et l'apprentissage de la décision sont désormais au cœur de la santé publique, à côté de la médecine, de la biologie et de la pharmacologie ; et la complexité des phénomènes de santé, ainsi que leur capacité à s'étendre à l'échelle de la planète, appellent à des collaborations multidisciplinaires et internationales.

• L'eau

Lien vital entre l'homme et la nature, l'eau n'échappe pas à une approche pluri-disciplinaire, stimulée par la prise de conscience du scandale que représente l'absence d'accès à l'eau potable d'un milliard et demi d'êtres humains, mais aussi de la limitation des ressources et des conflits qui en résultent, et de l'irréversibilité de certains choix politiques (dont témoigne la mort programmée de la mer d'Aral). Ainsi, assurer à tous un accès aisément à une eau d'une qualité biologique et chimique adaptée aux usages et assurer un bon état écologique des milieux aquatiques apparaissent de plus en plus comme des défis.

Cette prise de conscience a conduit à des engagements, comme celui pris à Johannesburg de réduire de moitié avant 2015 la population mondiale n'ayant pas accès à l'eau potable ; elle a appelé à définir des règles de partage reconnues par tous les acteurs impliqués en particulier à l'échelle des bassins versants.

Mais les modalités de définition et de mise en place de ces règles, comme des engagements constituent un défi pour les chercheurs autant que pour les hommes politiques. Le couplage des différentes disciplines et le développement de la modélisation hydro-socio-économique a permis des progrès importants en utilisant des modèles "Multi Agents" pour simuler des scénarios de gestion de l'eau élaborés en commun avec les usagers. Le développement d'une ingénierie écologique sur l'optimisation des consommations et sur le traitement des rejets permet d'aller vers la restauration des quantités et qualités des eaux. Plus en amont, l'approche durable a convoqué la physiologie, particulièrement pour étudier les relations plante-eau, et la génétique, pour sélectionner des espèces moins consommatrices, afin de modifier profondément les pratiques de l'agriculture irriguée en diminuant les intrants (agriculture environnementale) et en adaptant les espèces. Enfin, pour l'analyse des surplus — crues et inondations — les modèles hydrodynamiques de prévision de crues se sont souvent révélés inopérants, car les dimensions sociales, à l'échelle des zones inondables, n'étaient pas prises en compte. Cela a conduit à une analyse du risque fortement appuyée sur le développement de systèmes d'information en relation étroite avec les populations concernées, les administrations et les autorités politiques.

Dans les pays du Sud, où la pénurie chronique, les insuffisances des moyens de stockage et de distribution, ou les guerres civiles ou étrangères, entraînent des crises alimentaires sévères et de graves problèmes sanitaires, les perspectives de changement climatique — température et régimes de précipitations — conduisent à coupler les scénarios climatiques à l'échelle régionale avec les approches par bassins versants, de manière à développer une approche durable de la ressource en eau. Ces pays sont également l'objet des analyses en termes de sciences politiques et d'économie politique qui tentent d'inventer des solutions aux conflits internationaux et des mécanismes accroissant les solidarités régionales.

• La pauvreté

Qu'il s'agisse de l'analyse de ses causes ou de la mise en œuvre des moyens de la réduire, la pauvreté est sans doute l'un des domaines où apparaît le mieux la pluri-

dimensionnalité des problèmes de développement durable. Même si on ne peut pas faire l'impasse sur le PIB par habitant, il est désormais bien connu que la pauvreté ne se résume, ni ne se mesure, seulement par cet indicateur.

Au delà des indicateurs monétaires, l'éducation, la santé, l'alimentation ont été très tôt introduits parmi les instruments de mesure de la pauvreté, de sorte que le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) construit désormais un indicateur de développement humain (IDH) qui synthétise ces indicateurs. Preuve de l'utilité de cette démarche, elle montre que le Kerala, un des plus pauvres Etats du sous-continent indien en termes de PIB/h, détient des indicateurs sociaux qui correspondent à la moyenne de ceux des pays dits développés.

Les analyses impulsées, en particulier par le prix Nobel Amartya Sen, ont souligné que la pauvreté ne se définit pas seulement objectivement (par l'analphabétisme, la mauvaise santé, la malnutrition), mais aussi subjectivement (l'insécurité, l'incapacité à mettre en œuvre ses talents de manière autonome) et socialement (absence de pouvoir, marginalisation, absence de réseaux familiaux ou sociaux, discrimination raciale ou de genre). Ses causes sont à la fois institutionnelles, économiques et sociales.

Si la compréhension de la pauvreté a ainsi beaucoup progressé à la fois sur le plan théorique et sur le plan empirique, la définition de stratégies efficaces de lutte contre ce phénomène est encore tâtonnante. Un renforcement de la recherche finalisée interdisciplinaire doit viser à une compréhension nécessairement locale des interactions complexes signalées plus haut. Elle ne doit pourtant pas conduire à conférer une valeur absolue à des expériences locales non replicables ou aux mérites des petites communautés protectrices. Des efforts de systématisation des résultats des expériences locales doivent être engagés pour aboutir à une connaissance plus générale des mécanismes de lutte contre la pauvreté.

Le développement durable : un objet frontière – des recherches en contexte

On l'a encore vu à Johannesburg, le développement durable réunit une multitude d'acteurs — organisations internationales, gouvernements, ONG, syndicats, organisations professionnelles, entreprises, Eglises — porteurs d'intérêts spécifiques⁵, et de capacités d'action et de mobilisation aussi variées que nécessaires⁶. La recherche dans le domaine (ou dans les domaines) du développement durable est donc marquée par l'existence d'un contexte multidimensionnel, au sein duquel les liens avec le monde de la recherche sont multiples : information (description des phénomènes, des risques), définition des termes de débat, appui des décisions, production de normes, construction de solutions techniques et production d'innovation, éducation, formation, etc.

• Les entreprises, entre intérêt et responsabilité

Même si certaines entreprises témoignent d'une culture et de valeurs sociétales fortes, leur engagement dans des processus de développement durable répond à des conditions objectives. Il résulte de la conjonction de facteurs incitatifs ("push") — comme les réglementations nationales (loi sur les nouvelles régulations économiques, en France) ou trans-nationales (directive européenne de 1999 sur l'admission des déchets en décharges, protocole de Kyoto sur la limitation des émissions de gaz à effet de serre (GES) — et de facteurs "attractifs" ("pull").

⁵ La notion "d'environnement", comme celle de "développement durable" est typiquement, ce que la sociologie des sciences appelle un "objet frontière", ce qui désigne "un espace" où les interactions entre scientifiques et leur partenaires ont lieu : les définitions sont différentes suivant les acteurs, tout en étant reconnaissable par chacun et en permettant les coopérations.

⁶ Voir le Livre blanc des acteurs français du développement durable publié par le Comité français pour le sommet mondial du développement durable de Johannesburg, 2002.

Parmi ces derniers viennent, d'abord, les perspectives de demande directe (distribution d'eau, assainissement, assurances) ou indirecte (technologies "propres", innovations juridiques ou sociales) que le développement durable peut créer pour les entreprises. Leur contribution à la décision publique, fut-elle intéressée, peut fortement accélérer le processus visé. Par exemple, dans le cas des CFC, le détenteur d'un brevet sur les substituts à ces gaz nuisibles à la couche d'ozone a fortement soutenu la décision politique d'élimination très rapide. Ce type de décision impose en outre d'autres arbitrages : dans le même cas, le remplacement de ces gaz par d'autres gaz de propulsion crée des risques accidentels que ne comprenaient pas les CFC.

On ne doit pas négliger parmi ces facteurs attractifs l'intérêt de l'opinion publique pour le développement durable et le potentiel qu'il offre pour valoriser les marques, fidéliser les clients et mobiliser les collaborateurs de l'entreprise autour d'un objectif. A mi-chemin entre ces deux catégories de facteur, la conscience des conséquences économiques des risques industriels pousse les entreprises à des démarches de prévention qui s'inscrivent dans un processus de développement durable. Ainsi en va-t-il de la prise en compte des craintes que suscitent certaines technologies telles, en Europe, les OGM, pour la santé et pour l'environnement, ou les risques de mise en jeu de la responsabilité civile qui sont associés à la distribution de certains produits (médicaments).

L'importance de l'ensemble des enjeux liés au développement durable, pour les milieux industriels et financiers, les a conduits, dans la dernière décennie, à mettre sur pied des méthodes d'élaboration de rapports d'activité qui traitent simultanément des performances environnementales, économiques et sociales de l'entreprise. La grille la plus fréquemment citée, qui a été élaborée par la " global reporting initiative " sous l'égide des Nations Unies, comprend des règles de rédaction et un choix d'indicateurs dont la valeur et l'évolution sont destinées aux agences de notation et à l'orientation du choix des investisseurs. La multiplication des fonds de placement éthiques fait sans doute, dans un autre registre, écho à cette évolution.

La prise en compte de la triple responsabilité — environnementale, sociétale et économique — entraîne, de la part des entreprises, un effort de recherche. Dans certains domaines, un développement pionnier articule recherche industrielle et publique en vue d'une innovation prenant en compte la logique du développement durable comme c'est le cas de certains Réseaux de recherche et d'innovation technologique (R2IT, notamment celui sur l'eau). Il reste que les entreprises ont besoin de solutions et souhaitent participer à la recherche dans nombre de domaines importants pour elles, mais qui ne sont pas au cœur de leurs pratiques de recherche ou ne relèvent pas directement d'elles :

- technologies longitudinales pour améliorer les modes de conception et les impacts des produits sur toute leur durée de vie ;
- outils d'identification et de prévention des risques industriels (méthodes d'analyses, indicateurs pertinents ; outils de mesure et de contrôle) ;
- élaboration de normes techniques et de réglementations transparentes, pertinentes et applicables, en particulier dans le domaine des incitations aux processus durables (taxation écologique, permis d'émission, etc.) ;
- outils d'anticipation des comportements (clients, voisinage, opinion, etc.) ;
- outils juridiques de protection des intérêts économiques, dans le cadre d'actions de développement durable entraînant des risques imprévisibles.

• Les citoyens, entre inquiétude et information

Les populations des pays riches ont longtemps vu dans la recherche scientifique et le développement technique la solution à leurs besoins fondamentaux, via l'augmentation des richesses et la lutte contre la maladie. Actuellement, la multiplication apparente des risques liés à l'économie comme à la médecine modifie les attentes envers la science. Les demandes qui en découlent sont, prioritairement, des demandes de réassurance : sur l'innocuité alimentaire, sur la sécurité des soins, sur la gestion des déchets de tous ordres ; viennent ensuite des demandes de confort et de bien-être : ainsi la qualité de la chaîne alimentaire est porteuse, outre la garantie de sécurité, d'un bénéfice gustatif.

Le développement durable comme projet politique peut constituer une réponse aux inquiétudes suscitées par le quotidien : instabilité économique, fracture sociale, peur des conséquences de phénomènes inconnus (le réchauffement de la planète) ou inédits (les OGM). Le sentiment que les pouvoirs politiques et scientifiques ne maîtrisent pas toutes les conséquences de leurs décisions et de leurs expériences appelle, en creux, l'utopie d'un monde réconcilié et sûr, solidaire dans le temps et l'espace, et harmonieux dans ses interconnexions.

Au-delà, le développement durable peut renverser la tendance à l'érosion de la confiance envers la science ou l'expert, en établissant une plus grande proximité. Le citoyen qui ne voit plus en quoi la science répond à ses besoins peut, lui, retrouver une légitimité collective. En effet, la complexité des problèmes posés par le développement durable impose le recours à l'expert pour clarifier les enjeux et aider à hiérarchiser. Ainsi, la mise en place de politiques locales de développement durable (s'appuyant, par exemple, sur l'Agenda 21) suppose une concertation pour obtenir l'appropriation des acteurs. Celle-ci ne peut fonctionner que si une information, voire une formation, préalable de la population est mise en place, de manière à lui permettre de dialoguer avec les spécialistes et de construire une opinion argumentée. Elle dépend aussi de l'accès à des indicateurs clairs dans des tableaux de bord synthétiques. La dimension locale de la réflexion citoyenne sur le développement durable est la condition, non seulement de l'appropriation de cet objectif, mais aussi d'une responsabilisation des populations sur les causes et les conséquences, parfois globales et différentes, des actes individuels. La conjonction actuelle du souci pour l'environnement et de l'augmentation régulière de la consommation de produits pétroliers, montre que des médiations sont nécessaires. Enfin, cette articulation locale permet de satisfaire une légitime revendication d'information démocratique concernant l'activité des chercheurs : quels débats démocratiques pour discuter de la recherche à promouvoir et de ses conditions de réalisation ? Quelle place et quelles formes pour l'expertise ?

Stimulée par le développement durable, la demande d'information s'inscrit dans une dynamique dont on peut situer les origines dans les enquêtes d'utilité publique du XIX^e siècle où les citoyens étaient invités à exprimer leurs réserves sur les projets d'aménagement. Depuis la fin des années soixante-dix, la demande d'expression citoyenne sur les projets d'aménagement et sur l'environnement s'est faite plus pressante. De nombreux textes ont officialisé la reconnaissance du droit à l'information⁷, allant jusqu'à instituer l'obligation de mise à disposition d'informations synthétiques et à créer des instances de confrontation pour les sites ou les projets sensibles (sites d'enfouissement de déchets nucléaires, aérodromes, etc.).

Après ces progrès législatifs, les agences indépendantes (Agence française de sécurité sur les aliments - AFSSA, Agence française de sécurité sanitaire environ-

⁷ En particulier : article 10 de la Convention européenne des droits de l'homme ; directive de la communauté européenne du 7 juin 1990, Convention de Rio. Et, au niveau national : loi du 2 février 1995, qui énonce les principes généraux du droit à l'environnement ; loi sur les projets d'intérêts généraux (7 janvier 1983) ; loi sur la nouvelle procédure d'enquête publique (12 juillet 1983), et sur un domaine plus large, la loi, dite Barnier, qui fixe la création d'une Commission nationale du débat public (2 février 1995).

nementale - AFSSE, etc), innovations récentes, sont parvenues à construire une réputation d'information claire et objective du public sur des sujets d'inquiétude proche de la vie quotidienne (santé, alimentation).

Les ONG, quant à elles, contribuent à l'expression publique des préoccupations des citoyens. Elles mettent souvent en avant des grands principes d'éthique, de solidarité, de participation, de responsabilité, de précaution qui sont présents dans le développement durable. Le souci qu'elles affichent à l'égard des populations les plus vulnérables les conduit à porter une attention particulière aux politiques d'aide aux pays en développement et à leurs conditions de mise en œuvre : fonctionnement des institutions financières internationales et commerciales et évaluation de leur action ; effet de la privatisation des systèmes de santé, d'éducation et des services publics, notamment sur l'intensité du travail des femmes et sur leurs revenus ; conditions de préservation des ressources — au Sud comme au Nord — de la souveraineté alimentaire des pays et de l'accès aux différents biens publics ; modalités d'application des accords multilatéraux sur l'environnement, de ratification et d'application des conventions de l'Organisation Internationale du Travail. Dans tous ces domaines, elles interpellent la recherche scientifique pour obtenir des évaluations fiables sur lesquelles fonder leurs revendications, des travaux s'appuyant sur les hypothèses de travail qu'elles proposent, et des indicateurs fiables qui permettent d'évaluer les progrès accomplis.

• Les responsables politiques, entre prudence et projet

En miroir des attentes des citoyens, la notion de responsabilité politique a pris une dimension nouvelle et s'est étendue. Les politiques doivent gérer des menaces qu'ils n'ont pas nécessairement les moyens de maîtriser : prévoir une inondation, prévenir un incendie de forêt, autoriser la culture des OGM, etc. Ils font face à une mondialisation multi-dimensionnelle qui multiplie les conséquences à leur niveau de causes hors de leur portée, augmente les demandes qui leur sont adressées, et diminue souvent leur capacité d'intervention.

Mais, symétriquement, l'attente sociale de développement durable offre aux responsables politiques le moyen de retisser des liens avec les citoyens, de construire de nouvelles identités locales, comme on peut le voir à travers le mouvement des "villes durables". Ce type de projet suscite une demande forte d'indicateurs et d'outils prévisionnels d'aide à la décision : systèmes d'alerte sanitaire, systèmes de traçabilité, identification des risques, etc., tous moyens de reconstruire une solidarité renouvelée et sans doute une responsabilité accrue des citoyens-consommateurs eux-mêmes.

Le niveau local apparaît, donc, comme une des échelles pertinentes pour conduire les politiques concrètes de développement durable : problèmes de nuisances (pollution de l'air, déchets, assainissement, bruit, risques industriels...), problèmes économiques et sociaux (chômage, exclusion, ségrégations sociales, zones en difficulté), mais aussi valorisation prudente des ressources locales et développement des connexions entre activités, par exemple entre agriculture et activités rurales non agricoles. Ainsi les collectivités locales et territoriales, à travers les problèmes de gestion auxquelles elles doivent trouver des solutions concrètes, interpellent la recherche sur des thèmes aussi variés que l'interconnexion entre les différentes politiques (urbanisme, déplacement, d'habitat, d'environnement...), l'articulation des différentes échelles d'intervention, celle des institutions internationales et européenne, des Etats, des collectivités territoriales, et aussi les modalités de participation des différents acteurs aux processus de décisions.

Leur attention se porte notamment sur les modalités de conception, d'élaboration, de suivi et d'évaluation des politiques publiques. La gestion des nouveaux

territoires, comme celle des agglomérations ou des pays, semble au centre de leurs préoccupations. Elle concerne à la fois les ressources minérales, énergétiques, faunistiques et floristiques, mais également les activités de recyclage des déchets, l'efficacité énergétique et l'utilisation des énergies locales et renouvelables, notamment dans l'espace bâti.

L'accès de chacun aux activités essentielles (travail, culture, loisirs...), au logement, le développement de la mixité sociale et d'une économie sociale et solidaire sont autant de questions qui mettent l'accent sur le volet social du développement durable et qui concernent différents champs de recherche. (cf. les contributions des acteurs au sein du livre blanc des acteurs français du développement durable rédigé par le comité français pour le sommet mondial de Johannesburg en 2002).

Conclusion : hétérogénéité des questionnements et des pratiques

Réunis par leur enjeu commun d'anticipation et de réduction des risques, les thèmes du développement durable se distinguent les uns des autres par leur degré de maturité scientifique et/ou de structuration institutionnelle.

Ainsi, la recherche sur l'effet de serre est bien structurée au niveau international, et dans un processus de progrès scientifique par expansion quantitative des moyens de calcul et donc des modèles : Earth Simulator, le dernier système de calcul ultra-rapide, est capable d'une résolution de 10 km. Ce qui ne préjuge pas de la fiabilité des scénarios traités par la machine, qui dépendent toujours de la pertinence des hypothèses sur lesquelles ils sont bâtis : par exemple, des scénarios projetant des hypothèses surestimant la croissance économique mondiale à long terme auraient pour effet de dramatiser à l'excès le risque climatique *via* le lien entre croissance économique, consommation d'énergie fossile et émission de gaz à effet de serre⁸.

D'autres thématiques sont déjà structurées, du fait du rôle prédominant d'une discipline, comme c'est le cas de la recherche sur la biodiversité, autour du programme Diversitas, alors même que certaines questions essentielles sont encore mal connues (dans ce cas, l'évaluation de l'importance globale de la biodiversité pour l'homme). Cette intégration peut aussi être locale, réalisée au niveau d'un programme de recherche spécialisé ou d'un organisme. Ainsi, la construction d'outils formels d'intégration de quatre disciplines — écologie, économie, sociologie et anthropologie — a contribué à structurer la recherche en matière de systèmes agraires durables. Concernant les domaines les moins structurés, on constate qu'ils ont en commun l'importance des aspects socio-économiques dans des domaines relevant apparemment de simples solutions techniques, comme c'est le cas des recherches sur la ville.

Cette diversité des degrés de structuration, comme de compréhension et de potentialité d'utilisation pour l'action, conduit à considérer qu'une politique de la recherche qui vise à hiérarchiser les domaines de recherche relevant du développement durable doit tenir compte non seulement des critères habituels d'efficacité et de comparaison coûts/avantages, mais aussi des progrès qu'une structuration peut apporter dans les domaines les moins intégrés, et de la mise en œuvre raisonnée du principe de précaution. Une fois les incertitudes repérées autour de risques potentiels, ce principe impose une obligation de recherche pour réduire l'incertitude scientifique. Le souci de la proportionnalité impose enfin de donner la priorité aux domaines dans lesquels les dangers sont potentiellement les plus élevés.

En mettant dans une perspective cohérente un grand nombre de questions de la

⁸ C'est d'ailleurs pour cette raison que les travaux les plus récents du GIEC ont considéré une variété de scénarios combinant hypothèses économiques et hypothèses de comportements du système climatique, ce qui a conduit à ouvrir la fourchette de valeurs possibles pour des indicateurs comme l'augmentation de la température moyenne du globe ou la remontée du niveau des mers.

LE DEVELOPPEMENT DURABLE UN NOUVEAU DEFI POUR LA RECHERCHE

société, le développement durable interpelle nécessairement la recherche. Nous avons déjà mentionné que les travaux des chercheurs ont joué un rôle important dans la prise de conscience des menaces qui pèsent sur l'environnement de la planète mais aussi dans la révélation des limites des modèles de développement suivis au XX^e siècle. La recherche a un rôle crucial à jouer dans la définition de l'objet "développement durable"; une notion qui, en intégrant les dimensions du social, de l'économique et de l'environnemental, interpelle la recherche scientifique dans son organisation et dans ses objets.

Nous verrons tout d'abord que l'impact du développement durable sur la recherche peut aller de l'émergence de nouvelles spécialités, voire de nouvelles disciplines, à de nouvelles pratiques inter-disciplinaires, selon le type de recherche. Nous montrerons ensuite que les recherches pour le développement durable appellent un certain nombre d'outils communs : modèles d'intégration pour l'interconnexion des problématiques et la transversalité des questions ; outils de mesure et d'observation pour le temps long et l'espace élargi ; indicateurs.

Il faut enfin que l'organisation de la recherche soit en phase avec les objectifs et les outils de promotion du développement durable dans la société : coordination nationale et internationale, mise en œuvre de la pluridisciplinarité sont les deux concepts clés en la matière.

Développement durable et production des connaissances

Le terme de "recherche" recouvre une grande diversité d'activités au service d'objectifs communs qui sont d'améliorer la connaissance que l'humanité a d'elle-même et du monde qui l'environne, et de résoudre les problèmes posés par la société. On ordonne habituellement ces activités de la recherche fondamentale à la vulgarisation. Cet ordre hérité de l'histoire n'est pas neutre : il comporte une hiérarchisation implicite, qui pourrait se trouver en porte-à-faux avec la problématique du développement durable. Celle-ci pourrait modifier les frontières et les articulations entre ces catégories, et suscite des interrogations sur le métier de chercheur.

Retour sur la typologie des travaux de recherche

D'une manière simplifiée, on distingue traditionnellement recherche fondamentale (ou "cognitive" ou "de base"), recherche finalisée, expertise, ingénierie, communication scientifique. A cette distinction, qui définit des "idéaux-types", répond celle des productions, que l'on peut schématiser comme suit : découverte (loi), solutions (conditions d'application), application (innovations de procédé ou de produit), synthèse (avis, articles de presse ou ouvrages grand public). Il faut noter que les pratiques des chercheurs, comme nous le verrons, traversent souvent, et de

plus en plus, ces catégories et que l'espace de la recherche est un continuum, où la localisation des frontières est malaisée. Il n'est pas non plus nécessaire de considérer, comme le font certains, que la distinction entre recherche fondamentale et recherche finalisée n'a plus de pertinence, pour mettre, comme nombre d'expériences étrangères le suggèrent, sur un pied d'égalité symbolique les différents types d'activité. Il n'en reste pas moins que le fonctionnement de la recherche est difficilement lisible sans référence aux idéaux-types évoqués précédemment, et dont la distinction facilite la lecture.

La recherche cognitive recherche les lois générales et universelles du fonctionnement de l'univers ou des comportements humains. La gratuité intellectuelle de la démarche est revendiquée et souvent vue comme condition même de son efficacité. Objets et programmes sont définis selon la logique interne de l'accroissement des connaissances, et tendent à évoluer de façon largement indépendante de la demande sociale. Les disciplines qui l'organisent se sont structurées au fil de l'histoire : leurs recompositions s'accompagnent généralement d'une spécification de plus en plus fine des objets. L'étroitesse de ces créneaux a pour corollaire l'approfondissement des connaissances et le caractère totalement international des communautés qui s'y consacrent. En matière d'évaluation, la reconnaissance par les pairs est le critère majeur d'excellence. L'expérience historique atteste, souvent de façon spectaculaire, de l'efficacité de ce modèle dans la production des connaissances qu'il vise. Cependant, l'accroissement de la spécialisation, qui accentue les difficultés de la gestion administrative, le soumet à de nouveaux défis.

La recherche finalisée va d'une recherche sensible aux enjeux de société (les anglo-saxons disent *policy relevant*) aux recherches visant directement à résoudre des problèmes pratiques d'ordre général, en tenant compte des principales interactions localisées qui affectent nécessairement sa définition et la mise en œuvre des solutions (les anglo-saxons disent *policy oriented*). Dans ce dernier cas, elle part d'une demande sociale, économique ou politique – publique ou privée — et y répond par un programme de recherche. Dans les deux cas, l'objectif est de produire des connaissances qui puissent être mobilisées pour une action sur le réel et obtenir un résultat pratique. Elle s'organise par thématiques et peut donc impliquer la coordination de savoirs disciplinaires différents. Ses critères d'excellence sont à la fois la reconnaissance par les pairs et la pertinence sociale des connaissances et des solutions apportées. C'est pour ce type de recherche que les modalités traditionnelles, historiquement constituées, de l'évaluation des recherches, des équipes et des chercheurs ont pu être discutées.

Les autres pratiques des chercheurs impliquent davantage de combinaison de compétences : c'est le cas de l'ingénierie, de l'expertise, de l'aide à la décision et de la communication.

L'ingénierie met en œuvre, sur un terrain et au sein d'un système technique spécifiques, les solutions génériques proposées par la recherche finalisée. Elle est responsable de leur bonne intégration. C'est dans son domaine, qui est par définition de l'ordre de l'application, que se concrétise l'innovation. Son critère d'excellence est l'efficience : l'efficacité et la viabilité de la mise en œuvre font l'objet d'une évaluation où les critères de savoir être (capacité de management, esprit d'équipe) et la réussite, par rapport à des objectifs déterminés, par exemple économiques, comptent au moins autant que des compétences scientifiques qui, par ailleurs, relèvent rarement d'un seul champ de connaissances.

On demande à l'expert, auprès des entreprises ou des administrations, d'établir un bilan de connaissances pertinentes en vue d'une action particulière, d'identifier et

de qualifier les incertitudes factuelles ou scientifiques, de procéder à une analyse comparative et à une évaluation des divers types d'action possibles dans une situation donnée. Une place spéciale revient à l'organisation d'expertises collectives qui ont pris une importance particulière sur des questions controversées dans la société (amiante, ESB, relais téléphoniques, etc.). Celles-ci requièrent des compétences scientifiques, des procédures rigoureuses qui tranchent avec l'improvisation et l'amateurisme avec lesquels les activités d'expertise ont parfois été menées dans le passé.

L'aide à la décision ne se sépare pas radicalement de l'expertise dans le type de qualités et compétences requises, mais suppose une implication plus durable du chercheur dans le processus même de décision.

Partant d'une connaissance solide du ou des champs disciplinaires, la communication scientifique à l'intention du public procède par recomposition pédagogique. Elle joue aussi un rôle pour éclairer le public, *a minima* l'informer, voire l'aider, sinon à prendre une décision, du moins à y participer, à se prononcer, à adhérer ou non. Elle constitue donc à la fois un moyen de dégager les horizons d'attente et une aide à sa décision. Cette composante est spécialement importante quand cette communication s'adresse aux acteurs sociaux qui participent au débat de société ou à la décision politique, acteurs dont l'expérience et la compétence conduisent à des exigences différentes de celles du grand public en termes d'information scientifique.

Renouvellement des activités des chercheurs

Cette typologie "descendante", de la théorie à la pratique et à la diffusion, rencontre plusieurs limites. La première tient au fait qu'elle est trop souvent conçue, en France peut-être plus qu'ailleurs, comme une hiérarchie des types de recherche alors qu'il s'agit avant tout d'un éventail d'activités et de compétences.

Deuxième limite, cette vision hiérarchique ne correspond pas à toutes les pratiques de recherche, et nombre d'entre elles invitent, sinon à renverser ou à inverser, du moins à bouleverser et, d'abord, à remettre en cause la force de la distinction entre recherche finalisée et recherche fondamentale.

Il est ainsi avéré que la recherche fondamentale est souvent à l'origine de ruptures qui ont transformé profondément la société, soit en modifiant sa vision du monde (comme dans le cas de la révolution copernicienne), soit en promouvant un nouveau système technique (dans le cas de l'électricité), soit en permettant l'invention d'un nouvel objet (comme l'ordinateur). C'est son indépendance par rapport à la demande qui donne vocation à la recherche fondamentale à provoquer des ruptures : elle lui permet de porter son regard au-delà des préoccupations portées par la demande pour "rencontrer" des réponses inattendues : ce n'est pas, comme le dit volontiers Pierre-Gilles de Gennes, en cherchant à améliorer la bougie que l'on a découvert l'électricité, ni en cherchant à produire de l'électricité que l'on a développé la physique atomique.

Le développement durable ne conduit aucunement à mettre en cause l'autonomie de la recherche fondamentale. Est-ce à dire qu'elle doive être isolée de la recherche finalisée ? Non, car bien au-delà de la "simple" application des connaissances fondamentales, la recherche finalisée, en cherchant à répondre à des demandes sociales, peut amener à remettre en cause des théories fondamentales ou, plus souvent, contribuer à fertiliser des programmes de recherche amont. On doit ainsi concevoir la relation entre les différents niveaux de la recherche davan-

tage comme des boucles de rétroactions imbriquées que comme des chaînes d'opérations successives. Un exemple en est fourni par le cas du tilapia : ce petit poisson riche en protéines pourrait constituer une réponse intéressante à certains problèmes d'alimentation dans des pays en développement. Or, sa productivité dépend de son sexe, lui-même déterminé par une combinaison de facteurs génétiques et des conditions de l'environnement aux stades précoce de l'embryon. La demande de maîtrise de la détermination du sexe du tilapia a donc suscité un projet de recherche finalisée sur le transcriptome, qui concourt à la connaissance des phénomènes de transcription, en particulier chez les mammifères. Selon l'un des initiateurs de cette recherche, " le fait de chercher ce que l'on veut trouver a permis de coupler la résolution d'un problème de production à une découverte qui appartient au champ de la recherche fondamentale. La recherche finalisée peut donc être un excellent moyen d'aller vers une recherche fondamentale plus efficace." Il reste qu'il y a loin de ces constats à une pratique équilibrée des interactions entre les deux modes de recherche : dans quels lieux peuvent-ils se rencontrer et se fertiliser mutuellement ? Avec quelle garantie de disponibilité de la recherche fondamentale aux besoins de la recherche finalisée ? Comment concilier des logiques et des visées temporelles apparemment très différentes ? Il y a là, tout particulièrement dans notre pays, un chantier important dont la mise en œuvre peut être un accélérateur puissant des recherches pour le développement durable.

La recherche entre objets et disciplines

Les questions posées à la recherche dans la perspective du développement durable sont, on l'a vu, ancrées dans des thématiques transversales. Si l'on prend, à titre d'exemple, la question de la pauvreté, on a vu à quel degré les questions technologiques, économiques, sociales et politiques y sont entremêlées. Ceci implique un croisement largement interdisciplinaire des investigations, sans empêcher des avancées disciplinaires dans la mise en évidence de facteurs importants nécessaires — mais jamais suffisants — à la diminution de la pauvreté.

Sur la question du réchauffement climatique, le simple diagnostic implique la réunion de savoirs très variés dans la réalisation de scénarios prévoyant l'avenir du climat, et donc d'abord des comportements humains qui l'affectent. Dès lors qu'un accord se fait sur la nécessité de limiter les émissions de gaz à effet de serre (GES), plusieurs questions liées émergent immédiatement : à quel rythme le faire ? Comment partager équitablement l'effort ? Faut-il procéder par réduction des consommations d'énergie ? Si oui, est-ce par évolution dans les modes de vie ou par développement de technologies à très basse consommation ? Contrairement aux apparences, la contribution des sciences humaines et sociales est importante pour traiter du changement climatique, quoique selon des modalités d'intégration différentes pour chaque question. Il est en particulier nécessaire de comprendre de façon plus approfondie les déterminants des comportements en matière d'énergie des individus comme des entreprises ou des Etats, mais aussi d'élucider les normes d'équité qui sont appropriées à ce type de problème, ou d'analyser la signification en termes d'incitations, des règles et programmes proposés.

On le constate avec ces exemples, le caractère très large et transversal des questions posées contribuera à pousser nombre de travaux, menés dans des perspectives souvent plus étroites, à des coordinations nouvelles avec d'autres recherches

et les interactions entre niveaux de recherche s'en trouveront certainement renforcées. La solution d'un problème de développement durable appelle à la coopération des sciences exactes et des sciences humaines et sociales, de la recherche fondamentale et de la recherche finalisée, des sciences et de la technologie, de la recherche publique et de la recherche privée menée par les entreprises. Les interactions entre les différents acteurs du développement durable devront donc être renforcées.

En effet, pour une large part, l'impact du développement durable sur le fonctionnement de la recherche varie selon le type d'activité considéré.

- **Recherche fondamentale et recomposition des disciplines**

Ainsi, nombre des coopérations impliquées par le développement durable se font en aval de la recherche fondamentale. En ce qui la concerne, les caractéristiques du développement durable (échelles temporelles et spatiales multiples, interconnexions des problèmes) peuvent en revanche conduire à des problématiques nouvelles, à la recomposition de certains champs de recherche et à l'apparition de nouvelles spécialités, voire de nouvelles disciplines. Les recherches sur la croissance économique ont été transformées depuis 20 ans par ce qui fut d'abord le souci de mieux expliquer les interactions de très long terme entre le progrès technique et le fonctionnement de l'économie, et qui renouvela en profondeur les perceptions et l'analyse de la croissance, y réintégrant les questions de gouvernance comme d'organisation de l'éducation ou de financement.

L'épidémiologie est née à l'articulation de disciplines antérieures pour rendre compte des interactions entre phénomènes relevant jusqu'alors de champs disciplinaires différents : la démographie pour la compréhension de la fécondité, de l'espérance de vie et de la mobilité de la population ; la géographie humaine et la sociologie pour l'étude des communautés urbaines et rurales ; l'économie des comportements en matière de risque et de cohérence entre choix individuels et collectifs ; l'anthropologie des comportements culturels face à la santé et à la maladie. L'intersection de l'ensemble de ces disciplines, appuyée par des techniques de repérage géographique et satellitaire, des statistiques et de la modélisation constitue une nouvelle discipline qui construit aujourd'hui des théories autonomes et générales, ainsi que ses propres méthodes, autour de l'analyse de la santé publique. Dans son évolution récente, en rapport étroit avec l'écologie, elle tente désormais d'abandonner la conception exogène des pathogènes pour intégrer la genèse de la pathogénicité dans des modèles intégrés des relations entre homme et milieu, ce qui n'est pas sans conséquences majeures, par exemple sur les modalités de traitement des épidémies. Elle témoigne, en écho à la spécificité "systémique" de la perspective du développement durable, de l'émergence de disciplines nouvelles à l'impact social potentiellement profond.

- **Recherche finalisée et nécessaire interdisciplinarité**

L'incidence du développement durable sur la recherche finalisée est d'autant plus importante que celui-ci exprime une demande sociale forte, demande dont ce type de recherche est, par définition, saisi. En outre, le développement durable se caractérise par un élargissement du questionnement qui inclut l'impact social, environnemental et économique localisé des phénomènes étudiés, et ne se limite plus aux lois qui les déterminent. Nous en avons donné des exemples en recherche agronomique. De même, en matière de santé, ce sont des équipes d'an-

thropologues, d'économistes, de médecins et d'épidémiologistes qui tentent de comprendre les comportements de certaines populations face à certains risques et les différents facteurs de production de la santé et d'apparition des maladies. Le même besoin est manifesté par les juristes, quand ils tentent d'inventer des solutions en droit international laissant ouverte la voie à la recherche génétique, tout en tenant compte des enjeux économiques (propriété du vivant, commerce des produits agricoles transgéniques) et des normes éthiques ou des craintes exprimées par la société.

La réponse aux demandes du développement durable passe donc par un accroissement des échanges et des travaux de nature interdisciplinaire — entre sciences de la nature et sciences humaines et sociales, comme au sein de chacun de ces groupes. La réponse à ce besoin appelle sans doute à structurer la recherche de manière plus fédérative et par projets, dans la mesure où le succès dépend souvent de la conviction des acteurs de la nécessité d'un travail en commun, créateur d'un esprit d'équipe, mais aussi du recrutement de chercheurs compétents dans les domaines pertinents, ce qui peut dépendre de l'existence de lieux d'échange — y compris virtuels — ou d'institutions transversales ou internationales qui créent les conditions du dialogue.

• Ingénierie et technologie

Dépendante de contraintes propres au système de production, l'ingénierie n'en est pas moins influencée par le développement durable à deux titres, comme origine et comme horizon. D'une part, le développement durable est le déclencheur de la recherche : la veille réglementaire et la mise en conformité aux normes ou, mieux, leur anticipation, deviennent des problématiques industrielles, au même titre que l'amélioration de la productivité ou la conquête d'un avantage concurrentiel ; d'autre part, il est l'horizon de l'activité de l'ingénieur, et le critère de sa performance : aux considérations d'efficience se substituent celles de l'éco-efficience. Cette problématique se retrouve particulièrement dans la conception de technologies pour les pays du Sud : avec les expériences de modélisation participative, on se rend compte que le niveau d'appropriation technique n'est pas lié à la complexité de la technique, mais au degré auquel elle est susceptible d'acceptation sociale. D'où l'intérêt de l'histoire des techniques, qui montre qu'il n'y a pas, à un problème donné, une seule solution apportée par une technique unique, mais des solutions acceptables avec diverses techniques possibles. Bref, qu'il faut ouvrir le champ des possibles plutôt que chercher la solution parfaite.

• Expertise et aide à la décision

Les nouveaux besoins en termes d'expertise interrogent notre système de recherche dans son organisation et dans les missions, les activités, les carrières des personnels.

Premier besoin, la demande d'expertise en matière de développement durable nécessite souvent la coopération de disciplines différentes, dans la mesure où la décision qu'elle doit éclairer affecte des systèmes complexes incluant un grand nombre de facteurs. L'expertise se construit en continuité avec les savoirs spécialisés. Les procédures d'expertise collective de l'INSERM ont permis de formaliser une procédure qui semble permettre à la fois de répondre efficacement aux questions des demandeurs, de garantir l'indépendance des chercheurs, de satisfaire ces

derniers (en effet les rencontres avec d'autres disciplines peuvent devenir une ressource stratégique pour leurs activités de recherche, et une reconnaissance au sein de l'institution), de garantir le pluralisme et la transparence des avis. Elles ont ainsi acquis une crédibilité vis-à-vis des décideurs et du public qui est exemplaire. Deuxième besoin, l'expertise doit prendre en compte les besoins des acteurs. En matière d'aide à la décision, faciliter la circulation des chercheurs entre leurs établissements universitaires ou leurs organismes et les milieux économiques ou les administrations auprès desquels ils pourraient fournir une telle aide est sans doute l'essentiel.

C'est ainsi l'ensemble des pratiques scientifiques qui sont modifiées à la fois individuellement et dans leurs interactions par la perspective du développement durable. Et c'est l'ensemble des relations du monde scientifique avec son environnement qui est affecté, comme nous l'envisagerons plus précisément ci-dessous.

Développement durable : les besoins prioritaires en termes d'outils de recherche

La recherche pour le développement durable présente des besoins extrêmement variés selon les thématiques, les disciplines, les espaces géographiques concernés. Néanmoins, un certain nombre de besoins généraux et transversaux peuvent être distingués. De meilleures données, plus abondantes et plus adéquates à la perspective du développement durable ; des outils plus performants dans le domaine de la modélisation (pour la simulation ou l'optimisation) et de la prospective. Dans plusieurs domaines transversaux, une réflexion doit être approfondie de manière à déboucher sur des solutions opérationnelles qui manquent à la mise en œuvre de nombreuses politiques actuellement. C'est le cas de la réflexion philosophique et citoyenne sur les solidarités entre espaces et entre générations ; de la réflexion sur le rôle du progrès technique dans la résolution des problèmes de développement durable ; de la réflexion sur les risques et les formes de la gouvernance.

Mieux connaître pour mieux comprendre : des données pour le développement durable

La recherche pour le développement durable envisage une série de questions nouvelles et les inscrit dans des perspectives plus larges que beaucoup de recherches antérieures, plus spécialisées. La perspective du développement durable crée également un besoin social renouvelé pour la progression de certaines recherches dont la dynamique paraissait bloquée. Que ce soit dans la perspective des acteurs, qui ont besoin d'indicateurs clairs et opérationnels, ou dans celle des chercheurs, qui s'appuient sur des données, le développement de la connaissance descriptive est une priorité pour le développement durable. Indicateurs et données doivent être associés dans la mesure où, face à des problèmes complexes, il est éminemment de la responsabilité des chercheurs de construire, à la demande des acteurs de la société, des indicateurs pertinents, transparents et réfutables en matière de développement durable. Quant au problème des données disponibles pour la recherche, il fait partie de ceux qui méritent d'être largement repensés dans un grand nombre de domaines.

Articuler le temps très long de l'environnement, le temps long du développement économique et le temps court des choix politiques implique, dans certains

domaines, de collecter de données entièrement nouvelles. En matière d'environnement physique, chimique et biologique, la France et, d'une façon générale, les pays européens, souffrent d'une pénurie grave de systèmes d'observation et d'expérimentation environnementales pérennes. La nécessité de tels dispositifs s'est imposée très tôt aux océanographes et aux atmosphériens et certains systèmes d'observation sont déjà fonctionnels, bien que le problème de leur inscription dans la durée doive encore être réglé. On peut citer pour ce champ disciplinaire, de manière non exhaustive : les réseaux de surveillance des eaux côtières, du niveau de la mer, de la qualité de l'atmosphère, des dépôts atmosphériques, des propriétés des aérosols atmosphériques, des échanges de CO₂ à l'interface air/mer, mais aussi de l'assistance et de la gestion de codes de simulation.

Les communautés scientifiques de la surface et de la biosphère continentales (traitant des écosystèmes, des sols et des eaux), moins unifiées et structurées que les précédentes, ont bénéficié récemment de la mise en place d'observatoires de recherche en environnement (ORE) qui permettront de mieux aborder leurs grandes problématiques. Cette mise en place doit être accélérée et renforcée.

Une grande partie du diagnostic porté concerne également les observatoires opérationnels de l'environnement (OOE) qui sont à la fois source d'indicateurs opérationnels et de données pour les chercheurs. Ils témoignent de l'utilité d'une articulation entre recherche et décision dans la mesure où leur cohérence d'ensemble (normalisation, archivage des mesures) est souvent insuffisante, et gagnerait à s'appuyer sur des outils et des méthodes testés dans le cadre d'une démarche scientifique. Symétriquement, les données des ORE doivent pouvoir être utilisées pour la décision.

La nécessité de repenser l'organisation de façon à satisfaire le besoin de données est encore plus importante en matière de sciences humaines et sociales, où des progrès comme la détection satellitaire ont moins d'effets et ne pourront guère remplacer les techniques traditionnelles de collecte. Des évolutions remarquables sont certes d'ores et déjà en cours : l'étude du temps long est ainsi bouleversée, depuis quelques années, par les progrès considérables de l'archéologie. Elle a su mobiliser de nombreuses disciplines et tirer profit de multiples technologies récentes pour renouveler notre compréhension de la préhistoire et de l'histoire humaines : alimentation, santé, habitat, langues, cognition, techniques, mobilités, sociétés, cultures. Rien de ce qui permet de comprendre les interactions entre homme et environnement, sur la longue durée, n'est plus inaccessible à la recherche, même si cette recherche archéologique est parfois insuffisamment articulée avec les autres sciences humaines et sociales.

Paradoxalement, des périodes historiques plus récentes sont parfois moins bien connues, parce que les mêmes techniques de recueil de données n'y ont pas été appliquées aussi systématiquement. Mais, généralement, les recherches systématiques construisant des bases de données homogènes sur très longue période et à différentes échelles spatiales sont encore peu développées.

La situation n'est pas meilleure pour l'observation "en temps réel" des sociétés contemporaines, spécialement dans les pays les moins avancés où la statistique publique existe à peine, et dans de nombreux autres, où elle a subi l'impact ponctuel ou durable de restrictions budgétaires ou d'une insuffisante modernisation. Partout, des enquêtes menées à des échelles de temps plus variées, fournissant des données plus précisément localisées, sont indispensables, spécialement si l'on souhaite, comme l'implique la dimension démocratique du développement durable, tenir compte de la complexité des sociétés contemporaines, de la multi-

plicité des situations, des opinions et des représentations.

Des données nouvelles sont particulièrement importantes pour observer et prévenir les risques : développer des analyses de tendances, des analyses épidémiologiques, des analyses des risques pour les milieux, les espèces ou les écosystèmes, suppose la mise en place de systèmes d'observation, d'alerte, et d'information comme, ensuite, de suivi de la mise en œuvre et des mesures de prévention.

Il ne s'agit pas seulement de multiplier les enquêtes et de recueillir des données plus précisément localisées et plus qualitatives sur des échelles spatiales larges ; il est tout aussi indispensable d'assurer leur suivi dans le temps pour discerner les évolutions remarquables. L'analyse des comportements des acteurs dans les pays en développement, par exemple, nécessite des enquêtes approfondies et à passages répétés qu'aucune administration ne réalise. L'un des handicaps de la recherche française sur le terrain est le manque d'observatoires permanents des comportements.

Dans les pays riches, la mise à la disposition des chercheurs des données produites par les entreprises, et plus encore par les administrations publiques, serait d'une immense utilité pour la compréhension des mécanismes économiques et sociaux du développement durable, et répondrait également à son exigence de transparence et de démocratie. Il devrait en être de même des bases de données et des résultats d'enquêtes produits par des chercheurs, qui sont rarement exploités complètement par leurs auteurs et restent souvent inaccessibles aux autres chercheurs, même quand elles ont été financées sur fonds publics. Dans ce dernier cas, une explication fréquemment avancée est que la collecte de données détaillées, leur documentation et la maintenance des bases de données associées est une activité très consommatrice de temps et très peu reconnue par les instances d'évaluation (spécialement en sciences humaines et sociales, où elle est habituellement réalisée par les chercheurs eux-mêmes). Ce problème est aggravé par la diminution constante du nombre des Ingénieurs techniciens administratifs (ITA). Des actions devraient donc être menées sur ce sujet.

Enfin, le souci de l'articulation de bases de données produites pour des objectifs spécifiques mais présentant un intérêt du point de vue du développement durable devrait être prise en compte dans le cadre des plans de collecte de données. En effet, la perspective du développement durable conduira sans doute à la multiplication des recherches articulant données économiques ou sociales et données environnementales, actuellement produites selon des modalités très différentes et très difficiles à mettre en rapport.

Il est donc indispensable que davantage de données soient produites de manière continue et suffisamment homogène, et qu'elles soient publiées et accessibles aux chercheurs et aux citoyens. La croissance des Trente glorieuses s'appuyait sur un horizon d'enrichissement permanent mais aussi sur les comptabilités nationales établies au lendemain de la seconde guerre mondiale. La perspective du développement durable pourrait conduire à considérer la production d'un certain nombre de données statistiques ou qualitatives comme un bien public global, et non comme de la seule responsabilité des gouvernements nationaux⁹.

⁹ En effet, les données internationales sont trop souvent peu comparables. Pour de nombreux pays on ne connaît pas la proportion de la population ayant accès à l'eau potable ou à l'assainissement, ni la production ou les modes de consommation d'énergie. Les indicateurs portant sur les institutions sont spécialement peu fiables et entachés d'a priori culturels.

Modéliser pour mieux comprendre

La collecte de données est souvent un préalable au progrès de la réflexion sur les mécanismes du développement durable et, en particulier, à l'amélioration des modélisations. Indispensables à une meilleure compréhension du fonctionnement des systèmes sociaux et naturels et de leurs interactions, les modèles ne peuvent, en effet, être développés et validés sans informations quantitatives appropriées. La modélisation de la société et de son environnement constitue un espace d'intervention privilégié de la recherche sur le développement durable, où la quasi-totalité des disciplines et des domaines de recherche est interpellée.

Cependant, la problématique du développement durable, qui élargit dans l'espace et dans le temps les questions à l'étude, affecte en profondeur la logique et les objectifs de la modélisation. Les modèles doivent non seulement rendre compte du renouvellement durable du fonctionnement des systèmes, de leur résilience et de leur viabilité continue, mais ils doivent apporter une contribution décisive au défi que pose l'intégration de domaines différents mais interconnectés.

Avant d'apprécier les formes de cette contribution, et les innovations qu'appelle, éventuellement, la perspective de "durabilité", il convient de prendre conscience de la variété intellectuelle des activités de modélisation, selon les domaines où elles sont utilisées et les démarches qui les sollicitent.

Porteuse d'une exigence d'action, l'idée de développement durable conduit en tout état de cause à privilégier les modèles opérationnels. Les exemples archétypiques de modèles à visée opérationnelle qui ont connu des développements récents, parfois spectaculaires, sont les modèles climatiques ou les modèles météorologiques. Le projet MERCATOR, pour l'océanographie, constitue un programme d'inspiration similaire. Idéalement, ces modèles s'appuient sur des savoirs de base largement stabilisés —les lois physico-chimiques élémentaires du rayonnement énergétique, par exemple, sont les ingrédients de base de la modélisation climatique de l'effet de serre. Mais leur application et leur déclinaison à des systèmes spatio-temporels de grande dimension pose des problèmes redoutables de composition et/ou d'agrégation. Leur performance est largement tributaire, non seulement, de la puissance des ordinateurs, qui permet d'accroître leur finesse de résolution spatiale (actuellement 10 km à l'échelle planétaire pour les modèles climatiques et météorologiques), mais aussi de la qualité des données permettant de tester leur capacités prédictives (tests répétés de robustesse sur le court terme et de rétropolation sur le long terme) afin de les utiliser en simulation.

L'activité de modélisation opérationnelle n'est pas indépendante d'activités parallèles de modélisation à visée plus qualitative, "cognitive" pourrait-on dire. Ainsi, la compréhension améliorée du climat passe-t-elle aussi par une réflexion sur des modèles plus agrégés, et donc plus maniables, qui permettent éventuellement d'apprécier la robustesse des résultats au choix de l'échelle d'une simulation numérique, qui par exemple ne permet pas d'appréhender de façon satisfaisante les mécanismes de formation des nuages. De même, la capacité prédictive des modèles météorologiques a-t-elle été éclairée par les enseignements qu'apportent, prolongeant les intuitions de Poincaré, les travaux fondamentaux des mathématiciens modernes sur la prédictibilité des systèmes dynamiques déterministes. Dans d'autres domaines comme l'économie, des modèles opérationnels existent également depuis longtemps. Ils ont fait leurs preuves comme outils appréciés d'aide à la décision, qu'il s'agisse de modèles macroéconomiques ou plus encore de modèles sectoriels, dans les domaines des transports ou de l'énergie. Ici la relation entre les deux catégories polaires esquissées précédemment — modèle à

visée cognitive et modèle opérationnel — prend une forme apparemment similaire : d'un côté, le qualitatif, ingrédient de la réflexion ; de l'autre, le quantitatif, outil d'aide à la décision.

En fait, l'analyse de cette relation entre le cognitif et l'opérationnel, est confrontée à des difficultés dont la nature épistémologique est différente et qu'il convient d'élucider avant d'aller plus avant. La modélisation économique des systèmes techniques, actuels ou anticipés, et la description de l'évolution des choix techniques résultant des données du marché, constituent un premier registre de difficultés, celui qu'affrontent les modèles énergétiques sectoriels. Mais, passant, par exemple, du registre de la production à celui de la consommation, la modélisation aborde le domaine de la représentation de comportements humains, comportements dont le caractère complexe, et apparemment changeant, s'accentue avec l'échelle spatio-temporelle de l'analyse, et se réfracte dans les institutions. Elle doit affronter simultanément et dialectiquement l'analyse des motivations et celle des représentations.

Sans s'engager dans une discussion épistémologique approfondie, qui conduirait à revenir sur les problèmes de modélisation en sociologie ou en sciences politiques par exemple, il faut noter comment cette situation affecte la dialectique du cognitif et de l'opérationnel.

D'un côté, le modèle cognitif socio-économique : prolongement du raisonnement par d'autres moyens, il déduit de relations élémentaires bien comprises les relations complexes entre les variables étudiées. Il peut être assujetti à des vérifications empiriques plus ou moins approfondies pour déterminer son degré de pertinence, le modifier ou le compléter le cas échéant. De l'autre, les modèles beaucoup plus lourds et complexes qu'impose une restitution détaillée de la réalité observée. Mais ici, les relations fondamentales (ou élémentaires) que postule la théorie n'ont pas le statut des lois physico-chimiques : rien n'assure que l'augmentation de la complexité des modèles accroisse corrélativement, et encore moins linéairement, la connaissance. Dans une telle situation, inhérente sans doute à toutes les sciences humaines et sociales, mais également à d'autres domaines comme la biologie de l'évolution, la capacité de maîtrise intellectuelle des modèles lourds destinés à la décision est essentielle. Elle passe par une activité cognitive parallèle, couplant, par exemple, les modèles réduits — les "maquettes" des macroéconomistes — et les modèles tournés vers l'aide à la décision. Elle est garante d'une prudence interprétative, même si celle-ci n'exclut pas des remises en cause, (comme en économie, la remise en cause théorique des grands modèles macroéconomiques, à la fin des années 70) .

Les remarques consignées jusqu'ici, vont nous permettre de discuter de façon améliorée des fonctions intégratives des modèles : dans tous les cas, la détermination du bon compromis entre l'étendue de la couverture et la maîtrise cognitive de l'outil, dont la dialectique a été déclinée dans les contextes différents évoqués plus haut, est essentielle. Ainsi en va-t-il de l'évaluation des formes de couplage de modèles conçus dans différents domaines : climat, systèmes agraires, économies, énergies, populations. Si l'intégration constitue parfois la bonne réponse, le couplage efficace ne peut être réalisé qu'après une analyse fine des modalités d'interaction et des influences décisives sur les résultats du modèle couplé.

Les mérites de l'intégration formelle entre modèles socio-économiques, d'une part, et modèles physiques, d'autre part, doivent être mis en regard de ceux que permettent les couplages localisés, moins centralisés, plus souples et offrant des

possibilités plus riches d'interprétation et plus favorables au développement de l'intuition. En tout état de cause, le "super modèle", intégrant fonctionnement de la société et modèle physique à l'échelle de la planète constitue sans doute une utopie contre-productive.

Le bon choix d'intégration n'est pas indépendant des fonctions assignées au modèle, qui est toujours, à la fois mais dans des proportions éminemment variables, outil de simulation et d'aide à la décision. La simulation, qui constitue une des raisons d'être des modèles, permet d'échapper aux difficultés liées à l'insuffisance des données et à l'impossibilité d'expérimenter.

Les impératifs de la simulation sont donc de développer des modèles à haute résolution spatio-temporelle, de construire des scénarios cohérents pour intégrer les contraintes et les indicateurs significatifs, d'identifier les couplages pertinents en mettant l'accent par exemple sur le climat, les pratiques agricoles, le bilan hydrique et les pratiques de lutte contre les GES et d'évaluer, enfin, les incertitudes qui se propagent le long de la chaîne de modélisation.

La modélisation ne constitue cependant pas une modalité auto-suffisante de réponse aux questions qu'elle permet d'aborder. D'abord, parce qu'elle inscrit sa démarche en aval d'une prospective plus qualitative, utilisant d'autre méthodes — scénarios, méthodes Delphi — et susceptibles de nouer un dialogue avec la société au travers de jeux de rôles (qui ont fait leurs preuves, par exemple, dans l'élaboration de certaines stratégies de développement local). Ensuite, parce que la modélisation suppose une communication suffisante avec les utilisateurs (politiques, entrepreneurs, partenaires sociaux) qui contribuera à l'utilisation raisonnée et prudente desdits modèles. À vrai dire, la formation des utilisateurs à l'usage des modèles, *a fortiori* dans les domaines où la modélisation est peu développée, devrait constituer une mission quelque peu banalisée des chercheurs à l'avenir, afin de favoriser les interactions nécessaires à l'expertise et à l'aide à la décision.

Espaces et temps du développement durable

Le temps long, auquel le développement durable se réfère, n'est pas le temps habituel du calcul économique. L'actualisation des bénéfices, lorsqu'elle est effectuée avec les taux d'intérêt que suggèrent les marchés actuels, écrase la valorisation des bénéfices futurs : pour qu'un investissement d'un milliard mérite d'être effectué, il faut en effet, avec un taux d'intérêt de 5 %, qu'il épargne un coût de 130 milliards dans 100 ans, de 17 000 milliards dans 200 ans.

Est-ce à dire que les décisions à prendre en faveur du développement durable doivent être soustraites au calcul économique ? La réponse est certainement négative. Le constat s'appuie sur l'accroissement du nombre des termes des alternatives entre lesquels il faudra décider, que ce soit dans le domaine du développement ou dans celui de l'environnement, où les fronts de défense se multiplient. Qui dit choix dit calcul et, en particulier, calcul économique. Mais il faut un calcul économique généralisé, qui articule convenablement la logique économique, celle du développement et celle de l'environnement, et un calcul suffisamment transparent pour rendre compte, en même temps que de ses résultats, du socle de choix axiologiques et d'hypothèses auquel il est adossé. A cet égard, il faut reprendre, entre autres, la réflexion sur les taux d'actualisation. La démarche doit s'alimenter à une réflexion de nature philosophique, incluant la dimension éthique, voire parfois métaphysique, que revêt la défense de l'intégrité à long terme de la planète, ou historique, avec une analyse des risques de bouleversements radicaux que

multiplierait un développement non viable. Le calcul généralisé à construire doit souligner convenablement les risques d'irréversibilité et l'incertitude de plus en plus radicale qui affecte les choix au fur et à mesure où l'horizon s'éloigne. De façon quelque peu symétrique, un certain nombre de géographes suggèrent que les échelles spatiales ne s'imbriquent pas sans discontinuité. L'émergence de la notion de territoire a influencé fortement la manière de poser un certain nombre de questions de recherche, comme l'a montré l'analyse approfondie que lui a consacré récemment l'Académie des sciences¹⁰. L'échelle spatiale à laquelle une question doit être "bien posée", si l'on veut avoir une chance de la résoudre, résulte du croisement entre des notions de nature souvent très différente (échelle spatiale des phénomènes physiques, échelle de la vie économique et de sa régulation, échelle à laquelle s'exprime l'identité culturelle ou échelle des réseaux sociaux). Une analyse multidisciplinaire de ces différents espaces est indispensable à l'étude de toute question spatialisée. Ceci représente une rupture par rapport à certaines habitudes disciplinaires, où une question peut être étudiée à des échelles multiples selon des choix peu contraints a priori. Cela implique aussi de repenser les modalités de certaines modélisations et de leur application empirique, si l'on doit considérer l'impact non-linéaire d'actions locales sur les biens publics régionaux ou mondiaux, ou si les outils d'observations globaux (satellites, systèmes de comptabilité nationale) ne permettent pas d'observer les discontinuités entre les différents espaces. Il convient donc, là aussi, d'élaborer de nouvelles théories, de nouvelles méthodes, de nouveaux modèles dont nous ne disposons actuellement que des premières pierres.

Technologies

Parfois rendue responsable de l'état de dégradation de la planète et de la création de nouveaux risques, la technique reste aussi perçue comme la pourvoyeuse, par excellence, de solutions aux problèmes du développement durable. Les avancées de la recherche, tant dans les sciences physiques, chimiques et de l'ingénieur qu'en sciences humaines et sociales, permettent de dépasser l'apparente opposition de ces points de vue. L'intuition de Marc Bloch n'est donc pas caduque : le rôle de la technique est bien au centre de l'évolution humaine car l'homme plongé dans la nature existe seulement dans la mesure où il sait agir sur celle-ci.

La technique est essentielle pour résoudre certains des problèmes les plus lancinants. Il est aujourd'hui clair, par exemple, que la réduction des émissions de gaz à effet de serre à un niveau compatible avec la stabilisation de leur concentration dans l'atmosphère (réduction des émissions actuelles de 50 % à moyen terme et de 90 % à plus long terme) n'est pas envisageable sans innovation technique radicale. Seule une telle innovation permettrait la séquestration du carbone à grande échelle par des procédés nouveaux, ou la quasi-élimination des combustibles fossiles de la production d'énergie. Aucune adaptation socio-économique vraisemblable ne peut être à elle seule à la mesure du défi posé. Les recherches sur le photovoltaïque, le nucléaire de nouvelle génération (surgénérateur, fusion) ou la pile à combustible, constituent aujourd'hui des priorités majeures pour le développement durable.

Les recherches concentrées visant à des innovations radicales pour un objectif planétaire ne constituent cependant qu'un cas polaire. Elles relèvent d'une certaine évidence sociale. Ce n'est pas le cas de beaucoup d'autres développements techniques, et ce d'autant plus qu'ils sont proches du consommateur. Souvent, les

¹⁰ L'ingénierie des territoires, rapport scientifique et technique, Académie des sciences, à paraître.

sciences humaines et sociales peuvent contribuer utilement à la conception et à la mise en place des technologies. L'exemple de l'appréhension technique de la question de la pollution permet de le comprendre. Dans ce domaine, on est passé, en une vingtaine d'années, des technologies curatives de traitement d'émissions de polluants et de déchets, aux technologies préventives (autrefois, dites technologies "propres") qui réduisent ces émissions à la source, puis à une approche en termes de cycle de vie¹¹, tout au long duquel la performance environnementale des produits est désormais recherchée. Plus récemment encore, le développement d'approches systémiques et intégrées a résulté de la combinaison des trois types de technologie : curative, préventive et conçue en termes de cycle de vie¹¹. L'intérêt pour l'innovation technologique s'est ainsi élargi aux processus et outils de décision, et aux organisations actives dans l'acceptation sociale et la diffusion des techniques : acteurs publics, à la fois dans leur rôle direct de donneurs d'ordres et comme producteurs de politiques technologiques et de réglementations, et au-delà, ensemble des acteurs concernés (associations de consommateurs ou d'usagers, etc.).

L'histoire des changements techniques suggère le poids de déterminants multiples, et les limites des analyses qui s'en tiennent à la seule logique interne à la technique. Choix et oubli coexistent. Devrait-on en conclure que le social domine les choix techniques ? Il est vrai que l'anticipation des transformations des systèmes productifs et des systèmes économiques, sociaux et culturels avec lesquels ils s'articulent, est désormais au cœur des évolutions techniques, ce qui renforce la capacité d'une société soucieuse du développement durable à infléchir l'innovation technique dans cette direction. L'intégration des recherches de sciences humaines et sociales sur l'acceptation, l'usage et les transformations locales des techniques en fonction des projets des acteurs et des besoins de compromis entre des attentes variées et parfois opposées, devrait rehausser leur rôle dès la conception des nouvelles techniques, mettant le social et le culturel au cœur du progrès technique comme ils sont au centre du développement durable. Cependant, pour nombre de technologies génériques, le développement technique n'est pas incompatible avec une variété d'usages, ce qui renforce la légitimité de recherches technologiques autonomes¹².

Risques et gouvernance

• Risques

La maîtrise des risques est une dimension qui apparaît en filigrane de nombre des thèmes verticaux qui ont été évoqués (climat, santé, pauvreté, etc.).

Aux risques naturels et industriels, environnementaux, épidémiques, alimentaires, il faut ajouter ceux qui sont liés à des accidents concernant des équipements collectifs (établissements recevant du public notamment), à des ruptures de grands systèmes (eau, électricité, télécommunications, transports, réseaux informatiques...), etc. Ils ne peuvent souvent être directement rapportés et circonscrits seulement ni aux intentions, fautes et erreurs humaines, ni à des facteurs et menaces exogènes, ni à des défaillances et déterminants scientifiques et techniques ; mais ils reflètent éventuellement des dysfonctionnements de type orga-

¹¹ Cette dernière a été suscitée par les limites rencontrées dans les approches "end of pipe" qui devenaient d'autant plus importantes que les problèmes rencontrés dépassaient la dimension locale et gagnaient en globalité et en complexité (pollutions multi-milieux, pollutions diffuses...).

¹² Cette articulation entre la technique et son environnement a pour caractéristique d'être fortement démultipliée : les systèmes productifs ont des dimensions variées, tant spatiales que temporelles ou organisationnelles. Des systèmes productifs locaux peuvent coexister avec des systèmes techniques d'envergure mondiale (ou l'inverse) dans des configurations qui peuvent évoluer rapidement ou présenter une grande stabilité. La perspective du développement durable, qui propose de construire des outils de mise en cohérence de ces différentes échelles, est donc désormais une voie de passage obligée pour la recherche technologique.

nisationnel et inter-organisationnel. A des degrés divers, ils sont susceptibles de mettre en cause des intérêts collectifs vitaux ; de porter atteinte aux fondements socio-politiques (perte de légitimité et d'autorité des institutions, remise en cause des principes, règles et dispositifs juridiques ou politiques organisant la citoyenneté et la solidarité...) ; d'affecter les capacités de connaître et d'interpréter la réalité (inadéquation des outils techniques et scientifiques, des traitements politiques et symboliques...). Risques et situations de crise sont au cœur même des modes de fonctionnement des collectivités et renouvellent le questionnement sur la nature des vulnérabilités de nos sociétés, sur leur degré d'auto-production et leur caractère endogène.

Plus encore que sa quantification, c'est la compréhension de la nature technique, systémique et sociale du risque et de ses effets potentiels, la qualification et la gradation d'état des connaissances qui ne se limitent pas aux résultats avérés ou certifiés, la réflexion sur les mesures préventives et curatives qu'il est raisonnable de prendre sous l'égide du principe de précaution dans les contextes marqués par l'incertitude, qui doivent précéder la communication entre les acteurs de la prévention et le choix de stratégies d'intervention. Aucune discipline scientifique n'apparaît en mesure de proposer un modèle explicatif ou un modèle de gestion des risques englobant toutes les dimensions évoquées. Depuis presque 10 ans, différents programmes ont permis de mobiliser efficacement la recherche en sciences humaines et sociales sur ces thèmes, sur lesquels les préoccupations en termes d'action recoupent divers questionnements théoriques : dimension comparative, hiérarchisation et "mise sur agenda" des risques comme problèmes publics, modes de gestion effectifs, dynamiques de crise, rôle joué par les divers acteurs (responsables politiques, administratifs, chefs d'entreprises, syndicalistes, scientifiques, experts, etc.), responsabilités, conditions de l'expertise scientifique, modalités de participation et de concertation, prises de décision compte tenu du contexte (incertitudes scientifiques, enjeux économiques, etc). Le croisement de perspectives et problématiques diverses et la réalisation d'études de terrain diversifiées constitueront des contributions essentielles à la compréhension, à la réflexion et à l'action.

Aussi serait-il opportun de favoriser la pérennisation d'un réseau de chercheurs en sciences humaines, économiques et sociales sur le risque et les situations de crise, qui arrimerait ensemble les organismes de recherche, les Maisons des sciences de l'homme, les administrations et les agences. Il pourrait favoriser les approches croisées avec les chercheurs des autres disciplines (sciences pour l'ingénieur, sciences chimiques et physiques, sciences de la vie et de l'univers), l'insertion dans les grands programmes européens, la constitution de bases de connaissances sur les différents risques en liaison avec les acteurs, la veille sur l'émergence de nouveaux risques, les retours d'expérience avec les acteurs, et l'information des différents acteurs.

• Gouvernance

De même que les risques — ou plutôt leur réduction — constituent la finalité de nombre de techniques, ils sont une des raisons majeures de l'existence d'institutions et d'organisations comme "techniques sociales" destinées à résoudre les problèmes collectifs et à en porter la responsabilité devant les citoyens. Les modalités du choix collectif et du gouvernement des sociétés, face aux défis du développement durable, constituent donc une troisième question pour laquelle il est

nécessaire d'élaborer une méthode de réflexion et d'action, transversale par rapport aux disciplines académiques comme par rapport aux problèmes sociaux et environnementaux envisagés. Si elle est l'objet propre des réflexions de plusieurs disciplines (sciences politiques, économiques et de gestion, sociologie des organisations, etc.), tous les acteurs du développement durable sont concernés par son élaboration et sa résolution.

Les organisations collectives, à commencer par les pouvoirs publics, gèrent d'abord les hommes et les milieux qu'ils habitent. Ce faisant, elles gèrent, à des échelles spatiales et temporelles variées, et donc de manière parcellaire, souvent incohérente et parfois contradictoire, l'environnement naturel comme les sociétés humaines. En effet, il n'existe aujourd'hui pratiquement pas d'écosystème qui ne soit directement ou indirectement anthropisé.

Les activités humaines et leur gouvernance sont donc au cœur de l'évolution des grands équilibres de la planète. Dans cette perspective, le développement durable dépend de la mise en place d'organisations sociales capables non seulement de penser le développement dans ses multiples dimensions (sociales, culturelles, techniques, économiques et environnementales), mais aussi, et peut-être surtout, de mettre en place des procédures à même de faire émerger des compromis ou des consensus politiques qui ne soient pas susceptibles d'être remis en cause aléatoirement.

Cette question, ancienne par bien des aspects, est rendue plus complexe par la multiplicité croissante des interactions à gérer. Le processus de globalisation et de libéralisation économique a ainsi engendré un besoin de règles mondiales, qui intéressent non seulement les nations mais aussi les acteurs économiques et la société civile dans son ensemble. L'établissement de ces règles a progressé de façon très inégale selon les domaines. Rapide en matière de commerce (avec la création de l'OMC), elles font encore l'objet de débats difficiles pour certaines dimensions du développement durable. Il s'agit en effet de sujets complexes qui nécessitent une approche systémique et la prise en compte de perspectives à long terme, sur lesquels un consensus est loin d'être atteint. Un recours à l'expertise scientifique s'y impose pour éclairer l'évaluation des risques et des impacts potentiels mais aussi comme scène de médiation des conflits d'intérêt et de formation de représentations communes des problèmes et de leur hiérarchie. Symétriquement, les choix collectifs locaux ne peuvent plus être effectués sans prendre en compte non seulement les règles existant et les objectifs pris en charge à des niveaux plus élevés, mais l'anticipation de leur évolution et l'ensemble des interactions entre choix locaux et autres choix et règles (locaux, régionaux, internationaux).

Le processus de décentralisation, en cours dans nombre de pays, correspond à une réorganisation d'ensemble des processus de décision collective dans laquelle la centralisation au niveau des Etats cède le pas à une diversité des niveaux de décision dont la coordination s'impose sans être encore stabilisée. Cette réorganisation, qui invoque des principes comme celui de subsidiarité, est cohérente avec la perspective du développement durable qui suppose une pluralité d'acteurs et de processus démocratiques de décision à tous niveaux. Elle n'est d'ailleurs qu'un élément d'une multiplication des acteurs collectifs qui dépasse les pouvoirs politiques et intègre les ONG ou les entreprises.

La perspective du développement durable impose donc à la recherche un effort considérable en vue d'une meilleure compréhension des modalités d'interaction et de coordination entre ces différents acteurs, de manière à optimiser les processus de décision en matière de développement durable.

L'organisation de la recherche pour le développement durable

La recherche pour le développement durable est marquée par une triple diversité :

- celle des champs disciplinaires concernés (sciences de la vie, sciences de l'univers, sciences humaines et sociales, sciences pour l'ingénieur, mathématiques, chimie) ;
- celle des objets de recherche ;
- et celle des institutions impliquées, (parmi lesquelles les Universités, les grandes écoles, les organismes de recherches - CNRS, CEA, INRA, INSERM, IFREMER, BRGM, CIRAD, IRD, CNES, CEMAGREF, INERIS, INRETS, CSTB, ANDRA, INED - , le Muséum d'Histoire Naturelle, l'Institut Pasteur, les agences - ADEME, IFEN, AFSSA, AFSSE, Institut de Veille Sanitaire, etc.).

Autant que son impact sur les champs disciplinaires et les objets de recherche, il est indispensable de considérer l'incidence du développement durable sur l'organisation de la recherche, et spécialement sur :

- la coordination et les modes de coopération entre les organismes de recherche au niveau national et international ;
- le fonctionnement interne des organismes, et l'évaluation de la recherche ;
- les modalités de choix stratégique en matière de priorités thématiques de recherche ;
- les formes de coopération entre les institutions de recherche et leurs partenaires, en France ou à l'étranger.

Vers une organisation des institutions de recherche au service du développement durable

Coordination et synergies

Il existe en France un grand nombre d'organismes de recherche sur la plupart des thématiques du développement durable. La pluralité des organismes intervenant sur ce champ appelle, à un moment de mise en cohérence générale de la problématique, une coordination qui favorise l'efficacité des recherches. A cet égard, un audit des programmes, un état des lieux et une évaluation des potentiels et des activités de la recherche finalisée financée sur fonds publics et relevant du développement durable ne devraient-ils pas être envisagés ? Les objectifs d'une coordination améliorée relèvent de l'évidence : les complémentarités doivent être renforcées, les synergies développées, la cohérence d'ensemble recherchée, et le double emploi soumis le cas échéant à examen critique. Les critères que nous discuterons plus loin devraient fournir des lignes directrices à une telle évaluation.

• Créer des pôles nationaux et régionaux

De nombreuses pistes peuvent être explorées pour utiliser au mieux la diversité des acteurs de la recherche française pour le développement durable. On peut suggérer en général que des dispositifs spécifiques doivent être envisagés, mobilisant dans une logique de projet des forces de recherche aujourd'hui dispersées. On pourrait, par exemple, envisager la constitution de "pôles" réunissant par grandes thématiques l'ensemble de la communauté scientifique. Ces "pôles" auraient pour mission d'organiser la production de connaissances dans leur

champ de manière interdisciplinaire et inter-institutionnelle, mais aussi de servir de point de référence pour les demandes sociales en matière de recherche. Des pôles régionaux pourraient aussi être envisagés, en particulier pour traiter des problématiques territorialisées et des questions locales de manière coopérative entre spécialistes d'organismes et de disciplines diverses. Dans tous les cas, il convient de simplifier les structures de pilotage et de gestion de la recherche pour le développement durable.

• Évaluer les synergies internationales

Par ailleurs, penser et évaluer l'efficacité de la coordination nationale des recherches passe aussi par l'examen de leur articulation avec les recherches menées ailleurs. En effet, la dimension globale du développement durable, la présence internationale d'organismes français et surtout l'insertion quotidienne de la recherche française dans des coopérations transfrontalières et dans des programmes européens, appellent une évaluation approfondie des synergies internationales des politiques de recherche en matière de développement durable. Toute évaluation de la cohérence et de la qualité du dispositif français de recherche sur ce sujet, doit donc croiser regard national et regard international.

• Renforcer la coordination internationale

Une coordination, parfois remarquable, a déjà fait ses preuves dans un certain nombre de domaines. Ainsi, les thématiques du développement durable ont conduit à l'émergence de modalités originales de coopération, dont le GIEC est l'exemple archétypique. Ces modalités pourraient d'ailleurs être étendues, si cela s'avère pertinent, à d'autres domaines. Mais la coordination internationale reste insuffisante, spécialement dans des domaines fortement finalisés — comme l'énergie, les transports, la santé ou les systèmes productifs industriels ou agricoles — où les spécificités des politiques suivies ont conduit à différencier fortement les programmes de recherche.

Il est bien évident, par exemple, que les grands défis technologiques lancés par un développement énergétique durable, évoqués plus haut, appellent des coopérations étroites au niveau européen, sans doute au niveau mondial, et éventuellement à un niveau intermédiaire, celui d'un "espace Kyoto de la recherche technologique¹³" qui se mettrait en place. Ces coopérations pourraient impliquer des innovations institutionnelles — comme celle d'un Commissariat européen aux énergies sans carbone — ou des formes originales d'exploitation des résultats des recherches, au sein de l'éventuel "espace Kyoto".

Les programmes européens méritent que l'on signale le rôle précurseur qu'ils ont joué sur plusieurs points, avec le volet socio-économique qui accompagnait chaque projet, dans l'inscription des préoccupations du développement durable dans les programmes de recherche. En dessinant l'Espace européen de la recherche, dont l'objectif est de "faire de l'Union l'économie de la connaissance la plus dynamique du monde", tout en prenant en compte les aspects sociaux et environnementaux, le Conseil Européen de Lisbonne de 2000 reprenait à son compte les objectifs du développement durable. Dès la conception du 6^e Programme cadre de recherche, de développement et de démonstration technologique (PCRD), le développement durable a été retenu comme critère d'éligibilité aux financements communautaires de la recherche. Par ailleurs, une

¹³ Voir à nouveau "Kyoto et l'économie de l'effet de serre". La Documentation Française, 2003.

des priorités thématiques du 6^e PCRD est intitulée "développement durable, changement global et écosystèmes". Elle inclut les systèmes énergétiques et de transports durables et les écosystèmes. En regard de ces aspects positifs, il faut souligner l'exclusion d'autres thématiques essentielles du développement durable (santé, pauvreté, diversité culturelle) et la faible contribution à l'interaction entre analyses des sociétés humaines et recherches sur leurs milieux naturels.

Le domaine du développement, et plus généralement des relations avec le Sud, appelle aussi des commentaires particuliers. En parallèle d'une ouverture réciproque des recherches entre organismes européens, il faut noter le besoin de coopérations véritables et renforcées avec la recherche des pays du Sud, qui devrait bénéficier d'une véritable discrimination positive. En effet, lui procurer les soutiens nécessaires au développement de capacités autonomes et au fonctionnement durable de structures de recherche actuellement particulièrement exposées aux aléas budgétaires, politiques et sociaux, répond non seulement à l'intérêt des pays du Sud mais à ceux de la recherche sur le développement durable en général : si la compréhension des sociétés s'enrichit des regards extérieurs, elle ne peut se passer de la familiarité des regards culturellement proches.

A cet égard, il convient d'observer que dans des domaines comme le développement, la recherche française dispose, pour des raisons historiques, de forces significatives et d'atouts importants dans certaines régions du monde (en Afrique, en particulier) tandis qu'elle est insuffisamment présente ailleurs. Ces forces devraient permettre de compenser ces faiblesses dans le cadre d'une coopération internationale qui développerait la mobilité des chercheurs et favoriserait des projets de recherche conjoints, facilitant la confrontation des expériences et la vérification des résultats.

Le développement durable dans le fonctionnement des organismes de recherche : évaluation et inter-disciplinarité

Le développement durable est d'ores et déjà devenu un axe stratégique de l'activité de nombreux organismes de recherche. Cette orientation doit être maintenue tout en gardant en permanence à l'esprit la dimension transversale et interdisciplinaire du développement durable, qui ne doit pas devenir une spécialité autonome mais une perspective d'action largement diffusée chez les chercheurs et les responsables. Cette perspective doit informer nombre des modalités d'organisation et de vie des organismes. C'est le cas de l'évaluation, qui joue un rôle crucial dans leur fonctionnement.

L'évaluation de la recherche, indispensable pour une activité financée sur fonds publics, donne une large part au jugement des pairs fondé sur les contributions à l'avancée des connaissances, qu'il s'agisse d'évaluation des chercheurs, des équipes ou des programmes de recherche. La recherche pour le développement durable ne fait pas exception à ces traits généraux. L'évaluation des organismes eux-mêmes repose indissociablement sur l'adéquation de leurs activités et de leurs résultats à leur mission et sur une appréciation collective de leur contribution scientifique, alimentée légitimement aux jugements portés sur leurs chercheurs, équipes et programmes.

L'évaluation individuelle des chercheurs en matière de recherche finalisée ne peut cependant pas ignorer trois spécificités de cette recherche, qu'on trouve en proportion variable selon les cas, mais qu'il convient de rappeler :

- la dimension largement collective de cette recherche, qui implique que l'évaluation individuelle ne soit pas séparée de l'évaluation collective ;

- son caractère fréquemment interdisciplinaire qui, dans certains cas, ne permet pas aux commissions de spécialistes disciplinaires de réaliser une évaluation satisfaisante. Ceci suggère d'envisager la constitution d'intercommissions *ad hoc* réunissant des membres de plusieurs commissions disciplinaires. En effet, il est difficile de considérer qu'un travail interdisciplinaire de qualité ne puisse convaincre les membres des communautés disciplinaires impliquées. Ceux-ci devraient admettre cependant, qu'une bonne recherche aux interfaces occupe rarement tous les fronts pionniers de chaque discipline participante et que sa fécondité se mesure non aux seules retombées obtenues dans chaque champ disciplinaire, mais aussi à l'aptitude à faire circuler entre eux idées ou concepts et à la qualité des éclairages apportés sur les problèmes concernés. La création de commissions interdisciplinaires permanentes portant sur le développement durable ne constitue pas une formule convenable, car leurs attributions seraient inévitablement trop larges par rapport aux compétences de leurs membres. En revanche, des commissions nouvelles pourraient se stabiliser aux interfaces de disciplines existantes de manière à accompagner l'émergence de spécialités nouvelles ;

- enfin, le travail finalisé débouche souvent sur des mises en œuvre pratiques autant que sur des connaissances publiables dans les revues scientifiques spécialisées. Ceci conduit à introduire des critères multiples dans l'évaluation, critères dont les chercheurs pourraient choisir la pondération dans leur évaluation, étant entendu qu'un poids suffisant resterait au développement de leurs compétences scientifiques générales.

On peut observer que ces caractéristiques doivent aussi être prises en compte plus systématiquement que ce n'est le cas dans l'évaluation des équipes et des projets de recherche.

L'importance de l'interdisciplinarité dans nombre de recherches pour le développement durable suggère, par ailleurs, qu'une attention particulière lui soit accordée en matière de formation continue des chercheurs et des ingénieurs, à la fois dans la perspective d'une meilleure intégration de nouvelles équipes de recherche sur des thématiques interdisciplinaires, dans celle de la formation de leurs responsables, et dans celle de l'amélioration de la communication scientifique. Ainsi, des chercheurs confirmés dans leur domaine, pourraient opter, à des stades de la carrière où leurs compétences et mérites scientifiques sont incontestablement reconnus (par exemple au travers de l'aptitude avérée à diriger des recherches) pour des carrières plus transversales, plus orientées vers la synthèse. Les parcours spécifiques qui leur seraient offerts, pouvant aussi comporter une part importante d'expertise et d'aide à la décision, devraient faire l'objet d'un contrat explicite portant sur les modes d'avancement et d'évaluation.

Comment renforcer la recherche dans les domaines prioritaires

- Critères de choix thématiques et d'organisation : niveaux et formes d'intervention

On l'a vu, le développement durable suppose à la fois un effort de recherche sur un certain nombre de thématiques majeures, fréquemment à l'interface des champs disciplinaires, et la mise au point d'outils transversaux (modélisation...). Face à la complexité de ces besoins, les responsables de la recherche scientifique ne sont pas restés inactifs. Aussi ne cherchons-nous pas ci-dessous à définir les

priorités thématiques du développement durable, mais à élaborer des critères permettant de choisir au mieux ces priorités et de mettre en place les organisations les plus adaptées.

L'ensemble des organismes de recherche contribue, pour une part plus ou moins importante, à la recherche pour le développement durable, à travers de nombreux programmes¹⁴.

On peut repérer trois niveaux d'intervention :

- Le premier concerne les programmes existants ou les activités de recherche déjà prises en charge par les organismes. Dans ce cas, il peut s'agir simplement de compléter les thématiques, ou encore de favoriser la mise en place de nouvelles collaborations. La recherche dans des thématiques comme le changement climatique, la biodiversité ou les risques, semble relever essentiellement de ce niveau.

- Le deuxième concerne les initiatives en émergence, ou encore les thèmes sur lesquels il est opportun de monter des initiatives (actions incitatives spécifiques) ou de renforcer notamment l'action d'organismes. Ce niveau concerne par exemple la santé publique, l'organisation des sociétés et les formes de gouvernance, les systèmes productifs et l'innovation technologique, et de manière assez générale les interfaces entre approches centrées sur les environnements naturels et sciences humaines et sociales.

- Le troisième niveau concerne, à la fois, les thèmes en émergence où il existe peu de travaux et pour lesquels il pourrait être utile d'envisager des actions de veille scientifique (ou des expertises collectives pluridisciplinaires, ou encore des études exploratoires), des disciplines en émergence ou affaiblies dont l'apport à des approches interdisciplinaires pourrait s'avérer crucial à l'avenir (écologie fonctionnelle, toxicologie, écophysiologie...) ; ou encore des disciplines qui sont peu présentes sur les différents objets concernés (comme le droit, par exemple) et qui demandent des interventions de soutien spécifiques, plus transversales aux organismes.

En passant du niveau aux formes d'intervention, il faut noter que selon les domaines, ce sont des formes centralisées ou des formes décentralisées qui pourraient s'avérer plus efficaces. Les expériences passées, en France et à l'étranger, suggèrent que, lorsque les perspectives de rupture à la fois cognitive et technologique sont clairement définies ainsi que le sentier qui y mène, la concentration d'efforts fortement coordonnés par une même institution peut être utile (modèle CEA). Quand, au contraire, de nombreuses pistes s'ouvrent entre lesquelles un choix raisonné est encore difficile à faire, l'incitation à la multiplication d'efforts diversifiés est sans doute plus susceptible de donner lieu à de vraies innovations (modèle Silicon Valley).

• Prospective scientifique et veille technologique et scientifique

Enfin, le développement durable impose sans doute de renforcer et de renouveler la prospective scientifique et technologique. L'importance des pratiques interdisciplinaires, des transferts de concepts et de questionnements, entre disciplines apparemment éloignées, suggère que les chercheurs comme les responsables des organismes de recherche puissent s'appuyer sur une prospective décloisonnée. Des exercices de prospective collective doivent être développés à des échelles larges, à l'instar de ce qui existe déjà dans certains organismes. En parallèle, il serait souhaitable de renforcer les capacités de proposition des chercheurs dans le domaine des thèmes émergents, parallèlement à leur sensibilisation au développement durable.

¹⁴ Cf. le dossier de presse avec fiches par organisme, établi pour le petit-déjeuner de presse de la Ministre Claudie Haigneré, en date du 23 août 2002, Le rapport collectif des organismes de recherche La science au service d'un développement durable, le rapport annuel du CSRT (décembre 2001), voir l'étude du Conseil : Les recherches sur l'environnement en France (réalisé par Alain Pavé).

La veille technologique et scientifique doit permettre d'envisager les modalités d'un soutien éventuel aux "disciplines orphelines". Il semble en effet que la nécessité d'inscrire dans la durée les activités interdisciplinaires d'observation de l'environnement au service de la recherche se heurte à la disparition de certaines disciplines "orphelines" — entomologie, hydrologie, pédologie, systématique, etc. — parce que négligées dans les dispositifs de financement de la recherche et, par conséquent, progressivement délaissées par les jeunes chercheurs au profit de disciplines plus théoriques et moins descriptives. Or, en fragilisant notre capacité d'observation du milieu naturel, par exemple, nous perdons en même temps celle d'identifier les vecteurs de risque. Il est donc nécessaire de renouveler les disciplines en voie de disparition dans leur contenu scientifique ou, au minimum, de les faire passer du domaine de la recherche à celui du suivi, un suivi qui ne sera possible qu'en s'appuyant, en France par exemple, sur les grandes agences nationales pour ce qui concerne la biodiversité ou l'INSEE pour ce qui concerne les données socio-économiques.

• Les priorités technologiques

Le développement durable n'impose pas des choix technologiques univoques, et l'on a vu l'importance de l'inscription sociale comme de la viabilité économique des choix technologiques. Il est néanmoins important que soit améliorée la capacité à déduire de la connaissance scientifique et des choix socio-politiques les orientations que doit prendre la politique technologique. On a vu en effet que certaines contraintes sur le développement durable ne pourraient sans doute être surmontées que par des ruptures technologiques qui impliquent des efforts considérables, dans lesquels la France doit pouvoir s'engager à temps. Dans d'autres domaines, au contraire, le développement durable dépend d'une multiplicité d'innovations pour lesquelles le marché pourra fournir les incitations nécessaires ; il convient alors d'y consacrer des moyens limités. Dans les deux cas, pour favoriser le changement des styles technologiques, une réflexion urgente s'impose sur les formules permettant la participation des acteurs sociaux à la définition des priorités et des cahiers des charges.

Les politiques de recherche publiques doivent ainsi privilégier les domaines dans lesquels la recherche publique est la condition pour parvenir à des progrès significatifs, en tenant compte de la capacité du marché à stimuler la réalisation par les entreprises et la recherche privée, d'une partie des innovations nécessaires. Ainsi, dans des secteurs comme la distribution d'eau, où les marchés sont stabilisés et la concurrence limitée, la compétition technologique est faible, de sorte que l'investissement en R&D est insuffisant pour déboucher sur des ruptures technologiques éventuellement nécessaires du point de vue du développement durable. Et ceci alors même, parfois, que des ruptures technologiques seraient susceptibles de déboucher sur de nouveaux marchés. Des actions incitatives pour des recherches en coopération seraient spécialement utiles dans ce type de secteur.

Un autre critère important est l'horizon des programmes de recherche : quand il est très lointain comme dans le nucléaire ou dans les nouvelles technologies de l'énergie (hydrogène, biomasse), un soutien public est plus nécessaire et sans doute plus susceptible d'être efficace que quand il est très proche comme dans la microélectronique où le renouvellement rapide des produits et des technologies fait que la validité des options stratégiques retenues n'excède pas 10 ans. Que dire des domaines en pleine mutation de la biologie, où l'exploration des mécanismes

moléculaires impose une coopération renouvelée avec la physique, la chimie, et les mathématiques : biochimie combinatoire, biologie structurale, bio-informatique, imagerie médicale, biopuces ? Autant de domaines où la multiplicité des initiatives doit être encouragée mais l'intervention publique centralisée évitée, sauf pour l'étude des conséquences environnementales et sociales des nouvelles techniques et des nouveaux produits.

De nouvelles formes de coopération avec les autres acteurs

Le développement durable interpelle la recherche non seulement dans ses thématiques et ses pratiques, mais aussi dans relations avec la société. Objectif social global, il implique des modifications des relations des chercheurs et des organismes de recherche avec les responsables politiques, les entreprises, les associations, syndicats et toutes les composantes de la société civile, ainsi que directement avec les citoyens. Ces modifications doivent viser à améliorer l'utilité sociale et la qualité globale de la recherche. Elles ne sauraient remettre en cause l'excellence scientifique et les exigences de rigueur méthodologique de la recherche. Ces exigences doivent, bien au contraire, rester la marque distinctive des interventions des chercheurs que le développement durable appelle à renforcer : création et animation d'espace de dialogue entre disciplines, participation à des expertises collectives notamment sur des questions controversées, engagement de recherches en partenariat avec des partenaires socio-économiques ou de l'administration, ouverture interdisciplinaire, communication avec le public. Une recherche plus attentive et plus impliquée dans le développement durable ne doit aucunement renoncer aux traits caractéristiques de son identité : le souci des faits et de l'objectivité, le goût de la création théorique et l'attrait de l'invention, l'exercice méthodique de la pensée critique et de la discussion collective, l'enseignement d'une science en train de se faire et pas seulement des connaissances stabilisées et codifiées vite figées dans les codes académiques lorsqu'elles sont coupées de la recherche vivante. Cette identité doit être respectée par ses partenaires. En revanche, les chercheurs doivent savoir reconnaître (comme les plus expérimentés le font déjà) que l'urgence imposée par l'implication dans des décisions, politiques ou autres, peut jouer un rôle favorable dans leur recherche (à condition qu'elle soit accompagnée des moyens nécessaires). Il est clair que les modalités de ces relations renouvelées varient d'un partenaire à l'autre. Nous soulignerons ci-dessous quelques cas pour lesquels le développement durable est l'occasion de progrès importants.

• Formation

Auparavant, il importe de souligner que des filières d'enseignement pourraient se développer pour faire écho de manière plus systématique à une réunion cohérente de thèmes relevant du développement durable. Tant les universités que les grandes écoles, et en particulier les écoles d'ingénieurs, devraient être incitées à réfléchir à la mise en place de telles filières. Ces initiatives permettraient de diffuser le questionnement du développement durable dans un grand nombre de formations, que ce soit en sciences ou en technologies, où il est trop peu présent, mais aussi en sciences humaines et sociales où il est absent. En effet, les sciences humaines et sociales ne pourront avoir le rôle stratégique qui leur revient dans la réflexion sur le développement durable que si se diffuse en leur sein une culture

scientifique, technique et industrielle qui aille au-delà de la simple vulgarisation. Qu'il s'agisse de sciences naturelles, sociales ou humaines, il ne s'agit pas de diluer les compétences disciplinaires mais de fournir une formation complémentaire dans des domaines adéquats permettant aux étudiants une spécialisation à une interface originale.

Un rôle plus spécifique pourrait être donné à d'autres types d'initiative, comme la création de formations de santé publique en France. En effet, les cursus anglo-saxons de santé publique permettent à un large public d'étudiants, où les médecins sont minoritaires, de se former — sur 1 ou 2 ans (*Master of public health*) et 4 ou 5 ans (doctorat) — à des matières aussi diverses que l'épidémiologie, les biostatistiques, l'économie de la santé, la gestion des systèmes de santé, les sciences de l'environnement et de la santé, ou la démographie. Il s'agit avant tout de formations appliquées, mais des modules en sciences fondamentales sont ouverts aux étudiants qui souhaitent se spécialiser dans un domaine donné. De telles formations manquent en France. Elles permettent, entre autres, de donner des bases multidisciplinaires aux étudiants, et enseignent l'interaction scientifique, notamment sous la forme des études de cas où les participants viennent de disciplines très variées.

• Entreprises

La plus traditionnelle des coopérations entre la recherche publique et les entreprises se trouve dans le domaine technologique, où les centres de recherche des entreprises et des organismes publics de recherche collaborent souvent déjà étroitement. On a mentionné ci-dessus les critères de hiérarchisation des priorités technologiques que devrait considérer la recherche publique du point de vue du développement durable. Cette perspective doit également conduire à élargir la coopération entre les entreprises et le monde de la recherche vers une prise en compte des dimensions sociales et environnementales des technologies, très en amont des programmes de recherche. Une systématisation de cette prise en compte devrait être étudiée par les organismes publics de recherche.

En termes non plus de recherche mais de gestion, on a vu que les entreprises intègrent de plus en plus des objectifs de développement durable dans leur programmation. Dans une large mesure, c'est une démarche qui leur apparaît comme une obligation complémentaire de la démarche de qualité. Trois types de prescriptions sont à prendre en compte :

- les normes de certification (ISO 9001, ISO 14001, QSE) ;
- les critères de notation par des organismes externes ;
- les engagements sectoriels ou internationaux : chartes ou protocoles qui servent de référence aux engagements volontaires des entreprises.

La recherche doit travailler en collaboration avec les entreprises à une évaluation de la pertinence des indicateurs, et de leurs biais et effets pervers éventuels, et donc à leur amélioration. Au-delà, elle doit permettre d'améliorer les normes, en coordination avec la recherche sur les nouvelles technologies, et de fournir aux entreprises des éléments en vue de la négociation des engagements volontaires qu'elles sont amenées à prendre dans divers cadres.

Dans les cas de grands projets (infrastructures) pour lesquels l'évaluation de l'impact sur le développement durable est complexe en raison de la multiplicité des dimensions à prendre en compte, une coopération entre le monde de la recherche et les entreprises pourrait contribuer de manière plus systématique

qu'actuellement à la réalisation d'évaluations *ex post* de qualité des impacts à long terme. Cette exigence devrait d'ailleurs être partagée par entreprises et politiques. De telles coopérations demeurent dans des logiques industrielles et financières. Elles concernent l'exploitation, non la recherche. Pour améliorer la programmation de la recherche des entreprises, on peut se demander, enfin, s'il ne serait pas souhaitable d'introduire des critères qualitatifs ou quantitatifs spécifiques au développement durable dans l'appréciation des projets et des activités de recherche.

• Les citoyens et la société civile

Le développement durable comme perspective politique globale conduit la société civile à demander davantage à la recherche non seulement en termes de solutions, mais aussi de communication sur ses pratiques et sur ses résultats, et de prise en compte de ses comportements et préférences. Cet enjeu majeur doit conduire le monde de la recherche à faire un effort particulier pour satisfaire ces demandes. Une amélioration de la communication scientifique, par tous les moyens disponibles, est nécessaire.

Elle doit passer d'abord par une information descriptive satisfaisant les besoins de la société en termes d'observation du monde : nous avons souligné le rôle de la construction d'indicateurs pertinents en matière de développement durable. Au-delà des chiffres, il est essentiel de transmettre les concepts (par exemple, de comptabilités en ressources, de comptes en patrimoines et non seulement en flux), les modes de construction, les conditions de validité et les marges d'erreur correspondantes.

Les chercheurs doivent ensuite informer sur le progrès scientifique, sur la compréhension du monde que leurs modèles fournissent, en faisant état, à nouveau, de leurs hypothèses et de leurs limites. Au-delà encore, ils doivent mieux expliquer en quoi consiste la recherche, quels sont ses motifs et ses pratiques : comment on cherche ? Pourquoi on cherche ? Ils doivent s'appuyer sur les médias, l'école et les musées des sciences et des techniques pour communiquer avec le public. L'aide, sous des formes qui en optimisent l'efficacité, à l'édition dans le domaine de la vulgarisation scientifique, doit être accentuée et repensée. Le contact direct avec le public (Fête de la Science, accueil de lycéens ou étudiants, conférences de vulgarisation, cafés des sciences,...) doit être renforcé. De nouveaux modes de communication peuvent être inventés. Ainsi, un forum virtuel sur la recherche pour le développement durable pourrait favoriser la circulation des connaissances auprès des multiples catégories d'acteurs intéressés (collectivités locales, ONG, enseignants, étudiants, décideurs, grand public, autres chercheurs) et la construction des réseaux de compétences nécessaires à l'abord de ces problèmes habituellement complexes.

Une information scientifique améliorée faciliterait l'émergence de débats de société confrontant les diverses idées sur les priorités à définir au sein de l'orientation vers le développement durable. Des "*think tanks*" pourraient aider à structurer un tel débat, à créer une nécessaire variété d'opinion dans un domaine caractérisé par une grande incertitude, variété d'opinion spécialement nécessaire dans un pays marqué par l'idée que l'Etat fournit spontanément la synthèse indiscutable au nom de l'intérêt général.

Parmi les connaissances à développer et à diffuser, celles qui concernent la perception par la société du développement durable lui-même ne sont pas les moins importantes. En effet, le développement durable dépend, en premier lieu, de l'im-

portance que les citoyens lui attachent, de l'importance qu'ils reconnaissent au bien-être des populations les plus fragiles ou deshéritées, à l'avenir de la planète, aux générations futures. Cette importance n'est pas nécessairement exprimée par la demande d'information scientifique d'une minorité, ni par les comportements immédiats. Elle peut être ou ne pas être révélée par les comportements des citoyens en matière de consommation, de travail et généralement de mode de vie. D'elle dépend néanmoins la volonté de payer pour le développement durable (des éco-taxes, des produits "durables" plus chers, des investissements dans des technologies "durables", des aides au développement, etc.). Cette volonté dépend peut-être d'une meilleure information scientifique, mais également des préférences éthiques individuelles et collectives, et d'autres facteurs actuellement peu connus. Il est important que la collectivité scientifique étudie de manière plus approfondie les comportements et les préférences des individus qui touchent au développement durable, leurs déterminants et les moyens d'agir éventuellement sur leur formation, y compris d'ailleurs les attitudes envers la science. La pluralité des méthodes des sciences humaines et sociales (enquêtes anthropologiques, travail sociologique, approche historique, etc.) est ici nécessaire. La diffusion de ces connaissances peut prendre les mêmes formes que pour les autres types de connaissance, avec peut-être un rôle original à accorder à leur appropriation via des outils de simulation ou des jeux de rôles qui permettent à chacun de réaliser la relativité des intérêts et des opinions, et de faire des expériences en vraie grandeur sans conséquences. La construction de baromètres d'opinion permettrait de rendre des problèmes visibles, de susciter des débats, quand bien même les indicateurs utilisés seraient discutables ce qui est sans doute inévitable au début.

La demande d'accès à la science ne se limite pas, en effet, à une demande de communication scientifique : les acteurs de la société civile souhaitent avoir accès à une expertise scientifique indépendante dans de nombreuses situations allant du contentieux judiciaire à l'élaboration de stratégies d'action ou de réflexion. L'existence d'une recherche scientifique publique est, pour cette expertise, une garantie d'indépendance qu'il ne faut pas négliger. Pour autant, la pratique de l'expertise doit être encouragée et formalisée, dans l'intérêt tant des organismes de recherche que des acteurs y recourant. Les nouvelles pratiques d'expertise collective pluridisciplinaire ou opérationnelle doivent être encouragées dans la mesure où elles permettent souvent une meilleure articulation de la recherche et de la demande économique et sociale, un plus grand dialogue et une meilleure construction des objets de recherche comme parfois une interprétation améliorée des résultats.

De même, les chercheurs eux-mêmes pourraient souvent tirer des enseignements, ou des idées, de l'observation des expériences menées sur le terrain dans un grand nombre de domaines (aménagement-urbanisme, consommation, usage des sols, déplacements, ...) par une multiplicité d'acteurs (collectivités locales, ONG, entreprises). Ceci passe par une recherche souvent interdisciplinaire, en collaboration avec les acteurs, et proche du terrain.

RECOMMANDATIONS

COORDINATION, PROGRAMMATION DE LA RECHERCHE

- Réaliser une évaluation internationale régulière de l'ensemble du dispositif français de recherches pour le développement durable. Cette évaluation doit porter à la fois sur la coordination des recherches, sur leur pertinence et sur leur qualité. Elle serait facilitée par le développement d'indicateurs de la recherche permettant une meilleure appréciation des résultats obtenus.
- Renforcer la coordination internationale et européenne. Renforcer également la coopération, y compris avec les nouveaux pays industriels. Ce renforcement peut passer par la mise en commun des organisations de recherche hors du territoire métropolitain et par une discrimination positive en faveur de la recherche des pays les moins avancés. Renforcer la présence de la France dans les grands programmes internationaux, et prendre la tête d'initiatives novatrices en matière de coopération scientifique internationale (pour la recherche ou le partage des résultats de la recherche) dans le champ du développement durable.
- Veiller à la dimension humaine et sociale du développement durable dès la programmation de la recherche dans tous les domaines en dépendant ; en particulier susciter les recherches sur les risques potentiels associés aux développements technologiques.
- Accentuer l'effort des politiques incitant au développement d'interactions maîtrisées entre disciplines : création de lieux (type GIEC), de dialogue et d'interactions entre spécialités sur les grands thèmes du développement durable, soutien aux projets interdisciplinaires.
- Favoriser les activités de veille scientifique et technologique et de prospective afin de contribuer à définir les priorités thématiques de la recherche pour le développement durable.

Organisation de la recherche

- Revisiter les procédures d'évaluation des performances des organismes, des programmes, des équipes et des chercheurs afin de mieux conjuguer excellence scientifique et efficacité de la poursuite de l'objectif finalisé.
- Faciliter la coopération et la circulation des chercheurs entre leurs établissements universitaires ou leurs organismes et les milieux économiques ou les administrations auprès desquels ils pourraient fournir une aide à la décision ou développer des recherches collectives.
- Diversifier éventuellement les types de carrière offerts aux chercheurs, à un stade où ils ont donné des preuves incontestables de la maîtrise scientifique d'un domaine, pour tenir compte de la variété de leurs implications dans la problématique de développement durable (expertise, aide à la décision, contribution au débat citoyen et à la dissémination des connaissances).

- Etre attentif, pour mieux en formaliser et maîtriser les formes, au continu des interventions, qui, allant de la recherche à l'ingénierie, sont requises pour le développement durable.
- Assurer un financement durable et prévisible aux actions de recherche touchant au développement durable.

DONNEES ET MODELISATION

- Soutenir le développement de dispositifs permanents et importants pour collecter des données plus nombreuses et plus précises et les mettre à la disposition de tous les chercheurs, spécialement en sciences humaines et sociales.
- Inciter à la pratique de la modélisation au sein et aux interfaces des disciplines et à la diffusion des compétences qui lui sont liées dans toute la communauté scientifique.
- Appuyer la participation de chercheurs au développement d'outils de simulation appropriables et utilisables par les acteurs.
- Soutenir en particulier le couplage entre données environnementales, économiques et sociales.
- Reconnaître le rôle important de la recherche et des chercheurs dans la conception et le développement des indicateurs pour le développement durable.
- Agir en faveur du développement de comptes internationaux du développement durable permettant la construction d'indicateurs et des collectes de données financées et coordonnées internationalement et considérées comme un bien public global. Cette comptabilité internationale serait le pendant, longtemps attendu, des comptabilités nationales qui ne peuvent mesurer les coûts sociaux des externalités négatives. En ce qui concerne l'environnement, appuyer le développement des observatoires de recherche en environnement et articuler avec eux les observatoires opérationnels en environnement.

SCIENCE ET SOCIETE : L'EVALUATION SOCIALE DES POLITIQUES

- Prendre acte du primat de la société dans la définition des objectifs du développement durable et solliciter de façon prioritaire le savoir des sciences sociales et humaines, en particulier dans la réflexion sur la maîtrise des technologies et des risques.
- Se garder d'oblitérer les dimensions économiques tant du développement que de l'environnement, et renforcer la recherche qui aide à les maîtriser, en particulier sur les instruments économiques des régulations environnementales et le développement d'un calcul économique généralisé conscient de ses limites mais aussi de son rôle stratégique.
- Donner l'appui nécessaire au développement de réflexions sur la "gouvernance", intégrant en particulier droit, économie et science politique.
- Soutenir le développement de méthodologies adaptées à l'évaluation d'impact *a priori* et *a posteriori* des politiques publiques et des projets privés
- Accroître la participation de la recherche dans la mise en place des normes industrielles.

Science et société : le débat citoyen

- Encourager les efforts privés et publics pour la dissémination des connaissances scientifiques dans le public.
- En incitant à augmenter la part de l'expertise, de l'aide à la décision et de la communication scientifique dans l'activité des chercheurs, développer des réflexions méthodologiques sur l'organisation de l'expertise collective pluridisciplinaire et sur la réalisation de recherches en partenariat avec des acteurs socio-économiques, administratifs ou associatifs.
- Etudier la mise en place de pôles régionaux associant acteurs et monde de la recherche en lien avec les comités consultatifs de la recherche et de la technologie. Inciter l'office parlementaire d'évaluation des choix technologiques et scientifiques à traiter davantage des questions de développement durable.
- Appuyer le développement par des acteurs indépendants (ONG, acteurs sociaux, entreprises, collectivités locales) de lieux de débat scientifiquement informé sur les enjeux du développement durable (*think tanks*, etc.). Soutenir la création d'un fonds permettant de soutenir des recherches intéressant des acteurs sociaux.
- Mettre en place des filières de formation supérieure dédiées à des thématiques spécifiques du développement durable (masters de santé publique, de développement agraire...) dans des grandes écoles ou des Universités.

ANNEXES

Termes de référence

Le développement durable implique la conception et la promotion d'un nouveau modèle de développement garantissant la viabilité environnementale, économique et sociale à long terme. Ce modèle repose sur une solidarité entre les générations et entre les territoires. Il prend en compte une vision planétaire intégrant la diversité culturelle et la réduction des inégalités entre les peuples.

Cette approche conduit la société dans toutes ses composantes à formuler de nouvelles questions et de nouvelles sollicitations à la recherche. La communauté scientifique qui est à l'origine de la prise de conscience des exigences du développement durable doit élaborer les concepts et les méthodes qui vont lui permettre de traiter ces questions et d'apporter les réponses demandées. La ministre déléguée chargée de la recherche et des nouvelles technologies mandate un groupe pour proposer la conception générale et les orientations majeures d'une stratégie de recherche nationale au service du développement durable en tenant compte du travail de synthèse effectué par les organismes, en préparation du sommet du développement durable, et de la politique gouvernementale de développement durable.

Pour cela, le groupe de travail s'attachera à présenter :

- l'identification et la caractérisation des questions en tenant compte de leur provenance (accords internationaux, responsables publics, entreprises, consommateurs, société civile, collectivités locales) et des comportements qui les génèrent ;
- les contributions de la recherche en termes de types de recherche (les modèles globaux de développement, les méthodes et outils de mesure, de suivi et de gestion des ressources naturelles, les technologies et les modes de production et de consommation durable, la gouvernance, les méthodes de veille, de prévention des risques...) ;
- les théories, les méthodes et les outils scientifiques nécessaires pour étudier ces questions et apporter ces contributions ;
- les voies et moyens du dialogue et de la concertation avec la société ;
- les formes de l'aide à la décision pour les décideurs, les professionnels et les consommateurs ;
- les conséquences pour la démarche scientifique des principes d'action du développement durable par exemple les formes de l'expertise scientifique au regard du principe de précaution ;
- les critères permettant d'établir les choix prioritaires pour la programmation de la recherche.

Le groupe de travail proposera un rapport de synthèse présentant la problématique et la doctrine générale pour la stratégie nationale de développement durable en avril 2003.

A l'issue de cette première période, un bilan sera effectué avec le groupe pour définir les objectifs et les modalités d'une poursuite des travaux du groupe de travail.

Composition du Groupe de travail sur la recherche au service du développement durable

Roger GUESNERIE, Économiste, président du groupe de travail, Professeur au Collège de France, directeur de la Fédération PARIS-Jourdan, (site ENS)

Jean-Pierre ALIX, Directeur du développement à la Cité des sciences et de l'industrie

Jean-Claude ANDRE, Directeur du Centre européen de recherches et formations avancées en calcul scientifique (CERFACS), Ancien directeur du Centre de recherches météorologiques, Président du GIP Médias France, Président du Conseil scientifique du programme "Gestion et impacts du changement climatique" (MEDD/D4E)

Laurence BOISSON DE CHAZOURNES, Juriste, directrice du département de droit international public et organisation internationale de la Faculté de droit de l'Université de Genève, professeur invité à l'Université d'Aix-Marseille à l'Institut Universitaire des Hautes Etudes Internationales

Patrick CRIQUI, Economiste, Directeur de recherche CNRS, Responsable du département EPE, LEPPI (Grenoble)

Thierry DAMERVAL, Directeur de la stratégie du CEA

Jean-Luc DELPEUCH, Ingénieur des mines, Directeur de l'Ecole nationale supérieure d'arts et métiers

Jean DELSEY, Conseiller scientifique de l'INRETS, Président du groupe OCDE sur le véhicule propre Transports

Arnaud FONTANET, médecin épidémiologiste, Chef de l'unité de recherche et d'expertise épidémiologie des maladies émergentes (Institut Pasteur)

Philippe GILLET, Directeur de l'Institut national des sciences de l'univers, CNRS

Jean-François GIRARD, Professeur de médecine, Président du conseil d'administration de l'Institut de recherche pour le développement, Conseiller d'Etat

Olivier GODARD, Economiste, Directeur de recherche au CNRS, Laboratoire d'économétrie, unité mixte CNRS-Ecole polytechnique, Membre du comité d'éthique et de précaution de l'INRA et de l'IFREMER Spécialiste du principe de précaution et du développement durable

Michel GRIFFON, Agronome et économiste, Directeur scientifique du CIRAD, Président du conseil scientifique du fonds français pour l'environnement mondial

Sylviane GUILLAUMONT, Économiste du développement, Professeur à l'université d'Auvergne CERDI

Maurice HERAL, Directeur scientifique de l'IFREMER, Spécialiste de l'étude du fonctionnement des écosystèmes côtiers, Représentant de la France au Conseil international d'exploration de la mer (CIEM)

Michel LOREAU, Ecologue, professeur à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6) et à l'Ecole Normale Supérieure à Paris Président du Scientific Committee de Diversitas, programme international de recherche scientifique sur la biodiversité

Jean-Robert PITTE, Géographe, Professeur à l'université de Paris-Sorbonne (Paris IV), Institut de géographie

Girolamo RAMUNNI, Historien des sciences et des techniques, Professeur à l'université Lumière-Lyon 2

Marie-Claude SMOUTS, Politologue Directrice de recherche au CNRS, au Centre d'Etudes de recherches internationales à la Fondation des sciences politiques

Bernard TISSOT, Directeur général honoraire de l'Institut français du pétrole, Membre de l'Académie des sciences, Membre de l'Académie des technologies, Président de la Commission nationale d'évaluation relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs

Laurence TUBIANA, Economiste, Inspection générale de l'agriculture, Directrice de l'Institut du développement durable et des relations internationales

Jean-Marc USSEGLIO-POLATERA, Président du Comité d'orientation du réseau de recherche et d'innovation technologiques " Eau et technologies de l'environnement "

Jacques WEBER, Economiste et anthropologue, Directeur de l'Institut français de la biodiversité, Chercheur successivement à l'IFREMER, à l'IRD et au CIRAD

Rapporteur du groupe de travail :

Pierre-Cyrille HAUTCOEUR, Professeur de sciences économiques à l'Université Paris I Panthéon-Sorbonne

Secrétaire générale : Catherine Courtet, Direction de la recherche