

La place de l'environnement dans la Stratégie nationale de recherche

Par François HOULLIER

Président-directeur général de l'INRA et président de l'alliance AllEnvi

Adoption des objectifs du développement durable au sommet de l'ONU à New York en septembre 2015, exposition universelle de Milan « Nourrir la planète – Énergie pour la vie », 21^{ème} Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques à Paris en décembre 2015 : les liens entre environnement et développement sont au cœur de l'agenda international. L'ampleur des transitions en cours, qu'elles soient démographique, alimentaire, climatique, écologique, énergétique..., interroge fortement les sciences de l'environnement, qui couvrent un vaste spectre disciplinaire. La programmation des recherches et le soutien à leurs infrastructures posent des questions de coordination et d'alignement, et ce, à tous les niveaux, du national jusqu'au global. Afin d'éclairer les politiques publiques, ces recherches s'enrichissent de travaux de synthèse destinés à produire des états de l'art ou à éclairer des futurs possibles. Mais elles sont aussi attendues pour stimuler des innovations.

Des recherches par essence pluridisciplinaires définies par référence à des enjeux sociétaux

En 2010, l'intitulé de la Convention de création de l'alliance pour l'environnement « AllEnvi » (alimentation, eau, climat, territoires) illustre clairement le caractère central des enjeux sociétaux pour la définition du périmètre des recherches environnementales. Aux défis de la sécurité alimentaire, de la gestion des ressources en eau, de la compréhension et de la maîtrise du dérèglement climatique, ou du développement territorial, le préambule de cette convention ajoute les enjeux liés à la biodiversité, à la mer et aux risques naturels, ainsi qu'à la « croissance verte » que l'on reformulerait, aujourd'hui, par une référence à la bio-économie et à l'économie circulaire.

Les recherches relatives à ces enjeux mobilisent tout naturellement un vaste spectre de disciplines, d'approches et de techniques allant des sciences de l'univers et des sciences du vivant jusqu'aux sciences humaines, économiques et sociales, en passant par les sciences de l'ingénieur et du numérique. La grande diversité des 12 membres et des 16 membres associés d'AllEnvi ⁽¹⁾ témoigne de l'ampleur du domaine scientifique ainsi couvert et de l'importance de l'interdisciplinarité.

L'étude des connexions entre les enjeux environnementaux et d'autres enjeux sociétaux liés notamment à la santé ou à la transition énergétique, est favorisée par le fait que certains des membres d'AllEnvi (notamment le CNRS, le CEA et l'INRA) sont également membres d'autres al-

liances centrées sur ces mêmes sujets (telles que l'Alliance pour les sciences de la vie et de la santé (AVIESAN) ou l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (ANCRE)). Ces liens se matérialisent par l'existence de dispositifs partagés avec d'autres domaines, tels que des groupes de travail (par exemple, sur la résistance aux antimicrobiens ou sur l'éco-toxicologie et la toxicologie, à l'interface avec la santé, ou encore sur les usages énergétiques et chimiques de la biomasse, à l'interface avec l'énergie) ou des infrastructures de recherche (par exemple, dans le domaine des sciences du vivant).

Enfin, cette convention pointe d'autres aspects essentiels des recherches environnementales. Elle souligne la nécessité d'articuler la compréhension et la dissection fine de mécanismes et de processus, qui interviennent à différentes échelles d'espace et de temps, avec l'analyse et la modélisation de systèmes qui sont caractérisés par leur complexité et la multiplicité des interactions entre leurs composantes naturelles ou anthropiques. Elle fait également référence à la nécessité de mener de front, en les combinant, recherche, ingénierie et innovation, expérimentation, observation et formation.

De façon générale, les recherches environnementales françaises ainsi définies sont de très bonne qualité, avec des niveaux relatifs de citation des publications françaises sensiblement supérieurs à la moyenne mondiale et souvent plus élevés que dans d'autres disciplines : l'Obser-

(1) <http://www.allenvi.fr/allenvi/membres>

vatoire des sciences et technologies montre que c'est le cas dans les « sciences de l'univers » et, plus encore, en « biologie appliquée-écologie »⁽²⁾.

La place de l'environnement dans la Stratégie nationale de recherche

Faisant suite à la Stratégie nationale de recherche et d'innovation de 2009 et prévue par la loi Fioraso relative à l'Enseignement supérieur et à la Recherche du 22 juillet 2013, la Stratégie nationale de recherche (SNR) a été adoptée en 2015. Structurée autour de dix défis sociétaux et intitulée « France Europe 2020 », elle a été élaborée en cohérence avec les priorités retenues dans le cadre du programme-cadre européen Horizon 2020.

La recherche environnementale est concernée par plusieurs défis de la SNR : en tout premier lieu, par les trois défis « Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique », « Sécurité alimentaire et défi démographique » et « Transports et systèmes urbains durables ». Mais elle l'est aussi par les défis « Une énergie propre, sûre et efficace » en ce qui concerne la recherche de substituts au carbone fossile pour l'énergie et la chimie, « Le renouveau industriel » dans une logique d'économie circulaire et citoyenne faisant appel de façon croissante aux matériaux biosourcés, « Santé et bien-être » au titre des interactions entre la santé humaine et l'environnement, par exemple sur des sujets tels que l'exposition humaine aux facteurs environnementaux, « Société de l'information et de la communication », les objets connectés et l'exploitation des grandes masses de données concernant l'environnement à l'instar de bien d'autres secteurs, ou encore « Une ambition spatiale pour l'Europe » au titre de l'observation de la Terre, des territoires et de leurs milieux et ressources.

Les recherches environnementales sont aussi concernées par trois des cinq programmes prioritaires d'action retenus dans ce cadre : non seulement le programme « Système Terre : observation, prévision, adaptation », notamment pour développer des services climatiques et environnementaux, mais aussi le programme « Big data » pour renforcer les capacités d'analyse, de modélisation et de simulation des phénomènes environnementaux, et « Biologie des systèmes et applications » en raison de son fort potentiel de développement dans les bio-industries.

Des infrastructures de recherche diversifiées et distribuées

L'un des volets importants des stratégies nationale et européenne de recherche concerne les infrastructures. Celles-ci prennent une place croissante dans le domaine de l'environnement et concernent aussi bien l'analyse que l'expérimentation, l'observation ou la modélisation. À titre d'exemple : l'exploration de la biodiversité des écosystèmes microbiens, marins ou continentaux mobilise les outils les plus contemporains de la génomique et de la bio-informatique ; l'étude de mésocosmes⁽³⁾ est essentielle pour tester des hypothèses sur la réponse des écosystèmes aux variations de l'environnement ou pour modéli-

ser les interactions entre génotypes végétaux, conditions climatiques et pratiques agronomiques. Par ailleurs, la simulation des modèles climatiques et leur couplage avec d'autres modèles (par exemple, écologiques ou agronomiques) requièrent des moyens de calcul de plus en plus puissants.

En complément aux dispositifs analytiques, expérimentaux ou de calcul, l'observation joue un rôle particulier au sein de ce vaste spectre d'infrastructures de recherche. Elle est en effet rendue nécessaire par la complexité des systèmes et des phénomènes étudiés, notamment lorsqu'il s'agit « de passer à l'échelle ». Ces observations s'appuient sur le développement de l'instrumentation scientifique, notamment sur celui de capteurs. Elles sont souvent distribuées ou en réseau. L'infrastructure européenne ICOS (*Integrated Carbon Observation System*)⁽⁴⁾ en est une illustration : elle-même composante d'un réseau mondial plus large, ICOS rassemble plus d'une centaine de stations (réparties dans onze pays) de mesure des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre et de leurs flux au sein d'écosystèmes continentaux ou marins.

L'importance des dispositifs de programmation conjointe européens et internationaux

Dans une large mesure, les recherches environnementales traitent de crises et de transitions à l'échelle globale – dérèglement climatique, transition alimentaire et nutritionnelle, transition écologique – et de biens communs, dont la nature même suscite des collaborations internationales, soit que leur portée globale déborde du cadre national – c'est typiquement le cas du climat, des océans ou de la sécurité alimentaire –, soit qu'ils motivent des approches partagées entre pays ou entre grandes régions du monde – par exemple, en matière de biodiversité, de gestion de l'eau, de qualité de l'air ou de risques naturels.

Cette situation se traduit par l'existence d'un grand nombre de dispositifs européens ou internationaux de coordination des recherches. Au niveau européen, six des dix initiatives de programmation conjointe concernent ainsi le domaine de l'environnement : *Climate* (sur le climat), *FACCE (Initiative on Agriculture, Food Security and Climate Change)* (sur l'agriculture, la sécurité alimentaire et le changement climatique), *Oceans* (sur les océans), *Urban Europe* (sur les aires urbaines), *Water Challenges for a Changing World* (sur l'eau) et, en commun avec le domaine biomédical, *HDHL (Healthy Diet for a Healthy Life)* (sur les liens entre alimentation et santé). À ces initiatives s'ajoutent de nombreux dispositifs européens, notamment des réseaux au premier rang desquels l'ERANET (*European Research Area Network Biodiversa*) (sur la biodiversité).

(2) Voir : http://www.obs-ost.fr/fr/indicateur/analyses_et_indicateurs_de_reference

(3) Voir, par exemple : <http://www.cnrs.fr/inee/outils/ecotrons.htm>

(4) <https://www.icos-ri.eu>

Dans le cadre international, la situation est voisine avec un ensemble de grands programmes, d'alliances ou d'initiatives qui concernent les changements globaux, avec notamment la nouvelle plateforme internationale *Future Earth* ⁽⁵⁾, qui a vocation, depuis 2015, à rassembler les grands programmes sur la biodiversité (*DIVERSITAS*), sur la géosphère et la biosphère (*IGBP, The International Geosphere-Biosphere Programme*), sur les dimensions humaines (*IHDP, The International Human Dimension Programme on Global Environmental Change*) ou encore sur le climat (*WCRP, The World Climate Research Programme*).

Dans le domaine particulier de l'agriculture et de l'alimentation, ce besoin de coordination se traduit par différentes initiatives. Par exemple : l'Alliance globale de recherche sur les gaz à effet de serre d'origine agricole (*GRA* ⁽⁶⁾) issue de la Conférence de Copenhague (COP 15, 2009) et qui associe plus de 40 pays ; le projet d'intercomparaison et d'amélioration des modèles agricoles couplés à des modèles climatiques (*AgMIP* ⁽⁷⁾) initié par les États-Unis, qui implique aujourd'hui plus de 50 organismes répartis sur tous les continents ; ou encore la grande initiative dite « 4 pour 1 000 » ⁽⁸⁾ lancée par la France au moment de la COP 21 (Paris, 2015), qui vise à accroître la teneur en matières organiques des sols agricoles et forestiers dans le triple but d'une amélioration de leur fertilité (et donc de la sécurité alimentaire), de leur adaptation au changement climatique (par exemple, grâce à une meilleure rétention de l'eau) et de la réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre (grâce à la séquestration de carbone dans les sols).

On le comprend aisément : un enjeu majeur de la programmation des recherches environnementales porte sur l'amélioration de la capacité de la communauté scientifique à coordonner et à aligner les nombreuses initiatives nationales, européennes et multilatérales, qui émergent en réponse aux transitions actuelles.

Des recherches qui éclairent la décision publique par des expertises et des prospectives

Le fait même que les recherches environnementales concernent des biens communs et des transitions majeures qui opèrent sur des périodes longues conduit les organismes de recherche concernés à développer de nouvelles formes d'activité scientifique : des méta-analyses pour synthétiser les résultats obtenus dans différents contextes, des expertises scientifiques collectives pour réaliser des états de l'art sur des questions complexes, des études prospectives pour compléter l'analyse des situations actuelles par des scénarios qui explorent des futurs alternatifs possibles. Il s'agit donc à la fois de rassembler et de synthétiser les connaissances et d'anticiper les trajectoires des transitions engagées ou d'éventuelles ruptures.

De tels travaux sont conduits pour éclairer la décision publique à l'échelle nationale ou, de façon croissante, régionale. Ils ont aussi donné lieu à la création de dispositifs internationaux de grande ampleur, dont le plus célèbre

est certainement le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Celui-ci a été « créé en 1988 en vue de fournir des évaluations détaillées de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socioéconomiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies de parade ». Il a inspiré la création, en 2012, de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES).

C'est dans cet esprit que de nombreuses prospectives ont été par le passé, ou sont encore aujourd'hui conduites pour analyser les questions relatives à la sécurité alimentaire. Les études prospectives réalisées par le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) et l'INRA (Institut national de recherche agronomique) sur la sécurité alimentaire mondiale (PAILLARD et al., 2010) ou de la région Afrique du Nord-Moyen-Orient (LE MOUËL et al., 2015) illustrent bien le besoin d'explorer les interactions entre les changements de régime alimentaire, les pertes et gaspillages dans les systèmes agroalimentaires de production et de distribution, les usages des terres et des ressources naturelles (au premier rang desquelles l'eau et le sol), le commerce entre zones structurellement déficitaires ou excédentaires en produits agricoles et alimentaires, le dérèglement climatique et les progrès techniques. À l'échelle européenne, la prospective conduite sur la bioéconomie (KOVACS, 2015) a exploré les liens entre les différents usages – actuels, mais aussi futurs – des bioressources dans l'alimentation humaine et animale, l'énergie, la chimie et les matériaux.

La multiplication de ces travaux a conduit le groupe de travail « Prospectives » d'AllEnvi à répertorier et à annoter les nombreuses prospectives et études de scénarios conduites dans le monde, avec pour objectif d'en repérer les traits et les déterminants communs. C'est là un projet ambitieux, puisque, en avril 2015, le groupe avait déjà répertorié 187 documents parus depuis 2008, soit en seulement sept ans.

Des recherches qui nourrissent et stimulent l'innovation

Les recherches environnementales suscitent également diverses formes d'innovations technologiques aussi bien que sociales, qui prennent la forme de produits, de procédés, de services, de pratiques ou d'organisations. Au-delà de l'appui aux politiques publiques, leurs impacts sont également significatifs en termes d'activité économique, de création d'entreprises ou de développement territorial (voir BUTAULT et al., 2015, et COLINET et al., 2014, dans le cas particulier des recherches agronomiques). Parfois méconnue, cette diversité d'impacts socioéconomiques et d'innovations a été illustrée à l'occasion d'une audi-

(5) <http://www.futureearth.org>

(6) <http://globalresearchalliance.org>

(7) <http://www.agmip.org>

(8) <http://agriculture.gouv.fr/mots-cles/4-pour-1000>



AllEnvi

Alliance nationale de recherche
pour l'environnement

PROGRAMMER & COORDONNER la recherche environnementale française



© AllEnvi

www.allenvi.fr

« La multiplication de ces travaux a conduit le groupe de travail « Prospectives » d'AllEnvi à répertorier et à annoter les nombreuses prospectives et études de scénarios conduites dans le monde, avec pour objectif d'en repérer les traits et les déterminants communs. »

tion organisée par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (LE DÉAUT et *al.*, 2015).

Les exemples présentés à cette occasion ont porté notamment sur la création d'entreprises spécialisées dans l'extraction des principes actifs des végétaux, dans la production de matériaux biosourcés, dans la valorisation des déchets à travers la production de méthane ou dans la mise au point de diagnostics et de pronostics précoces de maladies chroniques liées à l'alimentation, sur la création de services au bénéfice d'entreprises ou de collectivités territoriales pour gérer la qualité de l'eau minérale naturelle d'hydro-systèmes souterrains, contribuer au développement de méthodes d'évaluation de la qualité de l'air ou maîtriser les risques d'inondation, sur la restauration de milieux ou de populations d'intérêt patrimonial ou économique (cas de l'esturgeon) ou encore sur le développement de méthodes de biocontrôle de la santé des cultures (méthodes alternatives aux pesticides).

Des sciences en société

La nature même des enjeux traités par les sciences de l'environnement place celles-ci dans une relation particulière vis-à-vis de la société. Cette dernière exprime en effet des attentes croissantes et multiples vis-à-vis de la communauté scientifique : non seulement l'impartialité de l'expertise scientifique, mais aussi la participation des porteurs d'enjeux et des parties prenantes à l'orientation des recherches ou encore une meilleure diffusion des connaissances.

Ces demandes donnent lieu au développement d'interactions entre des associations et des organismes de recherche. Depuis 2010, le programme REPERE⁽⁹⁾ du ministère de l'Environnement vise ainsi à accompagner la Stratégie nationale de transition écologique vers un développement durable à travers l'implication des parties prenantes dans l'orientation de la recherche, et ce, en facilitant les démarches d'innovation avec tous les acteurs, en associant les parties prenantes à la production des données et des connaissances et en favorisant l'accès aux données et aux résultats scientifiques.

Ces attentes se traduisent aussi par le développement des sciences participatives ou citoyennes. Ce mouvement n'est pas propre aux recherches environnementales, mais il s'agit clairement de l'un des domaines privilégiés – notamment en Europe – de ces approches, qui posent des questions méthodologiques, déontologiques et éthiques particulières (HOULLIER et MERILHOU-GOUDARD, 2016).

Conclusion

L'ampleur des transitions en cours – démographique, alimentaire et nutritionnelle, climatique, écologique, énergétique – interroge fortement les sciences de l'environnement, qui couvrent un vaste spectre disciplinaire. Elles sont ainsi concernées par plusieurs des défis et

programmes prioritaires d'action de la Stratégie nationale de recherche adoptée en 2015 et dont la mise en œuvre prend différentes formes complémentaires : la coordination et l'alignement de la programmation scientifique depuis le niveau national jusqu'au niveau global ; des expertises scientifiques collectives et des réflexions prospectives, qui sont d'autant plus essentielles que les systèmes étudiés sont par essence complexes ; le renforcement des infrastructures nationales, européennes et internationales de recherche, dont le rôle devient critique ; une attention croissante portée à l'impact des recherches, aussi bien en termes d'appui aux politiques publiques que de soutien à l'innovation sous toutes ses formes (technologique, sociale ou organisationnelle) ; le développement d'interactions denses avec la société.

Bibliographie

BUTAULT (J.-P.), MUSOLESI (A.), HUARD (F.), SIMIONI (M.) & SCHMITT (B.), « L'impact de la recherche agronomique sur la productivité agricole française. Une approche par le taux de rentabilité interne (TRI) des dépenses publiques affectées à la recherche agronomique en France », *INRA Sciences sociales*, n°1/2015, 2015, 5 p.

COLINET (L.), JOLY (P.-B.), GAUNAND (A.), MATT (M.), LARÉDO (P.) & LEMARIÉ (S.), « ASIRPA - Analyse des impacts de la recherche publique agronomique », rapport final réalisé à la demande de l'Inra, Paris, 2014, 61 p.

HOULLIER (F.) & MERILHOU-GOUDARD (J.-B.), *Les Sciences participatives en France. États des lieux, bonnes pratiques et recommandations*, 2016, 63 p. (+ annexes) DOI : 10.15454/1.4606201248693647E12.

KOVACS (B.) (Ed.), *Sustainable Agriculture, Forestry and Fisheries in the Bioeconomy: A Challenge for Europe*, European Commission, 4th SCAR Foresight Exercise, 2015, 137 p.

LE DÉAUT (J.-Y.), LE DAIN (A.-Y.) & SIDO (B.), *Construire une société nouvelle, améliorer notre compétitivité grâce à la recherche environnementale*, OPECST, rapport de l'audition publique du 3 juillet 2014 et de la présentation des conclusions du 28 janvier 2015, Assemblée Nationale, rapport n°2626, Sénat, rapport n°333, 2015, 102 p.

LE MOUËL (C.), FORSLUND (A.), MARTY (P.), MANCE-
RON (S.), MARAJO-PETITZON (E.), CAILLAUD (M.-A.) &
SCHMITT (B.), *Le Système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient à l'horizon 2050 : projections de tendance et analyse de sensibilité*, rapport final de l'étude pour Pluriagri, Paris et Rennes, INRA-DEPE & INRA-SAE2, 2015, 134 p.

PAILLARD (S.), TREYER (S.) & DORIN (B.) (Eds.), *Agri-
monde. Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050*, Éd. Quae, Paris, 2010, 296 p.

(9) <http://www.programme-repere.fr>