



**HAL**  
open science

## Les sciences de la durabilité dans l'économie de la connaissance internationale. Analyse stratégique et opportunités pour INRAE

Claire Weill, Pierre Cornu, Gabrielle Bouleau, Olivier Hamant, Pierre-Benoît Joly, Christophe-Toussaint Soulard

### ► To cite this version:

Claire Weill, Pierre Cornu, Gabrielle Bouleau, Olivier Hamant, Pierre-Benoît Joly, et al.. Les sciences de la durabilité dans l'économie de la connaissance internationale. Analyse stratégique et opportunités pour INRAE. INRAE. 2024, 84 p. hal-04719021

**HAL Id: hal-04719021**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04719021v1>**

Submitted on 27 Nov 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



**INRAE**



# Les sciences de la durabilité dans l'économie de la connaissance internationale

Analyse stratégique et opportunités pour INRAE





# Rapport de mission

Claire Weill

9 avril 2024

Travaux de la cellule de réflexion et d'enquête composée de Gabrielle Bouleau, Pierre Cornu,  
Olivier Hamant, Pierre-Benoît Joly, Christophe-Toussaint Soulard et Claire Weill

Ce rapport doit être cité comme suit

Claire Weill, Pierre Cornu, Gabrielle Bouleau, Olivier Hamant,  
Pierre-Benoît Joly, et Christophe-Toussaint Soulard.

Les sciences de la durabilité dans l'économie de la connaissance internationale.  
Analyse stratégique et opportunités pour INRAE. INRAE. 2024, 97 p. ([hal-04719021](#))

DOI : [10.17180/k816-a130](#)



# Sommaire

Préface.....	5
Avant-propos.....	6
Courtes biographies des membres de la cellule.....	7
Résumé exécutif.....	8
<b>1</b> Actualité et prégnance des enjeux de la durabilité dans la recherche internationale.....	12
<b>2</b> Analyse historique, sémantique, épistémologique et institutionnelle du champ des sciences de la durabilité.....	16
2.1. La structuration des sciences de la durabilité. Une approche en termes d'histoire du temps présent.....	16
2.2. Analyse définitionnelle et traductionnelle des sciences de la durabilité.....	26
2.3. Caractérisation des sciences de la durabilité.....	29
2.4. Sciences de et pour la durabilité.....	33
2.5. Les stratégies des institutions pour y inscrire les sciences de la durabilité ou s'inscrire elles-mêmes dans leur dynamique internationale.....	45
<b>3</b> INRAE au prisme des sciences de la durabilité – Analyse et propositions.....	62
3.1. Analyse de la place des sciences de la durabilité dans les documents d'orientation d'INRAE.....	62
3.2. INRAE et la dynamique internationale des sciences de la durabilité. Propositions pour une convergence.....	66
<b>Annexes</b> .....	69
<b>1</b> Lettre de mission.....	70
<b>2</b> Entretiens réalisés.....	73
<b>3</b> Annexes Section 2.3.....	76
<b>4</b> Bibliographie.....	80



# Préface

Dès sa création en 2020, et même bien avant si l'on considère ses instituts fondateurs, INRAE a mis au premier plan de sa stratégie scientifique l'enjeu de la durabilité. Mais fallait-il pour cela se revendiquer des « sciences de la durabilité », comme d'autres organismes en France et dans le monde ? Telle est la question que la direction générale déléguée à la science et à l'innovation a soumise en 2022 à une cellule de travail pluridisciplinaire animée au sein de l'Institut par Claire Weill.

Trente-cinq ans après la consécration du « développement durable » dans le rapport Brundtland et à mi-parcours de l'agenda 2030 sur les Objectifs du développement durable (ODD), les initiatives dans le domaine de la recherche et de l'enseignement supérieur visant à contribuer à cet horizon partagé sont en effet devenues foisonnantes. L'expansion particulièrement spectaculaire du champ des sciences de la durabilité dans le monde s'accompagne en outre d'une grande créativité tant épistémologique que partenariale et institutionnelle. Dans le même temps, des débats riches et animés se tiennent au sein des mondes académiques nationaux et internationaux sur le meilleur moyen de contribuer à l'agenda des transitions nécessaires, en dialogue à la fois avec les sociétés et les instances gouvernementales et supranationales.

Dans son document d'orientation « INRAE 2030 », adopté en 2020, notre Institut affirmait l'ambition d'explorer les transformations profondes des systèmes agricoles, alimentaires et environnementaux, dont l'interconnexion croissante appelle des réponses au plus haut niveau de ce qu'une recherche publique consciente de ses responsabilités peut produire. Dans ce texte, nous mettons notamment en avant notre volonté de comprendre les ressorts des transformations en cours, pour produire des connaissances actionnables pour des solutions susceptibles de contribuer à la résolution de l'équation complexe qui associe les besoins humains fondamentaux à la durabilité du système Terre.

Dans un contexte de montée en puissance des instabilités liées au changement global, et alors que le bilan à mi-parcours de l'Agenda 2030 révèle des difficultés et des tensions persistantes à toutes les échelles, il est de la responsabilité d'un organisme de recherche tel que le nôtre de mettre en cohérence et en synergie son organisation interne, ses partenariats et ses objectifs pour répondre au mieux aux enjeux de durabilité de notre monde.

Le présent rapport, fondé sur une large enquête internationale et sur l'analyse des documents fondateurs des sciences de la durabilité, nous offre tout à la fois une caractérisation de ce champ de recherche et une analyse sémantique, épistémologique et prospective de son développement. Sur la base de plus de 70 entretiens conduits avec des scientifiques engagés dans le domaine des transitions et des transformations pour la durabilité, il fournit des éclairages sur les propositions scientifiques et les initiatives institutionnelles les plus inspirantes en France, en Europe et à l'international. Il livre enfin une analyse des orientations de recherche et de l'organisation d'INRAE au prisme des enjeux de la durabilité, et, sur cette base, propose des pistes pour une mise en convergence réussie des trajectoires de notre Institut et des sciences de la durabilité dans ce qu'elles portent de plus original et de plus pertinent pour placer l'offre de recherche internationale à la hauteur des enjeux du changement global.

Carole Caranta,  
Directrice Générale déléguée Science et Innovation, INRAE



# Avant-propos

Une mission sur les sciences de la durabilité m'a été confiée par la Directrice Générale Déléguée à la Science et à l'innovation, Carole Caranta (Cf. Annexe 1 - Lettre de mission). D'une durée d'un an et demi (septembre 2022 - mai 2024), elle comportait quatre objectifs :

- 1• Préciser le concept polysémique de « sciences de la durabilité ».
- 2• Analyser les initiatives en cours, en particulier dans les domaines d'INRAE, leurs points communs et différences, les actions et instruments en soutien et leurs livrables, les actions concrètes qui en ressortent.
- 3• Eclairer et analyser la manière dont les sciences de la durabilité alimentent les politiques publiques et conduisent, le cas échéant, à des actions transformatives dans le domaine de l'action publique.
- 4• Analyser les enjeux et opportunités pour INRAE.

La mission s'est appuyée sur des travaux d'une cellule pluridisciplinaire dont j'ai assuré la coordination, constituée de Gabrielle Bouleau, Pierre Cornu, Olivier Hamant, Pierre-Benoît Joly, Christophe Soulard et moi-même (cf. courtes biographies en *infra*). Ce groupe de travail s'est réuni sur une base mensuelle et a échangé avec un Comité de suivi, composé de Carole Caranta, Patrick Flammarion, Jean-François Soussana, Thierry Caquet, et Christian Lannou, sur une base trimestrielle. Un bureau composé de Pierre Cornu, Pierre-Benoît Joly et moi-même, en charge de la préparation des travaux de la cellule, s'est aussi réuni sur une base mensuelle.

Le cœur de la mission a consisté en un parangonnage stratégique d'initiatives d'institutions de recherche et d'enseignement supérieur ainsi que de think tanks s'appuyant sur la recherche, visant à contribuer aux objectifs du développement durable et, le cas échéant, au champ des sciences de la durabilité ; ce, au moyen d'entretiens semi-directifs et d'une revue qualitative des textes fondateurs du champ et des documents d'orientation des organismes et institutions concernés.

Dans un premier temps, le périmètre des entretiens, ainsi que la méthodologie associée à leur conduite et à leur analyse, ont été établis. Plus de 70 entretiens ont ensuite été menés (cf. Annexe 2). Une première phase de l'enquête a été conduite en France, puis l'enquête s'est élargie à l'Europe et l'international. Certaines institutions ont fait l'objet de plusieurs entretiens. C'est le cas de l'IRD et du Cirad en France, du WUR aux Pays-Bas et de l'Université du Sussex au Royaume-Uni, où des missions spécifiques ont eu lieu, et du Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research en Allemagne.

J'ai mené tous les entretiens, le plus souvent en binôme avec un autre membre de la cellule. Pierre Cornu a versé au bénéfice de l'enquête son expérience et ses compétences épistémologiques et d'entretien biographique, et a pris part à de nombreuses interviews. De plus, ses travaux sur l'histoire de l'INRA et de ses partenaires ont été très utiles au repérage et à la mise en perspective de plusieurs dynamiques à l'œuvre (institutionnelles, épistémologiques, politiques).

La matière ainsi rassemblée, ainsi qu'une documentation complémentaire – publications dans des revues à comité de lecture, études scientométriques, documents stratégiques et autres informations recueillies sur Internet – ont été analysées collectivement par la cellule de travail. Trois notes d'analyse préliminaires ont fait l'objet d'échanges nourris avec le Comité de suivi.

Tous les membres de la cellule ont contribué de manière substantielle au présent rapport. Pour ordonner et mettre en forme les analyses produites, la collaboration avec Pierre Cornu, coauteur de ce rapport, a été précieuse. Sans l'engagement et les compétences complémentaires de tous les membres de la cellule, cette mission n'aurait pas pu être envisagée ni conduite à son terme. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

Claire Weill



# Courtes biographies des membres de la cellule

**Pierre CORNU** est professeur d'histoire contemporaine et d'histoire des sciences à l'Université Lyon II, directeur de recherche en détachement à INRAE, directeur de l'UMR Territoires à Clermont-Ferrand et historien référent du Comité d'histoire INRAE-Cirad. Impliqué dans des recherches interdisciplinaires et transdisciplinaires, il est l'auteur de plusieurs ouvrages et articles à caractère historique et épistémologique sur le rôle des sciences et de la recherche publique dans l'Anthropocène.

**Gabrielle BOULEAU** est sociopolitiste. Chercheuse senior à INRAE, LISIS, ses recherches portent sur les questions environnementales et l'écologisation des politiques en France, en Europe et aux États-Unis. Elle documente la manière dont les nouvelles questions environnementales sont mises à l'ordre du jour et comment elles entraînent de nouvelles décisions politiques, de nouvelles compétences et de nouveaux indicateurs. Elle préside le comité de déontologie de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

**Olivier HAMANT** est biologiste. Directeur de recherche INRAE à l'Institut RDP de l'ENS de Lyon, il cherche à comprendre comment les plantes utilisent les forces pour contrôler leur développement, en combinant des approches de biologie moléculaire et cellulaire, de mécanique et de modélisation. Il est également engagé dans un programme de formation explorant les multiples implications de l'Anthropocène à l'ENS de Lyon et avec la Maison des Cultures du Monde à Berlin. En lien avec ses recherches en biologie et les nombreuses implications de l'Anthropocène, il s'est engagé dans plusieurs projets impliquant les sciences humaines et les arts, notamment autour des questions de complexité, de résilience et de fragilité des systèmes biologiques.

**Pierre-Benoît JOLY** est économiste et sociologue. Directeur de recherche à INRAE, il est le président du Centre INRAE Occitanie-Toulouse. Chercheur senior en *Science and Technology Studies*, il a consacré de nombreuses recherches aux transformations des régimes de production de connaissances, s'intéressant notamment à la question des conditions et modalités de l'émergence de la démocratie technique. Ses travaux actuels visent à améliorer la capacité de la contribution de la recherche à la fabrique de futurs désirables. Il a publié une centaine d'articles (dont plus de 50 dans des revues à comité de lecture), trois livres, et a coordonné cinq numéros spéciaux de revues de sciences sociales. Il est membre de l'Académie des technologies et de l'Académie d'agriculture.

**Christophe-Toussaint SOULARD** est géographe. Directeur de recherches à INRAE, il est le Chef du Département ACT – Sciences pour l'action, les transitions, les territoires d'INRAE. Ses recherches portent sur les pratiques et les politiques publiques liant villes, agriculture et alimentation, en France, aux USA et en Méditerranée. Ses publications portent sur les relations entre la recherche et l'action, sur les innovations qui articulent agricultures, systèmes alimentaires et urbanisme durable et sur les enjeux de justice alimentaire.

**Claire WEILL** est physicienne. Chargée de mission à INRAE, elle travaille à l'interface entre science, société et politique. Elle a été successivement négociatrice climat pour le gouvernement français, chargée de mission à l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri), et conseillère du Maire de Paris pour la recherche, les universités, les nouvelles technologies et l'éducation. En 2015, elle a été secrétaire générale de la conférence « Notre avenir commun face au changement climatique », l'événement scientifique majeur en amont de la COP21. Outre des articles et des notes d'orientation, elle a dirigé un ouvrage collectif sur le troisième rapport du GIEC et publié un livre sur l'histoire de l'entrée de l'environnement dans les politiques européennes et internationales.





## Résumé exécutif

### Des enjeux de la durabilité de plus en plus prégnants dans la recherche internationale

La croissance exponentielle des publications dans le champ des sciences de la durabilité (SdD) et la multiplication des revues dédiées s'accompagnent d'un foisonnement d'initiatives d'institutions d'enseignement supérieur et de recherche (ESR) pour contribuer aux Objectifs du développement durable (ODD). Un nombre croissant d'établissements dans le monde se placent sous la bannière de la durabilité, certains en faisant leur raison d'être comme l'IRD, tandis qu'à l'échelon local, les « Territoires d'Innovation » et « Living Labs » servent d'incubateurs à une activation locale de l'agenda de la durabilité, dont s'emparent aussi des pôles universitaires.

Les changements globaux s'accélérent, il s'agit d'apprendre à vivre dans un monde soumis à des fluctuations majeures. Pour autant, la contribution de la recherche aux transformations nécessaires et souhaitables n'est pas satisfaisante. Et les politiques publiques pour la durabilité ne sont pas à la hauteur des enjeux, et insuffisamment transversales pour les traiter dans leur complexité. Si toute l'économie de la connaissance n'est pas encore polarisée par les SdD, loin s'en faut, les grands organismes nationaux de recherche (ONR) sont tout particulièrement attendus dans l'accompagnement des transformations profondes vers des futurs viables. Dans un paysage en évolution aussi rapide et pour partie imprévisible, il s'agit à présent pour eux d'adapter, voire de transformer leur stratégie pour développer les compétences et les synergies nécessaires, et trouver leur place dans une division organisée de l'effort de production de connaissances actionnables, orientées à la fois vers les sociétés et vers les acteurs de la décision à toutes les échelles.

### La structuration du champ des sciences de la durabilité en termes d'histoire du temps présent

Les années 1970-1980 sont le creuset du concept de développement durable (DD). Consacré dans le rapport Brundtland (1987), c'est un compromis politique entre environnement et développement. La période voit apparaître les alertes sur l'ozone et le climat, et s'affirmer le concept de biodiversité. Elle voit aussi s'intensifier la structuration scientifique internationale des programmes sur les changements globaux : climat (WCRP, 1979), puis géosphère-biosphère (IGBP, 1986). Parallèlement, de nouveaux courants scientifiques émergent pour penser et éclairer le DD - « Ecological Economics » (1989), gestion des ressources en « biens communs » théorisée par Elinor Ostrom (1990), ou encore *Transition Studies*, apparues aux Pays-Bas.

Deux principaux promoteurs des SdD, les américains Robert Kates et Bill Clark, vont dessiner le champ pour la première fois dans un rapport du National Research Council des États-Unis d'Amérique (NRC 1999). À Amsterdam en 2001, où se joue le rapprochement des programmes de recherche sur les changements globaux, ils portent à l'international les SdD. Ces sciences vont ensuite se consolider et s'institutionnaliser dans des revues dédiées et des centres de recherche et des formations spécifiques, qui fleurissent en Amérique du Nord, en Europe du Nord et en Asie. En 2012, à Rio + 20, le processus menant à l'Agenda 2030 est lancé, tandis que l'International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP), DIVERSITAS et l'International Human Development Programme (IHDP) fusionnent dans la plateforme Future Earth. En 2015, l'accord de Paris sur le climat et le cadre universel des ODD sont adoptés. En 2019, le premier rapport produit par un groupe indépendant de scientifiques pour éclairer les délibérations de l'Assemblée générale des Nations Unies sur les ODD témoigne d'une forte reconnaissance des SdD, mais souligne que l'effort consenti est loin d'être à la hauteur des besoins (GSDR 2019).



## Analyse définitionnelle et traductionnelle des sciences de la durabilité

Les analyses du champ définitionnel des SdD font ressortir la prévalence des interrelations sociétés – environnement comme objet, de l'interdisciplinarité et de la transdisciplinarité comme défis, et de l'actionnabilité multiscalaire comme enjeu. Une traduction de *sustainability science* pour les organismes de recherche publique français donnerait quelque chose comme : « recherche finalisée sur et pour la soutenabilité globale du système Terre dans une perspective intergénérationnelle ». « Recherche » plutôt que « science », car c'est ainsi que l'agir scientifique peut le mieux entrer en synergie avec les institutions et la société ; « sur et pour », car c'est bien de recherche finalisée par les fins les plus décisives qu'il en va, dans une perspective à la fois réflexive, exploratoire et responsable.

## Caractérisation du champ

Dans une étude récente (Clark et Harley, 2020) sur les SdD, un corpus a été constitué par des publications relevant de la recherche de base finalisée (*use-inspired-basic science*), retenues sur la base de l'expertise des coauteurs. Le champ des SdD y apparaît comme fortement interdisciplinaire, et néanmoins fragmenté et hétérogène. En dépit de la richesse et de la finesse des résultats, ceux-ci doivent être tempérés, car seules les revues anglophones y sont sélectionnées, invisibilisant une part importante des travaux en SdD, inter- et transdisciplinaires et impliquant les SHS. Pour autant, les possibilités d'évolution du champ apparaissent encore très ouvertes, par la mise en convergence de trajectoires pour l'heure désaccordées.

## Sciences de et pour la durabilité, un foisonnement de propositions conceptuelles

Le champ des SdD est tendu par une dialectique entre autonomie (gouvernée par la « curiosité ») et hétéronomie (par injonction à l'utilité) de la connaissance. Dans la façon de traiter ces tensions se trouve l'essentiel de la créativité du champ des SdD. La quête de la durabilité a été notamment une source d'inspiration pour requalifier ou renouveler des concepts préexistants ou pour forger des néologismes ou des concepts nouveaux.

**Le néologisme « Anthropocène »** (Paul Crutzen, 2001) a connu un succès aussi rapide que controversé. Les nombreuses terminologies alternatives qui ont suivi disent la difficulté et le besoin de comprendre les processus articulés qui ont conduit nos sociétés vers un point de non-durabilité critique. Mais si le concept s'appuie sur un constat indiscutable - l'homme comme espèce est devenu un puissant facteur de modification matérielle des milieux -, il manque de substance et d'orientation, et demande à être complété par des propositions plus opératoires. **Le concept de résilience** a été peu à peu étendu aux systèmes socio-écologiques et rapproché des concepts d'adaptation et de transformation. **Le concept de robustesse**, de son côté, est revisité afin de promouvoir la viabilité des trajectoires des socio-écosystèmes dans un monde de plus en plus fluctuant, et soumis à des crises et pénuries.

**Deux cadrages ont acquis une grande visibilité scientifique au sein des SdD. Les « limites planétaires »** (Rockström et al., 2009, Steffen et al., 2015) s'appuient largement sur le concept des « points de bascule » ou *tipping points*, issu des sciences du système Terre. L'humanité est ici appréhendée comme une espèce dont le bien-être dépend d'un habitat écologique menacé. Cette proposition a eu un impact important, mais a aussi été fortement critiquée par différentes communautés scientifiques. **L'étude des systèmes socio-écologiques - socio-ecological systems (SES)** mobilise une communauté épistémique d'une assez grande diversité, issue de la pensée systémique et des théories de la complexité. Celle-ci a développé un cadre théorique nourri d'une approche critique des théories de l'équilibre. Elle ambitionne de comprendre simultanément les dynamiques naturelles et institutionnelles qui gouvernent l'épuisement ou le renouvellement des ressources naturelles. Les SES sont l'objet d'un grand nombre de recherches, et souvent étudiés à des échelles assez fines, même si une montée en généralité est aussi revendiquée dans certaines propositions.



## Les stratégies des institutions pour y inscrire les sciences de la durabilité ou s'inscrire elles-mêmes dans leur dynamique internationale

### **La France, où la tradition de recherche finalisée est forte, est encore faiblement connectée au champ des SdD.**

Le CNRS commence tout juste à développer une gouvernance thématique proactive sur les enjeux de durabilité, tandis que le Cirad a pris le tournant des ODD et de la recherche transformative, et que l'IRD fait de la SdD le fer de lance de sa stratégie. Dans un paysage profondément marqué par l'« UMRisation » des unités de recherche, où les connexions internationales des chercheurs et des équipes sont partagées, et où des outils issus des différents PIA ont eu un puissant effet intégrateur, plutôt que de stratégies distinctives, il paraît plus pertinent d'évoquer une division du travail scientifique en cours d'élaboration. À l'échelon territorial, les dynamiques de co-construction s'enclenchent entre chercheurs et acteurs, leur pérennisation demeurant un point d'attention. La formation des étudiants aux enjeux de la transition écologique et du DD et la diminution des impacts environnementaux de l'ESR sont des chantiers bien lancés, auxquels contribuent les comités d'éthique et le collectif Labos1point5.

### **Les pays de l'Europe du Nord ont joué un rôle pionnier dans l'exploration scientifique des questions de durabilité.**

Le Stockholm Resilience Center fait le pari d'une forte intégration aux institutions existantes, pour former avec elles un écosystème conduisant de la recherche transdisciplinaire de qualité. Le WUR, de son côté, a développé des savoir-faire de l'accompagnement du changement sur une base partenariale, fondés sur une approche interdisciplinaire, à la fois biotechnique et de management de projet, et évolue vers les enjeux de transition vers la durabilité. En Allemagne, la réflexion sur les conditions de production de recherches pour la durabilité se développe jusqu'à aborder, au niveau fédéral, les questions de transformations institutionnelles des universités. Le Royaume-Uni est un cas à part, avec des institutions scientifiques de rayonnement mondial et aux fortes connexions avec l'Amérique du Nord, mais dans un contexte de désengagement de la puissance publique qui a affaibli les champs de recherche non immédiatement tournés vers l'innovation. Les initiatives peinent à s'y inscrire dans la durée, ou alors sous la forme de réseaux internationaux, à l'instar du Social, Technological, Environmental Pathways to Sustainability Center (STEPS). Le modèle le plus équilibré est sans doute celui de la Suède et de la Finlande, qui associent un fort volontarisme central à une grande fluidité des trajectoires individuelles et collectives entre recherche, *think tanks*, services de l'État et capacité de projection dans les arènes internationales.

**Aux États-Unis, les universités les plus entreprenantes dans le champ des SdD ne sont pas nécessairement les plus prestigieuses.** Plusieurs sont des universités d'État, comme Arizona State (ASU). En créant une *School of Sustainability*, cette dernière a acquis un vrai rayonnement académique et une forte capacité d'impact dans son environnement. Mais ce sont surtout les grandes structures académiques fédérales qui portent l'agenda des SdD dans le pays, sans lien établi avec le politique.

**S'il apparaît que l'UE porte un « verbe » politique fort sur les enjeux de durabilité, et une politique de recherche ambitieuse, la synergie entre ces deux priorités semble être encore à construire.** L'intégration des ODD dans les programmes européens de recherche est encore timide. Au sein des PCRD réussis, les progrès en matière de transversalité thématique ont été obtenus notamment par la programmation conjointe (JPI, ERANET), en particulier grâce à des exercices de prospective. Or, si la prospective est actuellement une priorité de la Commission, elle y est réalisée pour beaucoup en interne, sans y associer les communautés scientifiques. Par ailleurs, mobiliser à l'amont de l'élaboration des projets et programmes les sciences de la nature et les SHS en dialogue, un prérequis des SdD, apparaît encore trop rare à l'échelon européen.

**À l'échelle internationale, alors que l'Agenda 2030 apparaît hors d'atteinte, la mobilisation autour des ODD de forces scientifiques par les institutions onusiennes semble évoluer sans doctrine claire, et le soutien des capacités scientifiques dans les Suds n'arrive toujours pas à mobiliser.** Future Earth, qui doit compter avec la forte inertie de grands programmes sur le système Terre, ne produit que relativement peu de connaissances actionnables. De leur côté, le Giec et l'IPBES apportent des éléments de cadrage par l'expertise scientifique, tout en stimulant les travaux de communautés scientifiques. S'appuyant sur la littérature publiée, ils en reflètent aussi les manques et les déséquilibres. Et le défi demeure d'intensifier leurs collaborations, ainsi qu'avec d'autres dispositifs d'interface sciences - politique, comme celui de la Convention sur la désertification ou le HLPE, tout en conservant la légitimité procurée par l'approbation de leurs rapports par leurs assemblées intergouvernementales constitutives.



Les travaux de la EAT Lancet Commission et de la Earth Commission semblent surtout jouer un rôle de sensibilisation. Ces expertises internationales sont nécessaires pour identifier les contraintes à différentes échelles, notamment l'échelle globale, et les transformations qui s'imposent. Néanmoins, sans la production de connaissances actionnables, notamment d'innovation, ces approches sont de peu d'effet. Il est à cet égard remarquable que l'IPBES mette en avant la notion de *transformative change* et que le Giec envisage les potentiels de l'innovation sous toutes ses formes. Les travaux du consortium sur les politiques d'innovation transformatives (TIPC) sur l'innovation pour les transformations profondes montrent une voie prometteuse. Dans l'ensemble toutefois, le futur de la coopération scientifique internationale sur les enjeux de durabilité est bien incertain.

## La place des sciences de la durabilité dans des documents d'orientation d'INRAE

**Les recherches d'INRAE contribuent fortement aux ODD et la plupart de ses départements de recherche conduisent des travaux qui ont un lien avec les SdD définies de façon large. Néanmoins, l'application de la définition *stricto sensu* (interrelations sociétés – environnement comme objet, interdisciplinarité et transdisciplinarité comme défis, et actionnabilité multiscalaire comme enjeu) conduit à une vision beaucoup plus sélective de la contribution d'INRAE.** Au sein d'INRAE, les SdD sont « attrapées par les deux bouts » : les enjeux de durabilité pour la société de prime abord, et de plus en plus les cadres conceptuels, méthodologiques, et les postures propres à ces sciences. L'omniprésence des références aux transitions agroécologiques et alimentaires identifie l'Institut dans le champ des SdD, en France et à l'international. Ce panorama aide à mieux percevoir là où l'Institut n'est pas, ou demeure peu visible. Alors que l'environnement demeure au cœur des SdD, les secteurs de l'agriculture, de l'alimentation et de la santé y sont encore relativement peu visibles et des concepts tels que la justice environnementale sont encore peu présents dans les référentiels de l'Institut, alors qu'ils sont au centre des SdD. *A contrario*, INRAE semble mieux armé pour l'approche processuelle, transformative et systémique des transitions. Cet enjeu n'est pas seulement scientifique, il repose aussi sur la capacité de l'Institut à rayonner dans les programmes et agendas scientifiques nationaux, européens et internationaux.

L'Institut, qui a défini sa stratégie à l'horizon 2030 (INRAE 2030), pourrait renforcer ses contributions à l'ambition collective internationale des SdD en construisant une convergence maîtrisée de sa propre trajectoire avec celle de ce champ en expansion. Les recherches sur l'agroécologie, positionnées au cœur des SdD, pourraient être l'objet d'une contribution substantielle des ONR français aux SdD, moyennant une « traduction » appropriée. C'est dans cette mise en synergie des disciplines, des communautés et des pôles de ressources, que se trouve le principal atout d'une convergence maîtrisée à l'horizon 2030 de la trajectoire d'INRAE et de celle des SdD.



1

## Actualité et prégnance des enjeux de la durabilité dans la recherche internationale

Trente-cinq ans après la consécration du développement durable dans le rapport Brundtland et à mi-parcours de l'agenda 2030 sur les Objectifs du développement durable (ODD), les initiatives dans le domaine de la recherche et de l'enseignement supérieur visant à contribuer à ces objectifs apparaissent foisonnantes. L'un des principaux promoteurs du champ des sciences de la durabilité (SdD), William Clark, constate ainsi en avril 2023 : « *20 years ago, I don't think there was a single university program, much less an entire university, devoted to sustainability issues. [...] We also now have many high-impact journals in the field that are telling researchers that if you do work that is truly interdisciplinary and sustainability-driven, you can publish it in journals that have very high-impact factors and have some of the leading intellectuals in the world publishing in them. [...] We have people being promoted [...] and that's exciting for young people.* »<sup>1</sup> Ce mouvement s'accompagne d'une grande créativité épistémologique et conceptuelle, qui exprime aussi des formes d'implication et des regards différents sur la résolution de la crise du système Terre : les concepts de résilience, anthropocène, limites planétaires, points de bascule (*tipping points*), etc., nourrissent un débat particulièrement animé à l'intérieur et au-delà du monde académique.

De fait, le nombre des publications sur le développement durable a crû de manière exponentielle depuis la fin des années 1980<sup>2</sup>. Et ce phénomène ne touche pas seulement les revues dont le titre comprend les mots-clés « *sustainable* », « *sustainability* », « *global change* » ou « *Earth* », à l'instar de la section spéciale de la revue *PNAS "Sustainability Science"*, ou encore des revues *Current Opinion in Environmental Sustainability, Sustainability, Sustainability Science, Global Sustainability, Nature Sustainability, Global Environmental Change, One Earth et Earth Future*. Sont aussi concernées des revues comme *Ambio, Ecosystem Services, Land Use Policy, Environmental Resource Economics, Environmental Justice, Environmental Health Perspectives, The Lancet Planetary Health, Anthropocene Journal et Anthropocene Review* ou encore *Technological Forecasting and Social Change*.<sup>3</sup>

Les formations en *Sustainability Studies* ou *Sustainability Science* prolifèrent, en particulier au niveau master, et les programmes de recherche et les chaires dédiées se multiplient dans les universités. Citons à titre d'exemples le programme fédéral allemand de recherche pour le développement durable FONA (*Forschung für Nachhaltigkeit*), l'*Unesco Chair on Responsible Foresight for Sustainable Development* à l'Université de Lincoln au Royaume-Uni, la *European Chair for Sustainable Development and Climate Transition* à Sciences Po Paris, ou encore l'initiative sur l'avenir commun durable du Collège de France, qui comprend une chaire annuelle et des financements de projets de recherche.

<sup>1</sup> Toutes les citations non référencées sont issues des entretiens réalisés par les membres de la cellule, dont la liste figure dans l'Annexe 2.

<sup>2</sup> Selon une étude récente (Clark et Harley, 2020 a et b), plus de 50% des articles en question sur la période 1990-2019 sont publiés dans les quatre dernières années.

<sup>3</sup> Si les revues internationales constituent un signal et une cible essentiels, il ne faut pas négliger les revues françaises, qui ont de longue date contribué à ouvrir ce champ de recherche, notamment *Natures Sciences Sociétés*. Voir P. Cornu et J. Theys (dir.), *La recherche au défi de la crise des temporalités*, numéro spécial, *Natures sciences sociétés*, n° 4 2023.



En France et dans le monde, un nombre croissant d'établissements de recherche et d'enseignement supérieur se placent sous les bannières de la durabilité et des changements globaux. Certains vont plus loin et en font leur raison d'être. C'est le cas notamment du Maastricht Sustainability Institute, du Center for Global Challenges à l'Université d'Utrecht, de la School of Sustainability à l'Université Leuphana à Lunebourg, du Max Planck Institute of Geoanthropology à Jena, du Center for Sustainability Studies à l'Université de Lund, du Stockholm Resilience Center, du Sustainability Science Centre à l'Université de Copenhague, de la School of Sustainability du College of Global Futures d'Arizona State University, ou encore de l'Institute for Future Initiatives à l'Université de Tokyo. En France, l'IRD fait de la « science de la durabilité » un élément clé de sa stratégie. Et cette liste ne fait que s'allonger, l'ensemble des établissements d'un certain rayonnement s'interrogeant sur la position à adopter face à ce contexte nouveau.

Aux Pays-Bas, où se sont développées les *Transitions Studies*, le WUR se reconnaît dans le concept intégrateur de « transition ». Mais sa position pourrait évoluer. Selon le recteur Arthur Mol, l'établissement a été un peu lent à intégrer les mots clés de l'époque dans sa communication, alors que la recherche de la durabilité sous-tendait ses travaux de manière naturelle ». La gouvernance du WUR envisage désormais de porter un discours plus fort qui pourrait contenir le mot « *sustainable* » dans son document de stratégie attendu pour 2024, notamment afin d'attirer des étudiants internationaux.

Au Québec, l'Université Laval (UL) a développé sa propre stratégie de développement durable : « [Première université canadienne] neutre en carbone sur une base volontaire depuis 2015 avec compensation, [...] l'UL souhaite aussi se définir comme une université d'impact. [...] Elle a notamment créé en 2004 l'Institut Environnement, Développement et Société, un carrefour international scientifique axé autour du développement durable et des ODD. Elle se fixe des cibles ambitieuses – 21 plans et stratégies sectoriels sur le campus, et elle travaille à documenter un ODD de plus chaque année », explique le vice-recteur aux relations internationales et au développement durable de l'UL, François Gélinau. Et l'UL a rejoint récemment le club des universités, situées principalement dans le monde anglo-saxon, qui se soumettent à des évaluations au prisme des ODD, comme les classements Sustainability Tracking, Assessment & Rating System (STAR), People and Planet Green League ou encore le Times Higher Education – World University Rankings (Bautista-Puig et al, 2021).

Le développement durable et les ODD ont fait l'objet de nombreuses analyses critiques dans le monde académique (Bali Swain, 2017), qui pointent régulièrement le manque de coordination des approches thématiques. « Despite ongoing efforts, in particular in the Global Sustainable Development Report (GSDR 2019), we lack a science process to deliver integrated understanding on SDGs as a nexus » (Soussana, 2021).

La prégnance des concepts et la dynamique des initiatives liés à l'agenda de la durabilité s'observent également à l'échelle locale. Des collectivités territoriales de tous statuts et tailles se sont emparées du sujet. Des instituts, plateformes ou autres initiatives qui se revendiquent de la protection de la planète, de l'anthropocène, de la durabilité, ou encore de l'habitabilité, sont créés et soutenus, dans un grand nombre de villes et de territoires. En France, les « Territoires d'Innovation » et « Living Labs », mais également les Observatoires Hommes Milieux du CNRS servent fréquemment d'incubateurs à une activation locale de l'agenda de la durabilité.

La crise climatique, l'effondrement de la biodiversité, la vulnérabilité des systèmes agricoles et alimentaires, la synchronie de la pandémie de Covid 19, les remous sociaux contre la montée des inégalités, les tensions géopolitiques croissantes et l'irruption de conflits armés d'intensité croissante, tous ces phénomènes concourent à la fois à produire un sentiment d'urgence au sein des mondes académiques et politiques, et à promouvoir des approches systémiques et la production de connaissances actionnables (« *actionable knowledge* », cf. encadré). De fait, des événements extrêmes et des indicateurs soudainement très dégradés témoignent de manière éloquente de l'accélération des changements globaux. Il ne s'agit plus seulement d'anticiper des risques, mais d'apprendre à vivre dans un monde soumis à des fluctuations majeures.



### Actionable knowledge

Simply stated, actionable knowledge is knowledge that allows actors to effectively implement their intentions (Argyris, 1993). The concept of actionable knowledge has been elaborated by scholars belonging to different communities who were confronted to the gap between production of knowledge and effective action, mainly in organization studies, sustainability sciences and science-technology studies (Miller and Wyborn, 2020).

In organization studies, the assumption is that action was embedded within the knowledge, such as creating knowledge specifically about which management action to take and how to implement it (Argyris 1993). More recent conceptualizations are discussed in the field of sustainability sciences. The knowledge-production process is considered as distinct from the realm of practice, where the science is tailored to inform an action, while not directly providing advice or details about which action to take and how (Mach et al., 2020).

Production of actionable knowledge is generally associated with co-production (Arnott et al. 2020), i.e. a process that closely associates producers and users of the knowledge. Importantly, the science of science has deeply improved our understanding of co-production of knowledge. Three key lessons are especially significant (Miller and Wyborn, 2020):

1. Be inclusive in the diversity of participants, the power accorded to them, and the processes and objectives of co-production. Ensure that the institutions that enable co-production attend carefully to the credibility, legitimacy, and accountability this entails.
2. Acknowledge that co-production is a process of reconfiguring science and its social authority. Such processes require participants to be reflexive about the inherently political nature of producing knowledge in the service of changing social order at local to global scales.
3. Recognize that public engagement, deliberation, and debate will shape the content and relevance of knowledge and its ability to help construct and empower institutions to facilitate sustainability.

More globally, as shown by actor-network theory and innovation studies, the improvement of production of actionable knowledge requires to better understand the processes of translation of action to knowledge and knowledge to action (Joly et al. 2015). This may require implementation of adaptive management based on explicitation of theories of change (e.g. outline of impact pathways that allows to identify critical points) (Joly et al., 2019).

Pour autant, l'interface de la recherche avec l'action publique à toutes les échelles reste problématique. En dépit de la multiplication des alertes, les politiques publiques pour la durabilité et les ODD ne sont pas à la hauteur des enjeux, et s'avèrent insuffisamment transversales. La poursuite de la dégradation de nombreux indicateurs socio-écologiques depuis le rapport Brundtland de 1987 l'atteste. Dans ce contexte, les relations entre les grands acteurs économiques, les organisations internationales, les autorités publiques (à l'échelon régional, national et local) et les institutions en charge de la production de connaissances et d'expertises sont fortement interrogées. « *Il y a un défi civilisationnel à relever, dans lequel la science a son rôle à jouer* », soutient Michel Eddi, haut fonctionnaire au développement durable pour l'enseignement supérieur et pour la recherche.

Mus par un sentiment d'urgence, des chercheurs, de plus en plus nombreux, s'alarment dans des revues scientifiques (Green, 2020), des médias ou dans l'espace public, du discrédit voire du déni des connaissances scientifiques dans le débat public et dans les politiques publiques menées par certains États. Des comités d'éthique au sein d'institutions d'enseignement supérieur et de recherche s'emparent de cet enjeu<sup>4</sup>. « *La question des scientifiques activistes devient un sujet majeur. Elle embarque de plus en plus de scientifiques. Il est reconnu que différentes formes d'engagement des scientifiques dans la société existent* », analyse la directrice du Global hub de Future Earth en France, Sandrine Paillard.

<sup>4</sup> Voir notamment : COMETS, CNRS, 2022. Avis n°2022-43 - Intégrer les enjeux environnementaux à la conduite de la recherche - Une responsabilité éthique ; COMETS, CNRS, 2023. Avis n°2023-44 - Entre liberté et responsabilité : engagement public des chercheurs et chercheuses. Rapport du Groupe de travail sur la recherche et l'engagement, Université de Lausanne, 2022. *L'engagement public des universitaires - entre liberté académique et déontologie professionnelle*. Ethique en Commun, INRAE-Cirad-Ifremer-IRD, 2022. *Quels droits et devoirs pour les scientifiques et leurs institutions face à l'urgence environnementale*, Avis N°15.



Après des étudiants et chez les doctorants tout particulièrement, l'impression que les formations et la programmation de la recherche ne sont pas adaptées aux défis du temps s'impose avec une force grandissante. Et parmi ceux qui se seraient probablement destinés à une carrière de chercheur il y a encore dix ans, certains, interrogeant la capacité de la recherche à participer à la réponse aux enjeux, décident d'emprunter d'autres voies pour répondre de façon plus directe, et souvent plus locale, aux changements globaux.

Si toute l'économie de la connaissance n'est pas encore polarisée par les SdD, loin s'en faut, les établissements de recherche et d'enseignement supérieur et les organismes nationaux de recherche sont désormais fortement attendus dans l'accompagnement des transformations profondes vers des futurs viables nécessités par l'amplification de la crise écologique globale. Dans un paysage en évolution aussi rapide et pour partie imprévisible, il s'agit à présent pour eux d'adapter, voire de transformer leur stratégie, que ce soit pour développer les compétences ou les synergies nécessaires ou encore pour trouver leur place dans une division organisée de l'effort de production de connaissances actionnables, orientées à la fois vers les sociétés et vers les acteurs de la décision à toutes les échelles.





2

## Analyse historique, sémantique, épistémologique et institutionnelle du champ des sciences de la durabilité

### 2.1 La structuration du champ des sciences de la durabilité.

#### Une approche en termes d'histoire du temps présent <sup>1</sup>

Les sciences de la durabilité (SdD) présentent un double paradoxe dans leur rapport au temps. Le premier est de se présenter comme une ambition très forte de refondation scientifique, tout en se refusant à proposer un nouveau paradigme qui viendrait frapper d'obsolescence les manières acquises de « faire science ». Les SdD sont donc, pour l'essentiel, une proposition de réagencement et de mobilisation, davantage préoccupée d'impact que de fondements. Le second paradoxe est que ces SdD à la fois s'inscrivent et s'impliquent dans un contexte historique très particulier, celui de la crise globale du développement, tout en étant porteuses de l'idée d'un dépassement de cette crise, c'est-à-dire de rien de moins que de l'entrée dans une nouvelle phase de l'histoire des relations entre sociétés et environnements. On ne saurait donc comprendre la dynamique de ces sciences sans en interroger l'inscription dans la temporalité complexe de notre temps présent, au sein de laquelle se télescopent processus biophysiques, techniques, cognitifs, économiques et sociopolitiques à toutes les échelles.

Si une mise en perspective historique large serait utile pour éclairer les dialectiques entre unité et diversité des sciences, approches réductionnistes et holistiques, valences fondamentales et finalisées, etc., nous nous limiterons ici au « temps court » initié par le télescopage de l'économie de l'innovation technoscientifique tournée vers la croissance, d'un côté, et de la fragilisation de l'habitabilité de la terre apparue dans la « grande accélération » de la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle, de l'autre, et à son incidence sur la dynamique historique des mondes de la recherche et de leurs interfaces avec les politiques publiques.

#### 2.1.1 Le chemin vers le développement durable (1968 – 1986)

La critique scientifique du développement, ou du moins de certaines voies de développement, précède de loin la conceptualisation de la durabilité, et s'inscrit dans l'histoire contemporaine comme vigilance critique, marginale mais tranchante, tout d'abord des effets de l'industrialisation sur la nature et sur les corps (dès la charnière 18<sup>e</sup> – 19<sup>e</sup> siècles), puis de la puissance potentiellement destructrice de la technologie (dans les guerres du 20<sup>e</sup> siècle), et enfin des effets d'accumulations d'externalités négatives dans les décennies de haute croissance et de forte intégration économique transatlantique et Nord-Sud qui suivent la Seconde Guerre mondiale. Avec la décolonisation, apparaît en outre un principe de droit d'inventaire sur ce que la « science occidentale » a produit en conjugaison avec la domination industrielle et capitaliste du monde, notamment pour ce qui touche à l'usage des terres, de l'eau et des ressources énergétiques. La massification de la recherche internationale et son interconnexion accélérée malgré la Guerre froide offrent également des opportunités aux approches critiques des usages de la science, qui, dans le domaine civil, trouvent un moment séminal dans les travaux du Club de Rome, et un lieu d'expression privilégiée dans les instances internationales, depuis la

<sup>1</sup> Cette section s'appuie sur une revue de littérature, des travaux de recherche historique antérieurs de membres de la cellule de travail, l'analyse de textes fondateurs et la dimension biographique des entretiens menés. Elle a aussi bénéficié d'un travail de synthèse documentaire et d'analyse lexicographique réalisé par Pierre Beccaria (INRAE, UMR Territoires) intitulé *Durabilité et science de la durabilité, revue contextualisée*, février 2024, 147 p. Que son auteur en soit ici sincèrement remercié.



conférence de Stockholm en 1972 jusqu'à la préparation du rapport Brundtland au sein de l'ONU au milieu des années 1980.

Les années 1960 et 1970 voient un début de remise en cause des modèles de développement fondés sur l'exploitation « minière » des ressources (humaines, biologiques, énergétiques...), au nom de l'équité et pour leurs impacts sociaux d'abord, pour leurs impacts environnementaux ensuite. L'ouvrage de la biologiste américaine Rachel Carson *Silent Spring* (1962) qui documente les risques associés à l'utilisation du DDT, suscite l'émoi auprès d'un large public et représente un point de bascule dans la structuration d'un mouvement environnementaliste appuyé sur la science. La prise de conscience que le développement économique peut avoir des conséquences irréversibles et lourdes sur l'environnement se développe alors principalement dans les pays industrialisés libéraux, même si le développement industriel a également généré des pollutions de grande ampleur dans les « démocraties populaires » et les Suds. Le « moment 68 », puis l'entrée dans la crise industrielle, créent très rapidement les conditions d'une forte réceptivité des alertes. De fait, au tournant des années 1970, les préoccupations environnementales, informées par les premières communautés scientifiques structurées à l'échelle internationale<sup>2</sup>, commencent à s'imposer à l'agenda diplomatique. En 1972, le rapport au Club de Rome (Meadows et al, 1972) porte la marque d'une forte préoccupation face à la croissance démographique mondiale et à l'augmentation plus forte encore des consommations matérielles, associée à la prise de conscience des limites des ressources disponibles sur la Terre et des dangers des pollutions.



La Suède, pays neutre dont les lacs sont fortement pollués par des pluies acides, déjà dotée d'une force scientifique remarquable sur les sciences de l'environnement et de l'atmosphère, réussit à introduire dans les relations internationales structurées par la Guerre froide les sujets du développement et de la protection de l'environnement. À Stockholm en 1972, la conférence des Nations unies sur l'environnement humain tente de concilier ces deux défis. Sous la pression des opinions publiques, dont les associations de protection de la nature, des institutions en charge de l'environnement se mettent en place en Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord principalement : ministères dédiés (pays européens, Inde, Canada...) ; EPA (États-Unis) ; premier Programme d'action pour l'environnement de la CEE et Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE).

Le nouvel ordre géopolitique mondial issu de la décolonisation et de l'affirmation des pays pétroliers vient aussi contester l'hégémonie historique de l'hémisphère Nord. Le développement fait l'objet d'une intense activité de réflexion théorique, avec un grand nombre de propositions qui contestent l'idée d'une « voie unique » qui consisterait à suivre le modèle des « pays avancés ». La théorie de l'écodéveloppement (Sachs 1974, 1980) promeut la planification au service des besoins, et la nécessité d'élargir les relations internationales à des logiques autres que commerciales et financières. D'abord adopté par le PNUE, ce cadre est abandonné à la fin des années 1970, jugé trop radical par les grandes puissances occidentales. Sur fond de récoltes difficiles en Inde en 1972-1973, puis de crise énergétique en 1974, la « révolution verte », appuyée par les organismes de recherche tropicaliste des pays du Nord et par les fondations Rockefeller et Ford, devient la cible de nombreuses critiques nationales et internationales. Le Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), créé en 1971 sous l'égide de la Banque mondiale, s'efforce d'internaliser ces critiques pour construire des propositions de développement mieux adaptées à la diversité des aires géographiques. Mais les agronomes et les économistes qui observent les effets négatifs du développement de l'agribusiness aboutissent rapidement à la conclusion que des corrections à la marge ne suffisent pas, et que c'est une autre conception du « progrès », désaliénée du tout technologique et du tout marché, qu'il s'agirait de produire, jetant les bases d'une contre-histoire du développement qui jouera un rôle important dans les imaginaires de la durabilité (Cornilleau et Joly, 2014).

Les années 1970 et le début des années 1980, marquées par un regain de la Guerre froide et l'instabilité croissante du Moyen-Orient, sont le creuset de l'élaboration du concept de développement durable. Le plan d'action issu de Stockholm n'a débouché que sur peu d'actions coordonnées, à l'exception de luttes contre les pollutions transfrontalières, et en 1982, la tenue d'un sommet à Nairobi pour relancer la dynamique de Stockholm est occultée par la guerre des Malouines. Malgré tout, le mouvement environnementaliste se structure et gagne en visibilité, avec la création de grandes

<sup>2</sup> Le Global Atmospheric Research Programm (GARP), créé en 1967 sous l'égide de l'OMM et de l'ICSU ; l'organisation SCOPE, Scientific Committee on Problems of the Environment, créée en 1969 sous l'égide de l'ICSU ; et le Programme Man and Biosphere, créé en 1971 par l'Unesco.



associations et think tanks qui s'appuient sur la recherche<sup>3</sup>. En 1980, la Stratégie mondiale de la conservation rédigée par l'UICN à la demande du PNUE et du WWF aboutit au premier rapport international liant conservation de la nature et activités humaines, avec comme sous-titre : « La conservation des ressources vivantes au service du développement durable ».

C'est dans ce contexte, et en opposition au développement de l'agribusiness en Amérique centrale et en Amérique du Sud, que se structure l'agroécologie, d'abord comme mouvement social de défense de l'agriculture paysanne (Altieri, 1987). Mais sa formalisation scientifique prendra beaucoup de temps, selon une voie longtemps séparée de celle des SdD.

La nécessité d'apporter des réponses politiques à des risques qui ne sont encore qu'imparfaitement documentés par les scientifiques gagne en reconnaissance internationale. Les alertes environnementales sur les dommages des pluies acides sur les écosystèmes aquatiques et terrestres donnent lieu à la signature de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance à Genève en 1979. Le principe de précaution, d'abord mis en avant par l'Allemagne de l'Ouest (*Vorsorgeprinzip*) dans les négociations internationales sur la mer du Nord après le naufrage du Torrey Canyon en 1979, puis dans ses politiques nationales sur la qualité de l'air, suite au traumatisme de la « mort des forêts », va être reconnu par les États membres de la CEE à la fin des années 1980 avant d'entrer dans le Traité de Maastricht (Weill, 2021). Dans la même dynamique, la convention de Vienne en 1985, puis le Protocole de Montréal en 1987 sur la protection de la couche d'ozone, stipulent que des mesures de précaution doivent être prises sur les gaz chlorofluorocarbones responsables de la destruction de la couche d'ozone.

La décennie 1980 voit aussi les communautés scientifiques poursuivre leur structuration à l'échelle internationale. Après la création du Programme mondial de recherche sur le climat en 1979<sup>4</sup>, il s'agit, dans le contexte d'urgence des changements globaux, d'étudier la terre comme un système. L'International Geosphere-Biosphere Program (IGBP) est établi en 1986 par l'ICSU, avec une volonté intégrative et prédictive : « Les avancées dans la connaissance des composants de la Terre ont atteint un tel point que des pas vers l'intégration sont nécessaires [...]. L'IGBP [aura pour] but de fournir la connaissance fondamentale qui servira de base à l'estimation des changements futurs probables sur Terre dans les 100 prochaines années » (IGBP, 1986). Dans l'effervescence institutionnelle qui préside à la création de ce programme, on trouve des scientifiques de renom, comme le météorologue et climatologue suédois Bert Bolin ou encore le chimiste de l'atmosphère néerlandais Paul Crutzen.

Parallèlement, le sujet de la diversité du vivant, que des scientifiques engagés ont cherché à placer au sein des débats socio-économiques et des politiques publiques depuis les années 1970, en particulier au moyen du concept de « services écosystémiques » (Holdren et Ehrlich, 1974 ; Westman, 1977), s'affirme avec une force inédite. En 1984, le biologiste américain de la conservation et spécialiste de l'Amazonie Thomas Lovejoy propose d'échanger de la dette contre de la protection de la nature. Et l'année suivante, le biologiste américain Walter Rosen forge le concept de « biodiversité ». Celui-ci marque une rupture épistémologique, en conduisant au rapprochement de plusieurs domaines : l'écologie, la génétique, la systématique, la paléontologie, la biogéographie, l'éthologie et la physiologie.

Ces prises de conscience s'accompagnent d'une intensification de la circulation des idées scientifiques, avec une reconnaissance progressive de ce que la division du travail scientifique issue de la massification de la recherche dans les pays industrialisés doit être corrigée par un recours à l'interdisciplinarité et aux théories de la complexité, notamment pour se saisir des enjeux multiples du développement. Approches systémiques, théories critiques et expérimentations interdisciplinaires fleurissent un peu partout, notamment dans les organismes de recherche thématique et appliquée, au Nord comme au Sud. En France, l'INRA, puis le Cirad, se dotent de départements de recherche dédiés. Nourrie de sciences de l'ingénieur, la recherche agronomique joue un rôle pionnier dans l'intégration des finalités systémiques<sup>5</sup> à une pensée actionnable du développement qui prenne en compte les besoins et les projets des acteurs socioéconomiques.

<sup>3</sup> Environmental Defense Fund, New York, 1967 ; Natural Resources Defense Council, New York, 1970 ; ENDA-Tiers Monde, Dakar, 1972 ; TERI Tata Energy Research Institute, Delhi, 1974 ; Institut pour une politique européenne de l'environnement, Bonn, 1976 ; World Research Institute, Washington, 1981 ; Bangladesh Center for Advanced Studies, 1984 (liste non exhaustive).

<sup>4</sup> Sous l'égide de l'OMM, de l'ICSU et de l'Unesco.

<sup>5</sup> On peut en effet établir une généalogie de l'écologisation des sciences agronomiques, de la prise de conscience, dans les années 1960, de la fragilité de la fertilité des sols et de la santé des plantes, appelant à une approche clinique de systèmes de culture, à l'élaboration de la notion d'agroécosystème dans les années 1980.



### 2.1.2 ♥ Entrée en scène des promoteurs des sciences de la durabilité et premières définitions du champ (1987 – 2002)

Entravées par un contexte géopolitique instable et par les difficultés propres à la maturation plurielle de leurs propositions, les sciences critiques du développement et de « vigie » environnementale ne retrouvent qu'au milieu des années 1980 une atmosphère porteuse pour leur institutionnalisation. En 1983, l'Assemblée générale des Nations unies établit une Commission mondiale sur l'environnement et le développement, présidée par la Première ministre de Norvège Gro Harlem Brundtland. En 1987, la Commission publie son rapport *Notre avenir à tous*, consacrant le concept du développement durable, dont la définition a fait l'objet d'intenses négociations : « un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».

Le principe d'équité intragénérationnelle, héritage direct des débats de Stockholm, est central dans le rapport. Ce dernier va nourrir une très intense activité scientifique et institutionnelle, du Sommet de la Terre de Rio en 1992 jusqu'à la conférence de Johannesburg en 2002.



La Commission Brundtland, dont les membres sont issus du monde politique, commandite de nombreuses études. Un rapport lancé par l'IIASA en 1983, *Sustainable Development of the Biosphere* (Clark et Munn, 1986), vise à fournir des fondements scientifiques à ses travaux. L'un de ses coéditeurs est William Clark, alors jeune chercheur à l'interface entre écologie, modélisation et science politique. Il est profondément séduit par le concept de développement durable : « *[The] genius of the Brundtland Commission [...] was the focus on a single concept, that is of well-being, how people's quality of life is advancing.* »

La seconde moitié des années 1980 voit s'intensifier les rencontres entre scientifiques, ONG et politiques sur le changement climatique. La Suède, de son côté, maintient son soutien au processus onusien sur les défis environnementaux, en se dotant de think tanks qui s'appuient fortement sur la science. Le Beijing Institute, créé en 1977 à l'Académie royale des sciences suédoises, mène des travaux sur les questions d'énergie et d'écologie humaine. En 1989, il se voit renforcé par le Stockholm Environment Institute (SEI), établi par le parlement suédois. La Suède finance aussi des travaux scientifiques qui vont alimenter la création du Giec en 1988. Son premier président est le météorologiste et spécialiste du cycle du carbone Bert Bolin, qui en a été l'un des principaux artisans. C'est aussi le cas du chimiste et biologiste britannique Gordon Goodman. Alors directeur de l'Institut Beijing, celui-ci contribue également, la même année, à la fondation du réseau international des ONG sur le climat, le Climate Action Network (CAN). Conçu comme un réseau d'ONG pour aiguillonner les politiques des pays, le CAN veut aussi porter la voix des pays du Sud dans les négociations sur le climat (Weill, 2021).

De nouveaux courants scientifiques émergent pour penser et éclairer le développement durable. C'est le cas de la communauté « Ecological Economics », ainsi définie par l'écologue et économiste Robert Costanza, qui fonde la revue éponyme en 1989 : « A new transdisciplinary field of study that addresses the relationships between ecosystems and economic systems in the broadest sense. These relationships are central to many of humanity's current problems and to building a sustainable future » (Costanza, 1991).

Par ailleurs, une nouvelle théorie de la gestion des ressources en « biens communs » est développée par la politologue et économiste américaine Elinor Ostrom (Ostrom, 1990). Cette dernière explicite les conditions dans lesquelles peuvent émerger des règles collectives de gestion durable d'une ressource, dont les utilisateurs sont en situation de concurrence, mais ont du mal à limiter le droit d'accès, les limites étant controversées et les infractions peu visibles. La résolution de ces controverses et la mise en visibilité des limites de la ressource, des infractions aux règles et des sanctions, sont les leviers proposés pour l'établissement de règles durables, s'appuyant sur les craintes communes des usagers de la non durabilité de leurs pratiques et règles de gestion. Ostrom recevra en 2009 le prix de la Banque de Suède (prix Nobel d'économie).

Après la chute du mur de Berlin en 1989, la montée en puissance de la régulation libérale des échanges mondiaux affaiblit l'impératif de solidarité et l'approche intergénérationnelle du développement durable. C'est dans ce contexte que les notions de soutenabilité « faible » et « forte » sont proposées (Pearce, 1993). Si les dimensions sociale, environnementale et économique du développement durable ne sont pas explicites dans le rapport Brundtland, elles le deviennent à Rio dans l'Agenda 21. Mais l'explicitation s'arrête là. Pour pallier la faiblesse opérationnelle du concept, il est souvent présenté comme un triple objectif ou encore comme un ensemble de trois « piliers » - social, environnemental et économique -, dont les énoncés et les visées vont être éminemment variables (Purvis, 2018). Comme l'écrira Jacques Theys, figure pionnière du



dialogue entre prospective, enjeux environnementaux et politiques publiques en France, dans une réflexion rétrospective, le développement durable (DD) est une énigme, « un concept normatif sans norme ». Il est, par construction, impossible de savoir *a priori* quels seront les besoins des générations futures ; difficile aussi d'évaluer les limites naturelles qu'ils vont devoir concrètement surmonter pour les satisfaire et, plus largement, de trouver des critères simples d'arbitrage entre générations ou dimensions du développement. (...) Dès le départ, cette notion de DD s'est avérée difficile à opérationnaliser, ce qui a laissé une large place à l'ambiguïté : les indicateurs de DD sont globalement un immense cimetière ! » (Theys, 2019). Tandis que pour Pierre Beccaria, « Une part du problème d'interprétation vient de ce que le développement durable concerne les interactions de deux systèmes complexes peu prédictibles : l'environnement et le développement. La plupart du temps, la main invisible du marché ou l'activité publique les arbitrent grâce à leur capacité à négocier des incommensurables, capacité qui en fait leur vocation première » (Beccaria, 2023).

En juin 1992, le Sommet de la Terre, dont la préparation, intense, a duré plusieurs années, se tient à Rio. C'est la plus grande réunion internationale organisée pour l'époque<sup>6</sup>. Les principaux textes adoptés sont l'Agenda 21 et la convention sur le climat, qui tous deux intègrent le principe de précaution, la déclaration de Rio et la convention sur la biodiversité. La convention sur la désertification, qui y est préparée, sera signée deux ans plus tard. Le Sommet de la Terre reconnaît la place de la société civile dans la gouvernance internationale de l'environnement. L'Agenda 21 fait des collectivités locales des acteurs de plein droit et recommande la création de neuf « groupes majeurs », dont celui sur les communautés scientifiques et technologiques<sup>7</sup>, conviés à participer aux activités de l'ONU sur le développement durable et à le promouvoir dans les sociétés. Enfin, pour suivre les progrès de l'Agenda 21 et intégrer les objectifs relatifs à l'environnement et au développement dans l'ensemble du système des Nations unies, une Commission du développement durable est créée. Mais alors que les dommages environnementaux deviennent de plus en plus tangibles, y compris au Sud, la rencontre entre pays développés et en développement est difficile à Rio, dans un contexte de diminution de l'aide au développement et d'exacerbation de la compétition économique mondiale (Banuri, 1993).

Bien qu'il considère le Sommet de la Terre comme un grand succès politique, William Clark est déçu que le concept de développement durable n'y ait pas joué un rôle intégrateur pour les politiques scientifiques : « *What we did [at Rio] was [to] encourage more work in the individual disciplinary silos and in their applications side parts. [...] There was nothing in Agenda 21 on the science infrastructure we'd set up [...] to say how do we collaborate together.* »

Avec le géographe et membre de l'Académie des sciences américaine Robert Kates, Clark partage l'analyse d'une distance croissante entre l'impulsion politique donnée à Rio, et les bases scientifiques et techniques à l'origine de cette dynamique. Peu après Rio, Kates, avec quelques autres scientifiques influents<sup>8</sup>, initie la production d'un rapport au National Research Council (NRC), dont Clark est le directeur exécutif. *Our Common Journey – A Transition Toward Sustainability*, paraît en 1999 (NRC, 1999). Il s'agit de structurer les efforts de recherche pour le développement durable à l'horizon des deux prochaines générations : « *Because the pathway to sustainability cannot be charted in advance, it will have to be navigated through trial and error and conscious experimentation. The urgent need is to design strategies and institutions that can better integrate incomplete knowledge with experimental action into programs of adaptive management and social learning.* » (NRC, 1999 p. 10).

Le rapport appelle à davantage de moyens pour produire des connaissances pour les « communs globaux » – atmosphère, terre et eau – mais aussi pour les rendre utiles et accessibles : « *This transition could be achieved without miraculous technologies or drastic transformations of human societies. What will be required, however, are significant advances in basic knowledge, in the social capacity and technological capabilities to utilize it, and in the political will to turn this knowledge into action.* » (NRC, 1999 p. 7).

Mais l'ambition de Kates et Clark va bien au-delà des États-Unis. Ils souhaitent lancer une initiative internationale au Sommet mondial sur le développement durable à Johannesburg en 2002, comme en témoigne William Clark : « *We knew other countries were doing similar stuff and that there was no place they were coming together and we didn't want this to emerge yet again as a place where America would scream we're doing it all.* » Pour ce faire, ils réunissent une vingtaine de scientifiques en

<sup>6</sup> Elle réunit près de 120 chefs d'État, 8 000 délégués de 178 pays, 3 000 représentants de 1 450 ONG accréditées et en tout plus de 1 500 ONG. La participation d'un grand nombre d'intérêts publics et privés, depuis les organisations environnementales locales jusqu'aux entreprises multinationales en passant par les scientifiques et les populations indigènes, y est sans précédent.

<sup>7</sup> Les autres groupes majeurs doivent représenter les femmes, les jeunes dont les enfants, les peuples indigènes, les ONG, les collectivités territoriales, les travailleurs et les syndicats, les entreprises et l'industrie, et les agriculteurs.

<sup>8</sup> Dont Robert White et Bob Freedman, alors directeurs respectivement de la National Academy of Engineering et du National Center for Atmospheric Research.



Suède en octobre 2000. Le fruit de cet atelier est un article collectif qui paraît en 2001 dans la revue *Science* (Kates, 2001) et structure les SdD autour de grandes questions. Kates réaffirmera dix ans plus tard l'importance de cette démarche : « [The] roles of the international and regional scientific organizations began with sustainability science already in the air and in print but needing theoretical and methodological framing beyond the topics of individual research. One such framing is the search for core questions or research themes that transcend the local or sectoral problems considered in most of the sustainability science literature and address human–environment (also nature–society and socioecological) interactions » (Kates, 2011). Des conférences au Nigeria, en Thaïlande, en Allemagne, au Canada, au Chili et au Mexique s'ensuivent, qui préparent « l'atterrissage » du processus à Johannesburg.

Dans le même pas de temps, un processus d'intégration s'enclenche au sein des communautés scientifiques sur les changements globaux. En 1991, le programme DIVERSITAS est fondé, puis l'International Human Development Programme (IHDP) en 1996, qui vise à étudier la manière dont les humains contribuent aux changements globaux, sont influencés par ces changements et peuvent les atténuer ou s'y adapter. L'IGBP est alors en plein essor et implique plusieurs milliers de chercheurs.

Hans Joachim Schellnhuber, physicien théoricien, crée en 1993 l'Institut de recherche de Potsdam sur les impacts du changement climatique (PIK) (Schellnhuber, 2008). En 1999, il qualifie l'étude du système Terre de « révolution copernicienne » (Schellnhuber, 1999). « [Il] a eu un rôle extrêmement profond [...] pour la définition du système Terre comme objet, et pour opérer le tournant de l'IGBP entre la fin des années 1990 et le début des années 2000 vers une focalisation sur [Earth System Science] comme science intégrée » (Dutreuil, 2016, p. 570-571). Schellnhuber propose une synthèse ambitieuse entre sciences du système Terre et durabilité, qu'il décline dans plusieurs ouvrages (Schellnhuber et Wenzel, 1998 ; Schellnhuber, 2004).

Afin de renforcer les liens et la cohérence entre les quatre programmes de recherche sur les changements globaux, une conférence est organisée en juillet 2001 à Amsterdam. Ces programmes sont alors réunis au sein du Earth System Partnership. « [A] new system of global environmental science is required », argumente la déclaration d'Amsterdam. Or, la vision des SdD que défendent Clark et Kates ne se retrouve pas dans cette entreprise d'intégration, quand bien même ils ont aussi participé à la structuration des programmes concernés, l'IHDP pour Kates et l'IGBP pour Clark. Pour eux, toutes les sciences qui peuvent éclairer les acteurs, à toutes les échelles pertinentes, dans la conduite du développement durable pour les deux prochaines générations, doivent s'y employer. Et de réels points aveugles subsistent dans la structuration proposée à Amsterdam. En particulier, dans l'IGBP, le rôle central des modèles va conduire à laisser à la marge les données des écologues (Dutreuil, 2016 p. 563). Et si le programme promeut l'interdisciplinarité, c'est seulement entre sciences de la nature, laissant hors-champ les sciences sociales. C'est pourquoi Kates et Clark décident d'organiser un symposium sur les SdD pendant la conférence d'Amsterdam, qui s'appuie sur la publication dans *Science* parue en avril (Kates, 2001). « *The trick was: could we bend the agenda of the international science community to have some more of its energies devoted to this problem-driven human environment interaction stuff, not so exclusively driven by the fundamental science of the Earth system, which is where IGBP had ended up?* », se souvient William Clark. *In fine*, le symposium ne figurera pas dans la déclaration d'Amsterdam. Les SdD vont alors nécessiter la création de structures propres à leur déploiement.

Dans le même temps, les travaux autour du concept de résilience prospèrent dans l'étude des socio-écosystèmes (SES). La polysémie du terme de résilience, utilisé dans la science des matériaux, la chimie, la philosophie ou encore la psychologie, a conduit à sa diffusion dans les questions d'environnement (Bourbeau, 2018). L'article séminal de l'écologue Crawford Stanley Holling sur la résilience des systèmes écologiques (Holling, 1973) est à l'origine d'une littérature fournie sur la « résilience socio-écologique ». Holling définit la résilience comme « [a] measure of the ability of these systems to absorb changes of state variables, and parameters, and still persist » (Holling, 1973). Cette définition connaît ensuite des enrichissements, élargie à « the capacity of linked social-ecological systems to absorb recurrent disturbances [...] so as to retain essential structures, processes, and feedbacks » (Adger, 2005). La résilience sera le cheval de bataille de l'ensemble de la carrière scientifique et institutionnelle de l'écologue et économiste suédois Carl Folke, l'un des fondateurs de la Resilience Alliance en 1999.

L'entrée dans le nouveau millénaire, fortement symbolique, est aussi un moment de bascule dans la perception des impacts des activités humaines sur la planète. En 2000, l'historien américain John McNeill publie un ouvrage qui documente les impacts considérables du genre humain sur la terre depuis la Révolution industrielle, tout particulièrement au XX<sup>e</sup> siècle. *Something New Under the Sun - An Environmental History of the Twentieth-Century World* remporte un grand succès dans le



monde anglo-saxon (McNeill, 2000). En considérant le développement des sociétés humaines au prisme d'une pensée des métabolismes, l'histoire environnementale, structurée depuis les années 1970 à partir de la recherche états-unienne, documente sous forme de séries longues les prélèvements et pollutions engendrés par l'activité humaine, tout en s'efforçant de faire ressortir les inégalités entre groupes sociaux et aires géographiques, notamment à travers le concept d'« hectares fantômes » dans l'approche de l'empreinte des différents acteurs. La géographie s'empare aussi de ces sujets, en mettant l'accent sur les effets de l'interconnexion et de l'urbanisation généralisées du monde (Lussault, 2013).

En 2001, le Giec, dans son troisième rapport, documente pour la première fois les impacts de la hausse des températures dues aux activités humaines sur les systèmes biologiques. En d'autres termes, les politiques à mener pour lutter contre les risques de réchauffement climatique sont en train de passer du statut de la précaution à celui de la prévention (Weill, 2021).

De son côté, le chimiste de l'atmosphère Paul Crutzen, prix Nobel de chimie en 1995 avec Mario Molina et Frank Sherwood Rowland pour leurs travaux sur la formation et la décomposition de l'ozone, traduit ce constat par un néologisme, celui d'« anthropocène ». Après une première publication dans une newsletter de l'IGBP (Crutzen et Stoermer, 2000), Crutzen publie un court article dans *Nature* (Crutzen, 2002) qui formule la proposition suivante : « It seems appropriate to assign the term 'Anthropocene' to the present, in many ways human-dominated, geological epoch, supplementing the Holocene – the warm period of the past 10–12 millennia. The Anthropocene could be said to have started in the latter part of the eighteenth century, when analyses of air trapped in polar ice showed the beginning of growing global concentrations of carbon dioxide and methane. This date also happens to coincide with James Watt's design of the steam engine in 1784. »

Discuté, contesté, le concept d'anthropocène, ou à tout le moins son idée, s'impose comme le cadre dans lequel toute science inscrite dans le « principe responsabilité » (Jonas, 1979) devrait se situer : celui d'un monde sous tension systémique, dont l'intégrité fondamentale n'est plus assurée à moyen terme.

### 2.1.3 Vers la consolidation internationale des sciences de la durabilité.

#### De la légitimation à l'institutionnalisation (2002-2019)

Au sein des relations internationales, les négociations sur le commerce, suite aux accords de Marrakech en 1994, élargissent la libéralisation à de nombreux domaines, et limitent de ce fait tout volontarisme sur les questions d'environnement et de développement durable à l'ONU. Le Sommet de la Terre n'a pas permis de construire des réponses opérationnelles aux problèmes aigus du développement. Ceci conduit l'Assemblée générale de l'ONU à adopter, en 2000, les Objectifs du Millénaire pour le développement à l'horizon 2015. Le Sommet mondial du développement durable qui se tient à Johannesburg en 2002 (Rio+10) est programmé pour donner lieu à des engagements concrets, en particulier à des partenariats public/privé, pour financer le développement durable. Les défis liés à la pauvreté, à la faim et à l'accès aux services essentiels dans les pays du Sud (eau, énergie et santé) ainsi qu'à la protection des ressources naturelles et de la biodiversité sont placés au cœur de l'agenda du Sommet, et de la Déclaration du Millénaire qui y est adoptée.

Par rapport à Rio, Johannesburg voit une présence plus affirmée des délégations d'institutions scientifiques, alors que des mesures concrètes y sont attendues. L'intensité et la complexité de la crise systémique qui affecte la Terre appellent en effet un effort de recherche inédit pour produire des solutions actionnables. Sciences de la nature et du système Terre, sciences de l'ingénieur et sciences humaines et sociales s'ouvrent peu à peu à une « interdisciplinarité large », favorisée dans beaucoup de pays par des programmes ambitieux de recherche finalisée et thématisée autour des enjeux du développement durable. En France, la création des UMR, puis de l'ANR, contribuent à ce changement culturel. Mais ces initiatives, relativement convergentes sans être coordonnées, ne s'inscrivent que pour une faible part sous l'étendard des SdD.

Avec le retour au premier plan des tensions géopolitiques suite aux attentats de 2001, les illusions iréniques d'une « fin de l'histoire » se dissipent, mais le verrouillage de l'agenda international par les forces du marché et la puissance montante des firmes transnationales, à la fois de l'« ancienne » et de la « nouvelle » économie, continue à représenter le principal obstacle à des réformes *science-based* des modèles de développement.

La période 2002-2019 se caractérise ainsi par une tension globale entre d'un côté une affirmation forte des SdD et de leur potentiel transformateur sous toutes ses déclinaisons, et d'un autre côté, une affirmation parfois brutale des intérêts à court terme et égoïstes de telle puissance, de telle firme, de tel lobby, avec la montée particulièrement préoccupante de la violence des débats sur les enjeux liés au climat et à la biodiversité, et plus encore des formes de répression de l'action environ-



nementale. L'implication des communautés de recherche dans les enjeux de l'époque se traduit à la fois par un dissensus interne aux organismes et par une contestation multiforme des propositions issues de la recherche ; le développement des outils de communication numériques amplifiant à la fois la circulation de l'information scientifique et technique et celle de ses formes d'instrumentalisation ou de remise en cause.

La crise pandémique et les premiers grands événements climatiques disruptifs du tournant des années 2020 viennent clore cette période en offrant une nouvelle alternative plus préoccupante encore : construire un chemin de transition inclusif global par une coopération internationale scientifiquement informée, ou traiter par les rapports de force la répartition des dommages liés à l'approfondissement de la crise écologique globale.



C'est autour de Rio+10 que l'accélération de l'implication des scientifiques pour le développement durable se produit. Johannesburg voit converger de nombreux acteurs qui ne se sentaient pas encore concernés par ce type de grands rassemblements mondiaux (« Sommits de la Terre » des Nations unies) dix ans plus tôt. Bernard Hubert, ancien chef de département à l'Inra, à qui la directrice générale de l'institut Marion Guillou a confié, ainsi qu'à l'économiste de l'environnement Olivier Godard, une mission sur le développement durable au tournant des années 2000 (Hubert et Godard, 2003), se souvient : « [La] plupart d'entre nous s'est demandé ce qu'on irait faire à Rio. [...] La question ne s'est plus posée à Johannesburg. Si on n'y était pas, on loupait quelque chose. Marion Guillou voulait qu'on s'y rende dans la perspective que l'Inra contribue de manière significative aux réflexions gouvernementales sur la stratégie nationale du développement durable dans le cadre de la Déclaration du Millénaire des Nations Unies. »

C'est aussi après Rio+10 que les SdD vont s'incarner dans des institutions, des associations et réseaux scientifiques, ainsi que dans des revues spécifiques. Le nombre de publications qui utilisent les mots clés « *sustainability* » ou « *sustainability science* », croît exponentiellement à partir des années 2000. Un jalon important est la création d'une section spéciale aux PNAS en 2006. La même année, l'Université des Nations unies à Tokyo lance la revue *Sustainability Science*, qui suit la création en 2005 de l'*Integrated Research System for Sustainability Science*, un réseau de recherche des universités japonaises. Et d'autres revues vont suivre, comme *Current Opinion in Environmental Sustainability* en 2009 ou encore *Nature Sustainability* en 2019. Pour autant, avant 2006, des articles ainsi labellisés ont déjà été publiés dans des revues comme *Landscape Ecology* (créée en 1987), *Ecological Economics* (1989), *Global Environmental Change - Human and Policy Dimensions* (1990), *Environmental Science and Policy* (1998) ou encore *Ecology & Society* (2004).

Selon des modalités fort variées, des établissements de recherche et d'enseignement supérieur commencent à faire des SdD un élément constitutif de leur projet. En 2002, le vice-président exécutif de l'Université de Columbia, Michael Crow, rejoint Arizona State University avec ce but affiché. Il la renomme The New American University et y opère une véritable mutation. William Clark, membre de son Conseil d'orientation, se souvient : « He said, "Look, 10 years from when I found this, here's how you should assess whether I'm being successful or not. If we are hiring and then promoting up-ladder to tenure people because of the interdisciplinary sustainability-driven work they do, then I'm being successful. [...] And in fact, he succeeded. [...] Arizona State University, which I bet you as I had never even heard of 20 years ago, has more members in the section of our National Academy of Sciences, that is, people doing human-environment interactions, than any other institution in America. »

De l'autre côté de l'Atlantique, le Social, Technological, Environmental Pathways to Sustainability Center (STEPS) est créé en 2006 à l'Université du Sussex. Ce centre du UK Economic and Social Research y est établi grâce à la collaboration de l'Institute of Development Studies (IDS) et de la Science Policy Research Unit (SPRU). Sa forte identité, qui s'appuie sur les Science and Technology Studies (STS) et les Development Studies, repose sur un cadre intellectuel et une stratégie affirmés par les directeurs fondateurs, Melissa Leach (IDS), Ian Scoones (IDS) et Andy Stirling (SPRU) : faire entendre la voix des plus démunis dans les transformations vers la durabilité, à travers des travaux de recherche inclusifs engageant fortement chercheurs et acteurs, déclinés dans l'approche Pathways and Transformations to Sustainability et le *New Manifesto* (STEPS, 2010). En 2010, ce texte entend revisiter et élargir la vision, produite 40 ans plus tôt, par l'Université du Sussex, à la demande des Nations unies : le Sussex Manifesto (Singer, 1970) s'était alors penché sur le potentiel des sciences et des technologies à traiter les défis du développement. Après le Sommet de la Terre, pour les fondateurs de STEPS, l'innovation pour la durabilité se doit d'être coconstruite avec les intéressés, équitablement distribuée et diversifiée. Le Centre va connaître un fort rayonnement dans le réseau international qu'il construit en Argentine, en Chine, en Inde, au Kenya, au Mexique, aux États-Unis et en Suède (Stockholm Resilience Center).





Cette dynamique croise celle de l'émergence, au tournant des années 2000, d'une communauté scientifique sur les études de transition des systèmes sociotechniques. Celle-ci est largement originaire des Pays-Bas, où elle naît en particulier sous l'impulsion du sociologue Frank Geels et de l'historien Johan Schot, tous deux formés à l'Université de Twente sous la supervision d'Arie Rip, l'un des grands spécialistes des STS, et tous deux impliqués dans la recherche sur les politiques d'innovation. Avec la création en 2009 du Sustainability Transitions Research Network, et par le lancement en 2011 de la revue *Environmental innovations and Societal Transition*, la communauté des Transition Studies se structure à l'échelle internationale. Elle devient partie intégrante du champ des SdD, comme en témoigne un numéro spécial dans la section dédiée au PNAS (PNAS, novembre 2023) qui en décrit l'évolution : « That community of transition scholars has long focused on understanding the long-term development of consumption-production systems [Geels 2015] but is increasingly reaching out to incorporate environmental concerns in its work and to address the sustainability of those systems » (Geels 2023).

En 2007, le Stockholm Resilience Center (SRC) est établi par Carl Folke et l'hydrologue suédois Johan Rockström comme un centre commun avec le Beijer Institute et le SEI, avec le fort soutien de l'Université de Stockholm et du gouvernement suédois. Les missions initiales du SRC sont de faire progresser « the understanding of socio-ecological systems » et de générer « new and elaborated insights and means for governance and management of ecosystem services for long-term sustainability ». Pour le chercheur britannique Ian Scoones, « *The SRC had an intellectual home in resilience, with the Resilience Alliance* ». De fait, Folke continue à développer sa pensée de la résilience qui irrigue le SRC (Folke, 2010). Placé sous la responsabilité du vice-chancelier de l'Université de Stockholm, le Centre interagit avec toutes les facultés, mais sans délivrer de diplômes. Il offre un lieu de collaboration entre les doctorants, formés dans une interaction avec les postdoctorants et des chercheurs seniors. Il est aujourd'hui considéré comme l'un des centres les plus importants des SdD.

Le terme d'anthropocène, qui a connu un grand succès au sein de l'IGBP, n'est traité qu'à partir de la fin des années 2000 sous l'angle de la stratigraphie (Zalasiewicz, 2008, 2011). Il fait alors aussi son entrée dans les sciences humaines (Chakrabarty, 2009) et dans la sphère publique. Le terme, son sens et son rôle ne cessent depuis lors d'être passionnément débattus, tandis que des terminologies alternatives abondent. Il devient aussi une référence incontournable dans le discours des institutions qui ont fait le choix des SdD, et même dans des projets de collectivités ou de territoires.

Le tournant des années 2010 est celui de l'affirmation sur la scène internationale des pays émergents (Chine, Inde, Brésil et Russie) qui se réunissent pour la première fois en juin 2009 à Ekaterinbourg. Trois ans après que la Chine soit devenue le premier émetteur mondial de gaz à effet de serre, la quinzième COP climat (COP15), qui se tient à Copenhague en décembre, ne donne pas lieu à un accord universel. Mais à l'initiative du G20, un accord quantitatif est conclu impliquant la Chine, le Brésil et l'Inde (Colombier, 2015).

Deux mois avant la COP15, paraît l'article princeps sur les limites planétaires (Rockström et al., 2009), qui vise en particulier à élargir le traitement des défis globaux bien au-delà des changements climatiques. Parmi ses signataires, figurent Johan Rockström, Carl Folke et d'autres promoteurs des SdD, comme la géographe Diana Liverman, le chimiste Will Steffen ou encore Joachim Schellnhuber. Trois ans plus tard, se concrétise le processus de création de la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES).

La conférence des Nations unies sur le développement durable à Rio en juin 2012 (Rio+20), est marquée par le lancement de l'agenda post-2015. Il s'agit de poursuivre la lutte contre la pauvreté, initiée par la déclaration du Millénaire, en s'attaquant à ses causes structurelles et ses facteurs de résurgence et de renforcement (faiblesse institutionnelle, exposition aux catastrophes naturelles ou aux menaces climatiques), tout en y associant les trois piliers du développement durable. Il s'agit en outre de se mettre d'accord sur des objectifs universels, applicables dans tous les pays de façon différenciée selon leur niveau de développement : les objectifs du développement durable (ODD). Leur principe est acté en juin 2012 à Rio et l'année suivante, le processus pour penser l'après-2015, intégrant les objectifs du Millénaire dans le cadre plus large des ODD, est lancé. L'objectif est de disposer de cibles et d'indicateurs significatifs, d'introduire une approche cohérente dans la formulation des cibles, engagements et standards adoptés dans les différentes enceintes des Nations unies, et de trouver des traductions nationales sous forme d'indicateurs, pour assurer un suivi harmonisé de la mise en œuvre des ODD. Ce suivi se fera au sein du Forum politique de haut niveau, qui vient remplacer la Commission du développement durable créée à Rio en 1992.



À Rio+20 également, le processus de rapprochement des programmes de recherche sur les changements globaux, initié à Amsterdam en 2001, aboutit à la création de la plateforme Future Earth, dont l'objectif est de développer des recherches pour la durabilité en partenariat avec les acteurs de la société. Le programme mondial sur le climat n'a pas souhaité rejoindre la plateforme, qui rassemble *in fine* l'IGBP, DIVERSITAS et l'IHDP, appelés à fusionner.

En 2015, l'Agenda 2030 des ODD est adopté à New York, et l'Accord de Paris est signé dans la capitale française. Ces deux accords, à portée universelle, aspirent à rompre l'asymétrie Nord-Sud. Ils marquent un moment important de rapprochement des mondes de la recherche et de la décision, unis autour d'une vision désormais partagée des défis de la planète. Pour autant, les arbitrages essentiels restent à opérer, et les chemins de mise en œuvre des transitions (énergétique, alimentaire, etc.) à concevoir.



« Dans le domaine de l'environnement, la question n'est pas seulement de faire quelque chose, mais de le faire à temps. Avant c'est souvent trop tôt, après c'est trop tard : l'inanité est une des menaces les plus importantes qui pèse sur l'efficacité des politiques de la nature. L'intelligence des temps est ainsi pour moi une des conditions majeures d'une soutenabilité forte », expose Jacques Theys (Theys et Guimont, 2019). Le premier rapport pour éclairer les délibérations de l'Assemblée générale des Nations unies sur l'examen quadriennal des ODD, produit par un groupe indépendant de scientifiques tel que décidé à Rio+20, est publié en 2019 (GSDR, 2019). Il reconnaît que les pays sont encore très loin de parvenir aux objectifs de l'Agenda 2030 et définit six points d'entrée pour la transformation, dont les systèmes alimentaires et les schémas nutritionnels. Il marque aussi une forte reconnaissance des SdD. Mais une fois encore, l'effort consenti n'est pas à la hauteur des besoins : « Sustainability science has attracted tens of thousands of researchers, practitioners, knowledge users, teachers and students from diverse institutions and disciplines across the world. However, massive investment from the scientific and engineering communities, as well as funding bodies, is still needed. » (GSDR, 2019 p. xxxii).

Des crises sociales chroniques dans les pays industrialisés et émergents, la montée des populismes et leur agenda climatosceptique et anti-science, le surgissement de la pandémie de Covid 19, puis l'invasion de l'Ukraine par la Russie et la montée des tensions en Asie autour de Taïwan portent un coup à l'esprit de coopération internationale, fragilisant l'ONU et ses agences, ainsi que les panels d'expertise scientifique internationale au tournant des années 2020. Après trente ans de lente structuration, le champ des SdD est confronté à son premier grand test géopolitique : affirmer la priorité de son agenda d'accompagnement de transformations pour la viabilité à long terme, sur le court-termisme des intérêts antagoniques constitués. Comme l'écrivent Phil Johnstone et Johan Schot, « Indeed, the past few years demonstrate that it may be wise to follow the well-known maxim attributed to Oscar Wilde: expect the unexpected. Shocks may become the new normal, closing down or opening up specific transition pathways. These may be pathways that were perceived as impossible. For example, ones that put a lot of emphasis on energy saving, frugality and localization but also ones that lead to an intensified search for and massive deployment of geo-engineering and carbon capture and storage technologies. Accordingly, sustainability science will need more research on the role of shocks in sustainability transitions. » (Johnstone & Schot, 2023).

Malgré la réussite partielle de leur ancrage dans l'espace académique international, les SdD n'en sont encore que l'une des composantes, invitées à une partie seulement des interfaces de la relation science – action publique, et avec une performativité qui demande encore à être analysée. La fragilité actuelle du système des relations internationales, ainsi que de la gouvernance des transitions et des usages des sciences et de leurs données et analyses, constitue la preuve de la pertinence d'une approche transversale et finalisée de la recherche, et souligne la nécessité d'en penser en termes stratégiques l'organisation internationale et les impacts.



## 2.2 Analyse définitionnelle et traductionnelle des sciences de la durabilité

Les sciences de la durabilité (SdD) constituent un champ en forte expansion, mais la définition s'en est malgré tout à peu près stabilisée, aussi bien comme domaine d'investigation que comme projet de connaissance à l'interface avec l'action. On peut les considérer en première approximation comme un nexus de nexus porté par une communauté de communautés, cette dernière étant animée par un souci d'actionnabilité et une vive conscience de l'urgence à agir et du caractère systémique et politique des défis du temps présent. La connaissance qu'il s'agit de produire n'est pas assimilable à un stock constitué par sédimentation, mais à un processus d'intelligence collective métabolisée dans l'implémentation itérative de transitions multi-échelles et multicritères. Par l'implication dont elles sont porteuses, les SdD sont intrinsèquement transformatives.

Le rapport du National Research Council états-unien de 1999 sur les SdD identifiait trois tâches prioritaires « for advancing the research agenda of what might be called "sustainability science" » (NRC, 1999, p. 10-11). La première portait sur la nécessaire articulation des échelles : « Develop a research framework that integrates global and local perspectives to shape a place-based understanding of the interactions between environment and society ». La deuxième insistait sur l'étude des interactions entre environnement et société : « Initiate focused research programs on a small set of understudied questions that are central to a deeper understanding of interactions between society and the environment ». La troisième, enfin, en appelait à une meilleure actionnabilité de la recherche, pas nécessairement fondée sur un raffinement poussé des instruments : « Promote better utilization of existing tools and processes for linking knowledge to action ».

Dès 2001, le géographe Robert W. Kates, l'écologue William C. Clark et le réseau interdisciplinaire qu'ils ont commencé à structurer aux États-Unis et au-delà, pensent pouvoir acter la naissance d'un nouveau « champ scientifique » : « A new field of sustainability science is emerging that seeks to understand the fundamental character of interactions between nature and society. Such an understanding must encompass the interaction of global processes with the ecological and social characteristics of particular places and sectors » (Kates et al, 2001).

Mais il ne s'agit pas seulement d'une adaptation de l'offre scientifique à une demande marquée du sceau de l'urgence : la recherche elle-même doit procéder à un profond *aggiornamento* de son organisation matricielle. « The sustainability science that is necessary to address these questions differs to a considerable degree in structure, methods, and content from science as we know it », écrit Robert W. Kates (Kates, 2011). Et Bert De Vries, spécialiste néerlandais des modèles globaux sur l'énergie et le climat, de surenchérir : « We need a new science, one that uncovers the unity of science and mobilizes understanding and offers context » (De Vries, 2023).

Dans leur étude du champ définitionnel des SdD, Fang et al. (2018) font ressortir la prévalence des interrelations sociétés – environnement comme objet, de l'interdisciplinarité et de la transdisciplinarité comme défis, et de l'actionnabilité comme enjeu (cf. tableau 1).

**Table 1.** Content analysis of the existing SS definitions and characterizations. For a list of the original definitions and characterizations, please refer to the online Supplementary Materials Table S2. For the codebook used for analyzing the definitions and characterizations, please refer to the online Supplementary Materials Table S3.

Key Points in SS Definitions	Frequency (%)	Key Elements of SS	Categories
1. Life support systems	9	1. What is to be sustained?	Research Objectives
2. Human well-being	14	2. What is to be developed?	
3. Future generations	9	3. Sustainable for how long?	
4. Strong sustainability	14	4. Strong or weak sustainability	
5. Human–environment interactions	49	5. Understanding human–environment interactions	Research contents
6. Emergent properties	3		
7. Linking knowledge to action	30	6. Linking knowledge to action	
8. Interdisciplinary	40	7. Cross-disciplinarity	
9. Transdisciplinary	42		
10. Use-inspired	9	8. Use-inspired	Research Characteristics
11. Problem-driven	47		
12. Solution-oriented	35		
13. Place-based	9	9. Place-based	
14. Scale-multiplicity	21	10. Scale-multiplicity	



« Sustainability science is a use-inspired, basic science of sustainable development, which focuses on understanding human-environment interactions and linking the understanding to actions by promoting a place-based, multi-scale, and transdisciplinary approach », en déduisent-ils (Fang et al., 2018, p. 12).

Cette proposition scientifique est née dans l'anglosphère académique, et se distingue donc du modèle français par son organisation institutionnelle et par sa rhétorique. Il importe dès lors de réaliser un travail de traduction critique préalable à toute proposition définitionnelle mobilisable dans la recherche française. La nécessité en est double : ne pas invisibiliser au passage des contributions exprimées dans d'autres « idiomes » académiques, à commencer par celui de la langue française, et trouver le meilleur moyen de connecter l'ensemble des idiomes concernés sans en appauvrir les apports, tout en intensifiant les synergies entre eux. Les SdD ne sont pas porteuses d'une exigence d'arasement épistémologique, mais au contraire de mise en dialogue fécond de la diversité des modes de connaissance disponibles pour une sortie par le haut de la crise de la durabilité.

De fait, la traduction en français du concept de « sustainability science » pose trois difficultés : 1) celle, connue depuis les années 1990, de l'ambivalence entre soutenabilité et durabilité (Vivien, 2005 ; Beccaria, 2023)<sup>9</sup> ; 2) celle de la nécessité en français de spécifier s'il s'agit de science « sur », « de » ou « pour » la soutenabilité / durabilité ; et 3) le problème du singulier ou du pluriel de « la » ou « des » sciences, non déterminé par le singulier générique anglais, qui de fait correspond davantage au concept générique français de « recherche ».

Pour bien cerner le concept de sustainability science et déterminer la traduction française la plus pertinente, il importe donc de développer une analyse en termes d'épistémologie générique<sup>10</sup> (Schmidt et Mambrini-Doudet, 2019) – ce qui ne veut pas dire nier la part de contingence d'un processus de construction du champ dont nous venons de voir qu'il n'a pas été linéaire, et que son devenir ne le sera sans doute pas non plus.

À l'origine du processus, se trouve l'apposition du qualificatif-correctif « sustainable » au concept de « development ». Par la suite, la substantivation de « sustainable » en « sustainability » a permis de reléguer l'idée de « development » à l'arrière-plan, en raison du caractère de plus en plus problématique de celui-ci (du fait de son lien avec la consommation de ressources), en autonomisant en quelque sorte l'objectif de « sustainability ». Celui-ci a pu se développer à partir d'une lecture politique ou d'une analyse scientifique des externalités négatives du développement économique, le plus souvent dans une hybridation des deux approches, donnant naissance à des projets d'action scientifiquement informée (« problem-solving/problem-oriented research »), familiers à la tradition ingénieriale d'une partie de la recherche française. Ainsi, de même qu'il existait depuis longtemps des sciences appliquées (« use-oriented ») au développement, la recherche anglo-saxonne et nord-européenne forgea le concept *ad hoc* de « sustainability science » pour évoquer les recherches ayant pour finalité une soutenabilité / durabilité que la « science normale » et ses modes de programmation ne permettraient pas d'atteindre. Avec toutefois une différence conceptuelle notable : le « développement » est un processus, la « soutenabilité / durabilité » un état stable et un horizon de réalisation. D'où le caractère d'oxymore du concept de développement durable (Stengers, 1999).

Les recherches menées au titre du développement durable dans les années 1990-2000 ont toutefois montré qu'un oxymore pouvait avoir des vertus mobilisatrices et heuristiques, et la proposition des SdD, elle aussi, se révèle d'une forte pertinence en dépit de la contradiction entre mouvement et stabilité qui l'habite. Comme l'écrit Bert de Vries, « Humanity faces a transition period in which many ideas, habits and expectations will be challenged and scientists should therefore offer an integrative perspective on how developments are connected and may unfold. This implies that all scientific disciplines can and should contribute to the content of sustainability science » (De Vries, 2023). Cela vaut aussi pour les différentes traditions académiques nationales ou régionales.

Malgré des points de vue différents entre géosciences, sciences biotechniques et sciences humaines et sociales, il est également nécessaire de pointer la logique anthropocentrée du projet d'ensemble, inscrit dans une perspective de justice intra et intergénérationnelle qui ne prend pas en charge un temps géologique, mais un temps historique relié à un principe de responsabilité morale dégagé des illusions du présentisme. « The overarching goal of this "transformative sustainability science" is for humanity to become better at embracing complex relationships and interactions (complexity) that depend

<sup>9</sup> La « soutenabilité » est une qualité vérifiable à chaque moment d'un processus ; la durabilité ne peut être évaluée qu'*ex post*.

<sup>10</sup> L'épistémologie générique considère que les disciplines et les champs de recherche se comprennent par leur inscription dans la temporalité, avec des phases plus ou moins distinctes d'émergence, de maturation et éventuellement d'épuisement ou de remise en cause.



on local settings and people (contingency); contradictions and conflicts between diverse worldviews; and associated set of values, uncertainty, and ignorance when interacting with each other and with our planet life's support system which we are part of. [...] A starting point is to develop a critical and reflective mindset towards what we can and cannot know, how we know, and why we want to know in an age of accelerating and interconnected change » (König, 2018). De fait, c'est en termes de réponse par anticipation ou par mitigation des fluctuations du changement global qu'il faut comprendre l'axiologie centrale du champ des SdD. Il importe donc, pour les opérateurs de recherche désireux de traduire les propositions du champ pour leur usage, de concevoir une définition des SdD qui soit porteuse à la fois de cet objectif de « flottabilité » d'un nouveau « véhicule » pour l'action publique scientifiquement informée, et de la dimension systémique, transdisciplinaire et transformative de la proposition collective qui en porte l'exigence et l'éthique.

Une traduction littérale et technique de « sustainability science » pour les organismes de recherche publique français serait ainsi quelque chose comme : « recherche finalisée *sur et pour* la soutenabilité [globale du système Terre] [dans une perspective intergénérationnelle] ». « Recherche » plutôt que « science », car c'est de cette manière que l'agir scientifique peut le mieux entrer en synergie (ce qui n'exclut ni réflexivité ni contribution critique) avec les institutions et la société ; « sur et pour », car c'est bien de recherche finalisée par les fins les plus décisives qu'il en va ; et orientée par le souci (*care*) de l'humanité présente et à venir, car il n'est pas de posture complètement décentrée de cette dernière qui soit porteuse de sens pour l'agir humain.

Pour autant, cela ne pose pas de problème pratique de construire un usage collectif autour de l'expression simple « sciences de la durabilité » (en « forçant » le pluriel en français, langue qui donne un sens trop daté à « la Science » au singulier), pourvu que l'on s'accorde sur les éléments qui en sous-tendent la définition. Et cela ne pose pas de problème non plus que chaque institution, chaque communauté épistémique, s'approprie tout ou partie du champ et du projet des SdD en proposant sa propre définition de ce qu'elle entend par « sciences de la durabilité », pourvu que l'accord se fasse sur le fait qu'aucune institution ou communauté ne peut réaliser à elle seule l'agenda de ces sciences ni en confisquer la mise en œuvre. En tant que communauté de second degré, les SdD sont à la fois inclusives et plurielles, aussi bien en termes épistémologiques qu'en termes de valeurs embarquées ; ce qui ne veut pas dire qu'elles ne s'appliquent pas à elles-mêmes des critères de validité et des modes d'évaluation partageables. Par l'enjeu dont elles sont porteuses, il devrait leur est consubstantiel de s'appliquer de hauts standards de qualité. Mais dans un contexte d'urgence et face aux enjeux de développer une science exploratoire, donc épistémologiquement « à risque », les SdD se construisent de fait sur des compromis changeants selon les lieux et les configurations académiques. Cette variation de centre de gravité affecte notamment l'équilibre entre aspects épistémologiques et axiologiques, avec la plus ou moins forte dimension normative de la durabilité (Wiek et al., 2011).

La définition de la « science de la durabilité » proposée en 2022 par l'ANR exemplifie parfaitement cette dialectique nécessaire entre définition englobante du champ et du projet d'une part, et traduction institutionnelle de l'autre. L'Agence pose ainsi que « La science de la durabilité s'intéresse aux interactions complexes entre les systèmes naturels et socio-économiques, et à la manière dont ces interactions affectent, dans le temps et l'espace, les systèmes de maintien de la vie sur la planète, et sa biodiversité, le développement socio-économique et le bien-être humain. Elle ambitionne d'apporter des éléments de réponses, fondées sur la science, aux grands défis sociétaux globaux et d'accompagner les grandes transitions de la société et les risques associés. Dans une approche intégrée, la science de la durabilité favorise – à différentes échelles de temps et d'espace - l'étude des fonctionnements, des dynamiques des éco-et anthro-systèmes, leurs interactions à travers leurs multiples dimensions, qu'elles soient environnementales, écologiques, climatiques, physico-chimiques, ou bien encore culturelles, historiques, juridiques et socio-économiques ».

Inscrite dans la tradition humaniste française et dans une conception de la science fondée sur une division disciplinaire du travail, cette définition n'est pas contradictoire avec celle des promoteurs de la « sustainability science », elle en est tout simplement une modalité de mise en œuvre. De fait, il appartient à chaque institution de traduire selon sa propre matrice l'exigence de dépassement, d'élargissement et de prise en compte de la fragilité systémique de notre monde dont sont porteuses les SdD, pensées comme un engagement plein et entier de la recherche dans la réparation-réinvention de l'habitabilité de la planète.



## 2.3 Caractérisation des sciences de la durabilité

Pour caractériser les sciences de la durabilité (SdD), champ en rapide évolution qui mobilise un nombre croissant de communautés scientifiques, des études scientométriques ont été réalisées depuis le début des années 2010. Celles-ci apparaissent complémentaires aux analyses sémantiques et historiques. Les approches scientométriques peuvent en effet être mobilisées fort utilement pour analyser les champs scientifiques émergents, dès lors que l'on dispose d'un corpus de publications représentatif. Une série d'opérations<sup>11</sup> permet alors de caractériser le champ par sa dynamique, son niveau de structuration interne, ses relations avec d'autres champs, et d'en repérer les éléments principaux : grandes thématiques et leurs relations, institutions les plus impliquées, entrepreneurs institutionnels.

La clé réside dans l'obtention d'un corpus de qualité. Or, ceci pose des difficultés particulières pour un champ émergent. C'est le cas des SdD, pour lesquelles il est impossible de s'appuyer sur des catégories bibliométriques ou institutionnelles établies. Toutes les analyses scientométriques du champ reposent sur des corpus où les publications ont été sélectionnées à partir d'équations assez simples de recherche de la présence de *sustainability science* ou ses équivalents (Annexe 2.3.1.), à l'exception d'une étude récente réalisée par William Clark et Alicia Harley (2020a et b). Ces auteurs ont clairement identifié les limites de ce type d'approches (2020 b) : l'usage de l'expression *sustainability science* est influencé par les stratégies d'affichage, ce qui en fait un marqueur sensible aux effets de mode, et peut conduire à une quantité trop élevée de faux positifs et de faux négatifs. L'analyse bibliométrique et scientométrique qu'ils proposent constitue une référence centrale pour saisir les caractéristiques de ce domaine émergent.

### 2.3.1 ♥ L'approche de Clark et Harley. Méthodologie

Clark et Harley constituent leur corpus sur la base de leur propre expertise et de leur propre expérience. Ils identifient les principaux « programmes de recherche »<sup>12</sup> qu'ils jugent constitutifs des SdD (cf. Tableau 2). Cette méthode « à dire d'experts » a aussi été utilisée dans d'autres domaines, par exemple dans l'analyse de l'émergence de la biologie synthétique, (Raimbault, Cointet, Joly 2017 ; Raimbault, Joly 2021).

Pour délimiter leur corpus, les auteurs s'inspirent de la typologie proposée par Stokes (Stokes, 1997). Les SdD se situent selon eux dans le « quadrant de Pasteur », à la fois sur le front des connaissances, et socialement pertinentes<sup>13</sup>. Il s'agit donc de recherches de base finalisées, ce qui correspond à la caractérisation largement admise des SdD comme *use-inspired basic science* (Fang et al., 2018).

Ce choix conduit les auteurs à construire des équations de recherche ad hoc, afin de sélectionner, pour chaque programme identifié, les publications qui répondent à ces critères<sup>14</sup>.

<sup>11</sup> Qui mobilisent des algorithmes de traitement du langage, d'analyse des réseaux lexicaux et des réseaux sociaux, de « clusterisation » et de visualisation.

<sup>12</sup> Les auteurs utilisent cette expression dans le sens épistémologique (Cf. Lakatos, 1978) et non institutionnel.

<sup>13</sup> En 1997, le politiste américain Donald Stokes vient revisiter les postulats avancés en 1945 par Vanevar Bush (Bush 1945) : différence stricte entre recherche fondamentale et recherche appliquée, la première étant vue comme à la base du processus d'innovation, lui-même relevant d'une séquence linéaire recherche fondamentale -> recherche appliquée -> Innovation. Stokes propose une autre catégorisation (Stokes 1997) selon deux axes, l'un qualifiant l'intérêt pour les questions fondamentales, l'autre celui pour les considérations d'utilité. Les recherches peuvent alors (1) viser uniquement à la compréhension, à l'instar des travaux de Niels Bohr, (2) n'être motivées que par des applications, comme celles conduites par l'inventeur Edison ; (3) ou encore être mues par ces deux objectifs, catégorie incarnée selon Stokes par les travaux de Pasteur, de John Maynard Keynes, ou encore par les recherches fondamentales du projet Manhattan. Cette 3<sup>ème</sup> catégorie se situe au sein du quadrant dit « de Pasteur ».

<sup>14</sup> À titre d'illustration, pour ce qui concerne le programme « Systèmes complexes adaptatifs pour la science de la durabilité », il n'est pas question de prendre l'ensemble des articles sur les *Complex Adaptive Systems*, ce qui serait trop large, ni de sélectionner seulement ceux d'entre eux qui font explicitement référence à *sustainability science*, ce qui serait trop étroit. D'où la construction d'une équation de recherche longue comprenant de nombreux opérateurs booléens pour adapter au mieux le corpus à la connaissance experte des auteurs.



**Tableau 2** - Liste des « programmes de recherche » utilisés dans le corpus de Clark et Harley

	Nb d'articles dans le WoS
<b>Complex adaptive systems (CAS)</b> .....	<b>107</b>
<i>Local action by heterogeneous (diverse) agents, constrained by higher level structures, central role of innovation/novelty</i>	
<b>Coupled human and natural systems (CHANS)</b> .....	<b>356</b>
Reciprocal links between human and natural systems, special attention to links across space	
<b>Coupled human-environment systems (CHES)</b> .....	<b>97</b>
Place-based analysis of linkages, emphasizing physical and biotic environment; actors and agency	
<b>Earth system governance (ESG)</b> .....	<b>94</b>
Highlights importance of institutional design, agency, and power for governing nature-society interactions; emphasis on transitions and inequality	
<b>Ecosystem services</b> .....	<b>7695</b>
Goods and services flowing from functioning ecosystems; role of institutions and technologies in shaping production of and human access to those services	
<b>Environmental Justice</b> .....	<b>3333</b>
Focus on inequality and environmental harm, highlights vulnerability of poor and marginalized communities to pollution, maldistributions of power	
<b>Industrial ecology / Social metabolism / Circular economy</b> .....	<b>3278</b>
Focus on use of energy and biophysical resources, special attention to flows in and out of manufactured structures, technology design, trade, adequacy of sources and sinks	
<b>IPBES Conceptual framework</b> .....	<b>137</b>
Focus on biodiversity benefits for people, collaborative processes for fair mobilization of multiple value, multiple knowledge systems	
<b>Livelihood</b> .....	<b>3401</b>
Local actors' entitlements and capabilities to secure access to resources and their benefits; role of agency, power, politics, and institutions	
<b>Pathways to sustainability</b> .....	<b>449</b>
Normative emphasis on poverty alleviation, local knowledge, and social justice as defined by and for particular people and contexts; analytic emphasis on power, politics, roles of problem framing, and narratives	
<b>Resilience thinking</b> .....	<b>1794</b>
Intertwined social/ecological systems as CAS displaying multiple regimes, tipping points, fast versus slow variables, coping with risk, adaptive capacity	
<b>Social environmental systems</b> .....	<b>80</b>
Co-production of useful knowledge by actors and analysts, boundary work, trust, power, monitoring, feedback for adaptive management	
<b>Socio-ecological systems</b> .....	<b>1110</b>
Action situation focus on how actors use resources in particular contexts, role of actors and institutions in governance outcomes, and multi-level (cross-scale) linkages	
<b>Socio-technical transitions</b> .....	<b>1281</b>
Technology change and innovation as multi-level, evolutionary processes; transitions among sociotechnical regimes as whole-system, deep-structure, long-term, path-dependent, incumbent actors and institutions	
<b>Sustainable consumption and production</b> .....	<b>138</b>
Beyond control of pollution from production alone or consumption lifestyles alone to joint consideration of coupled consumption and production activities	
<b>Welfare, wealth and capital assets</b> .....	<b>224</b>
Reciprocal links between human and natural systems, special attention to links across space	



### 2.3.2 • Résultats

Les travaux de Clark et Harley permettent d'identifier quelques caractéristiques marquantes du champ des SdD :

- la recherche sur le développement durable a connu une croissance exponentielle depuis le milieu des années 1980. Plus de 50% des articles sont publiés au cours des 4 dernières années de l'analyse (2016-2019) ;
- le champ des SdD est interdisciplinaire, fragmenté et très hétérogène, ce qui laisse totalement ouvertes les possibilités d'évolution future ;
- malgré les efforts d'entrepreneurs institutionnels pour le définir et le structurer (à l'instar de Clark au sein des National Academies of Science aux États-Unis, ou encore de l'IRD en France), ce champ ne présente pas les attributs classiques des champs scientifiques : sociétés savantes, cursus de formations spécialisées dans les universités, etc. La création de revues dédiées constitue néanmoins un signal important (cf. *infra*).

En outre, les auteurs font preuve d'une finesse d'analyse qui permet de produire des informations intéressantes et utiles pour chacun des 16 programmes de recherche du corpus :

- celles-ci permettent de répondre à des questions basiques : quelle est la taille du programme de recherche (estimé par le nombre d'articles) ? Quelle est sa dynamique ? Combien de revues un chercheur doit-il lire / combien d'organisations doit-il suivre pour se tenir au courant des SdD ? Quel est l'impact du programme (estimé par le nombre de citations reçues) ?
- Les auteurs fournissent d'autres informations précises pour chaque programme (institutions les plus importantes, récents articles de revues, etc. <sup>15</sup>), ainsi que des données agrégées pour l'ensemble du champ. Les journaux dans lesquels les articles du corpus sont publiés sont divers, à l'image de l'hétérogénéité des programmes. On relève l'importance relative de revues spécifiques relativement récentes, ce qui est un indice de l'émergence. Une part importante des revues citées par les articles du corpus sont aussi des revues dans lesquelles publient les auteurs du corpus, ce qui est un indice de renforcement de l'autonomie du champ <sup>16</sup>. Parmi les revues spécialisées à fort facteur d'impact, on peut citer : *PNAS Sustainability Science* (2006 <sup>17</sup>), *Sustainability Science* (2006), *Sustainability* (2009), *Current Opinion in Environmental Sustainability* (2009), *Nature Sustainability* (2018) (Annexe 2.3.2).
- Au niveau international, les dix premières institutions de recherche représentent près de 20% des publications (Annexe 2.3.3). WUR est au second rang, même si ses responsables annoncent que l'institution n'a pas de stratégie de recherche spécifiquement orientée vers les SdD. WUR est fortement présente dans la moitié des programmes <sup>18</sup> : ceux-ci couvrent un très large spectre de recherches en sciences économiques et sociales et en écologie, et portent sur des thématiques spécifiques aux transitions durables.

Par ailleurs, Clark et Harley font aussi des propositions à visée performative, qui seront analysées dans la section suivante du rapport (2.4. Sciences de et pour la durabilité).

### 2.3.3 • Analyse

La méthode de constitution de leur corpus par Clark et Harley apparaît bien plus pertinente que celles qui reposent sur les occurrences de *sustainability science* ou ses équivalents. Elle permet de cartographier et suivre une partie du champ en expansion des SdD, et livre des clés pour représenter les « briques » de construction de ce champ. Pour autant, l'étude conduite par les deux auteurs présente des limites importantes.

Tout d'abord, l'identification du corpus, fondée sur l'expertise et l'expérience des auteurs, est subjective. On note en particulier l'absence de programme lié au changement climatique ou à la santé environnementale, domaines qui renvoient pourtant aux interactions nature/société. Mais on remarque aussi l'absence de ces domaines dans les autres analyses scientométriques du champ (Bettencourt & Kaur, 2011 ; Kajikawa et al., 2014 ; Fang et al., 2018).

<sup>15</sup> Accessibles par le lien : <https://assets.pubpub.org/1xoi3v8f/21597863557182.pdf>

<sup>16</sup> Il serait intéressant de compléter cette analyse avec la position des auteurs, un champ étant d'autant plus autonome que les auteurs cités publient également dans le champ.

<sup>17</sup> La date de création de la revue figure entre parenthèses.

<sup>18</sup> Il s'agit des programmes 'Ecosystem services', 'IPBES Conceptual framework', 'Livelihood', 'Pathways to sustainability', 'Resilience thinking', 'Social environmental systems' et 'Socio-technical transitions'.





La richesse des informations fournies doit aussi être tempérée par la limitation du corpus aux publications en langue anglaise. Or, une part très importante des recherches au sein du champ, situées dans le quadrant de Pasteur, donc *use-inspired*, sont des travaux interdisciplinaires et transdisciplinaires qui impliquent fortement les sciences humaines et sociales. Et il se trouve que ceux-ci constituent la partie la moins anglicisée de la recherche internationale.

Ce constat peut paraître à première vue paradoxal, car ces recherches intéressent beaucoup Clark et Harley. Selon eux, en effet, les recherches en SdD doivent prendre en compte les forces qui s'opposent aux transitions nécessaires, notamment les verrouillages des systèmes sociotechniques, liés aux acteurs dominants qui cherchent à préserver leurs intérêts. Raison pour laquelle ils proposent de se référer au concept d'« agitation informée » d'Amartya Sen pour caractériser les SdD : agitation, parce que la mobilisation politique est nécessaire pour s'attaquer aux puissants intérêts enracinés derrière une attitude de *statu quo*, qui profite de manière disproportionnée à quelques personnes, ici et maintenant, au prix de l'appauvrissement des perspectives pour tous les autres, ailleurs et à l'avenir ; agitation informée, parce qu'en l'absence de compréhension scientifique, il est si facile de gaspiller les maigres forces politiques, pour des actions *in fine* de peu d'impact, ou pour pousser aveuglément le développement sur des voies encore plus destructrices.

Pour compléter la caractérisation du champ, des travaux bibliométriques et scientométriques complémentaires seraient donc nécessaires, en particulier pour apporter des correctifs au cadrage de l'étude de Clark et Harley. Il serait en particulier intéressant de suivre l'évolution des interactions entre communautés au sein du champ des SdD.

Reste qu'il est important de souligner que l'étude des deux auteurs confirme le caractère profondément hétérogène du champ. Les différents programmes de recherche rassemblés sont en général interdisciplinaires ; néanmoins, pour filer une métaphore, leur assemblage relève plus du patchwork que du jacquard, compte tenu de l'absence de trame commune. Selon William Clark, les interactions entre les différents programmes se sont densifiées au cours des 20 dernières années. Des dispositifs comme celui de la section spéciale des PNAS sur les *Sustainability sciences* soutiennent ce mouvement. Par exemple, en novembre 2023, les PNAS ont publié un numéro spécial sur les études de transition.<sup>19</sup> Néanmoins, la caractéristique de patchwork semble encore s'imposer, ce qui laisse totalement ouvertes les possibilités d'évolution futures.

<sup>19</sup> Numéro dont deux articles sont dus à des chercheurs INRAE, Claire Lamine et Bruno Turnheim.



## 2.4 Sciences de et pour la durabilité

L'enjeu de la durabilité a donné lieu à une grande créativité dans la production de théories, de concepts, ainsi que de problématiques plus ou moins bien articulées entre elles, conjointement à la conception de systèmes de normes et d'outils d'évaluation à l'interface entre recherche et action publique. Face à cette profusion, les sciences de la durabilité (SdD) telles que structurées dans l'espace académique transatlantique ont cherché à clarifier le vocabulaire et les enjeux, tout en restant ouvertes à la diversité des épistémologies, des méthodologies et des langages, notamment entre sciences biophysiques et sciences humaines et sociales.

La dimension fortement finalisée des SdD a toutefois forgé sinon un consensus, du moins une conscience partagée du caractère systémique et existentiel de la crise du temps présent, produisant dans l'ensemble des communautés épistémiques impliquées un même niveau de mobilisation et un même souci de la responsabilité des sciences. C'est d'ailleurs là le principal élément d'attractivité pour les communautés épistémiques initialement éloignées du « style » des sciences de l'environnement nord-américaines : la volonté de contribuer utilement, par un effort de recherche substantiel, à un espace d'échange jugé crucial pour le devenir de la planète. En tant qu'elles visent la production de connaissances à la fois robustes, pertinentes et actionnables, les sciences « de » la durabilité sont donc presque toujours aussi des sciences « pour » la durabilité. Comme l'exprime l'écologue kényan David Obura, devenu en 2023 président de l'IPBES, « *My perspective on sustainability science is to understand this shared spaces approach, where people are intimately dependent on nature. How do we secure their needs, restore any contributions from nature that have been degraded, as well as restore or maintain biodiversity at the same time? That's my angle on sustainability science, it's very much a human geography perspective, as well as an ecology one* ».

Mais dès que l'on pose les questions de l'articulation entre épistémologie et axiologie, des échelles de pertinence de l'observation et de l'accompagnement des transitions, des thèmes d'intérêt (énergie, agriculture et alimentation, biodiversité...) et de leur hiérarchie, des leviers à actionner (technologiques, économiques, sociaux, législatifs...) ou encore de la manière d'animer l'interface entre recherche et action publique, le pluralisme s'impose de nouveau avec la plus grande force. Si l'ensemble du champ des SdD est tendu par une dialectique entre autonomie (gouvernée par la « curiosité ») et hétéronomie (par injonction à l'utilité) de la connaissance, à laquelle se surajoute une balance entre solidité-fiabilité et pertinence-urgence, c'est dans la façon de traiter ces tensions que se trouve l'essentiel de la créativité du champ des SdD.

Si nos lectures et entretiens nous ont permis d'approcher la diversité des propositions théoriques et méthodologiques de ce champ, c'est de manière non exhaustive, et sans avoir pu évaluer la densité propre à chacune et, moins encore, les articulations entre toutes. L'esquisse du paysage actuel des SdD que l'on trouvera ci-après doit donc être comprise pour ce qu'elle est, à savoir une première approche destinée à susciter l'intérêt, et non une analyse exhaustive.

Nous nous concentrerons dans cette section (2.4.) sur la substance des propositions des SdD, pour développer dans la section suivante (2.5.) les enjeux de forme institutionnelle et de portage politique.

### 2.4.1 Propositions conceptuelles et horizons théoriques

Les SdD se sont construites historiquement dans une interaction forte avec l'arène politique internationale sur les questions d'environnement et de développement. À mesure que les débats en son sein produisaient des concepts à caractère normatif – « écodéveloppement », « développement durable », puis « objectifs du développement durable » -, les communautés scientifiques ont, de leur côté, créé des concepts elles aussi, et tenté de produire des cadres théoriques à caractère général. Porteuses d'épistémologies et d'interfaces singulières, travaillant à des échelles différentes et selon des méthodologies très variées, ces communautés ont toutefois eu tendance à construire des propositions dépareillées. Les sciences du système terre, notamment, ont précocement posé la question de la collecte et de l'agrégation de données pour construire des analyses aux échelles supérieures, avec la mobilisation systématique d'outils numériques. Les sciences du vivant, pour leur part, ont agi de manière plus dispersée, proposant plus tardivement des modèles intégratifs, tandis que les sciences sociales développaient des approches le plus souvent conceptuelles et/ou critiques.

Ainsi, la quête de la durabilité a été une source d'inspiration aussi bien pour requalifier ou renouveler des concepts préexistants, tels que la résilience ou la robustesse, ou pour forger des néologismes ou des concepts nouveaux, comme les  *tipping points*.



### L'anthropocène comme cadrage et caractérisation historique. Vertus heuristiques et limites

Le néologisme « anthropocène » est l'un de ceux qui ont connu à la fois le succès le plus rapide et le niveau de controverse (interne et externe au monde académique) le plus élevé. L'émergence en 2000 du concept d'anthropocène au sein des sciences du géosystème terrestre a assez rapidement gagné la sphère publique et médiatique. Les querelles sur le début de l'anthropocène (situé selon les uns ou les autres au Néolithique, à la Renaissance, au début de l'ère industrielle, à l'avènement de l'atome ou lors de la « grande accélération » de l'après 1945) n'ont pas suffi à en disqualifier l'usage. En effet, le suivi des paramètres socio-économiques et écologiques met en évidence une « bifurcation » massive vers le milieu du 20<sup>e</sup> siècle, la « grande accélération », inédite par ses effets sur le système Terre. Il s'agit bien d'une nouvelle époque de notre monde, tant par ses caractéristiques moyennes (par exemple l'acidification des océans actuelle identique à -14 millions d'années) que par sa dynamique (une telle acidification des océans s'est réalisée en 200 ans).

L'idée de baptiser ainsi une nouvelle « ère géologique », et donc une nouvelle période de l'histoire du globe, a du reste fait des émules : pour des motivations heuristiques, mais surtout pour des finalités normatives, on a vu surgir toute une salve de concepts – capitalocène, urbanocène, plantationocène, rudolocène... – à connotation historique et à visée critique plus ou moins explicite (du capitalisme, de l'Occident, des technosciences, etc.). La production et la maîtrise du récit de notre temps présent constituent en effet des enjeux majeurs de l'arène des débats sur la durabilité, arène dans laquelle les acteurs jouent souvent d'identités multiples, académiques et non-académiques. Symétriquement, c'est un défi capital pour le champ des SdD d'élever et de clarifier le débat sur les postures de recherche, d'alerte, d'engagement, etc., qui se combinent nécessairement dans une configuration aussi tendue que notre temps présent.

#### Quelle contribution de l'histoire environnementale ?

Pour prendre le recul nécessaire, l'histoire est de plus en plus convoquée, selon des modes inhabituels pour cette discipline. L'histoire environnementale, notamment, née aux États-Unis dans les années 1960-1970 et développée avec une à deux décennies de retard en Europe, joue un rôle croissant dans les controverses sur l'anthropocène, en produisant les éléments de récits, aussi bien qualitatifs que quantitatifs, appelés à nourrir à la fois des exercices de périodisation et d'identification des processus historiques à l'œuvre. L'histoire environnementale ambitionne de relater l'histoire conjointe des humains, des objets techniques et de la nature. Elle montre que la recherche peut établir plusieurs récits causaux possibles sur l'évolution environnementale, notamment des récits « progressistes » et des récits « déclinistes », selon l'origine temporelle retenue et l'étendue spatiale considérée (Cronon, 1992; McNeill, 2000; Chakrabarty, 2022). Elle se donne pour objectif de restituer ces multiples cadrages possibles, en situant les sources disponibles et la perspective des acteurs ayant constitué les archives. Elle permet aussi de montrer que certains pans de la réalité n'ont pas été décrits et que notre connaissance du passé est partielle. Cela permet de relativiser l'ambition de description du monde à partir de processus orientés vers une finalité, parce que l'on pourrait voir d'autres possibles et d'autres finalités si l'on faisait commencer le récit plus tôt, plus tard ou ailleurs. Cela permet aussi d'imaginer que les évolutions socio-environnementales peuvent être fortement influencées par des processus que l'on n'a pas (encore) documentés.

Pour autant, l'histoire environnementale n'est pas la seule à produire des récits sur le temps présent. De fait, l'analyse diachronique du monde contemporain représente un carrefour interdisciplinaire très dense et passablement confus, affecté à la fois par la prévalence du « présentisme » et par la prolifération de récits *ad hoc*, inscrits dans des logiques de déni ou de mobilisation (Cornu et Theys, 2023). Or, les humanités environnementales ne sont encore que très imparfaitement associées aux SdD. C'est donc un double enjeu que d'associer études archéo-environnementales et histoire des sociétés d'une part, et études historiques et analyse du temps présent d'autre part.

Les nombreuses terminologies alternatives qui ont suivi la proposition de Paul Crutzen ont un sens profond : elles disent la difficulté et le besoin de comprendre les processus articulés qui ont conduit nos sociétés vers un point de non-durabilité critique, en requalifiant au passage des analyses plus anciennes sur la responsabilité des sociétés humaines ou de leurs instances de gouvernance. Force est de constater que nous n'avons pas de vision cohérente, globale et consensuelle pour nommer notre époque. Le terme de « capitalocène » s'avère en particulier impropre, car les pays capitalistes ne possèdent pas l'exclusivité de l'utilitarisme ou de l'extractivisme. Comme le suggère Andy Stirling, « *We need to take sustainability very seriously. Here, nearly 200 countries back ambitious aims – to 'transform our world', 'eradicate world hunger', 'end poverty everywhere in all its forms', 'leave no one behind'... So radical transformation is not just for academics or activists. It is codified in 17 agreed international goals, in 300 metrics. But what needs to change to achieve this? It is a sign of how incumbent power works, that this remains un-named. Capitalism itself can be difficult enough to criticise. Yet this is bigger even than capitalism. After all, fascism and communism have also historically caused their own kinds of injustice and devastation. So:*



*that we cannot easily name this target of sustainability, is a clue to the deeply political (not just technical) nature of this struggle».*

Aujourd'hui rejeté par certains, mobilisé de manière laxiste et changeante dans les médias et les discours politiques, l'anthropocène ne peut pas être considéré comme un concept structurant des SdD, car tous ceux qui s'en réclament ne l'utilisent pas, et certains qui l'utilisent ne s'inscrivent pas dans le champ. Malgré tout, ce concept reste l'objet d'un travail sérieux de plusieurs communautés académiques, à la fois du côté des sciences du géosystème et des humanités environnementales, pour penser l'ampleur des enjeux et la responsabilité des sociétés et leurs systèmes de gouvernance, face aux questions de durabilité.

La principale vertu du concept est de s'appuyer sur un constat indiscutable - l'homme comme espèce est devenu un puissant facteur de modification matérielle des milieux -, et de placer au centre des débats la question des choix globaux à opérer et de leur implémentation. L'anthropocène représente ainsi un concept transactionnel potentiellement efficace entre mondes académiques, sociétés et mondes de l'action. Pour autant, il manque à la fois de substance (c'est une totalité) et d'orientation (il n'est polarisé par rien d'autre qu'un constat d'émergence), et demande donc à être complété par d'autres concepts ou propositions théoriques plus opératoires, pour traiter des corpus de données, par exemple.

### **La résilience, de l'individu au système-monde**

Le concept de résilience, appliqué tout d'abord à l'étude de la capacité d'entités simples ou complexes à se maintenir en état d'homéostasie malgré des facteurs de stress ou des chocs externes, a été peu à peu étendu en direction des systèmes socio-écologiques, comme mesure de leur capacité à maintenir leurs capacités fonctionnelles et de services de tous ordres. Cela a permis une montée en échelle des usages du concept. C'est dans cette logique qu'il faut comprendre la création et le succès du Stockholm Resilience Center, et la structuration internationale du réseau « Resilience Alliance », fondé en 1999 et auquel est adossée la revue *Ecology & society* (créée en 1997 en amont de l'Alliance).

En outre, la résilience a été progressivement associée aux concepts d'adaptation et de transformation (cf. 2.2). L'étude du rôle et des stratégies des acteurs dans le maintien des fonctions assurées par les écosystèmes, soumis à des stress croissants liés aux activités humaines, est devenue le champ d'application principal du concept de résilience, l'ouvrant de plus en plus aux sciences sociales et à l'analyse critique et prospective du domaine des politiques publiques, essentiellement aux échelles nationale et internationale.

Ainsi, l'historienne et sociologue des sciences et de l'environnement Soraya Boudia retrace les transformations et conceptions des modes de gouvernement : « *L'échelle du problème du changement climatique est telle qu'il n'est pas question de le contenir, de le maîtriser, de gérer les risques (par les normes, les calculs). Il faut donc construire des formes d'adaptation et de résilience. Ces notions se sont, par suite, propagées à toutes les questions environnementales. En termes de nouveaux modes de gouvernement, il faut trouver des manières « de vivre avec ». L'exemple de Fukushima est très clair à cet égard : ce qui est mis en avant est qu'il faut apprendre à vivre avec les contaminations* ».<sup>20</sup>

Une illustration emblématique du concept est en effet la réponse politique du Japon à la catastrophe de Fukushima, avec ses plans nationaux pour la résilience. L'économiste Thierry Ribault, qui a étudiés ces plans, a développé plus largement une analyse critique de l'usage de la résilience en politique. Selon lui, celui-ci peut conduire à naturaliser et fataliser le désastre, à sur-responsabiliser les citoyens et à délégitimer les résistances<sup>21</sup>.

Pour autant, le concept de résilience demeure un mot-clé essentiel du champ des SdD, non seulement utilisé comme caractérisation de la réaction aux fluctuations, mais comme l'une des capacités recherchées pour y répondre.

### **Le concept de robustesse**

Ce concept a été récemment revisité par le biologiste Olivier Hamant pour en explorer la capacité d'évaluation critique ex ante des propositions scientifiques, technologiques et politiques dans leur prétention à répondre aux enjeux de l'anthropocène (Hamant, 2022 : 2023). Plus largement, ce dernier propose de s'inspirer de la « robustesse du vivant », étudiée aux

<sup>20</sup> Soraya Boudia et Nathalie Jas, 2019. *Gouverner un mode toxique*, Quae.

<sup>21</sup> Voir T. Ribault (2021) pour une étude de fond sur le cas de Fukushima.



échelles micro et méso, pour élaborer des stratégies de vie, voire de survie, dans un monde de plus en plus instable et sujet à des pénuries. Il s'attache aussi à mettre en évidence le fait que la visée exclusive de l'efficacité et de la performance a fait le lit de la non-durabilité. En ce sens, la robustesse se distingue de la résilience.

#### **Robustesse versus efficacité**

La robustesse désigne la capacité d'un système à maintenir sa stabilité (à court terme) et sa viabilité (à long terme) dans un monde caractérisé par des fluctuations et des crises d'amplitudes et de fréquences croissantes. Elle peut être aussi vue comme un objectif à atteindre, afin d'apporter une réponse opérationnelle à un monde de plus en plus fluctuant. Il s'agit d'agrandir les marges de manœuvre pour augmenter la viabilité des trajectoires, quelles qu'elles soient. La robustesse a des bases théoriques dans de nombreux secteurs, allant de la théorie probabiliste de l'information (Shannon, 1998) à la théorie de la viabilité (Aubin, 1991). Dans le champ économique, les stratégies de collectifs, qui ont réussi à maintenir une ressource commune (aquifère, prairie de haute montagne, rizières, etc.) malgré les famines, les guerres ou les épidémies pendant plusieurs siècles, identifiés par Elinor Ostrom (Ostrom, 1990) peuvent être associées à la robustesse. C'est aussi un sujet clé en écologie, abordé sous l'angle de l'intégrité fonctionnelle.

Robert Ulanowicz (2009) notamment, identifie une exclusion réciproque entre robustesse et efficacité. Une stratégie efficace se fonde sur l'hypothèse d'un monde stable et abondant en ressources sur l'intervalle de temps considéré. C'est par exemple la stratégie retenue pour le parasite, dont l'environnement répond à ces critères. Or, l'efficacité est associée à une trajectoire canalisée, et donc fragile. Une stratégie robuste, au contraire, est basée sur l'hypothèse d'un monde instable et potentiellement en pénurie de ressources sur l'intervalle de temps considéré. Elle implique une diversification qui, par définition, ne peut être efficace (objectifs multiples, voire contradictoires) mais qui a une haute valeur assurantielle. Largement cantonnée à la sphère de la cybernétique et de la science des systèmes jusqu'au tournant des années 2000, la robustesse devient alors un sujet majeur en biologie des systèmes. La conclusion d'Ulanowicz s'y voit démontrée à toutes les échelles des systèmes vivants : ceux-ci sont robustes parce qu'ils se construisent sur un ensemble de contre-performances (délai, aléas, hétérogénéités, incohérences, inachèvement) qui permettent une adaptabilité permanente.

Quand bien même les mots pour le dire diffèrent encore largement d'un espace académique à l'autre (voir par exemple le concept de rusticité en agronomie ou en zootechnie), la robustesse du vivant comme idée directrice, ou d'autres concepts approchant tirés de la biologie ou de l'écologie, inspirent de plus en plus le monde scientifique, et au-delà. Ainsi, les « solutions fondées sur la nature » proposées par l'UICN dès 2009 à la conférence sur le climat de Copenhague (COP15) sont promues pour tirer parti des fonctions des écosystèmes pour répondre au changement climatique. L'agroécologie, également, s'appuie entre autres sur l'hétérogénéité des variétés cultivées pour rendre les parcelles plus autonomes et résistantes aux fluctuations.

De nouveaux projets de recherche interdisciplinaires émergent qui traitent de l'intégration des fluctuations et des intermitteances du milieu dans les évaluations de la durabilité. Dans une telle optique, la recherche fondamentale est essentielle pour se préparer à l'imprévisible, tandis que la recherche finalisée est attendue pour proposer des solutions adaptées et surtout adaptables aux fluctuations.

#### **Points de bascule ou tipping points**

Des concepts ont aussi émergé au sein des sciences du système Terre pour décrire son évolution sous l'effet de « forçages anthropiques ». C'est le cas des « points de bascule » ou *tipping points*. Au-delà d'un certain seuil, des propriétés critiques assurant le maintien du système Terre dans son état de stabilité apparaissent menacées, et le caractère non linéaire du système empêche un retour en arrière, même après arrêt du forçage. Selon le philosophe Sébastien Dutreuil (Dutreuil 2016, p. 600), ce concept est apparu en 2002 dans le cadre d'une série de conférences (Linacre Lecture) de l'Université d'Oxford qui ont nourri le débat public sur l'environnement depuis le Sommet de la Terre (Schellnhuber et Held, 2002), puis il a été popularisé par un article collectif (Lenton et al., 2008) dont le premier auteur, Timothy Lenton, est aujourd'hui internationalement reconnu pour ses travaux sur le sujet. On notera que les points de bascule, souvent mis en avant pour la crise climatique et les pollutions globales, sont aussi employés sur les questions de la biodiversité et de la biomasse (Barnosky et al., 2012).



Pour autant, l'idée de « points de bascule » est bien antérieure. Elle naît de l'économie politique du 18<sup>e</sup> siècle comme prise de conscience du caractère irréversible de certains faits ou événements historiques – innovations techniques, révolutions, etc. Et, plus près de nous, elle inspire largement le rapport au Club de Rome *The limits to growth* (1972). Le concept de point de bascule est ainsi implicitement relié à la lecture de courbes ou de graphes qui indiquent des ruptures dans des processus incrémentaux, comme la croissance démographique, la pollution ou l'accessibilité de ressources. Le concept peut avoir une connotation malthusienne masquée. Malgré tout, il est parfaitement opératoire dans l'évaluation des objectifs du développement durable, en ce qu'il permet d'alerter sur des risques de pertes irréversibles et sur des effets de seuil à prendre en considération dans l'agir humain à toutes les échelles, en s'appuyant sur des corpus de données complexes et sur des instruments de modélisation sophistiqués (Tàbara et al., 2024). De la sorte, on peut considérer que le concept de point de bascule est largement à l'origine de la proposition conceptuelle à visée plus directement normative des « limites planétaires » (Rockström et al., 2009).

#### 2.4.2 Cadrages des sciences de la durabilité et tension épistémologique entre fonctionnalisme et constructivisme

Le rapport Brundtland a défini le problème de la durabilité comme un enjeu d'équité entre besoins des pays du Nord et du Sud et entre générations actuelles et futures, en imputant au développement économique en général la dégradation des ressources naturelles et de l'environnement. Ces termes initiaux du débat (besoins, ressources, développement, environnement) et leur cadrage international ont été plus ou moins appropriés par différentes communautés scientifiques.

Les manifestations de plus en plus concrètes du changement climatique et la poursuite des émissions de gaz à effet de serre, et de la dégradation des écosystèmes et, dans beaucoup de régions, de la qualité de vie et de la santé des populations humaines, ont modifié à leur tour l'engagement des différentes disciplines selon les contextes. Dans les années 2000, Kinchy et Kleinman (2003) écrivaient que les écologues étatsuniens avaient réussi à se démarquer des militants environnementalistes en ne revendiquant pas leur passion pour la nature et en présentant l'écologie comme une science utile pour des problèmes dont la société américaine d'écologie (ESA) avait fait la liste (Sustainable Biosphere Initiative). La situation est différente en Europe dans les années 2020. Les écologues considèrent souvent que produire un constat sur le dérèglement climatique et la perte de biodiversité ne suffit plus. Plusieurs d'entre eux cherchent à étendre leur expertise à l'humain pour produire des recommandations pour un changement social vers la durabilité (Barbé et al., 2021). Soutenus par des appels à projet qui les incitent à s'associer à des sciences humaines et sociales, ils coordonnent souvent des recherches interdisciplinaires et partenariales qui associent des sociologues et des politistes (Arpin et al., 2022).

Dans le même temps, la manière d'aborder l'écologie au sein des sciences sociales fait débat. En France, les programmes PIREN des années 1970-1980 ont trouvé leur prolongement dans la revue *Natures sciences sociétés*, fondée en 1993 pour faire vivre l'interdisciplinarité sur les questions d'environnement entre sciences du vivant, ingénierie et SHS. Mais bien d'autres voies ont émergé, en économie de l'environnement, dans les sciences historiques (archéoenvironnements, etc.), dans les humanités (critiques ou relecture de la modernité), etc. La critique du naturalisme occidental portée par Philippe Descola (Descola, 2005) a fortement rebattu les cartes entre anthropologie et écologie. Dans les grands organismes de recherche et dans certaines institutions d'enseignement supérieur, plusieurs mouvements au sein de chaque champ disciplinaire proposent une refondation épistémologique pour déplacer la focale vers plus d'écologie ou un dépassement du partage entre faits de nature et de société.

Mais l'écologie est aussi un enjeu de luttes entre groupes ou classes sociales, parce que les formes de domination économique et culturelle se rejouent dans les contributions différenciées à la pollution, les inégales vulnérabilités, les efforts assignés aux uns et aux autres par l'action publique, et les accès asymétriques aux arènes publiques traitant de ces sujets (Comby, 2015 ; Chartier et Rodary, 2016 ; Latour et Schultz, 2022). L'association entre sciences biophysiques et sciences sociales dans les SdD ne se fait donc pas sans tensions, que ce soit en Europe ou en Amérique du Nord, comme l'atteste Billie Turner II, professeur de géographie à Arizona State University, pour qui les SHS sont souvent en porte-à-faux dans les programmes de SdD en raison de leur difficulté à articuler leur tradition critique avec le souci de produire des constats indiscutables. « *Here's what my argument has always been, you can get the physical sciences together. They can brainstorm for a week and they'll come up with exactly right the series of steps it takes to try to resolve the problem. How much money is going to take right in, how do you proceed... The social sciences will get together for that week and at the end agree to disagree on how to solve the problem* ». Marie Gaille, Directrice de l'INSHS au CNRS, soulève une objection du même



ordre : « Les sciences de la durabilité constituent aujourd'hui un paradigme majeur de la réflexion contemporaine sur la transition environnementale ; j'observe qu'il ne fait pas, toutefois, l'unanimité dans les différentes communautés scientifiques par ailleurs très mobilisées sur les enjeux de changement climatique, de changement global. Ces sciences de la durabilité peuvent apparaître mettre de côté des questionnements importants pour envisager ces enjeux – les tensions et les conflits autour de l'objectif de transition environnementale, la combinaison entre cette transition, le développement économique, la justice sociale ». Cees Leeuwis, enseignant-chercheur en sociologie au WUR, exprime parfaitement la prudence réflexive des SHS familières de l'action : « *You cannot engineer the future. If you want to change the system, you have to try different things. You need a certain redundancy of initiatives. You create different projects, different solutions. You experiment those, you pilot those, you study those, and some of those will be more effective as a trigger of building a coalition for change and others not.* ».

Sans prétendre explorer de manière exhaustive la diversité des propositions théoriques qui s'attachent à répondre aux enjeux de durabilité, on peut toutefois y repérer deux cadrages qui combinent des sciences biophysiques et sociales, et qui ont acquis une grande visibilité scientifique : les limites planétaires et les systèmes socio-écologiques.

### Limites planétaires

Le cadre conceptuel des limites planétaires est de création très récente. Il s'appuie sur le travail de longue haleine de production de métriques sur l'état du système Terre, allant de l'évolution du climat à celle des modes de vie des différentes sociétés humaines dans leur rapport à leur environnement. Le Stockholm Resilience Center a joué un rôle central dans ce travail de conceptualisation.

Le problème de la (non) durabilité est défini à partir du constat que certaines variables biophysiques quantifiables à l'échelle globale atteignent aujourd'hui des valeurs très différentes de celles qui ont permis le développement des humains à l'holocène. L'humanité y est appréhendée comme une espèce dont le bien-être dépend d'un habitat écologique, qui serait menacé si certaines variables critiques, associées aux points de bascule, excédaient certains seuils, les « limites planétaires » (Rockström et al., 2009 ; Steffen et al., 2015). Ce regard sur le système Terre permet de montrer que sa trajectoire se dirige de manière accélérée en dehors des conditions favorables aux humains et à la nature dont ils dépendent. Les modèles développés pour simuler ces dynamiques permettent aussi de tester ce qui pourrait agir de manière déterministe sur les variables biophysiques à l'échelle planétaire, et d'évaluer les effets de diverses solutions technologiques ou de changements des comportements sociaux.

Les limites planétaires se veulent ainsi sinon objectives, du moins objectivables, et fondent cette prétention sur l'identification des *tipping points* mentionnés plus haut, parfois pensés sous la forme de risques d'effondrement, voire d'extinction quand il s'agit de biodiversité. Par la visée mobilisatrice de leur concept, les promoteurs des limites planétaires espèrent aboutir à une sanctuarisation de l'espace situé en-deçà de ces limites. Sans s'articuler nécessairement avec une théorie de la décroissance, ce cadre implique de manière évidente une très forte régulation de l'activité économique, à commencer par les activités extractives. Les limites planétaires constituent ainsi un objet potentiellement efficace des discussions à l'interface entre science et action publique aux échelles supérieures.

Les limites planétaires ont eu un impact important, dans la sphère académique, mais plus encore dans le débat public, en particulier en Suède : « *So that had a huge impact—more than we could handle. [...] We recruited more people to work on the planetary boundaries. We were interested internally. Can the downscaled boundaries move to the national level? What do they mean for a country like Sweden or France? Can we do it at the local government level? Can we do it for businesses? I think quantification was the key because there have been many attempts to identify and list the key environmental or sustainability challenges. Putting them in one framework and having numbers made a difference because then people's minds started working. For example, "What does this number mean for me?"* » (Åsa Persson, 2023).

C'est à partir de ce travail d'identification des limites planétaires, et de l'examen critique de ses manques sur les aspects sociaux et politiques, que l'économiste Kate Raworth a proposé en 2014 son modèle du « doughnut », représentation graphique de l'espace « sûr » à l'intérieur duquel l'agir humain peut se déployer sans risque ni d'effondrement social, ni de collapsus écologique (Raworth, 2012 ; Leach et al., 2023). L'idée de socle commun pour l'équité et la justice sociale vient contrebalancer l'effet descendant et normatif des limites biophysiques.



### Les limites planétaires en perspective critique

Malgré l'autorité des auteurs de la publication princeps (dont Paul Crutzen), la notion de limites a été fortement critiquée par les pays du Sud, qui ne comptaient pas de scientifiques parmi les auteurs de la publication princeps. « *That also led to a huge debate. People felt that maybe social science was not really part of this. [...] Is it even democratic? This is a group of scientists developing it. We know that this concept did not make it into the UN SDGs. For example, many developing countries felt it was still controversial to talk about boundaries.* » (Åsa Person, 2023).

Bierman et Kim (2020) ont publié une revue des critiques formulées sur les limites planétaires. Les scientifiques des sciences de la Terre ont ainsi pointé que les limites proposées étaient interdépendantes, et que certains processus infra-globaux y figurant n'étaient pas connus pour présenter des effets de seuil. Pour les *Development Studies*, la perspective globale ne tient pas assez compte des questions d'équité et de justice sociale, tandis que les *Science and Technology Studies* ont posé la question de qui doit décider des valeurs des limites à ne pas dépasser. De leur côté, Brand et al. (2021) pointent le manque de réflexivité de la proposition sur les inégalités mondiales. Pour ces auteurs, la définition des limites incorpore des jugements marqués par la modernité occidentale. En n'historicisant pas les causes de la « grande accélération » de la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle, dont l'impérialisme et la mondialisation capitaliste, ce cadrage produit un constat qui naturalise, dans le métabolisme humain, des rapports de pouvoir favorables aux modes de vie des plus riches, et qui conduit à considérer comme irréalistes des changements politiques profonds. En outre, ce diagnostic blâme le développement économique dans son ensemble, sans voir qu'un retour en arrière n'est ni souhaitable ni réalisable pour les populations des Suds.

Au plan de l'impact du cadrage de la durabilité par les limites planétaires sur les sciences humaines et sociales, celui-ci tend à favoriser des recherches sur la société qui ambitionnent de changer la relation que les humains entretiennent avec le vivant, avec l'hypothèse rationaliste que les individus détruisent la nature parce qu'ils la méconnaissent. Parmi les stratégies proposées, certains travaux cherchent à mieux quantifier les bienfaits apportés par les écosystèmes protégés, d'autres expérimentent différentes méthodes pour modifier les choix des consommateurs (au moyen d'écolabels, de *nudges*, etc.), ou encore pour changer les attentes et les craintes (par les imaginaires). À titre d'illustration de cette seconde perspective, des recherches décrivent la rencontre avec un animal sauvage comme une expérience existentielle, procurant un bien-être durable et provoquant un engagement en faveur de la nature (Yerbury et Weiler, 2020).

Dans ce cadrage, l'ambition de modifier les relations des humains avec la nature sélectionne des disciplines de sciences humaines et sociales qui adoptent un individualisme méthodologique (économie, psychologie) et un modèle de changement de type stimulus-réponse (comme la théorie du comportement planifié, Ajzen, 1991). Les sociologues, en revanche, dénoncent dans ces travaux le manque de prise en compte d'inégalités sociales et environnementales : effets structurels beaucoup plus déterminants que les volontés individuelles (Dubuisson-Quellier et Plessz, 2013), inégales responsabilités en termes d'impact (Dobré, 2002; Grossetête, 2019), efforts inégaux déjà demandés par les politiques environnementales (Deldrève et Candau, 2014).

Il est cependant possible d'aligner le cadrage des limites planétaires sur d'autres épistémologies du social, dans lesquelles les préférences individuelles sont conçues comme des constructions sociales. Ainsi, des chercheurs en écologie ou en sciences de la Terre qui sont conscients des asymétries sociales, peuvent être des alliés dans une entreprise de recherche qui vise la « dénaturalisation du métabolisme humain », et ce par l'identification des décisions politiques qui ont conduit à établir des infrastructures matérielles et institutionnelles soutenant les modes de vie ou de production les plus impactants (Barles, 2010). Brand et al. (2021) proposent même d'abandonner le cadrage planétaire pour réfléchir aux conditions d'un « renoncement raisonné » (*collectively defined self-limitation*) en fonction des situations, tandis que les travaux d'Erik Olin Wright sur les stratégies de transformation politique à partir d'une lecture marxiste des inégalités (Wright, 2010) inspirent plusieurs réflexions qui interprètent la durabilité comme une décroissance de la consommation des plus riches et une transition juste (Kallis, 2019 ; Stevis, 2023).

Il n'en reste pas moins que la version étendue du cadrage des limites planétaires qui intègre les asymétries sociales ne propose pas de théorie unique pour parvenir à la durabilité, ou encore pour comprendre comment on s'en est éloigné. C'est donc uniquement dans sa composante « sciences de la Terre » que ce cadrage impose une épistémologie fonctionnaliste.





### **Le cadrage des systèmes socio-écologiques**

La non-durabilité peut aussi être définie comme une inadéquation entre l'évolution des ressources naturelles et les règles régissant leur accès. L'étude des systèmes socio-écologiques (*socio-ecological systems, SES*), communauté épistémique présentant une assez grande diversité interne, est issue de la pensée systémique et des théories de la complexité, et a développé un cadre théorique nourri d'une approche critique des théories de l'équilibre et, en France du moins, d'emprunts aux sciences de gestion, notamment sur les questions agricoles. Cette approche ambitionne de comprendre simultanément les dynamiques naturelles et institutionnelles qui gouvernent l'épuisement ou le renouvellement des ressources naturelles (Lindahl et al., 2024). Les notions de résilience et de stabilité, initialement conceptualisées sur des écosystèmes (Holling, 1973) y sont étendues pour qualifier aussi les institutions. Ces dernières sont appréhendées comme un système de règles sociales emboîtées, dans la lignée des travaux d'Elinor Ostrom sur la gestion en biens communs (1990) et la gouvernance polycentrique (2014). Cette approche est également rationaliste, en ce qu'elle considère que les règles déterminent les préférences des acteurs, en négligeant les doutes et dilemmes. Elle envisage l'apprentissage social - soit la révélation d'informations lors d'interactions -, et le design institutionnel comme des leviers d'action possibles vers la durabilité, dans une logique de gestion adaptative (Westgate et al., 2013).

Dans ce cadrage, l'épistémologie fonctionnaliste est convoquée afin de préciser à la fois ce qui est nécessaire pour que les fonctions des écosystèmes soient assurées, et pour que les institutions sociales participent à cette finalité.

Cependant ce cadrage peut poser un problème d'autonomie et de méthodologie aux chercheurs en sciences humaines et sociales. En effet, l'analyse comparative (collection d'études de cas) repose souvent sur l'analyse de variables institutionnelles mises en avant par des représentants d'organisations, qui se trouvent en situation de commanditaires ou de partenaires vis-à-vis de la recherche menée. Or, ceci peut conduire à un biais de la comparaison qui tend à une promotion des institutions autoproclamées innovantes dans la durabilité (Barone, 2012). Ce biais se voit renforcé dans la recherche européenne par une demande explicite, dans les appels à projets de recherche, de recommandations en termes de *design* institutionnel. De plus, compte-tenu des contraintes de temps de la recherche par projet, cette approche ne permet de comparer que dans un temps limité des institutions supposées avoir la même fonction de régulation d'accès à des ressources sur des périmètres qui ont du sens pour les écologues, alors qu'il s'agit d'en tirer des enseignements génériques sur les conditions de durabilité (Chambers et al., 2021).

Pour autant, les SES constituent l'un des rares cadres théoriques qui permettent d'étudier de manière transdisciplinaire des enjeux à la fois sociaux et environnementaux, et elles sont pratiquées dans un grand nombre de recherches, souvent à des échelles assez fines, même si la méthode propose aussi une montée en généralité.



### Fonctionnalisme versus constructivisme

Les fonctions des systèmes sont-elles « toujours déjà là », antérieures et extérieures aux intentions des acteurs ou, au contraire, adviennent-elles comme produits contingents de ces mêmes intentions, dans une logique de construction sociale conflictuelle ? Ce débat est aussi ancien que les sciences sociales, et les SdD n'ont fait qu'en hériter. Pourtant, cette tension épistémologique résonne d'une manière particulière dans ce champ très interdisciplinaire, en posant la question de la commensurabilité des régimes de scientificité.

Toutes les sciences de la vie ne sont pas fonctionnalistes, et toutes les sciences sociales ne sont pas constructivistes. Il existe également des formes hybrides d'épistémologies. Néanmoins, une bonne partie de la difficulté à constituer un cadre théorique pour les SdD tient au caractère partiellement antagonique des épistémologies fonctionnalistes et constructivistes, ces dernières reprochant aux premières leur manque de distance critique.

L'épistémologie fonctionnaliste vise à produire des savoirs sur l'ordre du monde par-delà sa diversité et ses contingences. Dans certaines communautés de recherche, ces savoirs ont été orientés vers une finalité de contrôle ou d'ordre. Les approches fonctionnalistes ont été dominantes dans les sciences sociales dans les années 1960 et 1970, puis elles ont été rejetées par une partie d'entre elles. L'économie et les approches rationalistes en science politique (modélisation des intérêts des acteurs) ont conservé cette épistémologie. À l'opposé de cette dernière, se sont développées des approches plus constructivistes, qui considèrent que des processus génériques peuvent exister dans le monde social, sans répondre pour autant à une (ou à plusieurs) finalité(s). Ces épistémologies étudient des processus qui ne sont pas orientés vers une finalité, qui acquièrent une signification chemin faisant qui peut être différente selon les perspectives.

Dans une perspective de durabilité, les approches non-fonctionnalistes ont comme vertu de tenir compte de tous les processus que l'on ne connaît pas, et qui pourraient agir sans qu'ils aient été identifiés comme fonctions. La *Political Ecology*, par exemple, est pratiquée par des anthropologues, des géographes, des écologues et quelques politistes. Ces scientifiques étudient en quoi les phénomènes écologiques sont également politiques, ainsi que l'effet des catégories utilisées pour comprendre et agir sur l'environnement socio-naturel (Benjaminsen, 2009 ; Gautier et Benjaminsen, 2012). Ils utilisent une pluralité de cadrages de manière stratégique dans un but de justice environnementale : ils visent à produire un récit scientifiquement fondé qui permette de susciter l'indignation ainsi que du changement politique (Peluso, 2012 ; Robbins, 2012). Heuristique et mobilisation sont donc ouvertement associées, dans une forme de constructivisme de second degré qui implique le chercheur, posture rejetée par une partie du champ des SdD, située plutôt du côté des sciences du géosystème, au motif qu'elle affaiblirait la portée du discours scientifique en tant que tel.

On constate qu'aujourd'hui, l'écologie adopte des raisonnements moins fonctionnalistes, considérant que la vie se développe en utilisant des opportunités qui peuvent servir à plusieurs fins, et que les processus sont souvent sous-optimaux quand on les évalue à l'aune d'une seule finalité.

Notons que dans les SdD, le cadrage fonctionnaliste reste dominant. Il représente ainsi 13 des 16 courants identifiés sous forme de programmes dans la synthèse récente proposée par Clark et Harley (2020). Comme l'exprime Billie Turner II, « *There is no unifying human-environment theory (...). Many people have tried to sit down and articulate how you can come up with a theory that handles both and there are all sorts of problems raised in that. What I always lecture in my introductory class, and this is, of course, a gross simplification, that probabilities in biophysical science, or the probabilities that the conditions exist, are going to give you the outcome. What are the probabilities of those in the social sciences? The probability is will you get the outcome that you've projected in your hypotheses. Therefore, in some sense, we're dealing with mechanistic and non-mechanistic ways of seeing the world. However, I think in many ways that what's created the problems is not knowing how to get past that particular issue.* ».



### 2.4.3 ♥ Les propositions de Clark et Harley pour la consolidation du champ des sciences de la durabilité

Le défi d'un cadre partagé reste donc entier pour les SdD, défi que William Clark tente de relever depuis quelques années en association avec Alicia Harley, junior researcher à Harvard.

Dans leur analyse du champ des SdD en 2020, ces auteurs font le constat qu'en dépit d'interactions croissantes entre les différents programmes de recherche constituant leur corpus, leur niveau d'intégration leur semble encore trop faible : « The good news is that these research programs are increasingly melding sharing scholars and ideas, and generating exciting hybrid research efforts. The bad news is that the integration remains incomplete, with the result that sustainability science today remains substantially less than the sum of its impressive parts. Integrating research across the island empires would almost certainly help to realize its potential for informing agitation<sup>22</sup> in support of sustainable development » (Clark et Harley 2020a, p. 335).

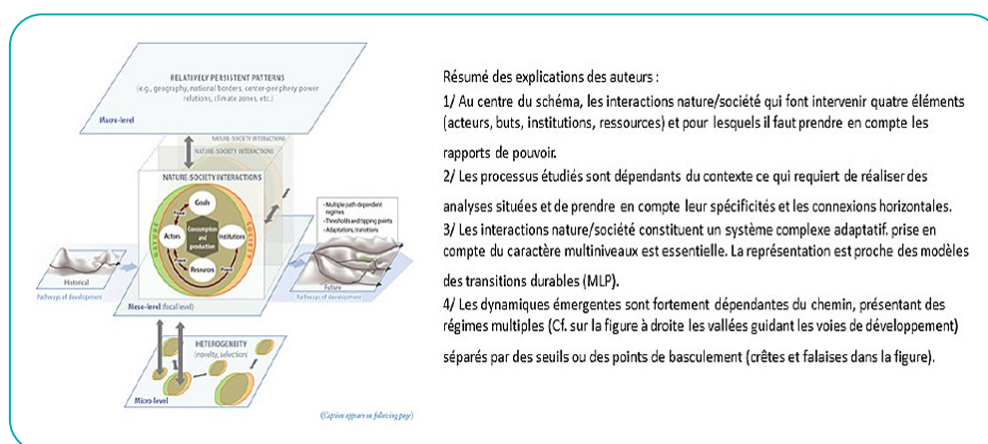
Considérant que cela constitue une limite au développement du champ, ils font plusieurs propositions à visée performative pour consolider celui-ci et renforcer sa structuration.

Ils proposent un cadre intégrateur pour les SdD. Celui-ci, « the most general form of conceptualization in science<sup>23</sup> », n'est ni un modèle ni une proposition théorique d'ensemble. Il s'agit plutôt d'une synthèse de mots-clés (*checklists*) ou d'ensembles d'éléments ou de relations, à prendre en compte dans l'élaboration et le test de théories ou de modèles sur la façon de promouvoir le développement durable. La performativité tient ici, outre l'objectif général d'intégration du champ, dans le choix des éléments, relations et mots-clés par les auteurs.

La représentation visuelle du cadre intégrateur (figure 1) atteste le niveau de complexité lié à la diversité des dimensions de la durabilité, à différentes échelles, dans une vision dynamique et historique. Au cœur de la représentation, les interactions nature/société sont fortement marquées par la dimension sociale. Les concepts choisis (acteurs, buts, institutions, ressources, pouvoir, consommation, production) relèvent essentiellement des sciences sociales, ce qui est assez cohérent avec les deux considérations structurantes des auteurs :

- à l'ère de l'anthropocène, la société a une influence durable sur les dynamiques dites naturelles, d'où la centralité des relations nature/société ;
- la science de la durabilité se situe dans le quadrant de Pasteur. Elle doit donc produire des connaissances actionnables.

**Figure 1.** Représentation du cadre intégrateur pour les recherches en sciences de la durabilité



Ce cadre a aussi vocation d'aider des scientifiques, focalisés sur certains éléments de l'agenda de la durabilité, à concevoir des projets de recherche, à positionner leurs contributions dans un cadre large et complexe, ou encore à mieux communiquer et dialoguer, entre eux et avec les acteurs, à partir d'une représentation partagée la plus complète possible. En guise

<sup>22</sup> On retrouve ici la référence des auteurs au concept d'« agitation informée » d'Amartya Sen pour caractériser les SdD (cf. 2.3.).

<sup>23</sup> Les auteurs se réfèrent à Ostrom (2011) et à Meyfroidt et al. (2018).



d'illustration, lors d'un entretien avec les auteurs où la question de l'usage de leur check-list leur était posée, ceux-ci ont pris pour exemple le rapport du EAT-Lancet. Selon eux, si ce rapport n'a pas eu l'impact escompté, c'est parce qu'il a ignoré certaines dimensions du cadre : « *the accessibility, the impact on equity, the role of innovation, transboundary flows of knowledge or pollution, etc.* ».

Les auteurs identifient en outre un ensemble de « capacités » que la recherche se doit de renforcer : « [...] effective strategies for the pursuit of sustainability must certainly use science to help identify and create interventions likely to promote sustainability but must also foster capacities to put those interventions into practice, monitor and evaluate the results, and take corrective action in an iterative and open-ended pursuit of sustainable development. Research has identified six such capacities. » (Clark et Harley, 2020 a, p. 335).

Ces capacités sont les suivantes : (a) mesurer le développement durable ; (b) promouvoir l'équité ; (c) s'adapter aux chocs et aux surprises ; (d) transformer le système en voies de développement plus durables ; (e) lier la connaissance à l'action et (f) concevoir des modes/dispositifs/structures de gouvernance qui permettent aux personnes de travailler ensemble en exerçant les autres capacités.

De plus, les auteurs proposent un agenda de recherche pour les SdD.

#### L'agenda de recherche de Clark et Harley

- (1) Monter en échelle (longue durée et global) dans l'analyse des formes de co-évolution nature-société ;
- (2) Progresser dans la compréhension des phénomènes complexes en analysant systématiquement le rôle de l'hétérogénéité, des emboîtements d'échelles, des systèmes faiblement connectés, de l'innovation et du pouvoir ;
- (3) Améliorer la capacité à évaluer la possibilité de trajectoires (existantes ou proposées) à promouvoir le bien-être de l'humanité ;
- (4) Evaluer les compromis possibles ;
- (5) Transformer des trajectoires non durables en trajectoires durables constitue l'enjeu le plus essentiel. Cela passe par la capacité d'innovation et par une capacité à construire des visions collectivement partagées sur les futurs durables ;
- (6) Expérimenter des formes de "bonne gouvernance", évaluer leurs impacts, améliorer les capacités de conception des formes de gouvernance et développer un exercice continu d'apprentissage réflexif ;
- (7) Mieux documenter les formes durables d'asymétrie de pouvoir et leurs implications pour la durabilité et développer la capacité de conception de formes de gouvernance réduisant ces asymétries ;
- (8) Etant donné que la connaissance est du pouvoir, la communauté des SdD doit s'assurer que son agenda de recherche prenne en compte les intérêts des plus faibles.

Il est nécessaire de se doter d'une représentation commune du champ hétérogène des SdD, et le choix d'un cadre intégrateur pour accélérer le développement du champ apparaît pertinent. Il pourrait donc être intéressant de prolonger ces travaux.

Par ailleurs, du positionnement par les auteurs des SdD dans le quadrant de Pasteur, d'une part, et de l'explicitation de leur fonction d'« agitation informée », d'autre part, on déduit que les SdD ne peuvent s'inscrire dans une épistémologie classique, qui sépare de façon tranchée la connaissance objective des questions normatives. Les recherches sur les SdD informent la construction de normes ; la visée normative des transformations nécessaires informe les SdD. Cette imbrication forte entre la production de connaissances et la production d'un ordre socio-politique est essentielle pour l'ensemble des sciences transformatives : « The elements that constitute an epistemology of sustainability are those that produce an investigative method and research techniques that elaborate (either explicitly or implicitly) a worldview and constitute the nature of science, which in practice produces knowledge expressed socially and politically. » (Fernandes et al., 2017). « It is not enough to make sure that a science is methodologically efficient, producing "useful" results. Science also needs to consciously reflect the future that is being constructed by the present » (Frode mann, 2013).



Si la vision classique d'une science neutre est en soi discutable, elle n'est pas tenable pour les recherches du champ des SdD. En raison de leur objet et de leur caractère interdisciplinaire et transdisciplinaire, de telles recherches sont profondément marquées par l'entrelacement de la science, de la technologie et de la société, ce qui exige de prendre en compte leurs relations mutuelles. Or, dans les travaux de caractérisation du champ consultés, subsiste un angle mort majeur, qui porte sur la connaissance des processus de transformation. Et ce en dépit du fait que Clark et Harley intègrent la question de l'innovation dans le champ, notamment au travers des programmes sur les *Pathways to Sustainability* et sur les *Socio-technical Transitions*. C'est pourquoi il importe de compléter leur analyse par la présentation de propositions et de réalisations en termes de sciences transformatives et de recherche actionnable.

Les questions liées à la durabilité des interactions nature-société sont intrinsèquement systémiques et complexes. Au-delà d'approches générales sur le comportement de tels systèmes, les connaissances proviennent de recherches conduites dans des contextes spécifiques et intégrant non seulement les connaissances de différentes disciplines mais aussi, autant que possible, les savoirs des acteurs concernés. La question du renforcement des approches transdisciplinaires doit donc être considérée avec attention. "In sustainability sciences, the production of knowledge must derive from a conception of knowledge that is not circumscribed to the disciplinary domains, but transcends academic barriers and presupposes interaction with society and not just dissemination or outreach." (Klein, 2017).

Pour prolonger ces réflexions, la question des dispositifs de production de connaissances doit être explicitement posée. Qu'en est-il par exemple des expérimentations en situation réelle qui sont mises en œuvre dans les Living Labs ou autres Démonstrateurs ?

En outre, une réflexion de fond sur les dimensions ontologiques et épistémologiques des SdD apparaît nécessaire. Positionner les recherches dans le quadrant de Pasteur implique en effet de travailler à la fois leur pertinence et leur portée théorique. Pour ce faire, il importe <sup>24</sup> :

- de reconnaître la diversité des pratiques de recherche et d'engagement dans le domaine et leurs potentiels distincts de théorisation ;
- d'embrasser la diversité des objectifs et des moyens d'élaborer des théories, de la théorisation scientifique plus traditionnelle dans les sciences sociales et naturelles à la théorisation par le biais de processus d'élaboration de changements ;
- de promouvoir des méthodes innovantes de théorisation où les théories émergent de la résolution conjointe de problèmes dans le cadre de processus transdisciplinaires d'élaboration de changements.

<sup>24</sup> Pour une élaboration de l'argument, voir notamment Schlütter et al., 2022.



## 2.5 Les stratégies des institutions pour y inscrire les sciences de la durabilité ou s'inscrire elles-mêmes dans leur dynamique internationale

Si le champ des sciences de la durabilité (SdD) constitue, comme nous venons de le voir, un vivier extrêmement dense d'expérimentations, de réflexions et d'échanges inter et transdisciplinaires, il est également un espace dans lequel émergent des propositions organisationnelles et institutionnelles significatives, ou au sein duquel des organisations et des institutions existantes cherchent des éléments de régénération de leur projet. Dans cette partie, nous nous intéresserons aux dispositifs développés au sein d'institutions de recherche et d'enseignement supérieur pour y inscrire les SdD, et en particulier aux modalités d'interaction entre institutions scientifiques et mondes de la décision et de l'action.

Conduite à partir de la France, notre enquête a nécessairement produit des effets de regard situé que nous nous devons d'assumer, tout en en prenant en compte les biais et les points aveugles. Dans une logique de cercles excentriques, nous aborderons tout d'abord le paysage hexagonal, puis nous présenterons les initiatives et expériences émanant des pôles les plus visibles du champ des SdD, l'Europe du Nord et l'Amérique du Nord, avant de proposer deux focus sur les enjeux géopolitiques de l'institutionnalisation des SdD, à travers l'espace européen de la recherche tout d'abord, et celui des dispositifs onusiens et internationaux enfin.

### 2.5.1 ♥ La France, un cas original de forte tradition de recherche finalisée, mais faiblement connecté au champ des SdD

Les savoir-faire et modes de finalisation propres à la recherche française comportent un certain nombre de traits originaux par rapport au modèle dominant dans les pays anglo-saxons d'où les SdD sont largement issues, notamment : 1) une forte prévalence d'organismes publics ; 2) leur autonomie relative vis-à-vis des universités, donc de la formation ; et 3) une forte culture du dialogue avec leurs tutelles politiques nationales. S'y ajoute un tropisme marqué pour les questions touchant au nexus agriculture-alimentation-santé, et une tradition ancienne mais régulièrement renouvelée d'orientation vers les Suds.

De manière moins originale, la recherche française doit aussi affronter une difficulté récurrente à articuler les approches des SHS à celles des sciences de la matière et du vivant, malgré une forte tradition d'ingénierie publique du développement et de l'aménagement du territoire. Pour cela, les quelques communautés qui ont précocement expérimenté des approches systémiques et situées de la recherche-action disposent d'une avance certaine – à condition de l'adapter aux nouvelles demandes.

Ces postures exploratoires ne représentent bien évidemment pas l'ensemble de l'écosystème de recherche national, dont l'ouverture transnationale et interdisciplinaire reste en partie à accomplir. Comme l'analyse Jean-François Guégan à partir de l'exemple des maladies infectieuses, « en France, dans le domaine biomédical, il n'y a pas ou très peu d'approches qui vont se baser sur de la compréhension sur de longues séries temporelles. Différemment du Royaume-Uni, où ils ont des chroniques très longues de cas, constituées en outre sur de vastes zones géographiques, sur lesquelles donc on peut travailler. [Ils se donnent ainsi l'opportunité de] voir les rôles qu'ont joués les politiques de santé ou l'évolution économique d'un système sur la dynamique d'ensemble ». Formé à l'épidémiologie anglo-saxonne, Jean-François Guégan regarde avec sévérité le verrouillage réductionniste de la recherche française. « Demandez à un pasteurien ce qu'est la biologie intégrative, il vous répondra que ce concept part du gène et ne dépasse pas les rebords d'une boîte de Pétri. Pourtant, au sens anglo-saxon, ça va du gène à l'écosystème global. On va le voir avec l'enjeu "changement climatique et santé". On le verra de même avec One Health [...] pour converger vers une compréhension réduite, sans épaisseur, des sujets... » Pour notre témoin, si l'on veut que les grands concepts intégrateurs de la santé globale ou de la durabilité ne se résument pas à des « phénomènes parapluies », il convient d'opérer un véritable décentrement épistémologique, non pour rejeter les héritages des communautés de recherche françaises, mais pour les porter à la hauteur des enjeux.

L'hybridation des savoir-faire et des mots d'ordre des SdD apparaît contrastée dans les organismes nationaux de recherche (ONR), comme l'illustrent les trajectoires récentes du CNRS, du Cirad et de l'IRD.



**Le CNRS, fort de sa tradition d'excellence disciplinaire et universaliste, en charge de la science fondamentale dans de très nombreux domaines, mais sans tradition finalisée, commence tout juste à développer une gouvernance thématique proactive sur les enjeux de durabilité**

En 2019, l'organisme affiche son engagement pour les 17 ODD : « La recherche au CNRS [...] permet de traiter les enjeux [...] propres à chacun des objectifs [du développement durable] et à l'intersection de plusieurs objectifs : climat - océan - eau - santé ; eau - énergie - alimentation - biodiversité - éducation »<sup>25</sup>. Dans un organisme structuré par instituts, l'Agenda 2030 apparaît comme un enjeu de transversalité interne : « L'interdisciplinarité [...] est une des forces du CNRS qui doit être [...] consolidée. [...] Le CNRS renforcera sa capacité à conduire, ou à contribuer à de grands projets transverses [...], en particulier [...] à l'agenda 2030 des Nations unies par la réalisation des objectifs de développement durable », peut-on lire dans son Contrat d'objectifs et de performances 2019-2023. Et à l'international, l'organisme met notamment en avant son accueil du Global Hub de Future Earth et sa mobilisation dans la valorisation de l'expertise de ses chercheurs au Giec et à l'IPBES<sup>26</sup>. Le fait que le CNRS se soit vu confier en décembre 2023 une agence de programme sur le périmètre « climat, biodiversité, société durable » devrait toutefois accélérer la mise à l'agenda de la durabilité dans le pilotage de la recherche au sein de l'organisme et dans ses partenariats. L'organisation par la Mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaire du CNRS de rencontres scientifiques sous le titre « Limites planétaires et enjeux de durabilité » en 2023 et l'investissement de l'INEE, de l'INSHS et de l'INSU dans le PEPR Transform, dédié à l'étude inter et transdisciplinaire des enjeux d'habitabilité, illustrent un bouillonnement qui pourrait bien induire des changements significatifs de la stratégie du CNRS dans les SdD.

**Le Cirad, un organisme de recherche finalisée très impliqué dans des partenariats opérationnels dans les pays du Sud, qui prend le tournant des objectifs de développement durable et de la recherche transformative**

Le Cirad est porteur d'une tradition historique de recherche interdisciplinaire et orientée vers le développement dans une logique partenariale. Il a donc été au contact direct des enjeux émergents du changement climatique, des menaces sur la biodiversité et de la justice environnementale.

Sylvain Perret, directeur du Département Environnements et Sociétés, se souvient : « *On s'est équipés, à partir du mandat de 2010, d'un corpus de valeurs [...] que nous essayons de rendre sous-jacent à toutes nos actions et toutes nos orientations stratégiques. [...]. L'action pour le développement durable [est] la première et sans doute la principale* ». « La finalité de la stratégie scientifique et partenariale du Cirad est d'avoir un impact effectif sur les processus politiques, économiques et sociaux conduisant à transformer de manière durable les modes de production, de transformation et de consommation liés à l'agriculture et au monde rural, au bénéfice des producteurs et des populations des pays du Sud », peut-on lire dans le Contrat d'objectifs et de performances (2019-2023) du Cirad. C'est bien à une requalification de la culture de l'impact à l'aune de la durabilité que l'on assiste ici, solidement chevillée à une approche territoriale de celle-ci. Et l'articulation, dans le document d'orientation, entre les champs thématiques stratégiques de l'Établissement et les ODD, témoigne d'une activité centrée autour de 8 ODD, dont deux sont au cœur de ses missions (ODD 1 et 2). Après l'épisode de la pandémie, dans son nouveau document d'orientation (2024-2026), le Cirad reconnaît que « l'agenda 2030 semble hors d'atteinte sans réactions d'envergure et sans changements profonds ». L'accent y est mis sur « la recherche finalisée source de transformation », objectif 2 de son premier axe sur la recherche. Et les mots clés associés au préfixe « transform » y apparaissent quatre fois plus que dans le précédent Contrat d'objectifs. Si les orientations scientifiques et la poursuite du « développement de la culture de l'impact » sont réaffirmées, les questions de temporalités deviennent plus prégnantes : il s'agit notamment de « faire face à l'urgence et la complexité des défis mondiaux », de « contribuer à répondre aux conséquences des crises » et de « Développer la culture et la pratique de la prospective et de l'anticipation ». Comme l'exprime Etienne Hainzelin, ancien directeur de la recherche et de la stratégie au Cirad, « *en grande humilité, on appelle tous les chercheurs à travailler dans une optique de durabilité, ça veut dire à s'interroger sur l'impact de leur recherche, sur le rôle des autres acteurs par rapport aux changements que ça va générer, et sur l'interrogation fondamentale qui est de se dire : est-ce que le changement que ma recherche a l'ambition de générer, qu'elle ne génère pas toujours, est compatible avec des objectifs de développement durable ?* » Pour autant, cette ambition ne peut pas être développée en interne seulement. « *Il y a de la science qui peut s'exporter, mais la science de la durabilité, justement, la science orientée "solution", ne peut pas s'exporter. C'est pour ça que la mission du Cirad a été réorientée en termes stratégiques vers le soutien aux compétences et aux capacités des scientifiques du Sud, parce qu'on estime que c'est une démarche de développement en soi* ».

<sup>25</sup> Objectifs de développement durable, le CNRS s'engage, septembre 2019 (plaquette).

<sup>26</sup> Ibid.



### L'IRD, un institut qui a fait de la SdD son discours intégrateur

Sous la double tutelle du MESRI et du MEAE, et présentant l'originalité d'avoir des compétences dans le champ de la santé globale, cet acteur scientifique est mobilisé par l'agenda onusien sur le développement et l'environnement depuis le début des années 2000, lorsque le ministère chargé de la recherche lui a confié l'animation et la coordination d'une réflexion collective sur la contribution des ONR au Sommet mondial du développement durable (2002). Alors que son mandat de PDG de l'Institut est marqué par l'adoption de l'Accord de Paris et des ODD en 2015, Jean-Paul Moatti est nommé début 2017 membre du Groupe international d'experts scientifiques qui coordonne le premier rapport mondial sur le développement durable (GSDR, 2019). Thierry Lebel, qui a conduit une mission sur l'interdisciplinarité à l'IRD, se souvient : « J'étais à New York à l'AGNU lorsque les ODD ont été adoptés. Ce sujet était central pour de nombreux pays du Sud, qui avaient bien intégré la nécessité de sortir d'une vision "du développement pour le développement", à connotation purement quantitative. Au-delà des discours de mise sur l'importance de mieux prendre en compte la problématique environnementale dans l'agenda onusien, l'engagement des dirigeants des pays riches (typiquement ceux du G7) sur le sujet apparaissait très convenu, à l'exception notable du discours d'Angela Merkel, poussant très fort le sujet. Mon PDG a été enthousiasmé par cette prise de position volontariste, et cela a contribué à ce que nous décidions de mettre en avant les ODD dans le Plan d'orientation stratégique 2016-2030 de l'IRD. Pour autant nous restions pleinement conscients des insuffisances scientifiques et des ambiguïtés politiques qui apparaissaient criantes quand on décortiquait les ODD, conçus en silo et sans vraie pensée systémique ».

À partir de 2020, sous le mandat de Valérie Verdier, le tournant de la SdD est résolument pris. La SdD est en effet placée au cœur du Contrat d'objectifs, de moyens et de performances 2021-2025, appelant à « faire de la science autrement [...] en faveur du décloisonnement des disciplines et du recrutement de scientifiques porteurs d'approches plus holistiques et interdisciplinaires, soucieuse de l'efficacité des recherches et leur impact, et tenant compte de la théorie du changement ». L'IRD souhaite « promouvoir plus encore l'approche du développement portée par la recherche française et ses partenaires notamment européens [...] et, inversement, apprendre de ceux déjà engagés dans [la voie de la SdD] de leur propre initiative ou via des "antennes" de centres anglo-saxons... ». Et cette implication de la recherche appelle une finalisation plus résolue : « Cette science s'accorde naturellement à la mission d'aide au développement. La notion de développement pousse l'Institut à [...] orienter les finalités de ses actions au sein des sociétés au Sud ».

À partir de 2020, l'IRD fait de la SdD le fer de lance de sa stratégie. Olivier Dangles, écologue, est nommé adjoint au directeur général délégué à la science en charge de la SdD. Des communautés de savoirs (CoSav) sont créées<sup>27</sup>. La définition des fronts de science est évolutive, le choix étant fait de construire la doctrine en marchant. Mais pour Olivier Dangles, ce qu'il convient de promouvoir, c'est une science « qui est plus proche des territoires, plus proche des préoccupations des personnes, où on doit faire de la transdisciplinarité, l'interdisciplinarité pour comprendre des problématiques sur des territoires, et puis de la transdisciplinarité pour réaliser tout ça avec les acteurs et faire beaucoup plus de co-construction ». Pour renforcer l'interdisciplinarité et la SdD en interne, l'IRD institue un concours inter-commissions scientifiques, aux niveaux CR et DR. En 2021, l'Institut rejoint le Global Hub France de Future Earth, afin de développer le consortium au Sud. Il participe également à l'appel « Pathways to Sustainability » du Belmont Forum ; et il est le moteur, dans le cadre d'AllenVi, de la création d'un axe ANR sur les SdD. Il est aussi copilote avec le CNRS (INEE et INSHS) d'un PEPR exploratoire sur les SdD, TRANSFORM, lancé en 2024. Enfin, l'IRD souhaite développer une « stratégie globale sur l'efficacité et l'impact ».

Les différents entretiens conduits à l'Institut montrent que la SdD ne s'y est pas encore imposée comme un champ de recherche en soi, et continue à faire l'objet de questionnements sur ses implications épistémologiques. Il n'en reste pas moins que le dispositif conçu à l'IRD dans le but de renforcer sa contribution aux ODD par la SdD a valeur exploratoire pour l'ensemble de la recherche française, par les nouvelles questions que les SdD suscitent en termes de contribution des ONR à un agenda global caractérisé par une très forte injonction à une montée en généralité et en actionnabilité. Comme l'explique Olivier Dangles, « le but du jeu qu'on a au niveau de la stratégie, je dirais politique, de politique scientifique de l'IRD, c'est d'amener cette réflexion "science de la durabilité" au niveau des régions vers nos représentants, et notamment pour essayer d'un peu mieux cerner certaines grandes problématiques autour du climat, autour de l'agro-biodiversité, pour essayer de petit à petit renforcer nos communautés interdisciplinaires au niveau de certaines régions, en lien avec les politiques publiques ». Pour l'IRD, les SdD ne sont pas seulement un levier de transformation interne, mais également d'interfaçage institutionnel à l'échelle des régions des Suds.

<sup>27</sup> Autour de neuf défis - biodiversité, changement climatique, géoressources et durabilité, littoral et océans, migration, One Health, systèmes alimentaires durables, terres et sols et villes durables - complétés par quatre thématiques majeures - l'agroécologie, l'eau comme bien commun, les inégalités, les risques et les crises.





Questionner la trajectoire récente des ONR français au prisme des SdD présente des biais évidents : effets de taille, de statut, d'orientation universaliste ou thématique faussent la perception du dynamisme et de la pertinence des orientations stratégiques prises. De plus, les « virages » ne se négocient pas de la même manière pour les recherches conduites sur des plateformes, dans des laboratoires ou sur le terrain. Il en va de même pour les sauts d'échelle ou l'établissement de « ponts » inter- ou transdisciplinaires. Par ailleurs, les orientations stratégiques se décident dans un paysage de la recherche profondément marqué par l'« UMRisation » des unités depuis un quart de siècle. En écologie au sens large, CNRS et IRD sont fortement liés. De même, les connexions internationales des chercheurs et des équipes sont partagées - même si les différences de types de réseaux, comme entre le Cirad et l'IRD, restent sensibles. En outre, les ONR partagent des tutelles ministérielles qui leur adressent des messages tantôt communs, tantôt différenciés. Et la structuration de l'ESR est encore en pleine évolution, comme en témoigne le lancement des agences de programmes et du dispositif de recherche à risque et à impact. Au cours de la décennie écoulée, les outils issus des différents PIA ont eu un puissant effet intégrateur sur ce paysage, et continuent de le structurer pour une meilleure extraversion vers l'Europe et le monde. Dès lors, plutôt que de stratégies distinctives, il paraît plus pertinent d'évoquer une division du travail scientifique en cours d'élaboration.

Dans le même temps, d'autres opérateurs, fortement liés au monde de la recherche, se mobilisent pour la durabilité, à l'instar de l'Agence Française de développement (AFD), avec laquelle le Cirad et l'IRD entretiennent des collaborations étroites.

#### **L'AFD étoffe ses activités d'étude et de soutien pour une « durabilité forte »**

Après la création de la mission recherche à l'AFD en 2002, son département recherche s'est restructuré et étoffé. Au sein de la direction Innovation, Stratégie et Recherche, le département Diagnostic Economiques et Politiques Publiques compte aujourd'hui une cinquantaine de personnes, et développe une approche « pluridisciplinaire et ouverte au bénéfice des SdD », précise sa directrice, Hélène Djoufelkit, qui poursuit : « Un [de nos] grands enjeux est de dépasser le livrable publication de recherche pour l'appui aux politiques publiques par rapport à l'agenda 2030. [...] On s'intéresse aux lieux de tensions entre les agendas des trois piliers du développement durable, en réaffirmant leur interdépendance. Et on défend l'approche par la soutenabilité forte ». Et elle poursuit : « Le défi est de se reconnecter [...] au cœur de métier de l'AFD et de percoler au cœur de la stratégie. Ceci est au cœur du mandat de la partie recherche. [...] Nous sommes une sorte de think tank interne ». Outre la production d'études pays, de publications et de conférences, toujours fondées sur la science, le département a « un mandat beaucoup plus nouveau : des résultats de recherche donnent lieu à des dialogues de politique publique avec des pays partenaires. [...] C'est une offre de service complémentaire à l'offre financière, qui peut même s'inscrire dans le dialogue stratégique », précise-t-elle<sup>28</sup>.

#### **L'Institut du développement durable (Iddri), un think tank qui s'appuie fortement sur la recherche, réfléchit à infléchir ses relations avec les communautés scientifiques**

Créé en 2002 avec un fort soutien du CNRS, du Cirad et de l'INRA, l'Iddri est doté d'un statut de fondation d'utilité publique, d'un conseil scientifique international et de chercheurs associés. L'Iddri publie beaucoup (rapports, *policy briefs*), mais mène peu de recherches en interne : « On a deux cas de figure », explique le directeur scientifique, Michel Colombier : « soit on s'appuie sur la science, soit on fait de la science lorsqu'on n'est pas arrivés à ce que les scientifiques, d'eux-mêmes, aillent là où on avait envie d'aller ». Et le directeur de l'Iddri, Sébastien Treyer, de compléter sur le versant « policy » : « L'idéal à l'Iddri, c'est de pouvoir toujours être en capacité de comprendre l'état du débat politique et sa configuration, pour voir comment [il] pose de nouvelles questions de recherche. Idéalement, on aimerait réussir à influencer les communautés de recherche ». Les attentes de l'Iddri sont différentes selon les communautés scientifiques. Ainsi, s'il semble à Michel Colombier « que les questions de durabilité interrogent toutes les sciences », il est très attentif à « suivre ce qui se passe dans des sciences dites dures », qui ont notamment permis de reconfigurer la discussion internationale sur le climat. « Les problèmes ne sont pas figés, il y a des nouvelles frontières ». Pour Sébastien Treyer, « Redéfinir le contrat social, en panne à toutes les échelles, autour de la sobriété, pose énormément de questions [...] à toutes les disciplines de sciences sociales et notamment l'économie ». Enfin, le cadrage des questions de recherche qui intéressent l'Iddri, doit être repensé « dans une logique de coalitions des acteurs de changement face à ceux du statu quo aujourd'hui dominants ».

<sup>28</sup> Illustration de cette démarche, l'AFD a coorganisé fin 2023 une conférence au Cap « Inequality, Work and Nature – Strategic Dilemmas and Policy Resolutions », dans le cadre d'un partenariat avec l'Union européenne, l'EU-AFD Research Facility. La conférence a permis des échanges directs entre des membres de haut niveau des sphères politiques, académiques et du développement international. L'Afrique du Sud s'est résolument engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre et son président a établi une commission climat multi-acteurs pour définir une transition vers une économie et une société bas carbone justes et résilientes au changement climatique. La France, via l'AFD, l'Allemagne et l'UE sont membres, depuis 2021 du Just Energy Transition Partnership, lancé à la COP26 pour accélérer la décarbonation de l'économie sud-africaine.



Dans son ensemble, au-delà des stratégies de tel ou tel organisme, le monde de l'enseignement supérieur et de la recherche s'engage ainsi progressivement mais résolument vers la durabilité. Le récent axe spécifique sur les SdD à l'ANR en est une illustration. Et le Plan climat-biodiversité et transition écologique, publié en juin 2023, donne un cadre aux actions à mener<sup>29</sup> pour la « transition écologique pour un développement soutenable », alors que diverses initiatives ont déjà été lancées. Certains pôles universitaires se montrent particulièrement proactifs, se dotant de stratégies de durabilité, voire de pôles « sciences de la durabilité », comme Clermont-Ferrand, ou participant à des Groupements régionaux d'experts sur le climat, qui existent aujourd'hui dans la plupart des régions.

Suite à la mission « Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur », et au rapport présidé par le paléoclimatologue Jean Jouzel, obligation est faite de fournir à tous les étudiants une formation de base, connaissances et compétences, sur ces sujets. Pour l'écologue Luc Abbadie, rapporteur de la mission, « l'appétence des étudiants pour ce sujet est très vive, [mais] la mise en place de cette formation représente un véritable enjeu » : si les universités savent faire acquérir des connaissances, les compétences posent problème. « Un gros enjeu est de libérer du temps d'enseignement pour former les enseignants-chercheurs à l'université [qui] sont submergés. [Et] nous avons un rôle à jouer dans la formation continue [qui doit être] dans le service normal des chercheurs, pour la légitimité sociale du système ».

Des comités d'éthique s'emparent des enjeux de durabilité. Un récent rapport du Comité d'éthique du CNRS (COMETS) s'est penché sur l'intégration des enjeux environnementaux à la conduite de la recherche<sup>30</sup> : « Le rapport du COMETS aborde une question fondamentale, dont les institutions scientifiques se saisissent actuellement et qu'elles vont devoir instruire en pratique dans les années à venir : environnement versus connaissances ? Il existe des désaccords mais l'on ne va pas pouvoir faire l'économie de la question. Les éléments pour la traiter se mettent en place », commente Marie Gaille, directrice de l'INSHS. Et d'autres rapports traitent de l'engagement des chercheurs dans l'espace public<sup>31</sup>.

#### **Labos 1point5, un collectif qui ambitionne de mieux quantifier puis contribuer à réduire l'impact des activités de recherche sur l'environnement, en particulier sur le climat**

Cette initiative, qui a émergé en 2018, s'est développée en un Groupement de Recherche (GDR) autour de trois principes : (1) agir à l'échelle de la communauté de recherche ; (2) adopter une approche par la recherche ; (3) choisir le laboratoire de recherche comme unité de réflexion et d'action. « Nous avons décidé, avec Olivier Berné, qu'il fallait agir, non pas à l'échelle d'une communauté, d'une discipline ou d'une tutelle, mais de manière transverse, à l'échelle de la communauté de recherche française, en partant des unités de recherche », témoigne Tamara Ben Ari, co-fondatrice du collectif et du Groupement de Recherche dont elle a assuré la direction et le financement. Le projet, soutenu par le CNRS, INRAE, Inria et l'ADEME, mobilise des laboratoires et des disciplines très divers, ainsi que des personnels techniques et administratifs. Un outil libre, gratuit et en ligne a été développé par Labos 1point5 (GES 1point5) pour permettre aux laboratoires d'estimer leur empreinte carbone, mais aussi de les agréger en une base de données nationale. Aujourd'hui, plus de 1000 UMR ont fait l'exercice, et il est estimé qu'au moins une vingtaine ont mis ou mettent en place des mesures de réduction des GES. Deux thèses et un postdoctorat sont en cours dans des disciplines de sciences sociales et naturelles, qui s'appuient sur la communauté GES 1point5. Figurent aussi au projet du GDR l'essaimage à d'autres pays et secteurs d'activité et une convention citoyenne recherche sur le climat. Pour autant, l'objectif n'est pas d'institutionnaliser Labos 1point5. « La transition écologique de la recherche ne peut pas uniquement être institutionnelle ou administrative, c'est une question qui a une dimension scientifique et qui appartient à la communauté de recherche. Si nous arrivons à faire l'expérience de ses difficultés, celles qui se logent au cœur même de notre métier, nous pourrons alors produire une compréhension théorique et pratique de celle-ci, et peut-être retrouver le rôle d'avant-garde, d'éclaireur qui nous revient » affirme Tamara Ben-Ari.

<sup>29</sup> Une première vague d'établissements ont proposé des mesures dans leur Contrats d'objectifs de moyens et de performances, et l'ensemble des opérateurs de l'ESR devront fournir au plus tard fin 2024 leurs schémas directeurs.

<sup>30</sup> COMETS, CNRS Avis n°2022-43 - Intégrer les enjeux environnementaux à la conduite de la recherche - Une responsabilité éthique.

<sup>31</sup> COMETS, CNRS, Avis n°2023-44 - Entre liberté et responsabilité : engagement public des chercheurs et chercheuses, juillet 2023. Université de Lausanne, L'ENGAGEMENT PUBLIC DES UNIVERSITAIRES : ENTRE LIBERTÉ ACADÉMIQUE ET DÉONTOLOGIE PROFESSIONNELLE, Rapport du Groupe de travail sur la recherche et l'engagement, mai 2022. Ethique en commun, INRAE-Cirad-Ifremer-IRD, Avis n°15 - Quels droits et devoirs des scientifiques et de leurs institutions face à l'urgence environnementale ?, septembre 2023.



Plusieurs initiatives de sites universitaires pour la durabilité à l'échelon local sont soutenues par le Programme d'Investissements d'Avenir (PIA). Ce fut le cas du LABEX BASC Biodiversité, Agroécosystèmes, Société, Climat (2012-2020), programme de recherche interdisciplinaire réunissant 13 laboratoires sur le plateau de Saclay. Plus d'une vingtaine de projets de recherche ont été coconstruits entre scientifiques, agriculteurs et collectivités locales autour des questions de durabilité sur des problématiques d'intérêt partagés, certains allant jusqu'à des prototypes. Mais après la fin de LABEX, « *Le niveau de financement [...] à l'échelle locale par les universités pour un nouveau projet C-BASC est beaucoup plus faible. On est toujours à la recherche de financements* », constate l'écologue Paul Leadley. Il importera donc d'être vigilant, si l'on veut pérenniser la dynamique prometteuse enclenchée.

Par ailleurs, des instituts scientifiques interdisciplinaires montés dans le cadre d'IDEX interagissent avec des acteurs locaux. Le Centre des politiques de la Terre, né en 2019 dans le cadre de l'IDEX Université Paris Cité, entend « promouvoir des recherches collaboratives entre acteur-trice-s académiques et différent-e-s porteur-se-s d'enjeux. Il entend ainsi marquer sa vocation de lieu d'engagement des chercheur-se-s dans la vie de la cité ». Sa directrice, la géographe Nathalie Blanc, est impliquée dans la création d'une Graduate School et de « territoires écoles », mettant en relation des étudiants et jeunes chercheurs avec des acteurs sur des territoires qui ont une demande. Elle reconnaît que ces dispositifs sont « *extrêmement formateurs* » et *attractifs, mais qu'ils sont « coûteux, [...] très lourds à porter, avec peu, voire pas de soutien institutionnel* ».

L'Institut de la transition environnementale de l'Alliance Sorbonne Université (ITE), l'un des instituts thématiques de l'Alliance Sorbonne Université « vise à contribuer, dans la durée, à la transition environnementale, en constituant une plateforme d'interactions entre sciences et société ». Luc Abbadie, qui a été au centre de sa création, précise : « *L'ITE s'est voulu une structure souple et permanente de mobilisation sur une base de volontariat* ». Et il en tire un bilan très positif : « *L'ITE est un instrument miraculeux qui permet de faire les choses un peu autrement. [...] Les possibilités de financement sont au fil de l'eau. N'importe quelle thématique et approche de terrain est éligible [...]. Les sciences humaines et sociales sont toujours associées [...]. L'ITE a énormément amélioré la visibilité de l'université dans le domaine de l'environnement en externe. [...] Avec des collègues climatologues, à travers le GREC francilien, on a apporté une vision pour le Plan régional sur le changement climatique. Et on devrait être associé à la révision du Schéma Régional d'Ile de France. [...] Nous fonctionnons y compris avec de grosses boîtes. [...] On se rapprocherait un peu du monde anglo-saxon, où on a une continuité entre l'université et le monde réel.* » Il souligne toutefois les fragilités du dispositif : « *Le problème est le manque de temps des chercheurs volontaires. [...] Le rapport de la Cour des Comptes de 2021 fait état d'une régression des investissements pour les étudiants depuis 7, 8 ans, avec une plus forte diminution dans les universités. Il y a trop d'étudiants par rapport au nombre d'enseignants disponibles et pas assez de soutien* ».

Ces trois exemples illustrent que le PIA a permis à des sites universitaires d'enclencher des dynamiques de collaboration avec les acteurs locaux, mais qu'il n'a pas permis de les pérenniser. Toujours côté PIA, les dispositifs Territoires d'Innovation puis Démonstrateurs Territoriaux soutiennent des initiatives multi-acteurs, ancrées dans des territoires qui permettent d'expérimenter des solutions innovantes dans des situations de la vie réelle. INRAE y est fortement impliqué et peut faire le lien avec les dispositifs de Living Labs qu'il développe en relation avec Agriculture Canada (MeALL) et dans le cadre européen (Partenariat européen AGROECOLOGY). D'autres initiatives enrichissent la recherche transdisciplinaire pour la durabilité, en créant des réseaux internationaux, à l'instar de l'Institut d'Etudes Avancées MAK'IT, dont le modèle est original.

#### **Montpellier Advanced Knowledge Institute on Transitions (MAK'IT)**

Cet Institut d'études avancées, hébergé à l'Université de Montpellier, se veut un « espace d'intelligence collective ». Accueillant depuis 2018 des chercheurs internationaux de haut niveau, il « a pour mission de stimuler la contribution des communautés scientifiques à l'accélération des transitions nécessaires à la réalisation des objectifs de développement durable, dans les domaines de l'agriculture et de l'alimentation, de l'environnement et de la santé. » Son directeur et fondateur, Patrick Caron, également vice-président de CGIAR, considère que MAK'IT, « *c'est transdisciplinarité, production de connaissances, traitement des controverses pour accélérer les transitions vers le développement durable. On pourrait s'appeler Sustainability Science, mais on n'utilise jamais le terme* ».



Ainsi, l'engagement pour la durabilité se poursuit au sein du paysage de l'ESR français. On note qu'un facteur montant de collaborations entre communautés disciplinaires apparaît être la « donnée » et son partage, comme l'illustre l'engagement de l'infrastructure de recherche DataTerra dans des dialogues avec des acteurs, au-delà du monde académique, confirmant le rôle des infrastructures de données comme objet frontière. Si les stratégies des établissements au sein de l'ESR diffèrent dans leur prise en compte du défi de la durabilité, l'« UMRisation » des unités de recherche est un vecteur important de collaboration entre eux, tandis que des dynamiques de co-construction s'enclenchent avec des acteurs locaux, dont la pérennisation constitue toutefois un point d'attention. C'est sans doute sur les territoires que la transversalité, entre disciplines, acteurs et défis, est la plus prometteuse, à condition de pouvoir se rattacher, via des programmes et la mobilité des chercheurs, et avec l'appui des grands ONR, à l'espace scientifique international.

### 2.5.2 L'Europe du Nord, terre de mobilisation précoce et de conception d'un continuum recherche – action publique exemplaire

Disposant de structures académiques anciennes, prestigieuses et bien dotées, et de sociétés civiles de longue date sensibilisées aux enjeux environnementaux, les pays de l'Europe du Nord ont joué un rôle pionnier dans l'exploration scientifique des questions de durabilité. Le Royaume-Uni représente un cas à part, avec des institutions scientifiques jouissant d'un rayonnement mondial et de fortes connexions avec l'Amérique du Nord, mais dans un contexte de désengagement de la puissance publique depuis plusieurs décennies, aggravé par le Brexit, qui a affaibli les champs de recherche non immédiatement tournés vers l'innovation.

#### **Les pays de la Baltique, vivier de programmes pionniers et d'institutions originales**

Au sein du Conseil nordique, l'éducation et la recherche sont des domaines prioritaires de coopération entre la Finlande, l'Islande, la Norvège et la Suède. Ces pays ont en partage une formation de leurs cadres scientifiques ouverte sur le monde anglo-saxon, en particulier le Royaume-Uni ; un fort investissement public dans la recherche et l'enseignement supérieur ; et des relations assez étroites ainsi que des échanges fluides entre le monde de la recherche et de l'administration, tant pour des projets nationaux qu'internationaux, dont ceux tournés vers le « Global South ». « *La prise en compte du développement durable est la plus importante en Scandinavie, et dans une moindre mesure en Allemagne* », constate l'ancien vice-président du Giec Youba Sokona.

La trajectoire d'Eeva Furman en est une brillante illustration. Formée à l'écologie marine en Angleterre, elle a travaillé la majeure partie de sa carrière sur des questions de « *science policy* » et de gouvernance. Aujourd'hui Secrétaire générale de la Commission finlandaise sur le développement durable placée auprès du Premier Ministre, elle précise : « *Actually many [decision-makers] have PHDs. [...] I'm like a civil servant for the government, not for the parties, not for the political government* ». Elle a dirigé le Finnish Environment Institute, été la coordinatrice du réseau européen d'instituts de recherche PEER, et membre du groupe des experts scientifiques qui a coordonné le premier rapport onusien sur les ODD (GSDR 2019). Et la politiste suédoise Åsa Persson, qui a participé à la coordination du second rapport onusien (GSDR 2023), est présidente du Conseil suédois sur les politiques climatiques et directrice scientifique du think tank Stockholm Environment Institute (SEI).

La Suède, positionnée dès 1972 sur les enjeux d'environnement à l'échelle internationale, poursuit depuis lors avec constance sa dynamique de soutien au processus onusien, en s'appuyant en particulier sur des *think tanks* étroitement reliés au monde académique. Le Beijer Institute et le SEI sont des lieux de production de rapports, de *policy briefs*, de *working papers* et de publications scientifiques. Åsa Persson précise : « *[At SEI], science is core. It has been strengthened over time [...]. Scientific credibility is a door opener to have access and influence to policy. One point of departure is that we have to be policy relevant.* » Malgré le virage conservateur récent de la Suède et la mise au premier plan des problèmes de géopolitique de la Baltique, le pays demeure un acteur majeur des enjeux de durabilité.



### Le Stockholm Resilience Center (SRC)

Créé en 2007 comme un centre commun avec le Beijer Institute et SEI, il est placé sous la responsabilité du vice-chancelier de l'Université de Stockholm. Il peut ainsi interagir de manière transversale au sein de celle-ci avec l'ensemble des disciplines et des facultés. Les cofondateurs sont Carl Folke, directeur scientifique, qui prend aussi en 2007 la direction du Beijer Institute et Johan Rockström, directeur exécutif, qui dirige aussi le SEI (2004-2012). Faire progresser « the understanding of socio-ecological systems » pour générer « new and elaborated insights and means for governance and management of ecosystem services for long-term sustainability »<sup>32</sup>, en stimulant la recherche inter- et transdisciplinaire dans un contexte international, a été la mission initiale du Centre. Sont considérés comme clés les recrutements de chercheurs en sciences sociales et en sciences de la nature, ainsi que l'engagement à faire de la science pour nourrir les pratiques et les politiques publiques et créer une identité interdisciplinaire créative.

Un soutien très important du gouvernement, de l'Université de Stockholm et des fondations publiques MISTRA et FORMAS<sup>33</sup> a permis l'insertion du SRC, qui ne délivre pas de diplômes, dans un écosystème académique et de think tanks bien doté. En quinze ans, les effectifs du Centre ont quadruplé (130 ETP en 2022), et ses financements se sont diversifiés (budget équivalent à 20,5 millions Euros en 2022). Dans son rapport d'activité de 2022<sup>34</sup>, le SRC définit sa recherche comme « curiosity driven and applied ». Il y met en avant non seulement l'excellence et la croissance forte du nombre de publications, mais aussi sa capacité à embrasser de nouveaux sujets. Les recherches sont conduites aussi bien en Suède que dans la zone arctique et à l'international, et des activités ciblent plus particulièrement les arènes onusiennes (COP15 biodiversité, haute mer, conférence Stockholm + 50).

Le SRC est aujourd'hui unanimement reconnu pour sa contribution substantielle aux SdD, rendue possible par une innovation institutionnelle : « *I think if I had to say what was their key to having emerged as probably the biggest powerhouse in the field [of sustainability science] right now, is they systematically nurtured the training of PhDs and providing a home for postdoctoral people [...] to have support for [their] research [...] to be measured by senior people both inside, but also in the advisory groups and conferences. [...]. SRC [...] has been a way that the departments have contributed greatly to it, but without having to break the mold of what does it take to get a PhD. I think they've done very well at that* », juge William Clark.

### En Allemagne, la réflexion sur la transformation des universités vers la durabilité est en cours, en particulier dans un programme cadre de la recherche fédérale

Selon le directeur du Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI) à Karlsruhe, Jakob Edler, il n'existe pas de communauté SdD en Allemagne, et tout au plus deux chaires universitaires, dont une à l'Université Leuphana à Lünebourg. Pour autant, il est particulièrement notable qu'un programme cadre de recherche sur la durabilité (FONA<sup>35</sup>) ait été créé en Allemagne dès 2004, au sein du ministère fédéral de la recherche (BMBF), et qu'il se poursuive aujourd'hui. Il résulte de deux stratégies distinctes, selon Rainer Walz, directeur adjoint et directeur du "Competence Center Sustainability and Infrastructure" à l'ISI : « *FONA was strongly influenced by the sustainability science debate (interdisciplinarity and transdisciplinarity, system's perspective). The second driver was the debate in Germany about high-tech strategy, about innovation strategy* ». Au bilan, le programme a financé plus de 10 000 projets de recherche pour un total de plus de 5 milliards d'euros. « *A lot of good work and high-level research has been produced in FONA. But it has no institutional effect, and surprisingly to me, there has not been institutional reaction to create master programmes in this domain. [...] Such projects are considered to be in a niche that is too resistant for their extension* », commente Jakob Edler<sup>36</sup>. « *The core problem within sustainability is that demand-side innovation policies are basically decided in the sectoral ministries [...] - energy policy, climate policy.... The integration of that kind of policy with the FONA policy is always a key issue. It is very difficult to come up with improvements which work very well* », constate Rainer Walz. Il note toutefois l'évolution du programme, rebaptisé "Transformation of Universities Towards Sustainability", vers une approche institutionnelle. Celle-ci s'inscrit, selon lui, dans le débat actuel sur le futur du système de recherche : « *In Germany, you have three camps. [...] A very traditional camp which argues we need freedom of research with all the quality and assurances which is given by the self-regulating process of how science works. [...] A second camp which argues a research must have impact. [...] The third, smallest camp, influenced*

<sup>32</sup> Annual Report 2007. Stockholm Resilience Center, *Research for Governance of Socio-Ecological Systems*.

<sup>33</sup> MISTRA finance des projets de recherche stratégique pour l'environnement et le développement durable et FORMAS, le Swedish Research Council for Sustainable Development, finance aujourd'hui des projets à hauteur de l'équivalent de 153 millions d'Euros par an, et représente la Suède au Belmont Forum et à l'IIASA.

<sup>34</sup> Annual Report 2022, Stockholm Resilience Center, *Responding with resilience*.

<sup>35</sup> Forschung für Nachhaltigkeit - FONA.

<sup>36</sup> Walz R., Bühner S., Seus S., 2024.



from my point of view by sustainability sciences, says: "well it's not enough only to postulate that research should have an impact. It is also a question of the research mode, of how you perform research. [...] and how research organisations function and enable that research mode. The level of societal responsibility depends on how much this is happening [...]. You have to internalize the need for another research mode into the mechanisms how the academic system is working ». De fait aujourd'hui, plusieurs publications (dont Scholz, 2017 ; Kroll et Schubert, 2023) témoignent du développement de réflexions en Allemagne sur les conditions institutionnelles et organisationnelles de l'essor des SdD.

Quant au label sustainability, il fleurit dans les formations techniques : « A lot of technical masters relabel themselves to be more attractive for students, but with keeping exactly the same content [...]. Then the figures double. », constate Jakob Edler. Mais ce label est peu mis en avant par les établissements de recherche. Pour autant, la préoccupation de l'empreinte environnementale des institutions tend à devenir une tendance de fond : « Within the large non-university organisations<sup>37</sup>, you have increased awareness. [...] In figuring out your annual statistics, more and more environmental impacts are included. [...] At least I think Fraunhofer claims it want to become net zero also in the future. [...] I think that is something which gets mainstreamed. We have the same in universities now », ajoute-t-il.

Par ailleurs, les chercheurs allemands déplorent l'absence de dispositifs d'expérimentation territoriale, à l'instar des démonstrateurs territoriaux en France. « It is really an institutional gap. [...] the multiplication of local experiments is key for transformation. [...] We need a national programme to support this. We have to build references, demonstrators. The cost is locally high, but if it is successful, it will have many benefits. », reconnaît Jakob Edler, qui regrette aussi l'absence de collaborations entre les Länder sur ces sujets : « We have very little means for inter-regional learning [...]. It is a big institutional failure, in particular the lack of funds to support transition in cities ».

### À l'Université du Sussex, deux réponses contrastées

Au Royaume-Uni, ce n'est pas dans les établissements les plus prestigieux que les SdD se sont développées. Par sa programmation, l'université du Sussex a joué un rôle important d'expérimentation partenariale, même si l'absence de suivi par la puissance publique fragilise les possibilités de capitalisation. Cette université a porté deux initiatives de nature fort différente, l'une bottom-up qui s'est appuyée sur l'affirmation d'une ligne de recherche forte et engagée de quelques « entrepreneurs intellectuels », l'autre plus institutionnelle qui a eu pour objectif d'impliquer la plupart des départements de l'université. Ces deux formes d'organisation des SdD ne produisent ni les mêmes connaissances ni les mêmes dynamiques. Leur analyse comparée est très inspirante.

#### Social, Technological, Environmental Pathways to Sustainability Center (STEPS)

Établi en 2006 comme un centre de l'ESRC (UK Economic and Social Research Council core funding plus projects), STEPS a été l'un des premiers centres de recherche doté d'un mandat sur la durabilité. Il a bénéficié de l'implication étroite de l'Institute of Development Studies (IDS), et de la Science Policy Research Unit (SPRU) à l'Université du Sussex. La forte identité de STEPS a reposé sur un cadre intellectuel et une stratégie affirmée par les directeurs fondateurs, Melissa Leach (IDS), Ian Scoones (IDS) et Andy Stirling (SPRU). Faire entendre la voix des plus démunis dans les transformations vers la durabilité, à travers des travaux de recherche inclusifs engageant fortement chercheurs et acteurs a été décliné dans l'approche Pathways and Transformations to Sustainability (PTS, cf. 2.4.), ainsi que dans une publication en 2010, le *New Manifesto*. Ce texte revisite et élargit la vision produite 40 ans plus tôt, à la demande des Nations unies, par l'Université du Sussex, le *Sussex Manifesto*, sur le potentiel des sciences et des technologies à traiter les défis du développement. L'innovation pour la durabilité se doit, après le Sommet de la Terre, d'être coconstruite avec les intéressés, équitablement distribuée et diversifiée. Des approches méthodologiques et des recherches transdisciplinaires ont été développées sur les politiques de développement durable de types PTS dans plusieurs domaines à l'international, dans les pays du Sud et émergents. Elles se sont surtout appuyées sur les STS, la *political economy/ecology et les development studies*. Le centre a investi très tôt sur les capacités de communication, de recherche d'impact et d'engagement, ce qui a permis un fort rayonnement à l'international : émergence d'un réseau de plusieurs pôles en Argentine, Chine, Inde, Kenya, Mexique, États-Unis, Suède (SRC) et au Royaume-Uni (Sussex) ; conférences annuelles ; et universités d'été. Ces dernières ont permis de former de future *sustainability professionals*, et de constituer un réseau de 400 alumni, dont certains sont aujourd'hui très influents. Le Centre a fermé en 2021, suite à l'arrêt des financements de l'ESRC et au refus de l'Université du Sussex de prendre le relais. L'ensemble des ressources publiées - série d'une vingtaine d'ouvrages, "Pathways to Sustainability", plus de cent *working papers*, dont beaucoup en accès libre -, sont très utilisées dans différents cursus universitaires.

<sup>37</sup> Il s'agit des instituts Fraunhofer, Helmholtz, Leibnitz et Max Planck.



### Sussex Sustainability Research Programme (SSRP)

En 2016, l'Université du Sussex lance un programme de recherche interdisciplinaire en collaboration avec IDS, beaucoup plus doté que ne l'était STEPS. Il s'agit de produire de la recherche centrée sur les solutions à l'échelon international, régional et local, dans le but de fournir des réponses efficaces pour atteindre les ODD. Le programme entend y contribuer fortement par des partenariats entre gouvernement, secteur public, société civile et communauté scientifique. Le SSRP, inscrit dans l'Agenda 2030, et STEPS, né suite au Sommet de la Terre, constituent deux réponses très différentes aux défis de la durabilité. Là où STEPS développait une approche très inclusive, le SSRP est structuré par des appels à projets dont les thèmes ne relèvent pas d'une co-construction ; et il ménage une place importante aux projets locaux au Royaume-Uni, qui étaient absents dans STEPS, tourné essentiellement vers l'international. Le SSRP affiche aussi de très nombreux partenariats à l'international (pays de revenu faible ou intermédiaire, conventions CITES et sur la biodiversité, IIASA). Enfin, les collaborations entre sciences de la nature et SHS y semblent plus fortes que dans STEPS, où les SHS étaient les plus mobilisées.

### Wageningen University Research, des transitions à la durabilité

Le WUR ne met pas la durabilité au centre de son projet, ne parle pas d'agroécologie, mais préfère mettre en avant sa contribution aux « transitions », à partir d'un savoir-faire de longue durée acquis dans l'accompagnement partenarial du changement par l'innovation biotechnique et sociale. Comme l'exprime le sociologue Cees Leeuwis à propos des recherches qu'il mène dans divers pays, « *Although I do a lot of work with stakeholders, I'm not working on analysing trade-offs, I'm more interested in how stakeholders can come to understand each other and maybe decide about trade-offs. I'm not deciding about the trade-offs and what is desirable or not desirable* ». Symétriquement, la zootechnicienne Evelien de Olde exprime son souhait de faire bouger les lignes sur les questions de productions animales, mais mesure bien les difficultés de l'exercice, tant au WUR qu'à l'extérieur : « *We find it somewhat difficult to communicate that there is uncertainty. Especially in a time where scientists might be criticised for, for example, uncertainty in models and what the models means for nitrogen emissions. For some, it might be easier not to talk about the fact that it's "value-based" because then you might give in on something. I think it relates a bit to our whole perception of science and society, and the fact that there's ambiguity, that there is uncertainty* ».

L'image d'excellence du WUR, son prestige et son rang international sont fondamentaux pour l'institution, qui a une vision de sa place dans le monde et vis-à-vis du « Sud global ». L'institution, qui accueille de nombreux étudiants étrangers contribuant substantiellement à son financement, est parfaitement organisée pour participer au plus haut niveau à l'élaboration de partenariats impliquant une activité de recherche finalisée.

Mais l'ensemble des porteurs de cette identité montre une vive conscience de ce que le contexte actuel est très instable et évolutif, parcouru de tensions, aux Pays-Bas et dans le monde, et qu'il convient d'exercer une veille active. Alors que la recherche de la durabilité sous-tend ses travaux de manière « naturelle » depuis longtemps, dans une tradition d'ingénierie du développement soucieuse de prendre en compte les effets systémiques du changement, Arthur Mol reconnaît que le WUR a été « un peu lent » à intégrer les mots clés de l'époque dans sa communication. Il semble qu'il soit temps de rendre cela explicite. Dans le prochain document de stratégie (finalisation prévue fin 2023 pour une publication en 2024), l'intention est de porter un discours plus fort, adapté à l'époque (« *change of the storyline* »), qui pourrait contenir le terme sustainable, notamment afin d'attirer des étudiants internationaux.

Dans cette logique, le point de vue d'INRAE est scruté avec attention. Des informations sur les résultats et les suites de la mission sont attendues, avec l'idée implicite que les deux institutions, par leur proximité historique, ont tout intérêt à densifier leurs échanges d'informations et de réflexions stratégiques sur le devenir des sciences finalisées.

Le WUR donne vie à une interface recherche / action publique qui exige un positionnement à la fois souple et mesuré. La trajectoire du physicochimiste Remko Boon, Professeur de Food Process Engineering en est une illustration intéressante. Marqué par le livre de Jared Diamond, *Collapse*, il travaille sur l'ensemble du processus de conception des aliments, depuis la recherche en amont sur les plantes, visant à le rendre le plus économe possible en ressources. S'il reconnaît les temporalités différentes de la recherche et des entreprises, qu'il considère non comme des clients, mais comme des partenaires, il constate que ces dernières perçoivent de plus en plus leur intérêt dans l'adoption de processus plus efficaces.

À Wageningen, la stratégie explicite est d'embarquer l'ensemble des mondes socioéconomiques dans les transitions. Mais cela ne va pas sans tiraillements, comme l'explique Philip Macnaghten, professeur de technologie et développement international : « *If you look at this campus, you'll see lots of big corporations on campus. There's this dynamic that it's great to have*



*industry here because we can introduce industry to big sustainability issues, and they need to be part of the conversation. At the same time, there's a sense that we can be captured by that. That's a very live debate. It's a very important debate, and the social sciences need to be central to it (...) However, as a public-interest university, our core mission is the planet, global issues, and whatever else. We need to be a little bit sharper about how to patrol those kinds of boundaries ».*

Pour Bram de Vos, directeur du secteur environnement du WUR, c'est là un enjeu qui ne peut plus être éludé : les élus, la population, les étudiants sont en attente de propositions fortes de la recherche, ce qui implique selon lui une pensée prospective aiguisée et mutualisable.



Ces éclairages donnent à voir des initiatives diversifiées et, pour partie, en expansion continue. Chacune d'entre elles témoigne d'un ancrage fort dans son écosystème institutionnel, mais aussi de visions très différentes des SdD, de leurs fondements scientifiques comme de leur mode de relation à la société et à la décision. Au Royaume-Uni, certaines initiatives peinent à s'inscrire dans la durée, ou alors sous la forme de réseaux internationaux. À Stockholm, le SRC fait le pari d'une forte intégration aux institutions existantes, pour former avec elles un écosystème conduisant de la recherche transdisciplinaire de qualité. Toutefois, la dynamique impulsée devra être analysée à l'épreuve du temps et de la transmission par ses fondateurs. Le WUR, de son côté, semble avoir été marqué par un programme structurant développé aux Pays-Bas au milieu des années 1990 sur les transitions, à l'origine des *Transition Studies*. Il a développé des savoir-faire de l'accompagnement du changement qu'il met en œuvre, sur une base partenariale, mobilisant fréquemment des doctorants, et fondés sur une approche interdisciplinaire, à la fois biotechnique et de management de projet (sciences de gestion, sociologie et STS). Cette pratique s'inscrit dans des cycles de moyenne durée et n'impliquant pas un souci de la présence pérenne sur des terrains donnés. En Allemagne, la réflexion sur les conditions de production de recherche pour la durabilité se développe jusqu'à aborder, au niveau fédéral, les questions de transformations institutionnelles dans les universités.

Dans l'ensemble, on voit bien à travers ces exemples nationaux comment l'histoire des relations entre recherche et puissance publique, mais aussi celles des partenariats internationaux, confère des avantages et des points de vulnérabilité différents selon les cas. Le modèle le plus équilibré est sans doute celui de la Suède et de la Finlande, qui associent un fort volontarisme central à une grande fluidité des trajectoires individuelles et collectives entre recherche, *think tanks*, service de l'Etat et capacité de projection dans les arènes internationales.





### 2.5.3 L'Amérique du Nord, des initiatives fortes mais des déclinaisons locales contrastées

La recherche étatsunienne présente plusieurs niveaux essentiels de structuration : les universités, de statuts et d'importances très variables, et des structures d'orientation académique fédérales, comme la National Academy of Science, qui jouent un rôle majeur dans la définition de thèmes d'intérêt et leur cadrage épistémologique et qui donnent un signal fort aux agences fédérales de financement, comme la National Science Foundation. Les universités les plus entreprenantes dans le champ des SdD ne sont pas nécessairement les plus prestigieuses. Plusieurs d'entre elles sont des universités d'États, comme Michigan State ou Arizona State, ce dernier exemple étant le plus emblématique de ces dynamiques « locales ».

#### **Arizona State University (ASU), une institution originale portée par un volontarisme hors-norme**

Michael Crow, ancien vice-président exécutif de l'Université de Columbia, prend la présidence d'ASU en 2002 pour y porter une vision généreuse et révolutionnaire, ce qu'explique le géographe Billie Turner II, professeur de géographie dans l'établissement : « *We have a very unusual president. He essentially wants to change the academy. He basically argues that the division of knowledge that was developed in Europe 200 years ago is not necessarily the appropriate division of knowledge today. [...] Therefore, he basically shut down every department and recombined them into "schools". And part of that particular effort was he finally decided that he would make one that focused on sustainability and then put that in a new college, the "College of the Global Futures". In this college [...] other programs are almost all the ones that are outreach, so the sustainability science group in it is the one that would be doing sustainability science research.* ».

Créée il y a plus de quinze ans, la discipline "sustainability" est une singularité aux États-Unis : « *A discipline in which there's a whole different array of how people are educated. [...] they take courses on uncertainty, on stakeholder involvement. In other words, how do you go about solving the problem?* », explique Billie Turner II. Les doctorats en "sustainability" sont dirigés par un chercheur de la discipline, ou codirigés avec un chercheur d'une autre discipline (humanités, ingénierie, sciences dures). ASU est la seule université américaine à délivrer un tel diplôme. « *The analysis of people for tenure and promotion [...] is] not just "what are your great articles and insights", but "what have you really done for the community?"* ». Et les étudiants trouvent des débouchés sans difficultés dans le monde académique et dans le privé, notamment dans l'ingénierie de l'environnement. Se comportant comme une structure entrepreneuriale, l'université attire des entreprises, source de fonds et d'emplois. Ce modèle permet aussi de financer les frais universitaires des étudiants issus de communautés locales : « *70 percent of our students come from families that have no undergraduate degree at all* », précise notre témoin. Et dans l'Arizona conservateur, grâce aux liens d'ASU avec Phoenix, dans 8 des 25 villes que compte l'agglomération, des arbres ont été plantés pour rafraîchir les principales voies de communication, et une infrastructure légère de métro a été construite. « *ASU was nothing more than a small teachers' college before Michael [Crow] arrived here. We are now a tier-one research university, and we've been moved up into the Association of American Universities* », explique encore William Turner II. William Clark est toutefois plus sceptique sur la dynamique interne : « *Though they now have stars [...] the collaboration is not an in-house collaboration* ». En outre, le modèle d'ASU est difficilement répliquable aux États-Unis.

Examinant la carte universitaire à la lumière des SdD, William Clark développe une réflexion stratégique sur le modèle le plus approprié : « *[Moving] back and forth between the world's practice and fundamental research, I think it fits with most of the effective agricultural colleges and polytechnic colleges. [...] What kinds of venues are actually accomplishing that? In my country, it is definitely not the elite schools of the East and West Coast. It is the State colleges and universities, [...] like Michigan State University, University of California [...]. Berkeley is actually doing better work in this than Stanford is. In my own State, University of Massachusetts at Amherst is doing better sustainability work than we at Harvard. MIT is doing really interesting sustainability work, not so much in the agricultural area but in the energy area, but their initial DNA is a polytechnic institution to promote manufacturing that would make Massachusetts rich.* » Ces réflexions ne sont pas sans effet miroir intéressant sur la recherche française.



### 2.5.4 Sciences et ODD à l'échelon international – quelques coups de projecteur

Les SdD, d'ambition internationale dès l'origine, donnent lieu, comme on vient de le voir, à des propositions institutionnelles et organisationnelles variées selon les pays partiellement couverts par notre enquête. Les échelles régionale et internationale n'ont pu être explorées à la mesure de leur richesse dans le cadre de la mission. C'est pourquoi nous nous limitons dans ce qui suit à quelques coups de projecteurs, comme autant de points de repère susceptibles de stimuler un approfondissement ultérieur.

#### L'espace européen de la recherche

Au tournant des années 1990, l'intégration de l'environnement puis du développement durable dans les politiques sectorielles européennes a été, au-delà de l'affichage, institutionnellement difficile. Sans surprise, il en a été de même pour les ODD. De fait, l'intégration des ODD dans les programmes de recherche a été extrêmement timide. « *Alors que des États membres préparaient leurs rapports nationaux sur les ODD, la Commission Juncker (2014 – 2019) n'a pas voulu lancer de recherches sur le sujet. [...] Quant au compromis politique que constitue le Green Deal, [...] ne relève pas d'un cadre de pensée scientifique, [c'] est un patchwork de sujets. [...] On n'y trouve rien sur [la résolution des] dilemmes entre les différents piliers du développement durable, et très peu de choses sur l'international* », constate Céline Charvériat, ancienne directrice de l'Institut pour une politique environnementale européenne, qui poursuit : « *Il y a eu un "call" recherche sur le Green Deal, pas du tout sur les ODD, avec un tout petit peu de social, "Just Transition". (...) Ainsi, un item sur les aéroports est le seul sur la mobilité. Le sujet "synergies and trade offs on SDGs" n'a pas avancé au niveau européen* ».

Identifier les SdD dans les programmes de recherche européens nécessite, en particulier, de s'interroger sur la manière dont ces recherches, dans le cadre d'Horizon Europe, sont produites et partagées avec les acteurs et les décideurs pour éclairer et informer (1) les politiques et législations européennes et leur mise en œuvre, à l'échelon européen et dans les États membres ; (2) les transformations, en co-construction avec les acteurs, à l'échelon de territoires européens<sup>38</sup>. La réflexion sur l'impact de la recherche européenne en SdD visant à informer les décideurs politiques devrait *a priori* mobiliser plusieurs directions générales sectorielles et la DGRTD. Or, cette dernière « n'a pas assez de moyens humains pour être *policy relevant* », estime Céline Charvériat. Le repérage dans l'ESRI des lieux propices aux SdD doit donc s'effectuer, en particulier, au prisme de la gouvernance de ceux-ci au sein des institutions européennes. De leur côté, « *les Missions [européennes] étaient censées être ultra-transversales. Mais leur direction a été confiée à [...] des pointures, pas du tout disponibles* » explique notre témoin. Ces Missions, qui visent « à apporter des solutions concrètes aux plus grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle<sup>39</sup> », ont été initialement conçues pour être portées par des DG sectorielles au sein de la Commission, mais cela n'a pas été le cas. Alors que leurs composantes ne relèvent pas toutes de la recherche, et qu'un binôme comportant un membre d'une DG sectorielle et un membre de la DGRTD a été constitué pour la gestion de chacune d'entre elles, celles-ci sont *in fine* beaucoup portées par la DGRTD.

Dans les différents domaines de recherche au sein des PCRD, « *les progrès en matière de transversalité thématique ont été obtenus notamment à travers la programmation conjointe (JPI, ERANET), en particulier grâce à des exercices de prospective* », constate Egizio Valceschini, ancien représentant du ministère de la recherche française au Standing Committee on Agricultural Research (SCAR). Or, si la prospective est actuellement une priorité de la Commission, elle y est réalisée pour beaucoup en interne, sans y associer les communautés scientifiques européennes. Enfin, mobiliser à l'amont de l'élaboration des projets et programmes les sciences de la nature et les SHS en dialogue, un prérequis des SdD, est encore trop rare à l'échelon européen (PCRD).

À la lumière de ces tout premiers éléments, qui mériteraient des approfondissements, il apparaît que si l'UE porte un « verbe » politique fort sur les enjeux de durabilité, et une politique de recherche ambitieuse, la synergie entre ces deux priorités semble être encore à construire

<sup>38</sup> Une première analyse dans la base européenne CORDIS des projets européens financés par H2020 et Horizon Europe comportant « sustainability science », fournit le résultat suivant : 19 projets comportent l'expression dans le titre (1, H2020), le résumé (2 H2020, 2 Horizon-EU), ou les domaines scientifiques concernés (2 H2020, 12 Horizon-EU).

<sup>39</sup> « Nouveautés d'Horizon Europe, les Missions européennes visent à apporter des solutions concrètes aux plus grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle en s'appuyant sur une méthodologie unique Sciences et ODD à l'échelon international – quelques coups de projecteur : l'innovation orientée vers la mission ou mission-oriented innovation (MOI) – ou *mission-oriented innovation policy* (MOIP) – développée par la chercheuse Mariana Mazzucato. Cette approche repose sur la définition d'objectifs clairement mesurables, porteurs d'un véritable changement systémique. » <https://www.horizon-europe.gouv.fr/presentation-des-missions-europeennes-31696>



### Des dispositifs onusiens sur les sciences de la durabilité non stabilisés

La reconnaissance de l'importance de la science au plus haut niveau des Nations unies est importante, mais les dispositifs pour associer les scientifiques et les décideurs au ODD apparaissent insuffisants, en dépit de la création à Rio + 20 en 2012 du groupe indépendant de scientifiques associé à l'évaluation des ODD, et du mécanisme de facilitation des technologies instauré en 2015 pour la réalisation de l'Agenda 2030. Ainsi, le groupe majeur sur la science et la technologie créé à Rio en 1992 avec huit autres groupes de la société civile pour participer au développement durable, animé par le Conseil international de la science (CIS), ne convainc plus celui-ci, qui soutient à présent une autre initiative : « *Ça constitue la science comme un groupe de lobbying [...] au détriment de la mise sur pied d'un conseil scientifique auprès des décideurs, tout au moins au niveau onusien, sur les questions de développement durable, et ça, ça manque cruellement. [...] On travaille avec une nouvelle coalition [...] à New York pour structurer un conseil scientifique à l'AGNU, le Group of Friends on Science for Action [...] piloté par la Belgique, l'Inde et l'Afrique du Sud* », précise Anne-Sophie Stevance, qui dirige la Global Science Policy Unit au CIS. Elle considère aussi que le processus de production d'un rapport pour éclairer les délibérations de l'AGNU sur l'examen quadriennal des ODD « *ne permet pas d'avoir un rôle dans la stimulation de la recherche. Ce qui est le cas pour l'IPBES et pour le Giec. [...] Et il n'y a pas non plus d'interface politique, parce qu'il n'y a pas vraiment de dialogue avec les États membres, pour voir quels sont les besoins en termes de conseil scientifique, les problématiques à traiter* ». Et on peut s'interroger sur la capacité du nouveau Conseil scientifique consultatif pour les percées de la science et de la technologie - créé en août 2023, dont l'objectif premier est de « *fournir un point de vue indépendant sur les tendances de l'intersection entre science, technologie, éthique, gouvernance et développement durable* » -, ou encore sur celle de la décennie internationale des sciences au service du développement durable (2024 - 2033), à participer d'une stratégie onusienne cohérente sur la science et les ODD.

#### Future Earth

Future Earth est une plateforme internationale de recherche soutenue par l'Unesco, le PNUE, le CIS et le Belmont Forum, qui a pour objectif de développer des recherches pour la durabilité en partenariat avec les acteurs de la société. Près de dix ans après sa création, Wolfgang Cramer, qui a porté la candidature de la France à Future Earth, précise : « *J'étais absolument convaincu qu'une intégration des programmes internationaux sur les changements globaux était nécessaire. Le discours de Rockström était : "Si on développe un narratif plus cohérent, les fonds pour la recherche vont beaucoup augmenter". Aujourd'hui, il y a moins d'argent, une structure distribuée qui reste très compliquée avec différents hubs qui font des activités différentes et plein de programmes. [...] Mais je pense toujours que l'on ne peut pas rater l'opportunité que représente Future Earth* ». Alors que le financement de la recherche dans le consortium demeure un sujet de préoccupation, les échanges entre les différents projets restent peu nombreux, tandis que la majorité des recherches conduites relèvent toujours de la compréhension des (éco) systèmes à grande échelle. Un comité d'engagement pour assurer « *un dialogue entre science et acteurs n'a pas survécu* », remarque Anne-Sophie Stevance, qui a été impliquée dans la réflexion sur Future Earth dès ses prémises. En outre, « *Future Earth n'a pas su reprendre et amplifier le rôle de stimulation de la recherche notamment sur les problématiques nouvelles, rôle que les programmes précédents tels que IGBP avaient joué par le passé.* », poursuit-elle.

### D'autres initiatives contrastées à l'international

En 2023, le Conseil international de la science a produit un rapport *Flipping the Science Model - A Roadmap to Science Missions for Sustainability* qui propose de créer des structures régionales de recherche pour produire des « *context-specific solutions to sustainability challenges* ». Cette nouvelle proposition interroge toutefois. Son ambition semble très similaire à celle du Belmont Forum, tandis que l'on ne voit pas émerger de coalition forte de financeurs pour la soutenir. En outre, elle ne semble pas apporter d'éléments nouveaux et structurants pour renforcer la recherche des pays en développement. Or, la demande se fait de plus en plus insistante, en particulier depuis la pandémie et en Afrique, pour que les pays des Suds participent et bénéficient réellement de la valeur ajoutée dans les chaînes de production mondiales.

C'est dans ce contexte que CGIAR opère sa transformation vers ONE CGIAR. Depuis les années 2000, la Banque mondiale a voulu transformer CGIAR, d'un club pour les bailleurs, en un véritable outil de programmation scientifique internationale. Une feuille de route pour une réforme radicale vers One CGIAR adoptée en 2019 à Chengdu comprend cinq piliers : (1) une gouvernance commune (board commun, system office et club des bailleurs de fonds) ; (2) une nouvelle stratégie scientifique ; (3) une structure opérationnelle de mise en œuvre de cette stratégie ; (4) un nouveau modèle financier - constitution d'un financement commun, avec l'ambition qu'il atteigne 50% du core funding ; et (5) des politiques. L'organisation n'est



plus structurée par filières, mais selon trois départements scientifiques<sup>40</sup>. Et depuis 2022 se met en place un nouveau portefeuille d'activités, qui comprend notamment une initiative sur l'agroécologie. Mais de nombreux défis subsistent. Patrick Caron, vice-président du board, souligne en particulier : « *Le CGIAR a été créé pour substituer la recherche dans des pays à faibles capacités scientifiques. Aujourd'hui, ce n'est pas ça qu'il faut. C'est un rôle catalytique, c'est un rôle de renforcement des capacités. C'est aussi un rôle de recherche sur des enjeux globaux et de diplomatie scientifique* ».

#### **La EAT Lancet Commission et la Earth Commission, deux initiatives dans le sillage des limites planétaires**

**La EAT Lancet Commission** s'appuie sur une fondation norvégienne, EAT, et sur les travaux d'une commission d'experts. Dans son premier rapport publié en 2019 (Willet et al., 2019), cette dernière définit un régime alimentaire sain, en s'appuyant sur un travail de synthèse effectué sous la direction de Walter Willett. Et elle teste l'impact du passage à un régime alimentaire sain sur la santé humaine et planétaire au moyen d'une modélisation intégrée effectuée par Marco Springman, auquel on doit de premiers travaux fondateurs sur les effets du changement climatique sur la nutrition. Le rapport a pour vertu de proposer une image d'un régime alimentaire bon pour la nutrition et l'environnement, qui s'adresse aux nutritionnistes et aux médecins. Toutefois, la modélisation intégrée ne permet pas de traiter la biodiversité et les questions socioéconomiques, et invisibilise les questions d'équité. Pour l'écologue Fabrice DeClerk, associé aux travaux de la Commission depuis ses débuts et directeur scientifique de la fondation EAT, « *The [EAT] Lancet Commission, [...] from a scientific point of view, is the highest impact thing I've ever done [...] from a purely citations point of view, but even more importantly, from an impacting behavior change in policy and in private sector. So the use of that paper by the global modeling community, the European Commission, IPES Food, EAT Forum, the UN Food System Summit, even if it's not directly recognized, has been tremendous.* » Il se réjouit aussi que le rapport ait été récemment désigné dans la revue *Nature* (Chawla, 2024) comme l'un des dix documents les plus cités dans le domaine des politiques publiques. Et une étude de l'impact du rapport dans la littérature scientifique a été menée dès 2021 (Tulloch, 2023). En outre, selon notre témoin, le rapport permet aussi d'amorcer une discussion avec des interlocuteurs très différents : « *[It] enabled even initial conversations across groups Nestlé and UNICEF* ». Du côté des producteurs agricoles d'Europe continentale, l'accueil est plus mitigé. Le rapport, où le traitement de la question animale n'est pas très transparent, a été perçu par eux comme britannique, donc vegan. Et certains d'entre eux se sont demandés, notamment en France, pourquoi la Fondation EAT était en Norvège, et non portée par eux.

**La Earth Commission**, constituée en 2019, publie des rapports et organise des interactions avec des représentants de grandes agglomérations et de grandes entreprises. Il s'agit de produire des éléments adaptés à ces cibles, en ajoutant au cadre des limites planétaires, la question de la justice sociale. Cette initiative, dont le secrétariat scientifique est hébergé dans le hub suédois de Future Earth, est largement portée par Johan Rockström. Les travaux de EAT Lancet et de la Earth Commission semblent suivre la même trajectoire de ceux sur les limites planétaires, en cherchant à agréger progressivement des éléments manquants, comme l'équité.

D'autres initiatives internationales mettent les recherches et l'expertise scientifiques au service de transformation à l'échelle de pays, comme le projette le hub des Nations unies sur les systèmes alimentaires. Ou encore comme le développe le *Transformative Innovation Policy Consortium* – TIPC au centre duquel se trouve l'historien des techniques Johan Schot.

<sup>40</sup> Genetic Innovation, financé essentiellement par la Fondation Gates, Resilient Agri Food System, et Systems Transformation, qui développe une approche système sur la transformation des territoires.



### Transformative Innovation Policy Consortium - TIPC

Chercheur de renommée internationale en histoire des techniques et en étude des sciences et des techniques, Johan Schot est aussi un véritable entrepreneur institutionnel. Lorsqu'il était directeur de la Science Policy Research Unit (SPRU) à l'Université du Sussex, il a créé le consortium sur les politiques d'innovation transformatives (TIPC), conçu comme une plateforme réunissant des agences publiques de recherche et d'innovation de différents pays (notamment Suède, Finlande, Autriche, Norvège, Colombie, Mexique, Ghana, Afrique du Sud, Chine) et un réseau international de chercheurs spécialisés dans des politiques de recherche et d'innovation. L'objectif est de reconcevoir les politiques de recherche et d'innovation afin de répondre plus efficacement aux grands défis contemporains et de construire un futur durable.

TIPC s'appuie sur une base scientifique et intellectuelle solide, constituée notamment dans le contexte des études des transitions durables, en particulier le réseau de recherche sur les transitions durables (STRN) qui s'est constitué d'abord aux Pays-Bas grâce à des financements publics massifs. Avec ses co-auteurs, Schot s'appuie à la fois sur les multiples travaux sur les chemins de transitions, et, en historien, il théorise le moment que nous vivons comme celui d'une transformation profonde (du type de la première révolution industrielle) qui requiert de penser à nouveaux frais nos façons de produire les connaissances et les institutions qui en sont le support. Il a notamment proposé la caractérisation d'une troisième vague d'innovation dont l'enjeu est de contribuer à des *transformative changes* (Schot & Steinmueller, Research Policy, 2018). « It is only through actual practice that experience and deep learning are generated and that the advantages and disadvantages of a particular innovation pathway can be identified and remedied by revision or by choosing a different development pathway. Deep learning occurs collectively and enables changes in cognitive frames and assumptions and is akin to second-order learning », écrivent Schot et Steinmueller. Cette vision a eu une influence majeure dans le champ des politiques d'innovation.

Les activités de TIPC s'appuient sur trois piliers très complémentaires : la recherche, l'expérimentation et l'apprentissage. Par exemple, avec l'agence suédoise Vinnova, les chercheurs du réseau TIPC ont mis en œuvre les principes et outils de la formation évaluative axée vers des effets transformatifs. Ensemble, les différentes expérimentations menées dans le cadre de TIPC pourront apporter des enseignements importants et pertinents sur l'enjeu à la fois de la production des connaissances actionnables et des institutions idoines.

Alors que l'Agenda 2030 apparaît hors d'atteinte, la mobilisation autour des ODD de forces scientifiques par les institutions onusiennes, où celles-ci sont distribuées dans différentes agences (PNUE, Unesco, OMM, FAO), semble évoluer sans doctrine claire. Le soutien des capacités scientifiques dans les Suds n'arrive toujours pas à mobiliser à la hauteur des besoins. D'une part, on ne saurait dissocier la capacité à développer des forces scientifiques, des capacités de développement socioéconomiques des pays. D'autre part, si le Conseil international de la science, en lien avec les agences onusiennes en charge de la science, est dans son rôle dès lors qu'il s'agit de développer des programmes sur les changements globaux aux échelles globales et des grandes régions du monde, il lui est plus difficile de concevoir et de porter des dispositifs pour les transformations vers des futurs viables à des échelles spatiales inférieures. Ainsi, Future Earth, qui, près de dix ans après sa création, doit compter avec la forte inertie de grands programmes sur le système Terre, ne produit que relativement peu de connaissances actionnables.

De leur côté, le Giec et l'IPBES apportent des éléments de cadrage par l'expertise scientifique, globale et régionale, tout en stimulant les travaux de communautés scientifiques. S'appuyant sur la littérature publiée, ils en reflètent aussi les manques et les déséquilibres. Et le défi demeure d'intensifier leurs collaborations, ainsi qu'avec d'autres dispositifs d'interface sciences - politique, comme celui de la Convention sur la désertification ou le HLPE, tout en conservant la légitimité procurée par l'approbation de leurs rapports par leurs assemblées intergouvernementales constitutives.

À l'instar des évaluations scientifiques internationales, les travaux de EAT Lancet et de la Earth Commission soulèvent des questions épineuses de descente en échelle, et semblent peu adaptés à la co-construction, avec des acteurs, des chemins de transformation vers des futurs viables : « Current international scientific assessments have their limitations. First, they are often limited in capturing important country-specific or subnational differentiation. [...] Second, they may fail to offer solutions and pathways to the 2030 Agenda » (UNGRS 2019, p. 117). Ils semblent donc jouer principalement un rôle de sensibilisation.

Ces grandes expertises sont nécessaires pour identifier les contraintes à différentes échelles, notamment l'échelle globale, et les transformations qui s'imposent. Néanmoins, sans la production de connaissances actionnables, notamment d'innovation (y compris sociale), ces approches sont de peu d'effet. Il est de ce point de vue remarquable que l'IPBES mette



en avant la notion de *transformative change* et que le Giec envisage les potentiels de l'innovation sous toutes ses formes. L'importance croissante de la thématique de l'innovation est d'ailleurs bien repérée dans les travaux de Clark et Harley. Les travaux de STEPS sur les chemins de transition ou de TIPC sur l'innovation pour les transformations profondes sont ainsi de première importance. L'expérience de ces centres est intéressante à la fois sur les formes de recherche et sur les connaissances originales produites.

Dans l'ensemble toutefois, le futur de la coopération scientifique internationale sur les enjeux de durabilité est bien incertain, comme l'exprime David Obura avec un effort d'optimisme de la volonté : « *The situation now is that we have a number of different assessment bodies, associated with a number of UN institutions, each linked to different sustainable development goals, and they're not integrating well enough. We need to connect them. The challenge includes working out how to design that connectivity, and understanding how they relate to planetary limits and earth system boundaries. How can this perspective help in making decisions around building resilience to future challenges, and early warnings of certain thresholds being crossed? Crossing thresholds might result in sudden disasters, or slow unfolding of catastrophes. These are the areas we hope the Earth Commission science can help resolve.* » De son côté, Joyeeta Gupta, professeure à l'Amsterdam Institute for Social Science Research à l'Université d'Amsterdam, alerte du risque d'un découragement vis-à-vis de l'échelle multilatérale : « *Global scholars are critiqued for being top-down and hierarchical, and that is a pity as deeper collaboration between global and local scholars is urgently needed to restructure the global system, but also to de-romanticize local politics.* ».



3

## INRAE au prisme des sciences de la durabilité

### 3.1 Analyse de la place des sciences de la durabilité dans des documents d'orientation d'INRAE

Lors de sa création, INRAE a élaboré des documents d'orientation qui guident les recherches actuelles de l'Institut. Leur analyse permet de repérer les proximités entre les objectifs scientifiques d'INRAE et les sciences de la durabilité (SdD). Nous avons analysé trois types de document<sup>1</sup> : 1/ le rapport INRAE 2030 qui date de 2021 et qui donne les orientations scientifiques de l'Institut pour 10 ans ; 2/ les Grands objectifs scientifiques (GOS) des Schémas stratégiques des 14 départements de recherche (SSD) qui portent sur la période 2021-2025 ; et 3/ les documents directeurs des 10 Métaprogrammes (MP) qui impulsent des recherches interdisciplinaires sur des questions transversales aux départements d'INRAE, documents élaborés entre 2019 et 2022. Nous n'avons pas analysé les documents programmatiques des sites ESR qui sont aussi des lieux à partir desquels les SdD sont investies par les unités de recherche. De même, nous n'avons pas analysé les programmes plus récents de la stratégie nationale France 2030.

#### 3.1.1 ♥ La contribution des recherches d'INRAE aux ODD

Depuis 2018, Elsevier a mis au point des requêtes pour identifier les liens entre les publications scientifiques et 16 ODD, à partir de la base bibliographique Scopus. L'institut a réalisé une analyse de la place d'INRAE à partir de l'analyse des publications sur une période de 10 ans (2013-2022).<sup>2</sup> 40% des publications INRAE contribuent à un ou plusieurs ODD.

Le tableau 3 présente le nombre de publications et le rang mondial pour les 10 ODD pour lesquels la contribution de l'Institut est la plus élevée. INRAE est très bien positionné non seulement pour ses thématiques de prédilection (ODD 2, 15 et 6) mais également pour des thématiques plus transversales (ODD 12, 13, 8). Bien que cet indicateur soit fruste, il confirme une contribution forte des recherches INRAE aux ODD. On peut recommander de découper la période afin de pouvoir analyser l'évolution de la contribution d'INRAE et de comparer cette contribution avec celle d'autres organismes.

<sup>1</sup> Pour analyser ces documents, nous avons tout d'abord repéré l'occurrence de mots ou d'expressions qui font explicitement référence aux SdD (courants scientifiques, concepts, processus, dispositifs). Ce premier repérage a été complété par une analyse qualitative des extraits textuels ainsi identifiés. Nous avons clairement opté ici pour une sélection extensive, à partir d'une définition *lato sensu*. Si une définition plus restrictive avait été adoptée, on aurait obtenu un corpus beaucoup plus réduit. C'est bien l'identification d'un potentiel et de son chemin de réalisation qui nous ont guidés ici.

<sup>2</sup> Fournier, D. (2024). Les relations internationales de INRAE à travers l'analyse des publications scientifiques 2017-2022, INRAE.



**Tableau 3** - La contribution des recherches INRAE aux ODD (2013-2022)

Numéro	Intitulé	Nb publications INRAE	Rang mondial
3	Good Health and Well-being	10486	>100
2	Zero Hunger	7255	3°
15	Life and Land	4274	7°
13	Climate Action	3687	8°
6	Clean Water and Sanitation	3044	13°
7	Affordable and Clean Energy	2613	>100
12	Responsible Consumption and Production	2534	4°
8	Decent Work and Economic Growth	2263	6°
9	Industry, Innovation and Infrastructure	2006	56°

### 3.1.2 Les sciences de la durabilité dans INRAE 2030

Les cinq orientations scientifiques (OS) qui structurent le document d'orientation stratégique INRAE 2030 sont marquées par leur contexte d'élaboration. La crise pandémique de la Covid-19 a été un événement majeur pour introduire la santé globale au cœur des préoccupations scientifiques du nouvel Institut, qui en fera une orientation à part entière (OS 4). La seconde inflexion majeure tient à la « révolution numérique » et notamment à ses effets sur la science (OS 5). Ces deux inflexions complètent les orientations sur les trois piliers constitutifs du domaine de recherche d'INRAE, la préservation de l'environnement (OS 1), l'accélération des transitions de l'agriculture (OS 2) et l'alimentation et la bioéconomie (OS 3).

Les défis sociétaux globaux dont veut s'emparer INRAE impliquent de promouvoir des approches scientifiques systémiques, interdisciplinaires et multi-échelles. INRAE 2030 affirme aussi l'ambition d'explorer les transformations profondes des systèmes alimentaires et environnementaux, qui appellent des réponses à la hauteur de ces enjeux :

*« ... des solutions sont encore possibles pour garantir la vie de la planète, avec une bonne qualité de vie pour les générations futures. Les systèmes alimentaires et plus généralement les systèmes basés sur l'usage des terres sont des pivots pour le développement durable. Tout en assurant la sécurité alimentaire des populations et en les nourrissant de façon plus qualitative, les systèmes alimentaires et environnementaux ont le potentiel de favoriser la santé humaine et de soutenir la durabilité environnementale, économique et sociale. Toutefois, pour cela, ils doivent se transformer de façon profonde dans les 10 à 30 prochaines années, grâce à des actions immédiates et à la mise en œuvre de solutions progressives et de trajectoires adaptatives » (INRAE 2030, avant-propos).*

Le rapport INRAE 2030 met ainsi en avant la volonté de comprendre les ressorts des transformations en cours, des modes de production aux systèmes socio-écologiques, mais aussi celle de produire des connaissances actionnables afin de contribuer à la conception de solutions opérationnelles, pour les acteurs privés et publics. L'enjeu de durabilité est vu comme un horizon des recherches, avec quelques références précises aux ODD (par rapport auxquels classer les publications d'INRAE) et aux initiatives internationales sur le développement durable, le climat, la biodiversité et l'alimentation (Agenda 2030, Giec, IPBES, HLPE, EAT-Lancet). Si le rapport ne place pas les SdD comme référentiel scientifique fondateur, il les mentionne comme un horizon stratégique pour le positionnement international d'INRAE (p. 41). Au total, si INRAE 2030 propose les enjeux de durabilité comme horizon de recherche, les références aux cadres de recherche des SdD se font plus discrètes. L'ambition qui domine dans le rapport est bien de produire des connaissances qui contribuent à des trajectoires durables, en accord avec la mission de recherche, d'innovation et d'appui aux politiques publiques. Même si la référence n'est pas explicite, les SdD sont *de facto* mobilisées sous deux angles, celui des cadres conceptuels pour la recherche, et celui des enjeux de durabilité pour la société.





### 3.1.3 ♥ Références aux cadres conceptuels des sciences de la durabilité

L'analyse des documents directeurs des Départements de recherche et des Méta-programmes élaborés au cours des années 2020 - 2021 permet de décrire la façon dont l'institut se réfère aux cadres conceptuels, aux méthodes, et aux visées scientifiques que l'on peut associer aux SdD<sup>3</sup>.

**1.** Plusieurs départements mènent des recherches qui relèvent en partie des **géosciences et sciences de l'environnement**. Leurs orientations scientifiques se réfèrent assez logiquement aux enjeux planétaires, avec par exemple, l'ambition de développer une recherche intégrative sur une des limites planétaires, la ressource en eau. Il s'agit aussi d'appréhender les grandes transitions à l'œuvre, particulièrement la transition agroécologique, en fonction du changement climatique et d'autres menaces planétaires, telles que l'érosion de la biodiversité ainsi que la perturbation des cycles de l'azote (N) et du phosphore (P), dont l'agriculture intensive est la principale responsable. La modélisation multi-échelles (espace et temps) est mobilisée pour prendre en compte les risques multiples associés à ces transitions des systèmes agricoles, alimentaires et de l'environnement. Un objectif est de poser un cadre méthodologique pour traiter la diversité des aléas et des vulnérabilités, aux différentes échelles spatiales et temporelles, et d'articuler différentes approches méthodologiques servant à modéliser les risques en les positionnant notamment vis-à-vis des SdD et des "disaster studies".

**2.** D'autres travaux se réfèrent aux nouveaux modes de production de connaissances à investir pour traiter de la durabilité, et notamment **la transdisciplinarité**. L'enjeu des recherches transformatives est posé pour traiter des problèmes complexes (*wicked problems*) avec l'ambition de comprendre et d'accompagner les transformations des systèmes et des activités. Il s'agit d'explorer la dimension transformative des SdD, en l'appliquant à l'analyse et à l'accompagnement des transitions (agroécologiques, alimentaires, socio-écologiques), surtout à des échelles méso (territoires, filières, organisations). Un autre enjeu est de prendre en compte la durabilité dans les stratégies de gestion de la santé des plantes en mobilisant des connaissances fondamentales produites en phytopathologie. La mise en place d'une protection durable des plantes passe par une recherche transdisciplinaire mobilisant des pathologistes et des sciences humaines et sociales, dans des dispositifs multi-acteurs, souvent territorialisés, ou qu'il faut inventer (notion exploratoire de territoire de santé). La référence aux transformations (et non aux transitions) est aussi centrale dans la prise en compte du changement climatique pour l'agriculture, qui est à la fois une activité perturbée par les à-coups climatiques et une activité qui contribue au réchauffement de la planète. Conjuguer les objectifs d'adaptation et d'atténuation implique de concevoir et d'accompagner des scénarios de transformation des systèmes agri-alimentaires et forestiers. Cet objectif appelle à soutenir des recherches interdisciplinaires, transdisciplinaires et participatives.

**3.** La durabilité se traduit aussi par l'ambition d'articuler vision systémique, modélisation intégrative et démarche participative de recherches qui contribuent à une **gestion durable de la biodiversité**. En effet, les défis auxquels sont confrontés les systèmes socio-écologiques, qu'ils soient liés au changement global ou à l'érosion de la biodiversité, imposent des changements de posture - voire de paradigme de gestion - qui nécessitent une intégration inter(trans)disciplinaire forte, tant sur le plan conceptuel que dans sa déclinaison opérationnelle à différentes échelles d'espace, de temps ou d'organisation. Il s'agit d'accompagner les transitions, voire dans certains cas les ruptures par une meilleure compréhension du nexus décisions humaines / dynamiques écologiques pour préserver des systèmes socio-écologiques résilients et fournisseurs de services écosystémiques essentiels.

**4.** Une autre contribution aux cadres conceptuels des SdD porte sur les liens entre **inégalités** et trajectoires de transition. Elle est portée par des travaux en sciences humaines qui caractérisent les inégalités intra- et intergénérationnelles (sociales, alimentaires, de santé), et leurs effets sur l'enclenchement des transitions ou sur l'inflexion de leurs trajectoires.

### 3.1.4 ♥ Références aux recherches intégratives et à la complexité

Sans se référer explicitement aux SdD, des documents mettent en avant des **approches intégratives pour comprendre des systèmes complexes**, des interactions entre systèmes, en associant différentes échelles. Des recherches en biologie des plantes promeuvent une approche intégrative allant de la molécule au peuplement. Outre cette vision plus systémique, les grands principes de l'agroécologie - que sont la mobilisation de la diversité et des interactions bénéfiques au sein des agroécosystèmes - sont mis en exergue pour travailler sur la valorisation de la diversité génétique et épigénétique, et

<sup>3</sup> Cette section repose sur l'analyse des références aux sciences de la durabilité (comme cadres conceptuels, processus, méthodes, enjeux) dans les schémas stratégiques des 14 départements de recherche et dans les documents directeurs des 10 méta-programmes d'INRAE. Leur élaboration date des années 2019 à 2021.



sur les interactions bénéfiques à travers le phytobiome. L'ambition est de développer des approches intégratives en vue d'interpréter, d'explorer et de prédire le comportement de systèmes vivants dans une diversité de configurations qui est hors de portée des modes habituels d'expérimentation ou d'observation, avec une perspective prometteuse : la biologie numérique qui doit mobiliser les sciences du vivant, les sciences de l'environnement et les sciences formelles. Dans le domaine des mathématiques et de l'informatique, l'enjeu de durabilité fait aussi appel à de nouveaux développements scientifiques pour l'analyse et la modélisation de systèmes dynamiques complexes et pour l'élaboration de trajectoires potentielles de ces derniers.

### 3.1.5 ♥ Références aux enjeux de durabilité pour la société

D'autres documents sont orientés vers les enjeux sociétaux de la durabilité propres au domaine de recherche. Il s'agit ici de relier des objectifs scientifiques à des évolutions sociétales, sans mobiliser pour autant les SdD.

**1•** Le **développement de systèmes alimentaires sains et durables** est un enjeu impulsé par une réflexion prospective de l'Institut conduite en 2020<sup>4</sup>. Pour les sciences des aliments, il s'agit de promouvoir la prise en compte interdisciplinaire, multi-échelles (de la cellule à l'Homme, de l'individu aux populations ; du nutriment aux régimes alimentaires) et multi-critères des questions relatives au développement de systèmes alimentaires sains et durables, et à l'adoption par le consommateur de comportements favorables à la santé et à celle de la planète. Il s'agit plus largement de caractériser des transformations des systèmes alimentaires à même de produire des co-bénéfices en santé et pour l'environnement. Cette approche « nexus » rend nécessaire des rapprochements entre les disciplines qui travaillent sur l'environnement et la santé humaine. La santé est vue comme moteur possible d'une dynamique durable des systèmes alimentaires impliquant des changements dans les comportements des acteurs, les politiques publiques et l'accompagnement des transitions. Cette visée est également promue pour la composante microbienne de la biodiversité qui est qualifiée d'acteur-clé de la durabilité des systèmes alimentaires. L'objectif est de développer des approches de modélisation des flux de microorganismes dans les systèmes alimentaires, et de les intégrer avec d'autres éléments de ces systèmes. Ces recherches portent aussi sur le rôle des holobiontes (organisme hôte + microbiote). Tous ces travaux promeuvent des approches holistiques et transdisciplinaires intégrant les holobiontes et les flux microbiens dans le pilotage des systèmes agri-alimentaires.

**2•** Les interrogations sur **l'avenir de l'activité d'élevage** structurent les objectifs stratégiques de plusieurs départements, en écho à une prospective de l'Institut de 2020<sup>5</sup>. Le bien-être animal, la santé des animaux d'élevage, la réduction de l'empreinte environnementale, la qualité des produits animaux, et le numérique au service de la transition agroécologique, sont mis en avant pour orienter les recherches qui éclairent le devenir des systèmes d'élevage. Les termes de multi-performance et d'efficacité sont conservés, mais pour analyser des situations à faible impact, faible niveau d'intrants, maximisant la diversité. L'appel à l'interdisciplinarité large est caractéristique des inflexions scientifiques attendues pour comprendre et agir sur un « système socio-technique verrouillé », ce qui passe par une ouverture interdisciplinaire. Les finalités des recherches pour un élevage durable sont également resituées dans le cadre des « concepts ombrelles » de OneHealth et EcoHealth. La notion d'« une seule santé » est associée à la diversification des modes et des systèmes d'élevage qu'implique la transition agroécologique. Cette orientation place la santé et le bien-être des animaux et des hommes au centre de l'étude des systèmes d'élevage et de leur durabilité.

**3•** D'autres stratégies s'orientent vers le développement de **systèmes bioéconomiques durables**, la prise en compte de ces enjeux dans la qualification des aliments, l'écoconception des procédés et la réorientation des filières vers une utilisation sobre des ressources. La transition bioéconomique des villes est également à l'agenda, via l'étude des conditions de développement d'une économie circulaire et durable, et les transitions bioéconomiques des territoires urbains. L'enjeu des technologies numériques face à la transition agroécologique est également interrogé, ainsi que la co-conception d'innovations (high tech et low tech / low cost) couplées entre systèmes agricoles et alimentaires, agroéquipements et technologies numériques, avec l'ensemble des acteurs de la gestion durable du territoire.

**4•** Un programme s'intéresse spécifiquement à la **massification des transitions agroécologiques**. Il étudie le changement d'échelle de l'agriculture biologique (AB), prise comme cas exemplaire des systèmes agroécologiques. L'objectif est d'explorer les conditions de déploiement de l'AB en s'appuyant sur l'interdisciplinarité pour étudier les conditions de

<sup>4</sup> INRAE, 2020. [Réflexion prospective pluridisciplinaire Nexus Santé : entre Agriculture -Alimentation - Environnement. Rapport de synthèse.](#)

<sup>5</sup> INRAE, 2020. [Science pour les élevages de demain. Prospective scientifique interdisciplinaire.](#)



réalisation, les leviers et les conséquences de la transformation à grande échelle d'un système agri-alimentaire, vu comme un modèle agroécologique élaboré, catalyseur d'innovations pouvant bénéficier à d'autres modèles. Un des fronts de recherche original est d'analyser les dynamiques individuelles et collectives qu'implique ce changement d'échelle.

Ce tour d'horizon des documents de programmation des recherches aide à situer les contributions d'INRAE plus ou moins alignées avec les SdD. Il faut toutefois poser d'emblée une limite à cette analyse : elle ne préjuge pas en effet des déplacements scientifiques réellement opérés. D'une part, les inflexions promues n'impliquent pas toutes les recherches des départements, d'autre part, nous ne savons pas dans quelle mesure ces inflexions ont produit des déplacements vers les SdD. Nous pouvons cependant tirer une première conclusion qui est que les enjeux de durabilité imprègnent fortement les recherches de l'Institut. Sans surprise, ils y sont traités selon des valences diverses, qui renvoient tant aux spécialités disciplinaires, plus ou moins proches ou éloignées des SdD, qu'au caractère finalisé des recherches d'INRAE. L'omniprésence des références aux transitions agroécologiques et alimentaires identifie l'Institut dans le champ des SdD, en France et à l'international<sup>6</sup>. En effet, alors que l'environnement et les sciences de l'univers demeurent au cœur des SdD, les secteurs de l'agriculture, de l'alimentation et de la santé y sont encore relativement peu visibles. Mais l'étude des liens « santé - nutrition - climat » et « biodiversité - santé » devrait rapprocher les communautés. D'autant que la majorité des références aux SdD reposent sur des enjeux de société à prendre en compte, sans nécessairement changer les questions de recherche ou les référentiels conceptuels ou méthodologiques qui les fondent. Nous pouvons donc poser comme conclusion que, si les recherches INRAE sont fortement imprégnées des SdD au sens des enjeux de société dont il faut s'emparer (définition *sensu lato*), une partie seulement des travaux ambitionne de contribuer aux avancées et débats scientifiques du champ des SdD. Au sein d'INRAE, les SdD sont « attrapées par les deux bouts » : les enjeux de durabilité pour la société de prime abord, et de plus en plus les cadres conceptuels, méthodologiques, et les postures propres à ces sciences.

Ce panorama aide à mieux percevoir là où l'Institut n'est pas, ou demeure peu visible. Pour expliciter cette limite, nous pourrions tenter une mise à l'épreuve des propositions INRAE par une définition stricto sensu des SdD, comme celle proposée par Fang et al. (2018). Croiser les dimensions est sans doute encore rare dans les recherches INRAE, ce serait une perspective intéressante à investir. Par ailleurs, des concepts tels que celui d'habitabilité ou encore de justice, sont encore peu présents dans les référentiels de l'Institut, alors qu'ils sont présents dans les SdD. *A contrario*, INRAE semble bien armé pour affirmer une position de *leadership* dans l'approche processuelle, transformative, et systémique des transitions. Cet enjeu n'est pas seulement scientifique, il repose aussi sur la capacité des recherches de l'Institut à rayonner dans les programmes et agendas scientifiques nationaux et internationaux.

### 3.2 INRAE et la dynamique internationale des sciences de la durabilité

Les SdD reposent principalement sur deux piliers : la compréhension des socioécosystèmes complexes et de leurs évolutions dans un contexte de fortes fluctuations et incertitudes, et la production de connaissances actionnables dans ce même contexte. Aujourd'hui, la vive conscience de l'urgence qui a gagné nos sociétés, et nos communautés de recherche en leur sein, ainsi que le caractère systémique des défis du temps présent, confèrent aux SdD un objectif directement et fortement transformatif : celles-ci se doivent de coupler les fronts de science à la production de connaissances actionnables pour une montée en capacité des acteurs et des expérimentations en situation réelle. De ce double point de vue, notre enquête met en évidence de forces importantes de l'Institut au regard des enjeux portés par les SdD.

Pour INRAE, s'imposer comme un acteur important du débat international sur les SdD pourrait passer par revisiter le défi du « passage à l'échelle » dans le champ de l'Institut. Reconnaître, expliciter puis renforcer sa culture de la durabilité et ses « avantages comparatifs » en la matière, permettrait de faire avancer la réflexion épistémologique sur les SdD en son sein, et d'y forger des outils et des méthodes déployables dans les collaborations avec ses partenaires des mondes académiques et non académiques, en particulier aux échelons européen et international, dans un double objectif d'excellence scientifique et d'utilité.

<sup>6</sup> Ainsi, le réseau STRN (Sustainable Transition Research Network) a demandé à INRAE d'être le partenaire français membre officiel du board de ce réseau.



### De nombreux atouts et un fort potentiel pour les sciences de la durabilité...

INRAE présente l'originalité de produire des connaissances dans tout le continuum des savoirs touchant au vivant piloté, principalement aux échelles *méso*. La cohérence et la pertinence de l'offre de recherche de l'Institut tient en outre à sa capacité à traiter ensemble l'agriculture, l'alimentation, l'environnement et de plus en plus la santé, avec une affirmation progressive des entrées par nexus, notamment via les métaprogrammes, et la mobilisation de nouveaux concepts intégrateurs comme la bioéconomie ou « une seule santé », qui traitent directement les défis de la durabilité.

Pour consolider sa position internationale dans le champ des SdD, INRAE peut en particulier s'appuyer sur des acquis et des atouts, pour les trois grandes fonctions des systèmes de recherche :

- **Orientation** : la stratégie INRAE 2030, qui définit les stratégies de recherche pour répondre aux grands défis, est tout à fait alignée sur les axes stratégiques des SdD <sup>7</sup> ;
- **Programmation** : l'analyse des Schémas stratégiques de département montre qu'ils font une large place aux recherches *sur et pour* la durabilité. S'ajoute à cela le dispositif des métaprogrammes, dont certains ont des objectifs transformateurs, dispositif qui a d'ores et déjà produit des effets de structuration de la recherche, notamment grâce aux parcours différenciés et aux processus d'apprentissage initiés ;
- **Exécution** : pour cette fonction aussi, INRAE dispose de nombreux atouts, qui se déclinent à trois niveaux :
  - Dispositifs de recherche : des unités expérimentales qui possèdent un fort potentiel pour les SdD, notamment sur l'analyse en grandeur réelle de systèmes économes et innovants ; des dispositifs territoriaux multipartenaires à vocation transformatrice ;
  - Acquis théoriques, méthodologiques et empiriques : production de connaissances sur l'ensemble des composantes des systèmes alimentaires, pivots de toute transition ; acquis dans les domaines des transitions durables et des recherches à visée transformative ; capacité à croiser les échelles pour analyser les interactions systémiques des enjeux environnementaux, agroalimentaires ou de santé ;
  - Développement d'approches originales pour la production de connaissances actionnables, telle l'approche d'évaluation formative *Asirpa tr*, qui contribue de manière substantielle au champ de recherches sur les transformations multi-acteurs et multi-échelles, et qui fournit une base théorique ainsi que des outils et des méthodes pour coconstruire et adapter en temps réel des chemins vers des transformations souhaitables des systèmes sociotechniques ; on ajoutera l'expérience solide de l'Institut en matière de recherche-action et de sciences participatives et ouvertes.

INRAE possède ainsi des compétences et des atouts variés et complémentaires pour les SdD, allant du diagnostic scientifique aux méthodes de génération d'intelligence collective pour l'action.

### ... Mais un besoin d'intégration et de projection du potentiel d'INRAE pour les SdD

Notre enquête a mis en évidence l'antériorité et la fécondité des approches systémiques mises en œuvre dans l'ensemble des agrobiosciences françaises, qui ont pour débouché principal une capacité de conceptualisation et d'accompagnement des transitions agroécologiques et alimentaires. La communauté française (INRAE et Cirad principalement) a d'ailleurs été décisive pour l'introduction de l'agroécologie dans la recherche européenne, à la FAO et dans les centres de recherche du CGIAR. Or, ces recherches, situées au cœur des SdD, ont été sous-valorisées dans l'espace anglophone. *A contrario*, INRAE est déjà présent dans certaines communautés de recherche internationales particulièrement dynamiques (parfois comme seul représentant de l'ESR français) qui participent aujourd'hui aux SdD et qui se sont structurées principalement dans l'espace anglophone, comme les *Sustainable Transition Studies*.

INRAE a contribué à l'émergence de plusieurs initiatives qui participent à la structuration d'une réponse européenne et internationale à plusieurs défis globaux. C'est le cas de l'initiative « 4 pour 1000 – Les sols pour la sécurité alimentaire et le climat », qui joue un rôle important dans la mobilisation de recherches sur les sols en lien avec le changement climatique, en particulier à l'échelon européen (EJP sol, Mission santé des sols et alimentation). C'est aussi le cas de la JPI FACCE ou

<sup>7</sup> Nous avons pu constater que ce sentiment est partagé par plusieurs promoteurs du champ, dont William Clark, qui avait pris connaissance du document avant notre entretien.



encore du Partenariat agroécologie<sup>8</sup>. Par ailleurs, INRAE se positionne sur des programmes de recherche européens visant à éclairer les politiques de l'UE, à l'instar du projet Horizon Europe BioAgora pour la Stratégie de l'UE en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030, et réfléchit à faire de même pour la Directive sur la surveillance et la résilience des sols.

INRAE peut participer à forger des concepts ou des cadres et propositions conceptuelles sur la durabilité, ou encore des synthèses internationales dans le champ des SdD. Les matériaux pour une telle contribution sont d'ores et déjà disponibles pour faire converger excellence de la recherche et visée d'impact transformateur des connaissances produites. Les recherches sur les transitions agroécologiques et des systèmes alimentaires sont à positionner au cœur des SdD, tant en termes d'orientation, de programmation, que d'exécution. Pour être reconnues comme telles à l'international, elles doivent être l'objet d'une contribution substantielle et résolue des ONR français aux SdD, moyennant une « traduction » appropriée.

Par ailleurs, le champ des SdD ne requiert pas seulement une démarche d'explication et d'adhésion préalable. Il se construit par le développement de compétences, et par la montée en visibilité des échanges scientifiques que celui-ci permet, contribuant au développement de stratégies de convergence, au bénéfice de l'ensemble des organisations impliquées et, ultimement, de la capacité globale des mondes de la recherche à se faire entendre, et à être des contributeurs actifs à la fabrique des transitions et des transformations profondes attendues. Le développement d'approches réflexives et interdisciplinaires est aujourd'hui une exigence à la fois pour l'excellence académique et l'attractivité, notamment pour le recrutement de jeunes chercheurs. L'expérience accumulée en son sein peut contribuer au développement d'une véritable culture de l'impact et de la responsabilité des grands opérateurs de recherche, essentielle pour le déploiement des SdD.

Dans un article récent, Clark et Harley insistent sur le rôle crucial de la recherche pour renforcer un ensemble de « capacités » des acteurs de la durabilité : « Effective strategies for the pursuit of sustainability must certainly use science to help identify and create interventions likely to promote sustainability but must also foster capacities to put those interventions into practice, monitor and evaluate the results, and take corrective action in an iterative and open-ended pursuit of sustainable development »<sup>9</sup>.

Les SdD représentent une opportunité remarquable pour « embarquer » ensemble des disciplines, des communautés, des pôles de ressources dans des formats inédits, avec la visée de changements métaboliques profonds. Cette mise en synergie par les finalités est le principal défi d'une convergence maîtrisée de la trajectoire de l'Institut et de celle des SdD.

<sup>8</sup> Agroecology "European Partnership on Accelerating Farming Systems Transition – Agroecology Living Labs and Research Infrastructures".

<sup>9</sup> Clark et Harley, 2020 a. Six capacités sont identifiées : (a) mesurer le développement durable ; (b) promouvoir l'équité ; (c) s'adapter aux chocs et aux surprises ; (d) transformer le système en voies de développement plus durables ; (e) lier la connaissance à l'action et (f) concevoir des arrangements de gouvernance qui permettent aux acteurs de travailler ensemble en exerçant les autres capacités.





1

# Lettre de mission



## La Directrice Générale Déléguée à la Science et à l'Innovation

Madame Claire WEILL

Chargée de mission

INRAE

147, Rue de l'Université

75 338 - Paris Cedex 07

Paris, le 25 Novembre 2022

Objet : Mission sciences de la durabilité

Madame,

Le concept de développement durable, issu du rapport de la Commission Brundtland en 1987, a joué un rôle séminal lors du Sommet de la Terre à Rio en 1992 où ont été signées les conventions sur le climat et la biodiversité. En 2015, les Objectifs du développement durable (ODD) adoptés à New York ont fourni un cadre universel pour l'évaluation des actions de tous les pays vers la durabilité.

Dans un contexte de multiplication des chocs et des crises systémiques, et de fluctuations et d'incertitudes croissantes (écologiques, climatiques, sociales, économiques et géopolitiques), la reconnaissance des impacts considérables des activités humaines nous oblige à des transformations profondes de nos sociétés.

Pour éclairer les décisions et accompagner les acteurs dans les transitions et les transformations vers la durabilité aux différentes échelles pertinentes, les communautés scientifiques ont exploré et continuent à explorer différentes voies de production de connaissances que l'on peut regrouper dans le champ hétérogène de « sciences de la durabilité ». Suite à la publication de rapports, au lancement d'initiatives et à la création de revues scientifiques dédiées, ce champ croît de manière exponentielle depuis le début des années 2000.

Alors que le document d'orientation stratégique INRAE 2030 affiche résolument son ambition de contribuer au développement durable, je souhaite, dans ce contexte, vous confier une mission sur les sciences de la durabilité.



Afin d'éclairer la direction de l'Institut sur le sujet, vous produirez un rapport synthétique centré sur un parangonnage raisonné et stratégique des initiatives nationales et internationales, que vous lui remettrez en décembre 2023.

Après avoir précisé le concept polysémique de « sciences de la durabilité », vous analyserez les initiatives en cours, en particulier dans les domaines d'INRAE, leurs points communs et différences, les actions concrètes qui en ressortent, ainsi que les enjeux et opportunités pour INRAE.

Des partenaires académiques d'INRAE et d'autres non académiques qui s'appuient sur la recherche, portent une vision transformative qui devra être intégrée à l'analyse. Au-delà des actions/initiatives de recherche, il s'agira également d'éclairer et d'analyser la manière dont les sciences de la durabilité alimentent les politiques publiques et conduisent, le cas échéant, à des actions transformatives dans le domaine de l'action publique.

Vous vous appuierez sur des entretiens de responsables d'organismes de recherche et d'enseignement supérieur et de scientifiques externes à INRAE mobilisés sur le sujet à l'échelon national, européen et international, ainsi que sur une analyse des actions et instruments en soutien et leurs livrables.

Vous interrogerez aussi des partenaires non académiques d'INRAE et vous évaluerez en particulier comment les think tanks et ONG s'emparent de ces questions.

Dans le cadre de cette mission, vous mobiliserez et animerez une cellule de réflexion composée de Pierre CORNU, historien, directeur de recherche en délégation à INRAE et historien référent du Comité d'Histoire INRAE-CIRAD, ; Gabrielle BOULEAU, socio politiste, chercheure au LISIS; Olivier HAMANT, biologiste, directeur de recherche et de l'Institut Michel Serres ; Pierre-Benoît JOLY, agronome et sociologue, président du Centre INRAE Occitanie-Toulouse ; Christophe SOULARD, géographe, chef du département ACT où il anime la réflexion sur les sciences transformatives.

La mission sera suivie par un comité composé de cinq membres du collège de direction : Thierry CAQUET, Patrick FLAMMARION, Jean-François SOUSSANA, Christian LANNOU et moi-même. Il suivra l'avancement de la mission à un rythme trimestriel.

Des présentations et échanges avec le collège de direction seront organisées en fin de mission, en particulier sur les suites possibles.

## la science pour la vie, l'humain, la terre

Directrice Générale Déléguée à la Science et à l'Innovation  
147, rue de l'Université  
75338 PARIS cedex 07

Rejoignez-nous sur :



Site internet du centre





Durant la durée de votre mission du 1/09/2022 au 31/05/2024, vous resterez rattachée administrativement à la DRI.

Pour réaliser cette mission, vous bénéficierez d'un budget de 10 k€ pour 2023 (Documentation, informatique, transcription des entretiens, frais de mission et documentation) du CODIR et de la DS Environnement, qui sera géré par la DRI.

Je vous prie de recevoir, Madame, l'expression de mes sincères salutations.

Carole CARANTA

Directrice Générale Déléguée à la Science et à l'Innovation d'INRAE

Copie :

*Philippe MAUGUIN, Président Directeur Général*

*Christian LANNOU, Adjoint à la DGDSI*

*Patrick FLAMMARION, Directeur général délégué à l'expertise et à l'appui aux politiques publiques*

*Jean-François SOUSSANA, Vice-Président en charge de la politique internationale*

*Thierry CAQUET, Directeur scientifique environnement*

*Christian HUYGUE, Directeur scientifique agriculture*

*Monique AXELOS, Directrice scientifique alimentation et bioéconomie*

*Ségolène HALLEY DES FONTAINES, Directrice des relations internationales*

la science pour la vie, l'humain, la terre

Directrice Générale Déléguée à la Science et à l'Innovation  
147, rue de l'Université  
75338 PARIS cedex 07

Rejoignez-nous sur :



Site internet du centre



2

## Entretiens réalisés

**Acronymes utilisés** : Pierre Cornu : PC. Olivier Hamant : OH. Pierre-Benoît Joly : PBJ. Christophe Soulard : CS. Claire Weill : CW. Visioconférence : V. Présentiel : P.

Nom Prénom	Fonction actuelle	Date	Intervieweurs	V / P
ABBADIE Luc	Professeur émérite, écologie, Sorbonne Université	23/01/2023	CW	P
AXELOS Monique	Directrice scientifique Alimentation, INRAE	17/11/2022	CW	V
ALBOUY Isabelle	Ex Directrice, Affaires européennes, INRAE, 2 entretiens	17/10/2022 2/11/2022	CW CW	P P
BAI Yuling	Professor, Plant Breeding, Department of Plant Sciences	31/05/2023	PC & CW	
BARBIER Marc	Directeur de recherche, INRAE, Directeur de l'Unité SenS - 2 entretiens	9/12/2022 20/12/2022	CW CW	P P
BLANC Nathalie	Directrice de recherche, CNRS, et directrice, Centre des Politiques de la Terre	20/06/2023	CS & CW	V
BEN ARI Tamara	Chargée de recherche, INRAE, UMR Innovation, cofondatrice de Labos 1point5	21/04/2023	CS (P) & CW (V)	P et V
BOON Remko	Full Professor, Food Process Engineering, Department of Agrotechnology & Food Sciences, WUR	30/05/2023	PC & CW	P
BOUDIA Soraya	Professeure, sociologie, sciences, techniques, environnement, Université Paris Cité	13/12/2022	CW	P
CAQUET Thierry	Directeur scientifique Environnement, INRAE 2 entretiens	29/11/2022 22/03/2023	CW	V P
CARON Patrick	Vice-Président, CGIAR. Directeur, MAK'IT	5/01/2023	PC & CW	P
CHARVERIAT Céline	Chercheuse associée (TMG) et professeure (Paris School of International Affairs, Sciences Po), France	18/03/2024	CW	P
CHENU Claire	Directrice de recherche, INRAE & Professeure, AgroParisTech	8/03/2024	CW	V
CHOTTE Jean-Luc	Directeur de recherche, IRD, UMR ECO&SOLS, Président, Comité scientifique français de la désertification	21/02/2023	PC & CW	V
CLARK William C. & HARLEY Alicia G.	Professeur, International Science, Public Policy and Human Development, John F. Kennedy School of Government, Harvard University - 2 entretiens	5/03/2023 23/08/2023	PBJ & CW PBJ	V P
COLOMBIER Michel	Directeur scientifique, Institut du développement durable et des relations internationales, en présence de Sébastien Treyer	6/03/2023	CW	V
CRAMER Wolfgang	Directeur de recherche, CNRS, Professeur écologie globale, Université Aix-Marseille	6/12/2022	CW	V
DANGLES Olivier	Directeur de recherche, IRD. Chargé de mission pour la coopération universitaire en sciences de la durabilité, Equateur, ex Directeur adjoint au directeur général délé- gué à la science en charge de la Science de la durabilité - 2 entretiens	7/11/2022	CW PC & CW	V P
DeClerck Fabrice	Science Director, EAT, & Senior Scientist, Alliance of Bioversity & CIAT, CGIAR	3/10/2023	CW	P
DESCHEEMEAKER Katrien	Professeur, Plant Production Systems, Plant Science Group	30/05/2023	PC & CW	P



Evelien de Olde	Assistant professor, Animal production systems Group, Department of Animal Science, WUR	31/05/2023	PC & CW	
DE VOS, Bram	Directeur, Département environnement, WUR	31/05/2023	PC & CW	P
DE VRIES Bert J. M.	Professeur émérite, Université d'Utrecht	21/02/2023	OH & CW	V
DJOUFELKIT Hélène	Directrice, Département Diagnostic Economiques et Politiques Publiques, Direction Innovation, Stratégie et Recherche, Agence Française de Développement	22/06/2023	CW	P
DUTREUIL Sébastien	Chargé de recherche, philosophie des sciences, CNRS. Professeur, Université Aix-Marseille	12/07/2023	CW	V
EDDI Michel	Haut fonctionnaire développement durable, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche	7/11/2023	CW	P
EDLER Jakob	Directeur, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe	15/06/2023	PBJ & CW	P
ELY Adrian	Reader in Technology and Sustainability and Co-Director in Policy Training & Executive Education, Science Policy Research Unit, Université du Sussex	15/06/2023	PBJ & CW	P
FERRAND Nils	Chargé de recherche, INRAE, UMR G-EAU	18/10/2022	CW	V
FLAMMARION Patrick	Directeur Général Délégué à l'Expertise et à l'Appui aux Politiques Publiques, INRAE	16/05/2023	PC & CW	V
FURMAN Eeva	Secrétaire générale, Commission finlandaise sur le développement durable	25/04/2023	PC & CW	V
GAILLE Marie	Directrice, Institut des sciences humaines et sociales, CNRS	8/02/2023	CW	P
GÉLINEAU François	Vice-recteur aux relations internationales et au développement durable & Professeur, Département de science politique Université Laval, Québec	13/07/2023	CW	P
GUÉGAN Jean-François	Directeur de recherche IRD, en accueil à INRAE, 2 entretiens	10/01/2023 12/04/2023	CW PC & CW	P V
GUPTA Joyeeta	Professeure, Environment and Development in the Global South, Amsterdam Institute for Social Science Research, University of Amsterdam	19/04/2024	CW	V
HAINZELIN Etienne	ex Directeur de la recherche et de la stratégie, Cirad	19/01/2023	CW	V
HUYGHE Christian	Directeur scientifique agriculture, INRAE – 2 entretiens	10/11/2022 30/10/2023	CW PC, PBJ, CS CW	V V
HUBERT Bernard	Président, Commission pour la Recherche Agronomique Internationale	11/04/2023	PC & CW	V
JOANNY Jean-François	Professeur, Chaire matière molle et biophysique, Collège de France	26/06/2023	CW	P
LACOSTE Myrtille	Chercheuse, consultante	5/01/2023	CW	P
LE TREUT Hervé	Professeur émérite, Sorbonne Université	21/06/2024	CW	P
LEBEL Thierry	Directeur de recherche émérite, IRD	23/02/2023	CW	P
LE CACHEUX Jacques	Professeur, économie, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Université de Pau et des Pays de l'Adour	17/04/2023	PBJ & CW	V
LEADLEY Paul	Professeur, Université Paris-Saclay	20/01/2023	CW	V
LEEUWIS Cees	Professeur, Collaborative Research, Communication and Change, Knowledge, Technology and Innovation group, Department of Social Sciences, WUR	31/05/2023	PC & CW	P
LITTE Gabriela	Ingénieure de recherche, ICARES, Université Paul-Valéry Montpellier	5/01/2023	PC	P
MACNAGHTEN Philip	Personal Chair in Technology and International Development, Collaborative Research, Communication and Change, Knowledge, Technology and Innovation group, Department of Social Sciences, WUR	31/05/2023	PC & CW	P



MATT Mireille	Directrice de recherche, INRAE, LISIS	9/12/2022	CW	V
MOINET Gabriel	Assistant Professor, Soil Biology, Department of Environmental Sciences, WUR	31/05/2023	PC & CW	P
MOL Arthur	Ex Recteur Magnificus, WUR, vice-président exécutif	30/05/2023	PC & CW	P
OBURA David	Président, IPBES	4/04/2023	PC & CW	V
PERRET Sylvain	Directeur, Département Environnements et Sociétés, Cirad	12/04/2023	PC & CW	V
PERSSON Åsa	Directrice scientifique, Stockholm Environment Institute. Présidente, Swedish Climate Policy Council. Professeur associé, Linköping University	24/04/2023	PC & CW	V
(1) PRIEUR-RICHARD Anne-Hélène & (2) DENECHAUD Caroline	(1) Responsable du département Environnements, Ecosystèmes, Ressources Biologiques et (2) Caroline Denechaud, responsable de l'axe Sciences de la durabilité. Agence Nationale de la Recherche	15/11/2022	CW	P
PAILLARD Sandrine	Directrice, Future Earth Global Hub, France - 2 entretiens	13/11/2022 4/04/2023	CW CW	P P
SANCHEZ Wilfried	Directeur scientifique adjoint, IFREMER	21/10/2022	CW	V
SCHOT Johan	Professeur, Global History and Sustainability Transitions, Université d'Utrecht, Centre for Global Challenges	14/06/2023	CW	P
SOKONA Youba	Membre de l'Académie africaine des sciences, du Comité Éthique en Commun INRAE-Cirad-Ifremer-IRD, coordinateur de African Climate Policy Centre, ex Vice-Président du Giec.	23/06/2023	CW	P
SOUSSANA Jean-François	Vice-Président Politique Internationale, INRAE	8/11/2022	CW	V
(1) SCOONES Ian & (2) ALLOUCHE Jérémy	(1 & 2) Professeur, Institute of Development Studies, Université du Sussex	14/06/2023	PBJ & CW	P
STEVANCE Anne-So- phie	Directrice, Global Science Policy Unit, Conseil Internati- onal de la Science	15/02/2024	CW	V
STIRLING Andy	Professeur, Science and Technology Policy, Science Policy Research Unit, Université du Sussex	15/06/2023	PBJ & CW	P
TREYER Sébastien	Directeur, Institut du développement durable et des relations internationales, 1er entretien en présence de Michel Colombier	06/03/2023 26/02/2024	CW CW	V V
TURNER II Billie	Professeur, Arizona State University	14/02/2024	PC & CW	V
TURNHEIM Bruno	Chargé de recherche, INRAE, LISIS	21/09/2022 17/11/2022	CW CW	P P
VALCESCHINI Egizio	Président, Centre Île-de-France - Versailles-Grignon, INRAE & Président, Comité d'Histoire INRAE Cirad	11/03/2024	CW	V
VAN MIERLO Barbara	Professeur associé, Communication and Change, Knowledge, Technology and Innovation group, Department of Social Sciences, WUR.	30/05/2023	PC & CW	P
VAN YPERSELE Jean-Pascal	Professeur, Sciences du climat et de l'environnement, Université Catholique de Louvain, ex Vice-Président du Giec.	15/02/2023	PC & CW	V
WALZ RAINER	Directeur, Competence Center Sustainability and Infrastructure et Directeur adjoint, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe.	13/07/2024	CW	V
WELCH Eric	Directeur, Centre d'études des politiques scientifiques, technologiques et environnementales (C-STEPS) et Profes- seur, Ecole d'affaires publiques, Arizona State University	11/04/2023	PC & CW	P
YOUNG Juliette	Directrice de recherche, INRAE	18/11/2022	CW	V



3

## Annexes section 2.3

### Annexe 2.3.1. Analyses scientométriques du champ des sciences de la durabilité

- Bettencourt, L.M. A., and Kaur, J. (2011). "Evolution and Structure of Sustainability Science." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (49): 19540–45. <https://doi.org/10.1073/pnas.1102712108>.
- Buter, R. K., and A. F. J. Van Raan (2013). "Identification and Analysis of the Highly Cited Knowledge Base of Sustainability Science." *Sustainability Science* 8 (2): 253–67. <https://doi.org/10.1007/s11625-012-0185-1>.
- Chotte, J.L. (2019). Science de la durabilité - Analyse qualitative, quantitative : quelle place des Suds dans ces réseaux scientifiques ? IRD, Mission pour la Promotion de l'interdisciplinarité et intersectorialité, Version du 29 août 2019
- Clark, W. C., Harley, A. (2020a). Sustainability Science: Toward a Synthesis. *Annual Rev. Environ. Resour.* 2020. 45:331–86. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012420-043621>
- Clark, W. C., Harley, A. (2020b). Supplemental Material: *Annu. Rev. Environ. Resour.* 2020. 45:331–86. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012420-043621> Sustainability Science: Toward a Synthesis
- Fang, X., Zhou, B., TU, X., Ma, Q., Wu, J. (2018). What Kind of a Science is Sustainability Science? An Evidence-Based Reexamination, *Sustainability* 2018, 10, 1478 ; doi:10.3390/su10051478
- Kajikawa, Y., Tacao, F. Yamaguchi, K. (2014). Sustainability science: the changing landscape of sustainability research, *Sustainability Science* (2014) 9:431-438. DOI 10.1007/s11625-014-0244-x Kajikawa Y., Saito O., K., 2017. « Academic landscape of 10 years of sustainability science », *Sustainability Science*, 12, 869–873.



**Annexe 2.3.2. Principales revues de publication (tableau de gauche)  
et principales revues citées (tableau de droite)**

Journal of Industrial Ecology	4.42%	3
Sustainability	4.14%	10
Journal of Cleaner Production	3.16%	5
Ecological Economics	2.42%	9
Ecosystem Services	1.65%	3
Land Use Policy	1.50%	2
Ecology and Society	1.47%	7
Science of the Total Environment	1.40%	2
Ecological Indicators	1.24%	1
Journal of Environmental Management	0.97%	2
Resources, Conservation & Recycling	0.75%	2
Global Environmental Change	0.74%	3
Environmental Science & Policy	0.72%	2
Landscape and Urban Planning	0.70%	0
PLOS ONE	0.70%	0
International Journal of Environmental Research and Public Health	0.66%	1
Sustainability Science	0.64%	4
Geoforum	0.63%	1
Energy Policy	0.62%	0
Regional Environmental Change	0.59%	0
Forest Policy and Economics	0.58%	0
PNAS	0.55%	3
Marine Policy	0.53%	1
Environmental Innovation and Societal Transition	0.51%	1
Environmental Management	0.51%	0
World Development	0.49%	1
Energy Research & Social Science	0.47%	1
Technological Forecasting and Social Change	0.47%	2
Environmental Justice	0.40%	1
Ambio	0.39%	1
Local Environment	0.37%	1
Current Opinion in Environmental Sustainability	0.29%	1
International Forestry Review	0.29%	1
Environmental Health Perspectives	0.28%	1
Environmental Modelling Software	0.26%	3
Biodiversity and Conservation	0.24%	1
Sustainable Development	0.24%	1
Environmental and Resource Economics	0.20%	1

1) Journal	2) Count
<i>Annual Review of Environment and Resources</i>	25
<i>PNAS</i>	25
<i>Ecology and Society</i>	14
<i>Global Environmental Change</i>	11
<i>Science</i>	11
<i>Nature Sustainability</i>	10
<i>Current Opinion in Environmental Sustainability</i>	9
<i>Sustainability</i>	8
<i>Annual Review of Resource Economics</i>	7
<i>World Development</i>	7
<i>Environmental Research Letters</i>	6
<i>Research Policy</i>	6
<i>Energy Research &amp; Social Science</i>	5
<i>Environmental Innovation and Societal Transitions</i>	5
<i>Environmental Science &amp; Policy</i>	5
<i>Journal of Cleaner Production</i>	5
<i>Sustainability Science</i>	5
<i>Annual Review of Political Science</i>	4
<i>Climatic Change</i>	4
<i>Ecological Economics</i>	3
<i>Ambio</i>	2
<i>Annals of the American Association of Geographers</i>	2
<i>Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics</i>	2
<i>Annual Review of Economics</i>	2
<i>Annual Review of Sociology</i>	2
<i>Earth System Governance</i>	2
<i>Ecosystems</i>	2
<i>Energy Policy</i>	2
<i>Environment and Development Economics</i>	2
<i>Environmental and Resource Economics</i>	2
<i>Nature</i>	2
<i>Policy and Society</i>	2
<i>Policy Sciences</i>	2
<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	2
<i>Agricultural Systems</i>	1
<i>American University Law Review</i>	1
<i>Annual Review of Anthropology</i>	1
<i>Behavioral Science</i>	1
<i>Bioscience</i>	1
<i>Bulletin of the American Mathematical Society</i>	1
<i>Capitalism Nature Socialism</i>	1
<i>Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Science</i>	1
<i>Development</i>	1
<i>Development and Change</i>	1
<i>Earth System Dynamics</i>	1
<i>Elementa: Science of the Anthropocene</i>	1
<i>Environment, Development and Sustainability</i>	1



### Annexe 2.3.3. Les cinquante premières institutions scientifiques impliquées

Organisation	Contribution (% d'un total de 20813 publi)	Nb de programmes
University of California System	4.20%	8
Wageningen University & Research	2.42%	8
Arizona State University	1.94%	5
Australian National University	1.87%	1
University of Leeds	1.48%	0
Autonomous University of Barcelona	1.40%	2
University of Michigan	1.31%	0
Beijing Normal University	1.30%	1
Center for International Forestry Research	1.22%	1
Centre National de La Recherche Scientifique	1.20%	3
University of Queensland	1.18%	0
Chiang Mai University	1.14%	2
University of Oxford	1.12%	2
University of British Columbia	1.09%	0
University of Minnesota	1.09%	0
Chinese Academy of Sciences	1.07%	5
Clark University	1.06%	1
University of Copenhagen	1.06%	2
Colorado State University	0.96%	0
University of Cambridge	0.96%	1
University of the Chinese Academy of Sciences	0.96%	0
Commonwealth Scientific and Industrial Research Org.	0.95%	2
University System of Maryland	0.92%	1
Cornell University	0.91%	0
Yale University	0.91%	2
University of Florida	0.89%	0
University of Melbourne	0.89%	0
University of Sussex	0.89%	2
Delft University of Technology	0.88%	1
Duke University	0.87%	0
University of Wisconsin	0.87%	0
Eindhoven University of Technology	0.86%	1
Erasmus University Rotterdam	0.85%	1
Utrecht University	0.85%	1
University of Maryland	0.84%	0
University of Manchester	0.83%	1
University of Vermont	0.82%	0
University of Helsinki	0.80%	0
ETH Zurich	0.79%	1
University of Illinois	0.79%	0



Vrije Universiteit Amsterdam	0.79%	1
Ghent University	0.78%	0
Harvard University	0.78%	0
Helmholtz Association	0.73%	1
University of East Anglia	0.73%	0
University of Texas System	0.73%	1
University of Tokyo	0.72%	0
Helmholtz Center for Environmental Research	0.70%	1
Humboldt University of Berlin	0.70%	1
Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research	0.69%	0



## Bibliographie

### Articles et ouvrages

- Adger W. N., Hughes T. P., Folke C., Carpenter S. R., Rockström, J. 2005. « Social Ecological Resilience to Coastal Disasters », *Science*, 309 (5737), 1036-9.
- Ajzen I., 1991. « The theory of planned behavior », *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211.
- Altieri, M.A., 1987. *Agro Ecology the Scientific Basis of Alternative Agriculture*. Intermediate Publications, Londres, 45-48.
- Argyris C., 1993. *Knowledge for Action: A Guide to Overcoming Barriers to Organizational Change*, Jossey- Bass, San Francisco.
- Arpin I., Jacob T., Beurier A.-G., Hervé C., Likhacheva K., 2022. « La recherche interdisciplinaire et finalisée en environnement en France. Un mouvement scientifique et intellectuel entre dissidence et normalisation », *Revue d'anthropologie des connaissances*, 16-4.
- Aubin J.P. *Viability Theory*, Birkhauser, 1991.
- Tulloch A. I. T., Borthwick F., Bogueva D., Eltholth M., Grech A., Edgar D., Boylan S., McNeill G., 2023. « How the EAT-Lancet Commission on food in the Anthropocene influenced discourse and research on food systems: a systematic review covering the first 2 years post-publication », *The Lancet Global Health*, 11 (7), 1125-1136.
- Bali Swain R., 2017. « A Critical Analysis of the Sustainable Development Goals », *Handbook of Sustainability Science and Research*, 341-355.
- Banuri T., 1993. « The Landscape of Diplomatic Conflicts », in W. Sachs, *Global Ecology: A New Arena of Political Conflict*, Zed Books, Londres, 49-67.
- Barbé H., Vincent C., Blatrix C., Frascaria-Lacoste N., 2021. « Une science de la rencontre. L'écologie scientifique au service de formations interdisciplinaires », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement* 101(1), 37-40.
- Barles S., 2010. « Society, energy and materials: the contribution of urban metabolism studies to sustainable urban development issues », *Journal of environmental planning and management* 53 (4), 439-455.
- Barnes J., 2016. « States of maintenance: Power, politics, and Egypt's irrigation infrastructure », *Environment and Planning D: Society and Space* 35, (1), 146-164.
- Barone S., 2012. « La recherche partenariale contre le travail scientifique ? Retour d'expériences comparatives », *Revue internationale de politique comparée* 19, (2) : La comparaison de politiques publiques infranationales : méthodes et pratiques, 79-97.
- Bautista-Puig N., Orduña-Malea E. Carmen Perez-Esparrells C., 2022. « Enhancing sustainable development goals or promoting universities? An analysis of the times higher education impact rankings », *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23 (8), 211-231.
- Beccaria P. coord., 2023. L'analyse des discours officiels, nationaux et diplomatiques, sur le développement durable, *Études de linguistique appliquée*, n°1 2023.
- Benjaminson T., 2009. « Political ecology: an introduction ». *Summer school Political Ecology*, Lauret.
- Bettencourt L.M. A., Kaur J., 2011. « Evolution and Structure of Sustainability Science », *PNAS*, 108 (49), 19540-45.
- Bierman B., Kim R. E., 2020. « The Boundaries of the Planetary Boundary Framework: A Critical Appraisal of Approaches to Define a "Safe Operating Space" for Humanity », *Annu. Rev. Environ. Resour*, 45, 497-521.
- Bourbeau P., 2018, « A genealogy of Resilience », *International Political Sociology* (2018) 0, 1-17.
- Brand U., Muraca B., Pineault É., Sahakian M., Schaffartzik A., Novy A., Streissler C., Haberl H., Asara V., Dietz K., 2021. « From planetary to societal boundaries: an argument for collectively defined self-limitation », *Sustainability: Science, Practice and Policy* 17 (1), 264-291.
- Carson R., 1962. *Silent Spring*, Houghton Mifflin. 1963, *Printemps silencieux* ; Plon. 2009, Wildproject, pour la traduction française.
- Chakrabarty, D. 2009, « The climate of History: Four Theses », *Critical Inquiry*, 35 (2), 197-222.
- Chakrabarty D., 2022. *Après le changement climatique, penser l'histoire*, Gallimard, 396 p.
- Chambers J. M., Wyborn C., Ryan M. E., Reid R. S., Riechers M., Serban A., Bennett N. J., Cvitanovic C., Fernández-Giménez M. E., Galvin K. A., 2021. « Six modes of co-production for sustainability », *Nature Sustainability* 4 (11), 983-996.
- Chartier D., Rodary E., 2016. *Manifeste pour une géographie environnementale. Géographie, écologie et politique*. Sciences Po (Les Presses de).
- Chawla D. S., 2024. « Revealed: the ten research papers that policy documents cite most. », *Nature, News*, 22 avril.
- Clark W. C., Harley A. G., 2020. (a) « Sustainability Science: Toward a Synthesis », *Annu. Rev. Environ. Resour*, 45 (1) 331-386. (b) Clark W. C., Harley A. G., op. cit., [Supplementary Material](#).
- Colombier M., 2015. « COP21: Building an Unprecedented and Sustainable Agreement », *Working Paper* n°13/2015. Paris, Iddri.
- Comby J.-B., 2015. « À propos de la dépossession écologique des classes populaires », *Savoir/Agir*, 3 3, 23-30.
- Cornilleau L., Joly P. B., 2014. « La révolution verte, un instrument de gouvernement de la 'faim dans le monde'. Une histoire de la recherche agricole internationale », in *Le gouvernement des technosciences*, 171 - 201.
- Cornu P. et Theys J. (dir.), La recherche au défi de la crise des temporalités, numéro spécial, *Natures sciences sociétés*, n° 4 2023.



- Cornu et Theys, 2023. De la crise des temporalités aux conditions de son dépassement, *Natures sciences sociétés* n° 4 2023.
- Costanza R., 1991. « Ecological economics: a research agenda », *Structural Change and Economic Dynamics*, 2 (2).
- Cronon W., 1992. « A Place for Stories: Nature, History, and Narrative », *The Journal of American History*, 1347-1376.
- Crutzen P.J., Stoermer E. F., 2000. « The "Anthropocene" », *Global Change Newsletter*, 41, 17-18.
- Crutzen P.J., 2002, « Geology of mankind », *Nature*, 415 (6867), 23.
- De Vries B., 2023. *Sustainability Science*, Cambridge University Press.
- Deldrève V., Candau J., 2014. « Produire des inégalités environnementales justes ? », *Sociologie*, 5 (3), 255-269.
- Descola P., 2005. *Par-delà nature et culture*. Paris, NRF Gallimard.
- Dobré M., 2002. *L'écologie au quotidien*, L'Harmattan.
- Dubuisson-Quellier S., Plessz M., 2013. « La théorie des pratiques », *Sociologie [En ligne]* 4 (4).
- Fang X., Zhou B., TU X., Ma Q., Wu J., 2018. « What Kind of a Science is Sustainability Science? An Evidence-Based Reexamination », *Sustainability* 2018, 10, 1478.
- Fernandes V., Philippi Jr. A., 2017. Sustainability Sciences: Political and Epistemological Approaches. In: *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*, Second Edition. Frodeman R., Thompson Klein J., Pacheco R. C. S. (eds.): Oxford University Press.
- Frodeman R. Thompson Klein J., Pacheco R. C. S. (eds.), 2017. *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*, Second Edition. Edited by: Oxford University Press. © Oxford University Press. DOI 10.1093/oxfordhb/9780198733522.013.9
- Folke C., Carpenter S. R., Walker B., Scheffer M., Chapin T., Rockström J., 2010. « Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability », *Ecology and Society*, 15 (4).
- Gautier D., Benjaminsen T., (dir.) 2012. *L'approche Political Ecology: Pouvoir, savoir, environnement*. Paris, Quae.
- Geels F. W., McMeekin A., Mylan J., Southerton D., 2015. « A critical appraisal of sustainable consumption and production research: The reformist, revolutionary and reconfiguration positions », *Glob. Environ. Change* 34, 1-12.
- Geels F. W., Kern F., Clark W. C., 2023. « Sustainability transitions in consumption-production systems », *PNAS*, 120 (47).
- Goulet F., Vinck D., 2012. « L'innovation par retrait. Contribution à une sociologie du détachement », *Revue française de sociologie*, 53 (2), 195-224.
- Green J. F., 2020. « Less Talk, More Walk: Why Climate Change Demands Activism in the Academy », *Daedalus*, 149 (4), 151-162.
- Grossetête M., 2019. « Quand la distinction se met au vert. Conversion écologique des modes de vie et démarcations sociales », *Revue Française de Socio-Economie*, 1 (22), 85 - 105.
- Hamant O., 2022. *La troisième voie du vivant*, Odile Jacob.
- Hamant O., 2023. *Antidote au culte de la performance. La robustesse du vivant*. Tracts (50), Gallimard.
- Holdren J.H., Ehrlich, P.R., 1974. « Human population and the global environment ». *American Scientist*, 62, 282-292.
- Holling C. S., 1973. « Resilience and Stability of Ecological Systems », *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23.
- Johnstone P., Schot J., 2023. Shocks, institutional change, and sustainability transitions, *PNAS*, vol. 120 n° 47.
- Kallis G., 2019. *Limits: Why Malthus Was Wrong and Why Environmentalists Should Care*. Stanford Brief.
- Kinchy A. J., Kleinman D. L., 2003. « Organizing credibility: Discursive and organizational orthodoxy on the borders of ecology and politics », *Social Studies of Science*, 33 (6), 869-896.
- Klein, J. T., 2017. « Typologies of Interdisciplinarity: The Boundary Work of Definition ». In: *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*, Second Edition, Frodeman R. Thompson Klein J., Pacheco R. C. S. (eds.): Oxford University Press., 378.
- Joly P.B., Gaunand A., Colinet L., Larédo P., Lemarié S., Matt M., 2015. « ASIRPA: A comprehensive theory-based approach to assessing the societal impacts of a research organization », *Research Evaluation*, 24 (4), 440-453.
- Joly P.B., Matt M., Robinson D. 2019. « Research Impact Assessment: from ex post to real-time assessment », *fteval Journal*, 47, 35-40.
- Jonas, H., 2013. *Le Principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*, Flammarion, Champ Essais.
- Kajikawa Y., Tacao F. Yamaguchi K., 2014. « Sustainability science: the changing landscape of sustainability research », *Sustainability Science*, 9, 431-438.
- Kajikawa Y., Saito O., K., 2017. « Academic landscape of 10 years of sustainability science », *Sustainability Science*, 12, 869-873.
- Kates R. W., Clark W. C. et al., 2001. « Environment and Development: Sustainability Science », *Science*, 292 (5517), 641-642.
- Kates R. W., 2011. « What kind of a science is sustainability science? », *PNAS*, 108 (49) 19449-19450.
- Köhler J. et al., 2019. « An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions », *Environ. Innov. Soc. Trans*, 31, 1-32.
- König A., Ravetz J. (ed.), 2018. *Sustainability Science. Key Issues*, Routledge.
- Kroll, H., Schubert, T., 2023. « Can University Leaders Effectively Promote Research on Complex Societal Challenges? A Change-Agency Perspective ». *High Educ Policy*.
- Lakatos I., 1978. *The Methodology of Scientific Research Programmes* (Philosophical Papers: Volume 1), J. Worrall and G. Currie (eds.), Cambridge: Cambridge University Press.
- Latour B., Schultz N., 2022. *Mémo sur la nouvelle classe écologique : Comment faire émerger une classe écologique consciente et fière d'elle-même*. Empêcheurs de penser rond.



- Leach M., Raworth K., Rockström J., 2013. Between social and planetary boundaries: navigating pathways in the safe and just space for humanity. In *World Social Science Report 2013: Changing Global Environments*. OECD, Unesco, 84-89
- Lenton T. et al., 2008. « Tipping elements in the Earth's climate system », *PNAS*, 105 (6) 1786-1793
- Lindahl, T., Anderies, J.M., Crépin, A.-S. et al., 2024. Titanic lessons for Spaceship Earth to account for human behavior in institutional design, *npj Clim. Action* 3, 56 (2024). <https://doi.org/10.1038/s44168-024-00135-z>
- Lussault M., 2013. *L'Avènement du Monde - Essai sur l'habitation humaine de la Terre*, Seuil.
- Peluso N. L., 2012. « Situer les political ecologies : l'exemple du caoutchouc ». in Gautier D., Benjaminsen T. (dir.). *L'Approche Political Ecology : Pouvoir, savoir, environnement*, Paris, Quae, 37-63.
- Mach K., Carmen Lemos M. et al., 2020. « Actionable knowledge and the art of engagement », *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 42, 30-37.
- McNeill J., 2000. *Something New Under the Sun - An Environmental History of the Twentieth-Century World*, New York: Norton. 2010, *Du nouveau sous le soleil : Une histoire de l'environnement mondial au XX<sup>e</sup> siècle*, Champ Vallon, pour la traduction française.
- Meyfroidt et al., 2018. « Middle-range theories of land system change », *Global Environmental Change* 53, 52 – 67.
- Miller C., Wyborn C. 2020. « Co-production in global sustainability: Histories and theories », *Environmental Science and Policy* 113 (2020) 88-95.
- Newig J., Derwort P., Jager N. W., 2019. « Sustainability through institutional failure and decline? Archetypes of productive pathways », *Ecology and Society*, 24 (1).
- Ostrom E., 1990. *Governing The Commons - The Evolution of Institutions for Collective Action*. 2010, *Pour une gouvernance des biens communs - Pour une nouvelle approche des ressources naturelles*, De Boeck, Bruxelles, pour la traduction française.
- Ostrom E. 2011. « Background on the institutional analysis and development framework », *Policy Stud. J.*, 39 (1), 7-27.
- Ostrom E., 2014. « A polycentric approach for coping with climate change », *Annals of Economics and Finance* 15 (1), 71-108.
- Pearce D., 1993. *Blueprint 3. Measuring Sustainable Development*, Londres, Earthscan.
- Purvis, B., Mao, Y., Robinson, D., 2018. « Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins », *Sustainability Science*, 14 (3), 681-695.
- Raimbault B., Cointet J.-P., Joly P.-B., 2016. « Mapping the emergence of synthetic biology », *PLOS ONE*, 11, 9.
- Raimbault B., Joly P.B., 2021. « The Emergence of technoscientific fields and the new political sociology of science », in Karen Kastenhofer & Susan Molyneux-Hodgson (eds.), *Community and Identity in Contemporary Technosciences*. Springer Verlag, 85-106.
- Ribault T., 2021. *Contre la résilience. À Fukushima et ailleurs*, Paris, L'Échappée, coll. « Pour en finir avec », 368 p.
- Robbins P., 2012. « Qu'est-ce que la political ecology ? », in Gautier D., Benjaminsen T., (dir.). *L'Approche Political Ecology: Pouvoir, savoir, environnement*, Paris, Quae, 21-35.
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson A., Chapin F. S. III, et al., 2009. « A safe operating space for humanity », *Nature* 461(7263), 472-475.
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson A., Chapin F. S. III, et al. 2009. « Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity ». *Ecol. Soc.* 14(2), 1-33.
- Sachs I., 1974. « Environnement et styles de développement », *Annales - Économies, Sociétés, Civilisations*, (3), 553-570.
- Sachs I., 1980. *Stratégies de l'écodéveloppement*, Paris, Éditions Ouvrières.
- Schellnhuber H. J., 1998. « Earth system analysis - the scope of the challenge », in *Earth System Analysis: Integrating Science for Sustainability*, Schellnhuber H. J. et Wenzel V. (dir.), Springer, Berlin, 3-195.
- Schellnhuber H. J., 1999. « Earth system analysis and the second Copernican revolution », *Nature*, 402, C19-C23.
- Schellnhuber, H. J., Held, H., 2002. « How fragile is the Earth system ? », in *Managing the Earth : the Linacre Lectures 2001*, Briden J. C., Downing T. E. (dir.), Oxford University Press, Oxford, 5-34.
- Schellnhuber H. J., Crutzen P. J., Clark W. C., Claussen M. et Held H., 2004. Earth system analysis for sustainability, Report of the 91st Dahlem Workshop on Earth System Analysis for Sustainability, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Schlüter M., Caniglia G., Orach K., Bodin Ö, Magliocca N., Meyfroidt P., Reyers B., 2022. « Why care about theories? Innovative ways of theorizing in sustainability science », *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 54, 101154.
- Schmid A.-F., Mambriani-Doudet M., 2019. Épistémologie générique - *Manuel pour les sciences futures*, Kimé.
- Scholz, R., 2017. « The Normative Dimension in Transdisciplinarity, Transition Management, and Transformation Sciences: New Roles of Science and Universities in Sustainable Transitioning ». *Sustainability*, 9(6), 991.
- Shannon C. E., 1998. *The mathematical theory of communication*. Warren Weaver. Urbana: University of Illinois Press.
- Steffen W., Richardson K., Rockström J., Cornell S. E., Fetzer I., Bennett E. M., Biggs R., Carpenter S. R., De Vries W., De Wit C. A., 2015. « Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet », *Science*, 347 (6223), 1259855.
- Stengers I., 1999. « Le développement durable : une nouvelle approche ? », *Alliage*, 40, 31 – 39.
- Stevs, D. (2023). *Just Transitions: Promise and Contestation (Elements in Earth System Governance)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stokes D. E., 1997. *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*, Brookings Institution Press, Washington, D.C. « Sustainability Transitions in Production-Consumption Systems », 2023. *PNAS*, Special Feature, 120 (47).



Tábara J. David, Flamos Alexandros, Mangalagiu Diana, Michas Serafeim (eds), 2024. *Positive Tipping Points Towards Sustainability. Understanding the Conditions and Strategies for Fast Decarbonization in Regions*, Springer, Theys J., Guimont C., 2019. « Nous n'avons jamais été "soutenables" : pourquoi revisiter aujourd'hui la notion de durabilité forte ? », *Développement durable et territoires*, 10 (1).

Ulanowicz, R.E. 2009. « The dual nature of ecosystem dynamics », *Ecological Modelling*, 220, 1886-1892.

Vivien, F.-D., 2005, *Le développement soutenable*, Paris, *La Découverte*, collection Repères.

Walz R., Bühner S., Sarah Seus S., 2024. « Transformative missions of sustainability research programs – experiences from the German FONA framework program », in Edler J., Matt M., Polt, W., Weber, M. (Eds.), *Transformative Mission-Oriented Innovation Policies: Revisiting the Role of STI in Society* (preliminary title). Edward Elgar Publishing (forthcoming).

Weill C., 2021. *Petite et grande histoire de l'environnement, Konrad von Moltke (1941-2005)*, Museo Editions.

Westgate M. J., Likens G. E., Lindenmayer D. B., 2013. « Adaptive management of biological systems: A review ». *Biol Conserv.*, 158, 128–139.

Westman W.E., 1977. « How much are nature's services worth ? », *Science*, 197, 960-964.

Wiek A., Withycombe L., Redman C.L., 2011. « Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development », *Sustain. Sci.*, 6, 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>

Willett W., Rockström J., Loken B., Springmann M., Lang T., Vermeulen S., Garnett T., Tilman D., DeClerck F., Wood A., Jonell M., Clark M., Gordon L. J., Fanzo J., Hawkes C., Zurayk R., Rivera J. A., De Vries W., Majele Sibanda L., Afshin A., Chaudhary A., Herrero M., Agustina R., Branca F., Lartey A., Fan S., Crona B., Fox E., Bignet V., Troell M., Lindahl T., Singh S., Cornell S. E., Srinath Reddy K., Narain S., Nishtar S., Murray C. J. L., 2019. « Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems ». *Lancet*, 393(10170), 447, 492.

Wright E. O., 2010, *Envisioning real utopias*. Verso Books.

Yerbury R., Weiler B., 2020. « From Human Wellbeing to an Ecocentric Perspective: How Nature-Connectedness Can Extend the Benefits of Marine Wildlife Experiences », *Anthrozoös*, 33 (4), 461 – 479.

Zalasiewicz J., Williams M., Smith A., Barry T. L., Coe A. L. et al., 2008. « Are we now living in the Anthropocene ? », *GSA Today*, 18 (2), 4–8. Zalasiewicz J., Williams M., Fortey R., Smith A., Barry T. L. et al., 2011. « Stratigraphy of the Anthropocene », *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369 (1938), 1036–1055.

## Rapports

Beccaria P., 2024. *Durabilité et science de la durabilité, revue contextualisée*, INRAE, UMR Territoires, février 2024, 148 p.

Bush V., 1945. *Science the Endless Frontier*, A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, United States Government Printing Office, Washington.

Clark W.C., Munn, R. E., 1986. *Sustainable Development of the Biosphere*. Cambridge University Press.

CNRS, [Objectifs de développement durable, le CNRS s'engage](#), septembre 2019 (plaquette).

Cirad, [Contrat d'objectifs et de performance 2019 – 2023 entre l'Etat et le Centre nationale de la recherche scientifique](#).

CIRAD/CIRAD, [Contrat d'objectifs et de performances Etat-Cirad 2019-2023](#).

CIRAD/CIRAD, [Contrat d'objectifs, de moyens et de performances Etat-Cirad 2024-2026](#)

COMETS, CNRS, 2022. [Avis n°2022-43 - Intégrer les enjeux environnementaux à la conduite de la recherche – Une responsabilité éthique](#). COMETS, CNRS, 2023. [Avis n°2023-44 - Entre liberté et responsabilité : engagement public des chercheurs et chercheuses](#).

Commission mondiale sur l'Environnement et le Développement, 1988. *Notre avenir à tous*, pour la traduction française.

Dutreuil, S., 2016. *Gaïa : hypothèse, programme de recherche pour le système terre, ou philosophie de la nature ?* Thèse, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Ethique en commun, INRAE-Cirad-Ifrémer-IRD, 2023. [Avis n°15 – Quels droits et devoirs des scientifiques et de leurs institutions face à l'urgence environnementale ?](#)

GSDR - The Global Sustainable Development Report, 2019. [The Future is Now: Science for Achieving the Sustainable Development](#), United Nations.

GSDR - The Global Sustainable Development Report, 2023. [Times of Crisis, Times of Change. Science for Accelerating Transformations to Sustainable Development](#), United Nations.

Hubert B., Godard O., 2003. *Le développement durable et la recherche scientifique à l'INRA*, Rapport à Madame la Directrice Générale de l'INRA, Paris.

International Science Council, 2023. *Flipping the science model: a roadmap to science missions for sustainability*, Paris, France, International Science Council. DOI: 10.24948/2023.08.

IGBP, 1986. *The International Geosphere-Biosphere Programme: A Study of Global Change. Final Report of the Ad Hoc Planning Group*, Report No 1, ICSU, prepared for the 21st General Assembly, Berne September 14-19, 1986.

INRAE, 2020. [INRAE 2030, Partageons la science et l'innovation pour un avenir durable](#).

INRAE, 2020. [Réflexion prospective pluridisciplinaire Nexus Santé : entre Agriculture - Alimentation – Environnement. Rapport de synthèse](#).



- INRAE, 2020. [Science pour les élevages de demain. Prospective scientifique interdisciplinaire.](#)
- INRAE, Schémas stratégiques des 14 départements de recherche.
- INRAE, Documents directeurs des 10 Métaprogrammes.
- IRD, [Plan d'orientation stratégique 2016 - 2030.](#)
- IRD, [Contrat d'objectifs, de moyens et de performances 2021-2025.](#)
- Leach M, Raworth K, Rockström J., 2013. « Between social and planetary boundaries: navigating pathways in the safe and just space for humanity ». In World Social Science Report 2013: *Changing Global Environments*, pp. 84-89. Paris: OECD Publ., Unesco Publ.
- Meadows D. H., Meadows D. L., Rensders J., Behrens W. W., 1972. *The Limits to Growth*, Universe Books, New York. 1973, *Halte à la croissance*. Fayard, Paris, pour la traduction française.
- Moore B., Underdal A., Lemke P., Loreau M., 2001. *2001 Amsterdam Declaration on Earth System Science*, Challenges of a Changing Earth: Global Change Open Science Conference Amsterdam, The Netherlands 13 July 2001.
- NRC - National Research Council, 1999. *Our Common Journey: A Transition Toward Sustainability*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Rapport du Groupe de travail sur la recherche et l'engagement, Université de Lausanne, 2022. *L'engagement public des universitaires - entre liberté académique et déontologie professionnelle*.
- Raworth K., 2012. « A safe and just space for space for humanity: Can we live within the doughnut? » Policy Pap., Oxfam Int., Nairobi, Kenya. <https://www.oxfam.org/en/research/safe-and-just-space-humanity516>.
- Singer H., Cooper C., Desai R.C., Freeman C., Gish O., Hill S., Oldham G., 1970. *The Sussex Manifesto: Science and Technology to Developing Countries during the Second Development Decade*, IDS Reprints 101, Brighton: Institute of Development Studies.
- Soussana, J.-F., Weill, C., Caron, P., Chotte, J. L., Joly, P.-B., Aggarwal, P., ... Whitmee, S. (2021). International Science Foresight Workshop: Global Challenges and Research Gaps. The Royaumont process: INRAE (France), 25 p., DOI:10.15454/m3k7-j656
- Stockholm Resilience Center, Annual Report 2007, [Research for Governance of Socio-Ecological Systems](#). Stockholm Resilience Center, Annual Report 2022, [Responding with Resilience](#).
- STEPS Centre, 2010. *Innovation, Sustainability, Development: A New Manifesto*, Brighton.
- UICN, PNUE, WWF, 1980. *Stratégie mondiale de la conservation. La conservation des ressources vivantes au service du développement durable*, Gland, 1980.
- Université de Lausanne, [L'ENGAGEMENT PUBLIC DES UNIVERSITAIRES: ENTRE LIBERTÉ ACADÉMIQUE ET DÉONTOLOGIE PROFESSIONNELLE, Rapport du Groupe de travail sur la recherche et l'engagement](#), mai 2022.





**Centre-siège Paris-Antony**  
147 rue de l'Université  
75038 Paris cedex 07  
Tél.: +33 (0)1 42 75 91 86

Rejoignez-nous sur:



[inrae.fr](http://inrae.fr)

**Institut national de recherche pour  
l'agriculture, l'alimentation et l'environnement**



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**INRAE**