Natures Sciences Sociétés 25, 3, 285-294 (2017)
© NSS-Dialogues, EDP Sciences 2017
https://doi.org/10.1051/nss/2017056

Natures Sciences Sociétés

Disponible en ligne :
www.nss-journal.org

Vie de la recherche – Research news

Le programme ANR Agrobiosphère : l'importance d'une programmation thématique pour l'émergence de nouveaux concepts

Bernard Hubert[1,*], Florence Jacquet[2], Emmanuelle Lemaire[3], Jean-Marc Guehl[4] et Christian Valentin[5]

[1] Écologie, directeur de recherche émérite Inra, directeur d'études EHESS, Avignon, France
[2] Économie, responsable scientifique ANR, Inra, UMR1110 Moisa, Montpellier, France
[3] Chargée de mission scientifique, ANR, Paris, France
[4] Écologie forestière, Inra, UMR1137 EEF, Champenoux, France
[5] Pédologie, IRD, iEES-Paris, Bondy, France

Résumé – Le programme Agrobiosphère de l'ANR (2011-2013) visait à étudier les transitions vers des systèmes productifs durables dans un contexte de changement global. Il faisait suite aux programmes ADD (2005-2006) et Systerra (2008-2010) ainsi qu'à l'atelier de réflexion prospective Adage, sur les impacts du changement climatique et les nouvelles stratégies d'adaptation. Il affichait comme prioritaires les questions relatives aux trajectoires d'évolution à long terme des systèmes, à la conception des innovations agroécologiques aux niveaux des territoires et des filières, en interrogeant également les notions de transition, de viabilité et de résilience dans des situations de changement. Nous présentons ici les faits marquants du colloque bilan de ce programme, organisé en novembre 2016, au cours duquel les résultats obtenus par les projets ont été discutés autour de cinq thèmes émergents : adaptation aux changements globaux ; cycles biogéochimiques ; biodiversité fonctionnelle ; modélisation territoriale et accompagnement des acteurs ; relations milieux-systèmes économiques. Ce bilan du programme Agrobiosphère montre que celui-ci a facilité la construction de nouvelles formes de collaborations interdisciplinaires et interinstitutionnelles et a entraîné une participation accrue, par rapport aux programmes précédents, des équipes en écologie et en sciences sociales aux projets, ouvrant ainsi l'espace des recherches agronomiques aux différentes dimensions du développement durable. Il a été fondamental pour approfondir le concept d'agroécologie. L'expérience du programme Agrobiosphère montre l'importance de la programmation thématique pour soutenir une recherche orientée et finalisée.

Mots-clés : programmation de la recherche / agroécologie / Agence nationale de la recherche / adaptation aux changements globaux / transition / développement durable

Abstract – The ANR Agrobiosphère program: importance of thematic programs for the emergence of new concepts. The ANR Agrobiosphère program (2011-2013) aimed to support and fund research projects addressing the issue of transition towards sustainable production systems. It followed in the steps of the ADD (2005-2006) and Systerra (2008-2010) programs and of Adage, a prospective workshop on the impacts of climate change and new adaptation strategies. Priority was given to issues related to the long-term evolutionary trajectories of systems, to the design of agro-ecological innovations at the territorial and sector levels, also including the notions of transition, sustainability and resilience in situations of change. This paper gives the main points of a final review conference organized in November 2016, at which the results generated by the projects were discussed within five sessions: adaptation to global changes; biogeochemical cycles; functional biodiversity; territorial modeling and support to actors; relations between natural environments and economic systems. We show that the

*Auteur correspondant : bernard.hubert@inra.fr

program succeeded in building bridges between different scientific communities in an innovative way. It facilitated the development of new forms of interdisciplinarity and inter-institutional collaboration, leading to a significant increase in the contribution of scientific teams in ecology and social sciences to the project, and thus opening a space in agronomic research for the various dimensions of sustainable development. The program has proved crucial in stabilizing the concept of agroecology, which has now became a very concrete component of French public policy. The lessons learnt from Agrobiosphère are a strong argument for thematic programs to support targeted research on emergent issues.

Keywords: thematic research programming / agroecology / Agence nationale de la recherche / Adaptation to global changes / transition / sustainable development

Le programme Agrobiosphère « Viabilité et adaptation des écosystèmes productifs, territoires et ressources face aux changements globaux » (2011-2013) de l'Agence nationale de la recherche (ANR) visait à définir des transitions vers des systèmes productifs durables adaptés à un nouveau contexte, en s'appuyant sur une meilleure compréhension du fonctionnement écologique de ces systèmes. Il avait également pour but d'élargir l'éventail des solutions technologiques, économiques et sociales qui peuvent être mobilisées pour résoudre les problèmes de viabilité et d'adaptation aux « changements globaux ». Il se donnait ainsi pour objectif général la conception et la mise en œuvre de trajectoires d'adaptation des systèmes productifs et des territoires.

La construction du programme Agrobiosphère

Avant le lancement du programme Agrobiosphère en 2011, l'ANR avait financé, à partir de 2005, deux programmes, « Agriculture et développement durable » (ADD) et « Écosystèmes, territoires, ressources vivantes et agricultures » (Systerra). Agrobiosphère s'est inscrit dans la lignée de ces deux programmes orientés sur l'évolution et l'adaptation des pratiques, des systèmes et des filières en agriculture (au sens large). Systerra visait ainsi à faire émerger des projets sur l'intensification écologique des écosystèmes productifs, de la parcelle jusqu'au paysage. Cette intention s'est poursuivie dans Agrobiosphère en travaillant également sur l'innovation en agronomie, en foresterie ou en aquaculture, mais aussi sur de nouveaux dispositifs de gouvernance et de génération d'innovations.

Agrobiosphère voulait saisir la question de l'adaptation au changement climatique en faisant travailler de façon innovante et organisée les communautés académiques en sciences du vivant, sciences des techniques et sciences sociales, et en soulignant l'intérêt de concepts comme ceux de viabilité ou de résilience. Un atelier de réflexion prospective (Adage) avait porté sur ce sujet l'année précédant le lancement du programme, soulignant l'importance d'intégrer dans les discussions les nouvelles connaissances sur les impacts du changement climatique et les nouvelles stratégies d'adaptation que ces connaissances avaient engendrées.

Trois points étaient donc essentiels dans l'appel à projets d'Agrobiosphère : les trajectoires d'évolution à long terme des systèmes, les innovations agroécologiques et la durabilité.

Les trajectoires d'évolution à long terme des systèmes

L'une des questions importantes était de travailler à la fois sur les évolutions subies, liées au changement global (climat, mondialisation des échanges, homogénéisation des modes de vie, etc.) et sur les transformations intentionnelles relativement radicales des systèmes à piloter. Dans ce programme, la théorie de la transition des régimes sociotechniques était très présente, avec l'idée que les systèmes productifs évoluent lentement et sont parfois pris dans des verrouillages sociotechniques qui leur imposent une trajectoire.

Les innovations agroécologiques

Cherchant à articuler les facteurs moteurs des innovations dans les filières avec la durabilité des territoires, il s'agissait de prendre en compte ces innovations à l'échelle des systèmes, des territoires, voire des bassins de production. Cette incitation explicite à travailler sur l'intégration entre différents niveaux d'échelle était bien une des particularités de ce programme, dans l'esprit d'ailleurs de ses références aux approches en termes de transition et de *scaling up* à partir des « niches » d'innovation... ou des *scaling out*, c'est-à-dire d'essaimage entres sites de changement. Malheureusement, peu de travaux ont vraiment permis d'éclairer ces options, même si plusieurs projets au sein du programme ont montré que la prise en compte de la dimension organisationnelle de l'innovation constituait une condition essentielle du changement et de sa réalisation à des niveaux d'organisation supérieurs à celui des exploitations elles-mêmes.

La durabilité

Ce programme est né à un moment où la question de l'adaptation était déterminante. Il s'agissait alors de replacer cette notion et celles de viabilité, d'adaptation et de résilience dans un cadrage plus large, de façon à ouvrir un débat critique face à une focalisation sur les questions d'adaptation dans une perspective de développement durable ; l'objectif était d'analyser comment les notions de viabilité et de résilience pouvaient contribuer à ce débat ou se distinguaient de la notion d'adaptation. Le plus souvent, la viabilité a été mobilisée avec l'acception que lui confère le cadre théorique de Jean-Pierre Aubin[1]. La résilience, quant à elle, était beaucoup plus largement évoquée : non pas seulement comme la capacité d'un système à se reconfigurer après un choc pour trouver un nouvel équilibre, mais également comme la capacité d'un système à se transformer en permanence, dans un questionnement plus profond sur les changements à long terme. Bref, la durabilité n'était-elle pas liée en fait aux capacités de transformation, au sein du vivant comme des sociétés ?

Le programme Agrobiosphère dans la stratégie scientifique « Écosystèmes et développement durable » de l'ANR

Dans la programmation actuelle de l'ANR, nous nous trouvons dans une logique d'évaluation différente, qui porte beaucoup plus sur des critères académiques et beaucoup moins sur l'intégration dans les projets des dispositifs de recherche proposés dans le cadre d'une problématique cohérente au regard d'objectifs finalisés. De ce fait, les projets retenus aujourd'hui sont plus analytiques et reflètent moins les ambitions de changement que portait un programme comme Agrobiosphère. Il nous paraît intéressant de revenir sur cette période où nous avions l'idée que nous pouvions tirer une communauté scientifique vers ces objectifs d'intégration de connaissances pour mieux saisir les dimensions dynamiques (transition, changement) de l'adaptation et répondre aux attentes exprimées par l'ensemble de la communauté internationale.

Ainsi, le comité scientifique sectoriel (CSS[2]) « Écosystèmes et développement durable » de l'ANR comptait parmi ses membres des scientifiques nationaux et internationaux, des représentants d'institutions publiques ou privées (l'alliance Allenvi, l'Ademe...) et des représentants des ministères concernés. Cette configuration privilégiait une réflexion élargie sans segmentation entre le scientifique et le stratégique. L'originalité de ce CSS était l'accent mis sur l'adaptation aux changements globaux en réponse à la prise de conscience d'entrer dans une période de transition rapide et globale (changement climatique, montée en puissance des questionnements environnementaux, domination de la pensée économique, demande de pratiques démocratiques, poids des spécificités socioculturelles). Ce comité a ainsi passé commande à un groupe de travail de rédiger le cadre d'un nouveau programme, Agrobiosphère.

Dès le départ, la difficulté fut qu'on cherchait à allier, par l'intermédiaire de cette programmation, des compétences relevant de cadres épistémologiques parfois incompatibles : d'une part, celles portant sur les bases de compréhension des mécanismes naturels, et, de l'autre, celles s'intéressant à leur mobilisation dans le cadre de l'analyse des systèmes de production et de leur environnement géographique, économique, social, politique... Nous avons rapidement compris qu'il fallait évaluer le plus objectivement possible la manière dont les projets pouvaient ou non contribuer à des questions finalisées complexes. Nous avions ainsi défini des critères de pertinence spécifiques, en plus des critères classiques d'évaluation : Quelles composantes du changement global sont traitées dans le projet ? Quel est l'horizon de temps considéré ? Quelles sont les échelles des travaux de recherche ? Les dynamiques spatiales sont-elles abordées et comment ? Les questions de transition sont-elles abordées et comment ? Les choix méthodologiques et les approches proposées semblent-ils pertinents pour traiter la problématique annoncée ?

Si finalement 36 projets ont été financés par Agrobiosphère, nous devons nous interroger sur la façon de trouver des compromis entre l'ambition d'un programme et nos capacités de construction de projets, le coût de transaction d'un projet intégrateur étant sensiblement plus élevé que celui d'un projet correspondant aux voies de l'avancée scientifique de la communauté.

Toutefois, le témoignage de Jean-Paul Aeschlimann (voir Encadré 1) confirme que, si ces projets intégrateurs sont délicats à élaborer et à conduire, ils n'en sont pas moins scientifiquement productifs.

Centré sur les échelles intermédiaires, et en particulier sur les territoires, le programme Agrobiosphère poursuivait les ambitions de Systerra et ADD qui, déjà, croisaient des approches systémiques intégrant les dimensions agroécologiques et socioéconomiques.

[1] Aubin J.-P., 1991. *Viability theory*, Basel, Birkhäuser.

[2] Les comités scientifiques sectoriels de l'ANR étaient des groupes consultatifs thématiques qui intervenaient dans la procédure générale de programmation et notamment dans la prospective, l'ouverture et la clôture de programmes ainsi que dans l'évolution des programmes en cours.

Encadré 1. Le témoignage « extérieur » de Jean-Paul Aeschlimann à propos de l'influence de l'ANR sur le taux de publications internationales.

À partir de 2001 et pendant toute la durée des trois programmes ADD, Systerra et Agrobiosphère, j'ai exercé les fonctions d'éditeur associé de la revue à fort facteur d'impact *Agriculture, Ecosystems & Environment* (*AGEE*), publiée par Elsevier, et qui recouvre assez exactement les champs scientifiques de ces programmes de l'ANR. J'ai pu ainsi observer le rôle bénéfique que l'ANR a exercé au cours des ans sur le taux de publications internationales. Au début des années 2000, le nombre de manuscrits qui nous était soumis par des équipes de recherche françaises n'excédait guère une dizaine par an, dont seulement un à deux était finalement accepté au terme du processus d'évaluation. Ces dernières années en revanche, plus d'une centaine d'articles d'origine française est maintenant proposée chaque année à l'approbation d'*AGEE* qui les retient désormais en nombre croissant (16 en 2014 ; 18 en 2015 ; plus de 25 en 2016) ; de plus, il convient de souligner qu'une majorité d'entre eux fait clairement état d'un financement provenant de l'ANR.

Dynamiques des engagements disciplinaires et institutionnels dans la programmation de l'ANR entre 2005 et 2013

Les trois programmes thématiques conduits par l'ANR dans le domaine de l'agriculture et des écosystèmes – ADD (2005-2006), Systerra (2008-2010) et Agrobiosphère (2011-2013) – ont permis de lancer huit appels à projets (AAP) sur une période de dix ans. Sur les huit années de programmation, 330 projets ont été soumis et 93 projets ont été financés, pour un budget total de 54 millions d'euros. Au cours de l'ensemble de cette période, notre volonté était double, il s'agissait à la fois de travailler de nouvelles questions (comme les rôles respectifs de la société civile, des politiques publiques et des marchés ; les dispositifs et processus d'innovation et de recherche ; l'évolution et l'adaptation des systèmes de production ; l'usage et la préservation des ressources naturelles renouvelables ; la place et le rôle de l'agriculture dans les dynamiques de développement ; les nouvelles formes de gestion et de gouvernance ; l'ingénierie écologique des paysages et territoires ; l'intensification écologique des systèmes de production, etc.) et de favoriser la collaboration entre disciplines et entre institutions.

L'ensemble du corpus des textes des AAP et des réponses ont fait l'objet d'une analyse scientométrique à partir des termes utilisés dans ces différents documents au cours de l'ensemble de la période ; la dynamique de constitution des consortiums d'équipes répondant aux appels successifs a également été examinée. Nous n'avons extrait ici que quelques faits marquants[3]. En termes d'évolutions disciplinaires, nous avons observé une augmentation significative de la contribution des équipes en écologie, ce qui correspondait à notre souhait de décloisonner la participation des organismes de recherche comme l'Inra et le Cirad et de favoriser l'engagement d'équipes universitaires et du CNRS. Une communauté s'est donc constituée, et les équipes ont créé de nouvelles alliances. Ainsi que l'illustre la figure 1, des thèmes présents dans ADD se sont diversifiés et ont montré des accroches différentes dans les programmes qui ont suivi, comme c'est le cas des thèmes caractérisés par les mots-clés « acteurs des territoires et systèmes socioécologiques » qui se sont distribués ultérieurement entre « gestion locale », « gouvernance territoriale » et « services écosystémiques ». À l'inverse, certains thèmes distincts dans ADD ont fait ensuite l'objet de concentration et de nouvelles formes d'alliances, en particulier sur les questions d'alimentation (plutôt mal traitées d'ailleurs ici car sollicitées dans d'autres programmes) ou de maladies infectieuses et de santé animale. D'autres enfin ont traversé la période sans grand changement comme les « systèmes d'élevage ».

Nous avons pu observer une dynamique intellectuelle et une recomposition des alliances et des disciplines entre établissements et entre institutions, une diversité croissante des partenaires et le développement des collaborations entre unités de recherche de disciplines différentes. Nous avons ainsi pu assez facilement identifier des *clusters* (Élevage, Eau, Enjeux, Organisationnel, etc.), construits par Systerra puis Agrobiosphère. Certaines équipes ont su se reconfigurer. Il est surtout intéressant de constater l'existence de passeurs entre équipes, créant de nouvelles proximités thématiques. La figure 2 montre ainsi qu'il est possible de distinguer 9 agrégations thématiques d'unités de recherche[4] qui sont reliées

[3] Le lecteur intéressé pourra se reporter à la lecture du document complet suivant : Barbier M., Breucker P., 2015. *Une étude d'impact des programmes ADD-Systerra-Agrobiosphère. Les effets d'une programmation thématique des activités de la recherche publique.* Rapport ANR, Paris, http://www.agence-nationale-recherche.fr/fileadmin/documents/2016/Rapport-Impact-Agro_ANR-Inra.pdf. Il pourra également consulter le *Cahier de l'ANR* n° 8 (ANR, 2015. *Émergence de l'agroécologie et perspectives pour le futur. Les programmes ADD-Systerra-Agrobiosphère*. Cahier de l'ANR n° 8, Paris, http://www.agence-nationale-recherche.fr/fileadmin/documents/2015/agroeco/ANR-CAHIER-AGRO-2015.pdf.

[4] Nous ne pouvons pas identifier les équipes à partir des données disponibles, seules les unités de recherche (UR) et les unités mixtes de recherche (UMR), qui sont les entités administrativement reconnues, apparaissent dans les projets.

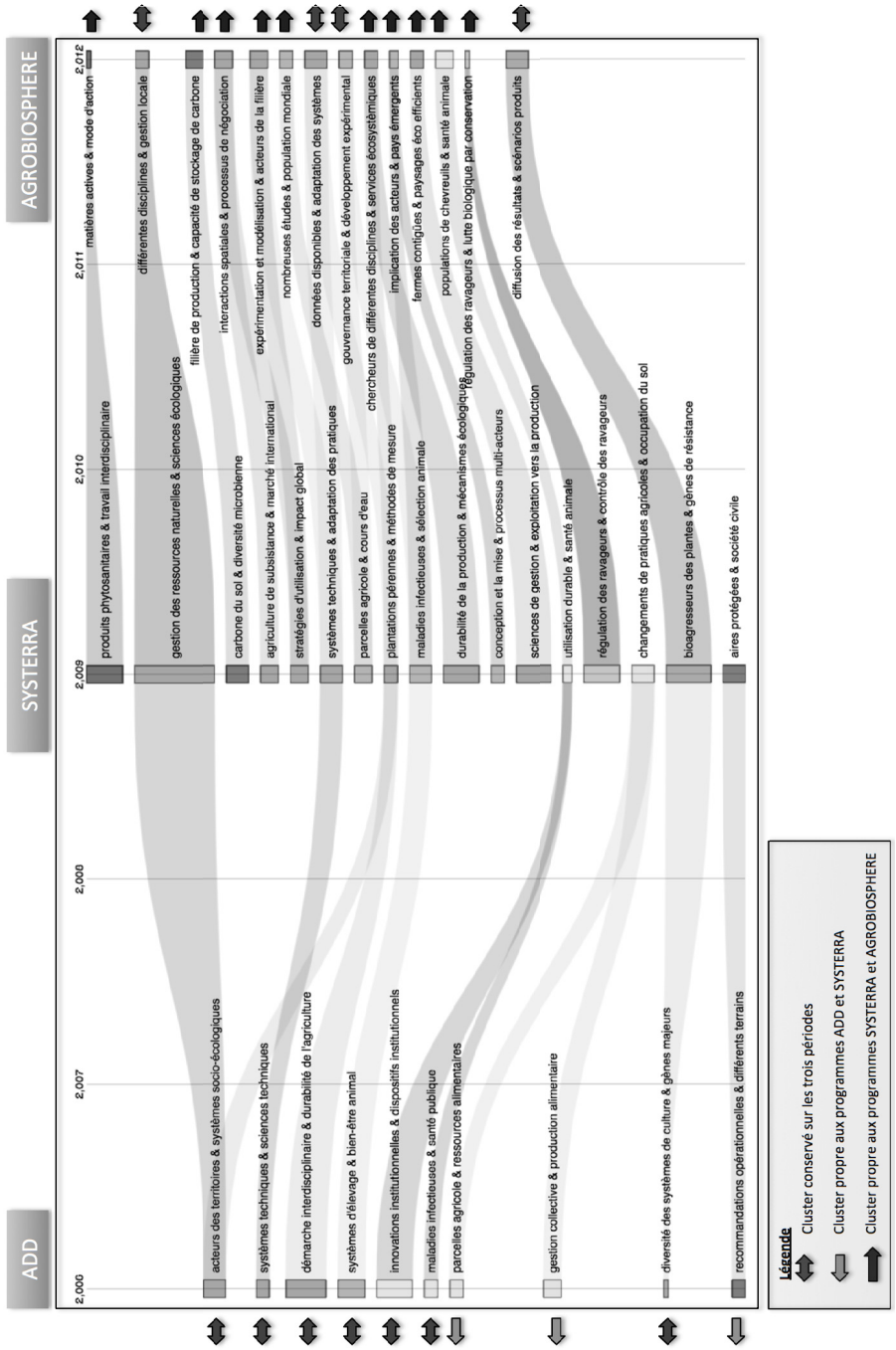

Fig. 1. Carte dite en «tubes» de la composition et de l'évolution temporelle des *clusters* de termes utilisés dans les projets.
Source : Barbier et Breucker, 2015, *op. cit.*

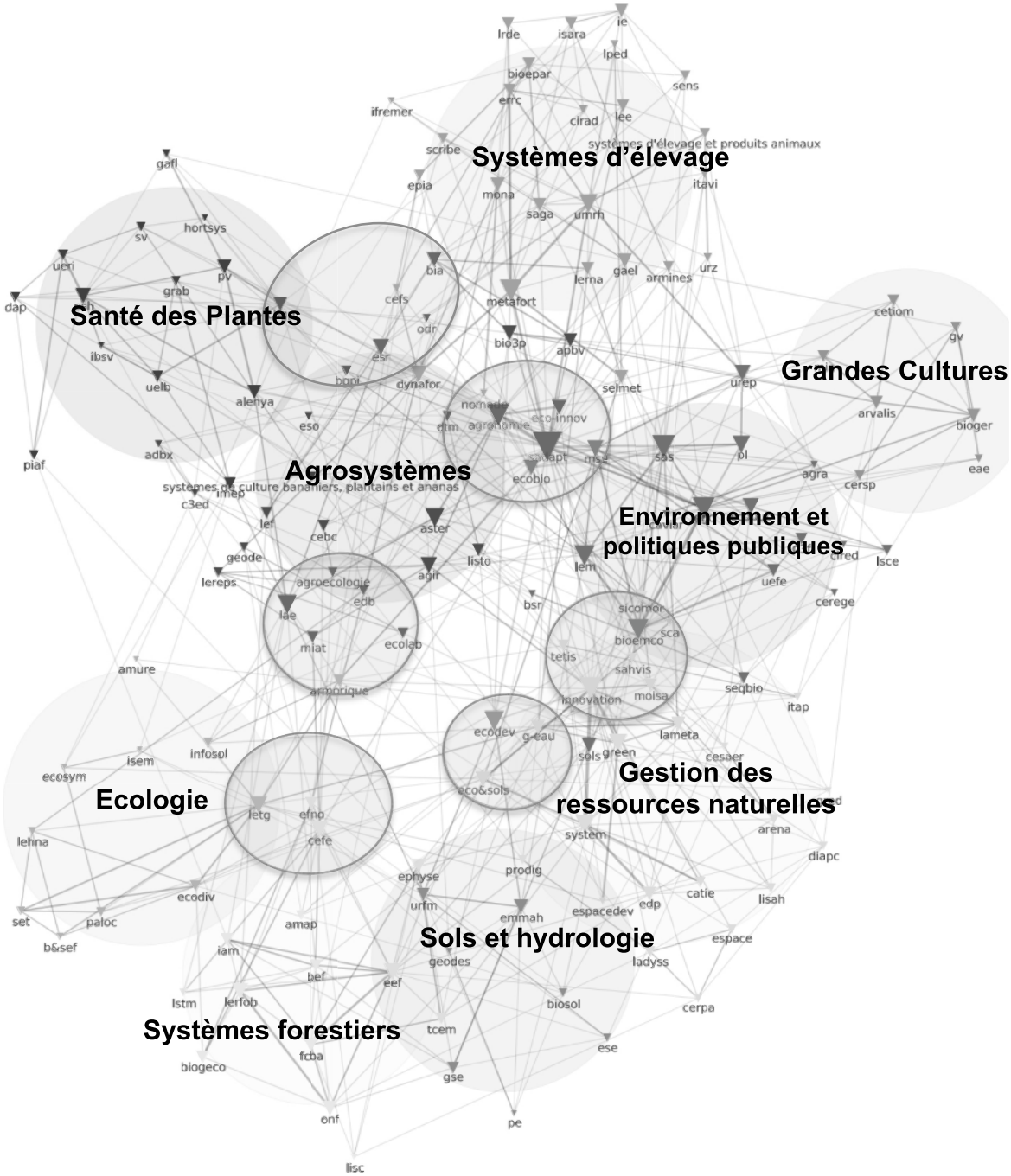

Fig. 2. Carte des collaborations entre les unités participant aux projets financés et définitions de *clusters* thématiques. Source : Barbier et Breucker, 2015, *op. cit.*

entre elles par l'intermédiaire de quelques unités plutôt pluridisciplinaires qui font ainsi le passage entre des cultures scientifiques distinctes et qui arrivent à les mobiliser ensemble en vue d'un projet collectif ; on identifie ainsi 6 groupes d'unités fortement impliquées dans la construction des consortiums ayant répondu aux appels des trois programmes. Même si toutes ne font pas le grand écart interdisciplinaire, la plupart organisent néanmoins des collaborations inédites, dont certaines seraient apparues improbables en 2006. On peut dire que ces programmes, qui se sont succédé en continuité sur une dizaine d'années, ont facilité la construction de nouvelles formes de collaboration interdisciplinaires et interinstitutionnelles avec des alliances larges permettant la réponse à leurs appels.

Dans la répartition géographique des terrains d'étude, la partie hors Europe augmente au cours de ces années du

fait des implications plus significatives des équipes du Cirad et de l'IRD. L'ensemble constitue un dispositif d'information sur la façon dont se transforment les agricultures partout dans le monde... dont la valorisation reste à faire.

À l'issue de ces 10 années de recherche, un bilan[5] a été tiré, qui, au-delà des constats cités ci-dessus, confirme la nécessité de changer de paradigme en agriculture et de sortir de la pensée « industrielle » (le « faire ») pour apprendre à gérer la diversité, la variabilité, les dynamiques, l'incertitude (le « faire avec »). L'agriculture doit ainsi être perçue comme un processus de coévolution des relations nature-sociétés. Il s'en dégage quelques recommandations pour la suite : cette démarche doit être accompagnée d'une révision des modèles de production de connaissances scientifiques. Les connaissances académiques doivent être rapprochées des connaissances de la pratique. La technologie doit être considérée comme une science humaine, à travers une réelle interdisciplinarité pour faire face aux problématiques-clés en tension ou aux « *nexus* » identifiés au cours de cette analyse ex post de ces dix années de programmation et pour répondre aux priorités de recherche à développer[6].

Les projets d'Agrobiosphère

Agrobiosphère comportait 6 thèmes : modélisation intégrée de la gestion du cycle de l'eau à l'échelle d'un bassin versant (aucun projet) ; gestion alternative de la santé des plantes (1 projet) ; « cartobiosphère » (2 projets) ; rôle et place des écosystèmes protégés (aucun projet) ; élaboration de stratégies d'adaptation aux changements globaux (14 projets) ; dynamiques des territoires et des écosystèmes et représentations des évolutions induites par les changements globaux (8 projets)[7].

Compte tenu de ces asymétries, nous avons préféré, lors du colloque bilan d'Agrobiosphère qui s'est tenu à Paris en novembre 2016, organiser les discussions sur les résultats des projets autour de cinq sous-ensembles : adaptation aux changements globaux ; cycles biogéochimiques ; biodiversité fonctionnelle ; modélisation territoriale et accompagnement des acteurs ; relations milieux-systèmes économiques. Nous présentons ici les résultats et les réflexions communes qui en émergent.

Adaptation aux changements globaux

L'adaptation aux changements globaux est une composante essentielle de la gestion durable des systèmes productifs. Elle doit prendre en compte la diversité des facteurs environnementaux (changement climatique, pollutions, bioagresseurs, etc.), technologiques et socio-économiques, ainsi que leurs interactions dans une perspective de prédiction et de régionalisation. La vulnérabilité des systèmes et la nature des adaptations spontanées ou actives sont à lier à la diversité des objets, la durée de génération des organismes, le degré d'anthropisation. Les projets présentés ici illustrent bien ce constat.

Les tempêtes sont la plus grosse cause en Europe de dégâts sur les forêts et contribuent à réduire leur capacité de stockage de carbone. Le projet FOR-WIND s'est intéressé à l'adaptation sylvicole et économique de l'aménagement forestier au risque de vent. Le balancement des plantes par stimuli mécaniques entraîne une réduction de la croissance en hauteur et une augmentation de la croissance en diamètre. Des modèles de vulnérabilité des peuplements et de risques ont été établis. AMTools s'est attaché à évaluer et définir des outils écologiques, sociaux et légaux pour la migration assistée des forêts face au changement climatique. Le projet GIGASSAT a montré l'existence d'une relation étroite entre mortalité (pathologies virales) des huîtres adultes et l'indicateur climatique NAO+ (oscillation nord-atlantique). Des simulations permettent de présager du risque futur de mortalité des huîtres en fonction des scénarios climatiques. CERAO s'est intéressé à l'auto-adaptation des agroécosystèmes tropicaux face aux changements globaux en analysant les contrastes liés à la densité de population et au maintien de l'élevage. Enfin, le projet GAIA-TROP a analysé la viabilité et la gouvernance adaptative des agrosystèmes insulaires tropicaux des petites Antilles françaises et a montré que les services de support et de régulation sont essentiels pour favoriser les conditions de production et de reproduction des exploitations agricoles.

Cycles biogéochimiques

De meilleures connaissances des principaux cycles biogéochimiques (C, N, P...) s'imposent comme des priorités pour mieux répondre aux défis de la production agricole, du respect de l'environnement et de la séquestration du carbone atmosphérique par les sols. Comme le démontrent les quatre projets ci-dessous, de telles études exigent une fertilisation croisée de plusieurs compétences (sol, eau, air, diversité microbienne, pratiques agricoles...).

Parmi les très nombreuses conclusions de ces quatre projets, il convient de signaler que la réduction ou

[5] ANR, 2015. *op. cit.*
[6] *ibid.*
[7] La liste et les résumés des projets financés par Agrobiosphère sont disponibles sur internet : http://www.agence-nationale-recherche.fr/suivi-bilan/editions-2013-et-anterieures/environnement-et-ressources-biologiques/viabilite-et-adaptation-des-ecosystemes-productifs-territoires-et-ressources-aux-changements-globaux/agrobiosphere-projets-finances-par-edition/.

l'abandon du travail du sol (projet SOFIA) favorise la minéralisation de l'azote dans les 5 premiers centimètres, et non l'augmentation de stock en carbone organique (seule sa distribution verticale change). Au demeurant, à cette échelle de temps, il est assez illusoire de mettre en évidence un stockage net de carbone. La déstabilisation des matières organiques par les pratiques agricoles est souvent liée aux interactions sol-nappe, avec des émissions de CO_2 et des pertes de carbone organique dissous plus importantes ainsi au printemps (MOSAIC). Le projet ESCAPADE a défini plusieurs scénarios de gestion de l'azote et des paysages pour augmenter l'efficience de l'azote, et mieux le retenir à l'échelle des paysages. Au Laos, le remplacement progressif du riz pluvial par des plantations de teck (TECITEASY) a favorisé l'augmentation du ruissellement du fait de l'absence de sous-bois (densité de plantation élevée, feux), entraînant ainsi des risques de pollution des cours d'eau par des pathogènes fécaux.

Ces quatre projets ont fait émerger des questions de recherche liées (i) aux interactions entre processus hydriques, chimiques et microbiologiques, (ii) à l'intégration des échelles spatiales en vue d'une meilleure organisation spatiotemporelle des pratiques agricoles, des aménagements paysagers et des organisations territoriales, (iii) à la temporalité des processus qui impose d'acquérir des données sur des durées longues.

Biodiversité fonctionnelle

Les projets se sont interrogés sur des innovations agronomiques basées sur une prise en compte des interactions biotiques entre organismes ou communautés au sein des agroécosystèmes. La biodiversité fonctionnelle est utilisée dans le but de réduire les intrants dans la perspective de transitions vers des systèmes productifs plus durables. Les projets se sont également posé la question des conditions du déploiement de ces approches dans les territoires ainsi que celle des transitions vers de tels modèles alternatifs.

Deux volets de la réduction d'intrants ont été abordés par les projets : (1) la réduction de l'usage des fertilisants par la mise en place de symbioses associatives ou d'associations variétales (AZODURE et WHEATAMIX) montre un effet positif sur le rendement ; (2) ces associations variétales jouent également un rôle sur le contrôle des maladies, permettant une réduction de l'usage des produits phytopharmaceutiques. Ainsi, certains projets proposent des déploiements viables de nouveaux modes de productions agricoles par l'allocation de cultures et d'habitats semi-naturels dans des paysages (PEERLESS, AGROBIOSE) permettant de s'abstraire de l'usage des produits phytopharmaceutiques et ils montrent que ces transitions peuvent se faire sans perte de rendement. Ces travaux ont révélé l'importance de la diversité des interactions écologiques bien que les effets de cette biodiversité restent difficiles à appréhender. L'étude de la stratégie des acteurs face à des modèles de productions alternatifs indique que les freins à leur adoption sont principalement situés chez les opérateurs en aval de la filière (GESTER).

L'ensemble des projets a travaillé dans un cadre de recherches participatives, accompagnant ainsi l'émergence de stratégies de coopération à l'échelle des paysages. Il est donc possible de mener des expérimentations en agroécologie, mais celles-ci sont d'un nouveau type, positionnant l'agriculture à l'interface entre la nature et la société.

Enfin, l'une des difficultés essentielles des dispositifs expérimentaux agroécologiques tient au fait que leurs résultats viennent généralement plutôt de combinaisons de pratiques que d'une seule pratique, avec des effets sur le long terme, notamment sur la biodiversité. Les méthodes d'évaluation reposant sur les seuls critères de performance technicoéconomique restent insuffisantes. Ces travaux ont démontré l'importance de combiner des informations écologiques, agronomiques et économiques dans un même référentiel d'espace et de temps et, en conséquence, de monter des dispositifs de recherche interdisciplinaires pour les produire dans des cadres qui soient compatibles.

Modélisation territoriale et accompagnement des acteurs

Les projets présentés ici se sont intéressés à la construction de modèles pouvant aider directement ou indirectement les acteurs dans l'adaptation aux changements globaux et/ou dans l'amélioration de la durabilité des systèmes de production. La question des changements d'échelle, permettant de passer de l'acteur individuel à l'échelle du paysage ou du territoire était souvent centrale. Les résultats obtenus par les projets présentés ont porté à la fois sur la construction de modèles originaux, contextualisés ou non, et sur leur utilisation dans l'accompagnement des acteurs.

Sur le premier point, les projets ont développé des outils et des modèles permettant d'intégrer un grand nombre de connaissances souvent pluridisciplinaires aux différentes échelles. Par exemple, l'outil de simulation cartographique à l'échelle du paysage du risque acarologique développé dans le projet OSCAR a ainsi combiné une cartographie des habitats, de la densité et des mouvements des hôtes et des vecteurs, avec des outils de biologie moléculaire pour caractériser la présence des pathogènes. Le projet DESCARTES a construit, pour une communauté de communes de l'île de la Réunion, une plateforme de modélisation combinant des données géographiques et plusieurs modèles de processus qui ont

permis de produire pour différents scénarios des cartes dynamiques d'utilisation du sol. Dans plusieurs projets, les modèles ont été construits à partir des scénarios élaborés par les acteurs (projet MACCAC), voire de données élaborées avec eux (LEGITIMES, TATABOX). Dans ces cas, la participation des acteurs en amont du processus s'est avérée une condition importante de l'appropriation des résultats.

Pour l'ensemble des projets, la question émergente concerne la dimension dynamique : comment modéliser les dynamiques en conservant l'ambition d'une intégration entre processus et échelles ? Comment mobiliser les acteurs dans la durée et les accompagner dans la transition entre systèmes ?

Relations milieux-systèmes économiques

Les projets présentés ici montrent certaines proximités avec ceux de la thématique précédente, en ce sens qu'ils accordent une grande importance aux dimensions spatiales des cas d'étude. Mais plusieurs d'entre eux en font un cadre d'investigation des dynamiques et des formes d'interactions, entre acteurs multiples et entre ceux-ci et leur environnement (naturel mais aussi politique et socioéconomique), s'interrogeant sur l'émergence d'une certaine territorialité donnant sens à ces formes organisationnelles. Ils ont tous privilégié une attention particulière aux systèmes productifs et aux formes d'organisation sectorielles, les reliant aux marchés visés, dans des situations hors de France pour la plupart.

Plusieurs questions transversales sont ainsi apparues entre ces différents projets, comme la prise en compte des dynamiques, des transitions, des crises et de la coexistence entre différents modes d'exercice des activités agricoles (formes d'agriculture familiale et grandes exploitations souvent à caractère industriel), comme c'est le cas en Amazonie (ECOTERA), au Vietnam (REVALTER) ou dans deux pays producteurs d'huile de palme, Cameroun et Indonésie (SPOP). La place des agriculteurs familiaux est ainsi bien souvent occultée par les discours dominants sur la production alimentaire et les instruments construits pour en rendre compte (TERRE-EAU). La dimension territoriale est ainsi apparue conditionnelle à la prise en compte des enjeux environnementaux et de partage des ressources hydriques, foncières ou émergentes – par exemple, les forêts « dégradées » en Amazonie, jusqu'ici considérées comme des espaces délaissés et sans véritables enjeux. La place de la technique apparaît également centrale en regard des performances économiques, sociales et environnementales des systèmes productifs considérés. Mais beaucoup reste à faire si on souhaite produire des recommandations qui soient appropriées à la diversité des situations, des savoirs localement développés et des conditions spécifiques de mise en œuvre des pratiques.

Les perspectives s'ouvrent sur les questions de gouvernance de ces situations multi-acteurs et multi-enjeux à des échelles territoriales, impliquant les agriculteurs dans leur diversité, les acteurs des filières et les décideurs publics. D'autant qu'il faut bien se garder de schématiser a priori le territoire pertinent, celui-ci émergeant en fait des formes d'appropriation de l'espace et des ressources ainsi que des dynamiques qui relient entre eux les différents opérateurs concernés. Ce n'est pas forcément un espace stabilisé mais une entité qui prend sens dans une trajectoire de développement assurément non linéaire...

Conclusion

La table ronde finale du colloque a permis de discuter des priorités de recherche pour l'avenir mais également de revenir sur les leçons à tirer de cette expérience de programmation thématique et de son impact sur la recherche. Plusieurs questions ont été identifiées comme particulièrement pertinentes pour guider les orientations des recherches futures.

- Mieux prendre en compte l'incertitude : il est important de renforcer l'analyse de la dimension stochastique des processus. La notion d'incertitude est au cœur du fonctionnement écologique des systèmes et des sociétés humaines. Elle est encore insuffisamment prise en compte dans la construction des scénarios et la prise de décision publique. Nous devons mieux intégrer l'incertitude dans les analyses et dans les scénarios.
- Reconnaître la diversité des démarches et voies d'innovation : plusieurs exemples ont été présentés, notamment sur la réduction de l'utilisation des herbicides, l'importance des mélanges variétaux, la réintroduction des légumineuses dans les rotations, etc. Il nous manque un cadre conceptuel fort pour comprendre les mécanismes d'innovations. Qui les conçoit : les chercheurs, les agriculteurs ? N'émergent-elles pas en fait des dispositifs d'action collective fondés sur leur rencontre ? Comment mobiliser cette capacité d'innovation et la synthétiser ? S'y ajoute la question de la transition : comment faire en sorte que les innovations se répandent au-delà de leurs lieux d'émergence ?
- Étudier la diversité sans la simplifier ni la réduire : en écologie évolutive, la diversité est corrélée assez fortement à la fois à la stabilité et à la productivité. Il faut aller vers une plus grande prise en compte de la complexité des écosystèmes pour accroître stabilité et productivité. Nous avons pu constater dans les présentations que les systèmes réels et les agrosystèmes de demain sont/seront riches de micro-hétérogénéités. Contrairement aux paradigmes qui ont conduit à la stabilisation, à la spécialisation et à

l'homogénéisation des systèmes de production, ces micro-hétérogénéités peuvent représenter une ressource qu'il faut apprendre à comprendre et à gérer.
– Concevoir une analyse globale des systèmes alimentaires : beaucoup de projets n'abordent encore qu'une partie des systèmes alimentaires. Pour assurer une véritable transition agroécologique, il faudra se donner les moyens d'aborder les systèmes alimentaires en prenant en compte l'ensemble des acteurs impliqués : consommateurs, grands groupes industriels, instituts techniques, agriculteurs, scientifiques, etc.

Le programme Agrobiosphère a été fondamental pour stabiliser le concept de l'agroécologie, qui est aussi devenu aujourd'hui un élément très concret de politique publique. Un programme de recherche qui fonctionne bien doit avoir un effet structurant sur des concepts, sur les communautés scientifiques et leurs partenaires ainsi que sur la façon de conduire la recherche. Tel a été le cas d'ADD, Systerra et Agrobiosphère. Il nous semble important, sur les bases qui ont été identifiées lors du colloque bilan, de continuer à soutenir une recherche orientée et encouragée par une programmation thématique.

Citation de l'article : Hubert B., Jacquet F., Lemaire E., Guehl J.-M., Valentin C., 2017. Le programme ANR Agrobiosphère : l'importance d'une programmation thématique pour l'émergence de nouveaux concepts. *Nat. Sci. Soc.* 25, 3, 285-294.