

Gérer les paysages et les territoires pour la transition agroécologique

Gascuel-Odoux C.¹, Magda D.²

¹ Inra, UMR SAS, 65 route de St Briec, CS 84215, F-35042 Rennes Cedex

² Inra, UMR AGIR, 24 chemin de Borde-Rouge, F-31326 Auzeville

Correspondance : chantal.gascuel@rennes.inra.fr ; Daniele.Magda@toulouse.inra.fr

Résumé

Prendre en compte l'échelle du paysage permet de mieux appréhender les différents niveaux d'interaction entre les activités agricoles, l'environnement et les ressources qu'il fournit (sol, eau, biodiversité), et d'explorer ainsi de nouvelles voies pour la transition agroécologique. Prendre en compte le territoire permet de traiter des interactions entre différents systèmes de production, les espaces non cultivés, non agricoles et leurs interfaces, entre les professionnels agricoles et les autres acteurs du territoire. L'objectif est de repenser l'agriculture dans un nouveau rapport aux ressources naturelles, aux acteurs et filières du territoire qu'ils soient ou non liés à l'agriculture. La transition agroécologique à l'échelle des paysages et des territoires met en œuvre des innovations de nature techniques, comme celles associées à la gestion des espaces interstitiels et des infrastructures écologiques mais également sociales pour mettre en place des formes nouvelles de gestion collective et de gouvernance territoriale.

Mots-clés : Agroécologie, territoire, paysage, bassin versant, régulation, flux biologiques, flux biogéochimiques, pollinisation, bioagresseurs.

Abstract: Landscape and territory management for agroecological transition

Landscape level makes it possible for us to consider the interactions between agricultural activities, environment and resources it provides (water, soil, biodiversity), and therefore to explore new ways for agroecological transition. Territory level makes it possible to consider the interactions between different agricultural systems, cultivated and uncultivated domains, agricultural and non agricultural actors. The objective is to think agriculture development in a new way, considering its relationships with natural resources, agricultural or non agricultural actors and activities. Agroecological transition at landscape and territory levels requires technical innovation such as those related to interstitial areas or ecological infrastructures, but also socio-economic innovations such as collective management and territorial governance.

Keywords: Agroecology, territory, landscape, catchment, regulation, ecological and biochemical fluxes, pollination, bioaggressors.

Introduction

Le territoire représente un niveau essentiel pour analyser et mettre en œuvre la transition agroécologique. Les processus biogéochimiques et écologiques se déploient à des échelles plus larges que celles de l'exploitation agricole. Prendre en compte l'échelle du paysage permet de mieux appréhender les différents niveaux d'interaction entre les activités agricoles, l'environnement et les ressources qu'il fournit (sol, eau, biodiversité), et d'explorer ainsi de nouvelles voies pour la gestion agroécologique. Ces ressources dépendent non seulement de la gestion à l'échelle d'une parcelle

donnée, mais également de la manière dont cette gestion s'organise dans les paysages, est adaptée à son environnement, crée de l'hétérogénéité et des agencements bénéfiques (Massol et Petit, 2014 ; Fisher et al., 2014). En mettant en évidence l'importance de l'agencement dans l'espace et le temps des activités agricoles, l'objectif est de repenser l'agriculture dans un nouveau rapport aux ressources naturelles, tant en termes de service d'approvisionnement, autant que de régulation écologique et biogéochimique. Prendre en compte le territoire permet de poser les questions de l'insertion de l'agriculture dans un contexte plus large, notamment des interactions entre les différents systèmes de production, de la gestion des espaces non cultivés et des interfaces, des relations entre les professionnels agricoles et les autres acteurs du territoire (Duru et al., 2014).

Un enjeu majeur pour l'agroécologie est donc non seulement d'innover dans la conception des systèmes de production et des modes de gestion sur des bases écologiques, mais également de produire des innovations à l'échelle des territoires pour concevoir de nouvelles formes d'organisation qui contribuent à la gestion durable des ressources. Ces innovations sont de nature technique comme celles associées à la gestion des espaces interstitiels (bandes enherbées, haies, ...) et des infrastructures écologiques (bocage, zones humides...) mais également sociales pour mettre en place des formes nouvelles de gestion collective et de gouvernance territoriale. La modélisation permet de formaliser les complexités des interactions spatio-temporelles. Elle est au cœur de cette problématique, attendue dans sa capacité à fournir des scénarios d'exploration, par exemple sur les changements d'usage des sols, et à prédire des impacts, là où l'expérimentation est impossible. Ces scénarios et les simulations issues des modèles sont essentiels, comme outils de concertation entre les acteurs porteurs de différents enjeux (collectivités territoriales, entreprises, ONG, citoyens) et devant s'accorder sur un projet de territoire, et comme outils pour accompagner la mise en place de politiques publiques territorialisées pour les pouvoirs publics.

Cet article constitue la synthèse d'un atelier du colloque Agroécologie qui s'est tenu le 17 Octobre 2013, atelier intitulé « Gérer les paysages et les territoires ». Cet atelier s'est organisé autour de trois séquences cherchant à 1) montrer les retours d'expériences de gestion agroécologique mises en œuvre à l'échelle des territoires ('aujourd'hui') ; 2) expliciter les pistes de recherches et les démarches en cours pour de nouveaux développements d'action ('les possibles') ; 3) analyser les verrous et les voies pour des innovations ('l'avenir').

1. Aujourd'hui : une capitalisation riche des expériences et des innovations des acteurs

Les présentations sur des expériences de gestion à l'échelle de différents territoires ont clairement mis en évidence les dimensions à la fois techniques, sociales et publiques dans la mise en œuvre de projets de gestion de ressources naturelles. L'intérêt d'une capitalisation de ces différentes expériences propres à chaque territoire et motivés par différents enjeux (gestion quantitative de l'eau, des flux d'azote, de l'érosion, de la biodiversité, des ravageurs,...) a été mis en avant. En effet, elle permettrait d'analyser comment articuler les différentes dimensions et niveaux d'organisation dans la construction et mise en œuvre d'un projet agroécologique territorialisé et d'éclairer de nouvelles pistes de recherche. Les exemples présentés ont mis en évidence un certain nombre de thèmes de discussion.

La diversité des innovations mobilisées et attendues dans les projets présentés est à la fois d'ordre technique, technologique et organisationnelle. Elles sont issues des connaissances produites par la recherche mais aussi par les acteurs, à partir de leurs propres connaissances, en tenant compte des configurations spécifiques (écologiques, agricoles et plus largement sociales) de leur territoire. L'articulation entre ces deux sources de connaissances pour l'innovation est posée.

L'évaluation des innovations agronomiques le plus souvent raisonnées à l'échelle de la plante ou de la parcelle est questionnée. Par exemple, l'évaluation des innovations visant à améliorer l'efficacité de

l'eau, par le choix d'assolement en systèmes irrigués, par l'introduction de nouvelles cultures, intégrant des stratégies d'esquive (semis et variétés précoces), le choix de variétés plus tolérantes au stress hydrique, de matériels d'irrigation basse pression minimisant la dérive (rampes sur enrouleurs, pivots basse pression, goutte-à-goutte), des outils nouveaux de pilotage de l'irrigation, passe par l'analyse de leurs performances intrinsèques mais également au regard des caractéristiques et des enjeux du territoire, et notamment de leur insertion possible dans les exploitations agricoles (coût, faisabilité) et les filières (existantes ou à développer).

Les innovations techniques portent sur les structures et la gestion des espaces non agricoles du paysage (haie, talus, murets, fossés, mares), structures qui sont d'ores et déjà pleinement intégrées dans les stratégies de gestion de l'exploitation et du territoire. Des expériences de reconstruction, de gestion de ces éléments du paysage sont mises en place. Ces éléments du paysage régulent la biodiversité, la qualité de l'eau et du sol, enjeux qui sont perçus comme des objectifs de l'exploitation agricole. Cependant, les acteurs de terrain peinent à objectiver les effets de ces éléments du paysage, dans le contexte spécifique dans lequel ils s'insèrent, et plus encore à identifier les synergies et antagonismes qu'ils peuvent soulever. De nombreux exemples de terrain ont été cités. Parmi eux, citons le SMEGA (Syndicat Mixte Environnement de Goëlo et de l'Argoat) qui a acquis une expérience de 10 ans dans la création de nouveaux bocages : 200 km de haies bocagères ont été mises en place ; un nombre important de linéaires anciens a été protégé par l'intermédiaire de documents d'urbanisme ; des ouvertures de champs ont été déplacées ; des plaquettes de vulgarisation des techniques d'entretien et de valorisation des produits issus de l'entretien ont été réalisées. Citons aussi l'expérience de l'impluvium de Vittel, qui a travaillé sur la réhabilitation de l'arbre sous différentes formes dans le paysage (49 km de haies vives, 200 ha verger, 25 ha agroforesterie depuis 1992), pour protéger la qualité d'eaux souterraines ; des actions de maîtrise de l'érosion en réaménageant l'ensemble du territoire ont été mises en place (bassin de Bourville, Pays de Caux). Des initiatives en Languedoc-Roussillon dans des exploitations arboricoles et de maraîchage du bassin versant de l'Etang de l'Or et en Camargue favorisent la mise en place de haies composites, de bandes fleuries, avec un entretien raisonné par des interventions mécaniques réduites, ou l'aide à la nidification de rapaces nocturnes ou de chauve-souris par la conservation des arbres morts (voire par l'installation de nichoirs). Ces mesures s'accompagnent d'une protection raisonnée des cultures, en utilisant des amendements à base de minéraux naturels et de compost et en cherchant à réduire l'usage des intrants.

Les innovations sont associées à de nouvelles formes de coordination entre acteurs et de gouvernance des territoires. Les exemples ont montré comment les dispositifs déjà existants (syndicat, coopératives,...) sont mobilisés dans des projets de gestion de ressources naturelles qu'ils soient motivés ou encadrés par la mise en place de politiques publiques (Natura 2000, MAE,...) ou issues d'initiatives pour répondre à des enjeux socio-économiques locaux. Les innovations locales de ce type sont nombreuses. Par exemple, le Bassin versant des Autizes alimentant le marais Poitevin en Vendée, inscrit dans un contexte à fort enjeu environnemental, touristique (Marais Poitevin) et agricole (cultures irriguées à forte valeur ajoutée) a vu la construction de dix réserves de substitution, ce qui a permis de réduire les prélèvements d'eau d'irrigation en été et de maintenir des débits estivaux. Le projet s'est accompagné de la mise en place d'une gestion collective d'un volume prélevable, de mesures de restrictions des prélèvements et des tarifications mutualisées à l'échelle du bassin versant entre tous les irrigants, sans distinction de l'origine des volumes (nappe, eaux de surface ou réserves de substitution). Avant chaque début de campagne, chaque irrigant choisit une répartition par quinzaine de son quota, selon une fonction de répartition. En cours de campagne, le suivi des indicateurs de milieux (piézométrie, débit de cours d'eau ou niveau du marais) déclenchent, par anticipation de franchissement de courbes seuils, un taux de restriction du volume prélevable proportionné aux risques encourus par le milieu. Ces restrictions sont actualisées deux fois par mois lors d'un comité de gestion et validées par arrêtés préfectoraux. L'innovation réside dans une approche collective combinant les intérêts économiques et environnementaux, dans une vision de long terme.

De nouvelles formes et structures de gouvernance se mettent en place, telles que les structures OUGC (Organisme Unique de Gestion Collective), les CLE des SAGE (Commission locale de l'Eau, des Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau). Ces nouvelles structures doivent s'articuler avec des dispositifs divers déjà en place (Natura 2000, TVB, SRCE, SCOT). La multiplication de ces structures rendent difficile la contribution efficace de certains acteurs, et en premier lieu des chercheurs et des ONG qui y sont multi-sollicités. On note l'importance de la montée en puissance des échelles de la commune, de l'intercommunalité et de la région. Par exemple, pour protéger les ressources en eau potable, des cultures énergétiques à très faibles intrants ont été implantées dans le cadre d'un projet de territoire communal (Amerzwiller, Alsace). Les niveaux de la commune, de l'intercommunalité pour importants qu'ils soient ne disposent souvent pas de ressources humaines et de compétences suffisantes pour aborder des situations complexes, posant la question du bon niveau de mutualisation (formation, réseaux d'échange pour le partage d'expériences, outils d'aide à l'élaboration de projet de territoire,...).

La nécessité de développer l'accompagnement à l'échelle des territoires dans la mise en place de la gestion agroécologique a été fortement mise en avant pour l'ensemble des situations présentées. Cet accompagnement se décline à différents niveaux. Il s'agit tout d'abord de la qualité des outils qui vont permettre d'élaborer des diagnostics au niveau des territoires dans leurs différentes dimensions (écologiques, agricoles et socio-économiques) et d'élaborer des scénarios pour explorer l'impact des changements techniques ou d'usage. Il s'agit aussi d'accompagner les prises de décision individuelle mais surtout permettre de faciliter les concertations entre acteurs pour la définition et la mise en œuvre d'une gestion collective. Des innovations sont particulièrement attendues sur la pédagogie autour de ces outils car les agriculteurs n'intègrent pas encore cette dimension comme une dimension clé pour eux-mêmes et pour le ou les territoires dans lesquels ils s'insèrent. Ces outils doivent reposer sur les bases scientifiques, mais être acceptés par les agriculteurs, couvrir potentiellement de nombreuses situations, être en lien étroit avec les pratiques agricoles des agriculteurs et mis en œuvre par des personnes formées et compétentes. Ainsi, presque 1000 hectares en cultures dérobées (pâturées ou fauchées pour le fourrage) produisant du nectar et du pollen ont été semés avec un mélange à base de légumineuses dans les départements de Savoie et de Haute-Savoie. Plus d'une centaine d'hectares d'intercultures mellifères et pollinifères a été mise en place en Beauce dans les départements d'Eure-et-Loir, du Loir-et-Cher et du Loiret. Etant donné les contraintes liées à cette pratique agricole (semis précoce, en période sèche, risque de grenaison), une méthode d'accompagnement des acteurs locaux concernés a été mise en place pour favoriser les échanges, pour mieux comprendre leurs enjeux, ainsi que pour désamorcer d'éventuels conflits d'usage des ressources du territoire (méthode « Acteurs-Ressources-Dynamiques-Interactions » issu du collectif CoMod).

Des changements majeurs des parcours de formation seront nécessaires car des compétences nouvelles des professionnels du développement sont nécessaires pour accompagner la gestion collective, notamment sur deux points : 1) les conseillers doivent allier des compétences techniques à celles d'animateur, de facilitateur ou de médiateur à l'échelle du territoire ; 2) la relation au savoir vit une vraie révolution avec les TIC (Techniques de l'Information et de la Communication), qui nécessiteront d'externaliser systématiquement l'intégralité de l'information technique ou scientifique, et parallèlement de développer les capacités de repérage des informations. Les modalités de face à face pédagogique sont en train de changer, partant de la pratique de l'apprenant pour aller vers la recherche de solutions adaptée à sa propre situation. Le présentiel doit ainsi prendre plusieurs formes, afin d'assurer un apprentissage progressif. Les compétences sont de repérer les diversités de représentations sociales, d'articuler l'intérêt collectif et le projet stratégique (d'entreprise, de collectivité ou de filière), de développer pour le formateur une posture d'accompagnateur, médiateur et/ou facilitateur plus que de référent en terme de connaissance. 42 exploitations de l'enseignement agricole se sont engagées dans le plan Ecophyto entre 2009 et 2012 et ont mis en place des systèmes de culture innovants. Cet engagement s'est articulé autour de deux objectifs : proposer, tester et valider des hypothèses

agronomiques répondant aux objectifs du plan Ecophyto ; créer, évaluer et capitaliser des situations pédagogiques. L'enjeu est de développer la formation aux nouvelles agricultures contribuant à la transition agroécologique, et ainsi de contribuer au plan Ecophyto au niveau local, régional et national.

2. Les possibles: de nombreuses pistes de recherches face à la complexité des interactions à l'échelle des territoires

Le paysage agricole est une mosaïque de parcelles et d'espaces interstitiels, de tailles, formes et arrangements variables dans l'espace, mais aussi dans le temps, au rythme des successions culturales et activités agricoles. Ces arrangements sont liés aux contraintes des exploitations agricoles, en relation avec leur mode de production, et aux caractéristiques du milieu, en relation avec la distribution des sols, des nappes,.... Ces mosaïques s'inscrivent dans une histoire, liées aux dimensions socio-économiques du territoire, porteur d'enjeux pour la société, en termes de production et d'environnement. Des pistes d'innovation agroécologique portent sur la valorisation de l'hétérogénéité à l'échelle des paysages. L'hétérogénéité peut être interprétée en termes de connectivité et de fragmentation, qui peuvent avoir un rôle sur la résilience et la régulation des flux biologiques et biogéochimiques. Les effets positifs de l'hétérogénéité des types d'occupation du sol (prairies, cultures, éléments semi-naturels) au sein d'un paysage agricole, notamment sur les auxiliaires des cultures et sur les services de régulation associés ont été mis en évidence dans plusieurs études. Dans le programme Advherb qui a porté sur la gestion agroécologique des adventices en grandes cultures, on montre que l'hétérogénéité du paysage - présence de prairies permanentes et temporaires, milieux boisés autour des cultures - a un effet positif sur la diversité de carabes granivores dans le blé (nombre d'espèces, abondance) ainsi que sur les taux de prédation qu'ils exercent sur les semences d'adventices. En vergers de pommiers, des études ont montré que le renforcement de la continuité des infrastructures écologiques (réseau de haies diversifiées et connectées entre elles) favorise l'abondance des auxiliaires régulant les ravageurs ; ces infrastructures fournissent aux différents auxiliaires des sites refuge (abri, ponte, hivernage) et des ressources alimentaires variées (pollen, nectar, proies et hôtes de substitution). Pour un même type d'occupation du sol, la répartition spatiale des variétés d'une même culture peut également s'avérer importante. Les travaux menés dans le cadre de l'ANR Gester démontrent que l'agencement spatial de variétés de blé plus ou moins résistantes aux maladies, dans le paysage et au cours des années (rotations), affecte la vitesse de propagation de nouvelles souches virulentes. La répartition spatio-temporelle des résistances génétiques à ces parasites est ainsi un levier permettant de réduire la pression parasitaire de manière durable à l'échelle d'un territoire. La modélisation aux échelles du paysage permet d'agréger ces connaissances, prenant explicitement en compte l'hétérogénéité du paysage, intégrant de nouveaux systèmes de culture, des bords de champs ou de cours d'eau, et constituant une aide à la construction de projets de territoire (Figure 1).

Mobiliser la notion de services écosystémiques peut contribuer à concevoir des territoires durables et multifonctionnels. Il s'agit notamment de relever le défi de conception et de mise en œuvre de projets de territoires capables de produire des services multiples. Cet enjeu relève d'une meilleure compréhension des interactions à différentes échelles spatio-temporelles des processus techniques et écologiques, afin d'accroître leur couplage pour la production de services, et de limiter les effets négatifs. La répartition dans l'espace agricole de modes de gestion variés peut permettre de concilier la provision de plusieurs services écologiques au sein d'un même territoire. Dans le projet Farmbird, on montre qu'à l'échelle d'une région agricole, le niveau de production herbagère et le niveau de biodiversité d'oiseaux patrimoniaux sont tous deux assurés, grâce à un agencement dans l'espace de prairies fauchées et de prairies pâturées. Cet agencement permet d'assurer une complémentarité en termes d'usages agricoles et d'habitats permettant la nidification et la survie des poussins. La question de la production de services à l'échelle du territoire amène à valoriser la multifonctionnalité même des éléments du paysage. Ainsi, le bocage peut être vu comme le support de réseaux trophiques (travaux sur la Zone Atelier Armorique), alimenté par le sol, la nappe, et alimentant divers organismes, au sein

d'un écosystème. Repenser le rôle des structures paysagères au sein de réseaux trophiques, considérant les flux et les ratios biogéochimiques et biologiques qui y prennent place, peut permettre de généraliser leur fonction. Le défi de la production multi services au sein des territoires relève également d'une meilleure compréhension des interactions des processus écologiques et biogéochimiques avec les processus sociologiques à l'échelle des territoires. Ces processus sociologiques participent aux arbitrages entre services, et aux conditions de leur gestion collective. L'intégration des dimensions techniques, écologiques, sociologiques et économiques apparaît encore comme un défi de recherche à cette méso-échelle.

⇒ Modèles épidémiologiques
 ⇒ Gènes de résistance des variétés
 ⇒ Modèles multicritère de
 raisonnement du choix variétal

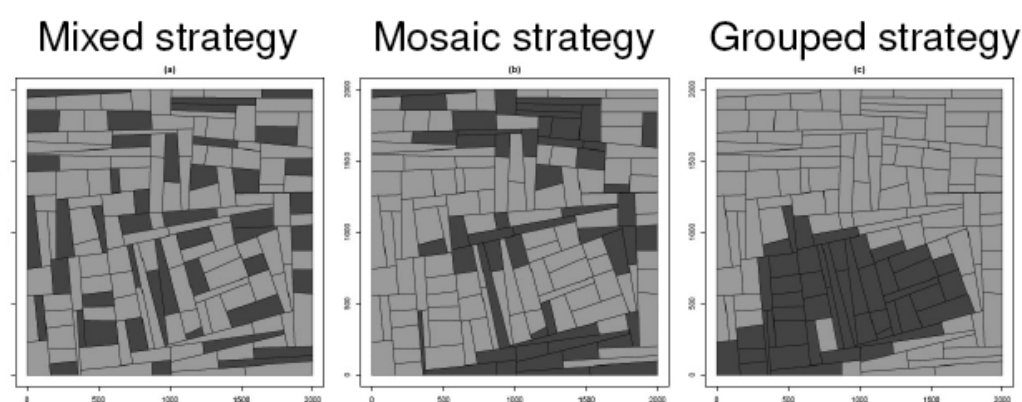


Figure 1 : L'hétérogénéité du paysage a un rôle sur la propagation des maladies, l'émergence de gènes de résistance. La modélisation permet de tester l'effet de différentes configurations de la distribution des cultures et variétés de blé dans le paysage sur les risques épidémiologiques.

Les pistes de gestion nécessitent l'identification des « offreurs » et des « demandeurs » de services écosystémiques. Le cas le plus simple est celui où l'agriculteur est à la fois l'offreur et le demandeur. En ce sens, les surfaces de compensation écologique intégrées dans la conditionnalité des aides lui offre l'opportunité de raisonner leur gestion en lien avec ses productions. Compte tenu du parcellaire des exploitations et des interactions entre habitats, il est probable que des actions concertées entre voisins soient pertinentes. Il s'agit alors de gérer un bien de club : en dehors de l'apport de compétences et de l'animation d'opérations groupées, l'intervention publique n'est pas nécessaire dès lors qu'il y a identité entre le groupe des gestionnaires des habitats d'intérêt et celui des bénéficiaires, comme le montre l'exemple suivant. L'association Bois Paysan en Ariège fédère une trentaine d'agriculteurs désireux de valoriser les produits de leurs bois, sous diverses formes. Ils se sont organisés et dotés de matériels en commun. Ils réfléchissent à la dimension territoriale de leur développement et aux complémentarités à favoriser. Les choses se compliquent dès lors que les gestionnaires des habitats d'intérêt sont différents des bénéficiaires. Dans ce cas, les services écosystémiques sont des biens publics locaux qui nécessitent une intervention publique pour organiser l'offre (par exemple la trame verte et bleue), la demande et les canaux de financement, si possible selon le principe bénéficiaire payeur. Ces services sont souvent diffus, mal connus, ainsi que les bénéficiaires. Ainsi l'intervention publique est très coûteuse en coûts d'information et de transaction, comme le montre l'analyse des mesures agroenvironnementales (projets STEWPOL et ITAES).

Les voies explorées par la recherche s'appuient sur des approches relatives aux systèmes complexes, c'est-à-dire des approches systémiques, intégrées, multi-échelles et multidisciplinaires. Un premier enjeu est de pouvoir appréhender une partie de la complexité des interactions entre processus techniques, écologiques et socio-économiques pour proposer des outils et des dispositifs pour l'action. Un deuxième enjeu est de pouvoir produire des connaissances et des outils génériques mais qui puissent aussi prendre en compte les spécificités et contingences propres à chaque territoire. Un troisième enjeu est de pouvoir développer des démarches innovantes articulant l'observation, l'expérimentation, la modélisation et la participation des acteurs.

Les dispositifs d'observation sont des dispositifs intéressants pour développer une agroécologie du territoire. L'observation sur le long terme permet d'avoir des successions de différents arrangements spatiaux au sein des mosaïques paysagères, et de suivre des évolutions en fonction des politiques publiques, des contextes économiques, climatiques. Les dispositifs de recherche s'organisent autour de dispositifs de type ORE (Observatoire de Recherche en Environnement), notamment de RBV (Réseau des Bassins Versants), ou des Zones Ateliers (ZAs). Ces dispositifs incluent certains aspects expérimentaux. Ils peuvent constituer des dispositifs intéressants pour développer des approches interdisciplinaires notamment entre sciences sociales, sciences agronomiques et de l'environnement. Par exemple la zone atelier de Chizé et la zone Atelier Armorique ont vu leur paysage se modifier, par des MAE Biodiversité et Eau pour la première, par l'implantation de bandes enherbées le long du cours d'eau et la protection des zones humides ripariennes pour la seconde. Ces modifications cumulées au cours du temps sont des situations expérimentales intéressantes. Certains territoires, par exemple les bassins versants littoraux ou les territoires qui alimentent les captages en eau potable, sont des lieux d'expérimentation qui peuvent aussi apporter une information pluridisciplinaire et de long terme, complémentaires aux dispositifs mis en place par la recherche. De nouvelles infrastructures agro-écologiques ont été implantées très rapidement sur des dizaines de milliers de kilomètres sur l'ensemble de la France, pour protéger la qualité des eaux de surface, constituant aussi des situations expérimentales intéressantes. L'information recherchée vise en général à l'élaboration de démarches prédictives (que se passe-t-il si....). Des démarches rétrospectives (analyse des observations passées) sont également complémentaires, notamment pour mieux prédire des impacts de situations atypiques (conjonctions d'événements et périodes climatiques atypiques, épidémiologie,...).

La modélisation intégrant le lien aux acteurs et à l'action reste un champ à explorer. Beaucoup d'approches et d'outils de modélisation spatialisée ont été développés à l'échelle du paysage pour prédire les effets d'arrangements spatiaux et temporels des espaces agricoles, des infrastructures écologiques sur les dynamiques biogéochimiques et écologiques. Les travaux sur l'ORE OMERE (bassin versant de recherche méditerranéen) ont montré par la modélisation, l'impact des structures paysagères sur les transferts d'eau et de matière. La géométrie des réseaux de fossés impacte le ruissellement de surface, avec un rôle important de la densité, modulé par la géométrie intrinsèque des réseaux de fossés. D'autres travaux ont montré le rôle de la localisation spatiale des traitements phytosanitaires sur la pollution des eaux. Ces travaux ont montré que la seule optimisation des mosaïques paysagères n'est pas suffisante pour atteindre le respect des normes de qualité des eaux.

Les modèles et surtout les simulations qui en sont issues constituent non seulement des outils pour la recherche pour explorer de nouvelles questions, mais aussi des outils mobilisables dans les processus de décision et de construction des projets de territoires et dont l'application dans des contextes opérationnels se met en place. La modélisation est ainsi utilisée pour aider à l'élaboration de projets de territoire (Figure 2). Les changements de systèmes de production, de pratiques culturales (choix de variétés, date de semis,...), mais aussi de localisation des systèmes de cultures constituent différents leviers pour proposer des configurations spatio-temporelles plus adaptées aux dynamiques biologiques : telle culture à tel endroit, à côté de telle ou telle autre ; des prairies reconfigurées pour permettre l'optimisation de la circulation des animaux, du pâturage,...etc... Ces changements

s'inscrivent dans une démarche participative reposant sur la mise en débat de scénarios (acceptabilité) et des évaluations multicritères (performances, multifonctionnalités et services).

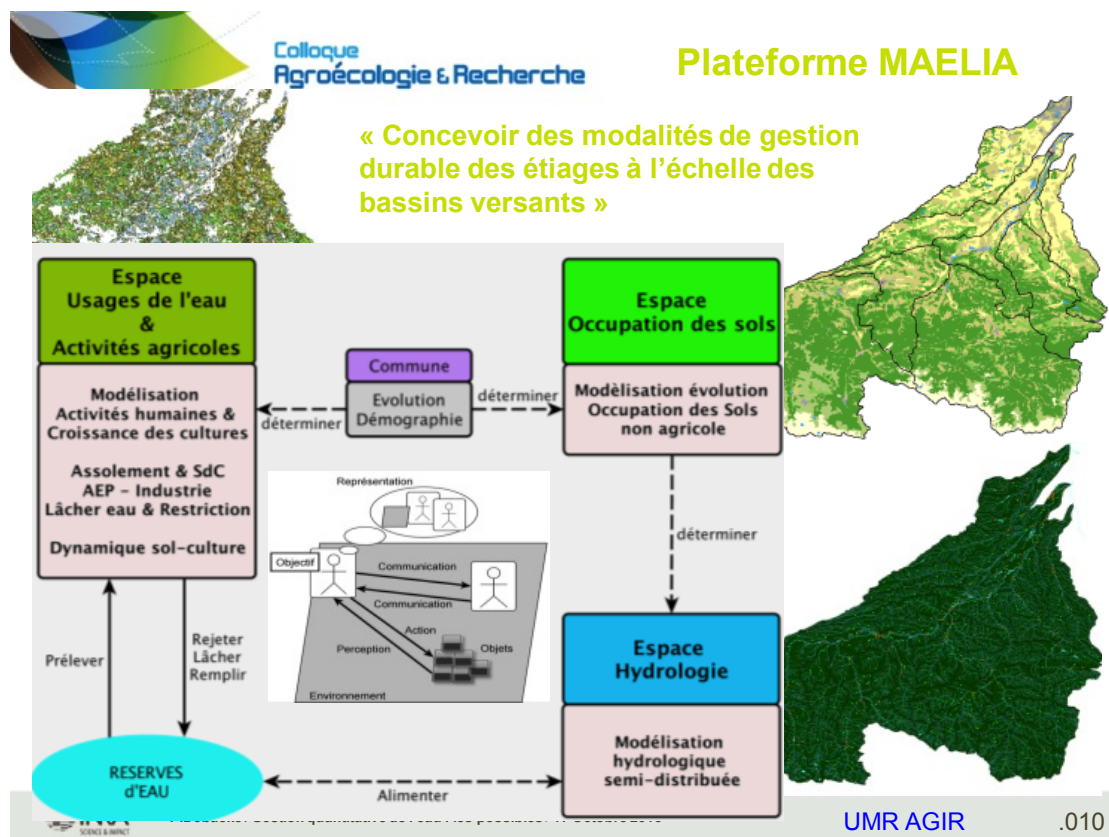


Figure 2 : Pour gérer la ressource en eau, la modélisation intègre différents acteurs, agricoles et non agricoles, et différents niveaux de gestion. La plateforme MAELIA vise à tester des scénarios relatifs aux systèmes agricoles, à la gestion de l'eau.

La phase de scénarisation d'un projet de territoire apparaît comme un objet de recherche en soi : comment construire des scénarios, comment traduire ces scénarios en expérimentations numériques sur modèles, comment finalement aider les acteurs dans la construction de leur projet de territoire ? Pour être opérationnelle, la modélisation cherche à mieux intégrer, dans des démarches participatives, les stratégies d'acteurs, voire à intégrer les savoirs et connaissances des acteurs issus de leur expérience propre. Des applications sont en cours sur des territoires porteurs d'enjeux, sur la plaine de la Crau, en termes de gestion quantitative de la ressource en eau, sur les bassins versants « Algues Vertes » de la Bretagne, sur lesquels il faut imaginer des systèmes bovins laitiers à très faibles fuites de nitrate. Par exemple, dans le projet ACASSYA (Figure 3), le volet biophysique a permis de préciser le rôle des haies et de la nappe sur les transferts d'azote, le volet modélisation a permis de simuler des scénarios de rupture qui préservent la cohérence des exploitations. Enfin, le volet socio-technique a fourni un diagnostic multidisciplinaire du territoire, co-construit avec les acteurs locaux. Au final, dix fermes pilotes ont commencé à mettre en œuvre les changements proposés. La modélisation a permis de montrer que la généralisation de ces changements à l'ensemble des exploitations permettrait de réduire de 30% les fuites de nitrate vers l'eau, tout en maintenant la production laitière du territoire.

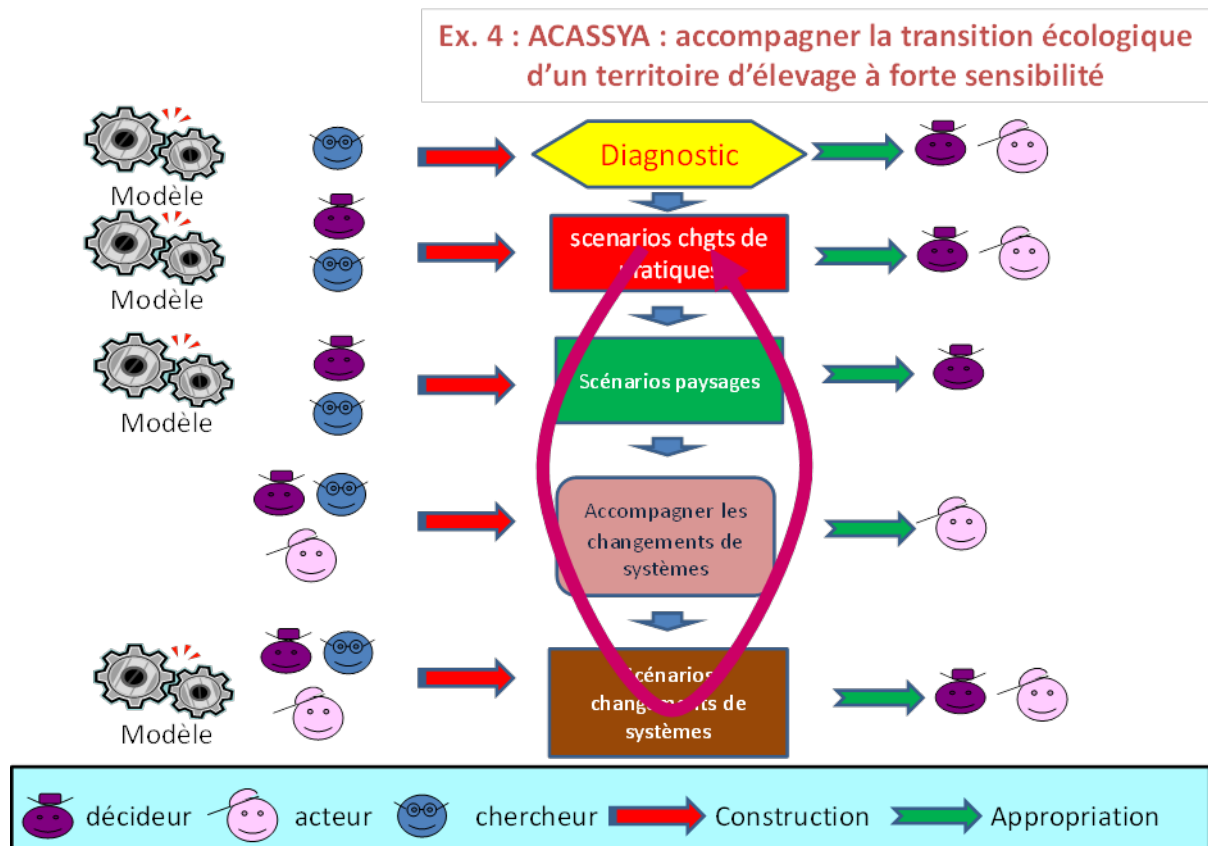


Figure 3 : Pour élaborer le projet de territoire d'un bassin versant littoral vers une agriculture à très basses fuites de nitrate, la modélisation est utilisée, dans une boucle de progrès, pour aller du diagnostic, à l'élaboration de scénarios de changement de pratiques, de systèmes agricoles et de structures du paysage et à l'évaluation des impacts, faisant intervenir acteurs (agriculteurs), décideur territorial (communauté de commune) et chercheurs.

Sur le bassin aval de l'Aveyron (500 km), dans le cadre d'ateliers participatifs mobilisant la diversité des acteurs du territoire et avec comme support une modélisation agro-hydrologique du territoire, un travail a permis de proposer des pistes de changement des systèmes de culture en aval qui permettent à la fois de limiter l'occurrence des crises de gestion de l'eau en période d'étiage et de satisfaire les besoins en alimentation des élevages de la partie amont (Burger-Leenhardt et al., 2015).

Les outils d'analyses et de méta-analyses sont également des outils nouveaux qui doivent permettre de mieux spécifier les impacts des éléments du paysage. Ces impacts apparaissent très variables d'une situation à l'autre. Les analyses et méta-analyses peuvent contribuer à identifier les facteurs explicatifs d'effets positifs et négatifs, et donc d'ajuster au mieux les recommandations à des contextes spécifiques.

Le développement de la bioindication fait également partie des outils pour des approches intégrées. Le projet européen HAIR a permis de mettre en évidence le rôle de la structure du paysage sur les contaminations des cours d'eau par les pesticides grâce à des approches de bioindication (invertébrés et vitesse de dégradation de litière d'aulne) dans des situations paysagères contrastées. Le développement d'autres approches de bioindication appliquées aux pesticides basées sur les diatomées et les invertébrés sont à l'étude dans le cadre de projets en partenariat avec l'Onema.

Les technologies participent à la fois à la compréhension du fonctionnement biophysique du territoire et du lien entre acteurs par la mise à disposition d'informations nouvelles aux échelles du territoire. Les technologies de types capteurs de l'environnement contribuent à une connaissance en temps réel des territoires. L'acquisition d'une information à haute résolution spatiale et haute fréquence (proxi-détection

pour les sols et les eaux, écologie haut débit et de repérage), à bas coûts (capteurs divers de l'environnement), sont utiles pour construire les modélisations, pour valider les résultats de modélisation, et réaliser les diagnostics et projections pour un territoire donné (adaptation, stratégies développement). Par exemple, on peut actuellement spatialiser la réserve en eau des sols par cartographie à haute résolution (100 m) pour mieux renseigner les ressources en eau disponibles (GlobalSoilMap, www.globalsoilmap.net).

Les technologies de l'information contribuent à construire du lien entre acteurs, par le partage de l'information qu'elles permettent, et *in fine*, une meilleure appropriation des enjeux du territoire. Cette information partagée peut être de l'observation ou des résultats de simulation.

Les nouvelles technologies doivent permettre de mieux assembler des informations, des scénarios et des modèles, pour créer des portefeuilles de services qui rassemblent des connaissances sectorielles entre acteurs (entre gestionnaires de l'eau et agriculteurs par exemple), notamment par une information en « temps réel », ou à différents horizons temporels. Ces portefeuilles de service devront permettre de mieux arbitrer entre services. Il s'agit de portefeuilles de service pour la gestion de l'eau, pour l'agriculture, permettant d'anticiper des changements tactiques, au cours de l'année, ou des changements stratégiques à plus long terme.

Les technologies au sens large doivent intégrer l'ingénierie écologique à l'échelle du paysage. Des espaces « artificiels », zones humides construites par exemple, peuvent contribuer à l'atténuation des impacts à l'échelle du paysage. Des expérimentations sont encore nécessaires pour améliorer leur rôle de régulation, notamment en abordant le compartiment microbiologique qui contrôle ces régulations. L'atténuation du transfert de pesticides par une zone humide artificielle a été étudiée dans le cadre du projet Life ARTWET. Une réduction des volumes à traiter augmente l'efficacité avec des taux d'abattement forts (>40%), surtout pour les molécules les plus mobiles (isoproturon), mais encore très variables.

3. L'avenir : construire une vision de la gestion des ressources comme biens communs

La construction d'un projet de territoire « agroécologique » rassemble l'ensemble des acteurs autour de ressources spécifiques. Dans la conception de ces projets, la notion de bien commun, ciblant notamment le long terme (foncier, capital sol, biodiversité, bien être,...) doit être reconnue et intégrée. Les transformations à opérer pour construire un projet « agroécologique » pour un territoire sont profondes car elles impliquent de changer la vision du territoire, de développer de nouvelles formes de coordination, de développer une économie des biens communs locaux. Elles impliquent de réfléchir à la manière de s'appuyer sur l'existant pour engager ces transformations, sur le rôle que les organisations socio-professionnelles et les filières peuvent prendre dans ces transformations. La compréhension des réseaux d'acteurs, des instances et des porteurs de projets est un levier important de l'action dans les territoires. Elles impliquent de réfléchir à la facilitation ou à l'émergence d'innovations, par exemple la filière courte luzerne sur un territoire donné. Les politiques publiques peuvent là aussi avoir un rôle dans l'émergence des innovations aux échelles du territoire. Il s'agit d'analyser les instruments économiques (privé, contrat de filière, assurance climat, tarification de l'eau, valeur carbone, biodiversité,...). Il s'agit enfin de repenser les cadres d'actions publiques afin de mieux articuler individuel et collectif, parcelle et paysage,... Il s'agit plus généralement de passer d'une approche par seuil, normes dans un champ donné (l'eau, le sol, la biodiversité,...) à des bouquets de services qui impliquent différentes échelles, pour passer de principe de substitution à des principes de gestion pluri-échelles. Des expériences « réelles » sont en cours au sein de territoires (gestion de bassin, contrat de territoires,...) dont il faudrait tirer des enseignements et les articuler avec nos travaux dans les observatoires. Une proposition est d'enclencher des processus d'expérimentation adaptative avec des acteurs, en particulier sur les dispositifs recherche-action de type Zone Atelier, ou sur les dispositifs opérationnels porteurs de forts

enjeux agroécologiques (captage, littoraux,...). Une autre proposition est d'analyser le lien recherche / action / innovation, et de trouver dans le champ des technologies nouvelles de l'information les moyens de diffuser, propager des innovations à l'échelle des paysages et des territoires. Ce niveau d'organisation ne dispose pas, à l'inverse des niveaux relatifs aux filières, de lieux ou de réseaux d'échanges dédiés, alors même que l'échelle du paysage et du territoire apparaît déterminante. Il s'agit aussi d'amener des acteurs et des scientifiques à concevoir ensemble des innovations, à rechercher les moyens pour accompagner l'élaboration de projets de territoires. Certains groupes de recherche travaillent à ces questions (COMOD, Comm'Inov).

La question de la résilience s'étudie particulièrement bien à une échelle territoriale, sur le temps long et par la notion de risque. La résilience s'évalue dans le temps, intégrant notamment des phases de crises, notamment de crises climatiques. Le changement climatique est ainsi au cœur des enjeux de résilience. Vue sous cet angle, une proposition est de définir les objets promoteurs de « régulation » de ces crises, à l'échelle des territoires (infrastructures agroécologiques, espace de biodiversité,...). Les acteurs (adhérent, participant, constructeur) contribuent également au développement de la résilience, par les choix faits pour leur territoire. La production de scénarios participe à l'évaluation de la résilience et des risques. L'action publique (politiques publiques) peut elle-même être interrogée en tant que facteur de résilience : son action doit s'évaluer sur le long terme et sur la capacité des instruments mis en place à « absorber » des crises (climatiques, économiques,...).

Le thème de la régulation des bioagresseurs et de la pollinisation a souligné la grande faiblesse mais aussi la difficulté de l'évaluation des actions, du fait que cette évaluation s'inscrit dans le temps et dans une diversité de situations, avec des niveaux d'information jugés encore insuffisants. Cependant, deux concepts apparaissent clés pour évaluer les fonctions des mosaïques paysagères : l'hétérogénéité et la connectivité. Ces concepts sont utilisés pour différentes fonctions liés aux mosaïques paysagères. Les éléments du paysage ou infrastructures agroécologiques ont fait l'objet de typologies, et il serait important de passer de typologies descriptives à des typologies fonctionnelles, sur un large spectre de fonctions, au niveau environnemental, écologique et agroécologique. De situations spécifiques, il faut tirer des généralités, mais l'inverse est aussi vrai : de généralités, il faut savoir proposer des adaptations spécifiques pour un contexte donné. L'information peut être un levier pour faire connaître généralités et spécificités des éléments du paysage, et faire *in fine* reconnaître la complexité des systèmes. Cette information doit être réfléchie sur le plan de l'accès, du partage, de la temporalité de mise à disposition (temps réel). Sur chacun des thèmes, sont apparus des lacunes, notamment sur le lien au climat, à l'énergie, aux systèmes alimentaires. Ces thèmes gagneraient ainsi à être replacés dans un contexte d'enjeux plus larges, celui de la gestion intégrée des ressources prenant en compte différents enjeux (eau, air, biodiversité, bien être).

Conclusion

Les conditions de réussite d'une transition agroécologique à l'échelle d'un territoire peuvent être résumées autour d'un certain nombre de critères : une volonté politique affirmée à l'échelle collective ; la définition d'objectifs et de priorités d'action, et la démonstration de l'adéquation entre les deux bien établie ; une animation collective pour encourager et suivre le collectif ; des commissions regroupant les différents acteurs du territoire et travaillant ensemble sur des sujets ciblés, à rechercher des solutions collectives ; des structures consultatives associant la société civile à l'action publique de manière à l'associer aux solutions envisagées ; l'implication des structures économiques (coopératives, négociés, ...) qui sont des acteurs majeurs auprès des agriculteurs.

Si les leviers pour la transition agroécologique paraissent importants à l'échelle du territoire, les champs et verrous de recherche sont encore très nombreux et la communauté prête à les prendre en charge encore dispersée. L'échelle du territoire demande une intégration interdisciplinaire, le développement et

la coordination d'observations, de modélisation et de développements technologiques qui doivent tous, peu ou prou, prendre en charge cette dimension interdisciplinaire.

Références bibliographiques

Duru M., Fares M., Therond O., 2014. A conceptual framework for thinking now (and organising tomorrow) the agroecological transition at the level of the territory. *Cahiers Agricultures* 23 (2), 84-95.

Fischer J., Abson D.J., Butsic V., Chappell M.J., Ekroos J., Hanspach J, Kuemmerle T., Smith H.G., von Wehrden H., 2014. Land Sparing Versus Land Sharing: Moving Forward. *Conservation Letters* 7 (3), 149-157.

Leenhardt D., Murgue C., Therond O., 2015. Une approche agroécologique de la gestion quantitative de l'eau en zone de déficit chronique. *Innovations Agronomiques* 43

Massol F., Petit S., 2014. Interaction Networks in Agricultural Landscape Mosaics. In: Woodward G., Bohan D.A. (Eds). *Ecological networks in an agricultural world*. Book Series: *Advances in Ecological Research* 49, 291-338.

www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Agroecologie/Tous-les-dossiers/L-agro-ecologie-a-l-Inra-la-recherche-s-organise/Atelier-boucler-les-grands-cycles