

L'agroécologie : des définitions variées, des principes communs

Le terme « agroécologie » est de plus en plus présent dans les publications scientifiques et de plus en plus largement utilisé pour désigner un nouveau modèle agricole, qui concilierait les enjeux économiques et environnementaux de l'agriculture. Les définitions qui y sont associées sont néanmoins très variées, ce qui peut engendrer une certaine confusion à la fois pour les professionnels du secteur, les chercheurs et le grand public. Cette note vise à préciser l'origine de ce concept, ses fondements scientifiques et techniques, ainsi que les défis qu'il représente. Nous montrerons que l'agroécologie renvoie à la fois à une discipline scientifique, à un ensemble de pratiques agricoles et à un mouvement social, et que sa mise en œuvre nécessite un changement d'échelle voire de paradigme.

Depuis une soixantaine d'années, les modes de production de l'agriculture se sont profondément transformés, entraînant une augmentation considérable de la productivité par hectare et par travailleur, grâce notamment à la généralisation de la mécanisation et de l'utilisation d'intrants chimiques (engrais et produits phytosanitaires). Les agrosystèmes « modernes » tendent ainsi vers une maximisation des performances économiques et productives, reposant entre autres sur des schémas de sélection (végétale et animale) orientés vers la productivité et des systèmes de production homogénéisés pouvant conduire à une simplification des paysages et une spécialisation des territoires. Ces agrosystèmes sont fortement artificialisés et l'environnement y est considéré comme quasiment extérieur au système, à la fois substrat et contraintes à maîtriser (climatiques, parasitaires). Cette forme d'optimisation induit toutefois des impacts négatifs au niveau environnemental, voire au niveau social¹ : l'artificialisation et la simplification des paysages causent un fort déclin de la biodiversité ; l'utilisation massive d'engrais de synthèse et de produits phytosanitaires dégrade la qualité de l'eau ; le secteur agricole est dépendant des énergies fossiles et contribue fortement aux émissions de gaz à effet de serre (GES), pour 21 % en France en 2010. En outre, de plus en plus de travaux tendent à montrer que l'utilisation des produits phytosanitaires affecte la santé des agriculteurs². Outre ces impacts environ-

nementaux, les impasses techniques de ces conduites (résistances, baisse de la fertilité des sols, etc.) se font de plus en plus sentir. De même, les agrosystèmes conventionnels présentent des caractéristiques économiques (importance croissante des charges intermédiaires, niveau de capitalisation, etc.) qui peuvent menacer leur transmissibilité ainsi que – dans un contexte volatil – leur viabilité.

En conséquence, l'engagement du secteur agricole vers des voies permettant de concilier plus efficacement et durablement enjeux socio-économiques (notamment compétitivité) et enjeux environnementaux apparaît aujourd'hui comme une nécessité. L'agroécologie, qui vise à concevoir des systèmes de production agricole s'appuyant sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes, est de plus en plus citée, dans les travaux de recherche et par certains professionnels du secteur agricole, comme l'une des voies possibles. Cette note revient sur l'origine du concept d'agroécologie et tente d'en dégager les grands principes, au-delà de la diversité des définitions auxquelles il renvoie. Sont ensuite discutées les principaux changements qu'appelle la mise en œuvre des pratiques agroécologiques. Les analyses développées ici s'appuient très largement sur trois récentes revues scientifiques en la matière (Doré *et al.*, 2011 ; Malézieux *et al.*, 2012 ; Wezel *et al.*, 2009)³ ainsi que sur les présentations des recherches actuelles en agroécologie⁴ diffusées lors des rencontres de l'INRA, au salon international de l'agriculture, en 2013.

1 - Émergence, succès et diversité du concept d'agroécologie

Le terme « agroécologie » a été utilisé pour la première fois dans les années 1930, par Bensin⁵, un agronome russe, pour désigner initialement l'utilisation de méthodes écologiques au service de la recherche sur les plantes commerciales. En 1965, l'écologue et zootechnicien allemand Tischler publia ce qui est sans doute le premier livre intitulé « agroécologie ». Dans

1. Voir : *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystem and human well-being. Synthesis*, in: I. Press (Ed.), Washington, DC, p. 155. ; Stoate C., Boatman N.D., Borralho R.J., Rio Carvalho C., de Snoo G.R., Eden P., 2001, "Ecological impacts of arable intensification in Europe". *Journal of Environmental Management* 63:337-365.

2. Voir la récente expertise collective de l'Inserm : <http://www.inserm.fr/actualites/rubriques/actualites-societe/pesticides-effets-sur-la-sante-une-expertise-collective-de-l-inserm>

3. Doré T., Makowski D., Malézieux E., Munier-Jolain N., Tchamitchian M., Titttonell P., 2011, "Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge" *European Journal of Agronomy* 34:197-210.

Malézieux E., 2012, "Designing cropping systems from nature" *Agronomy for Sustainable Development* 32 (1):15-29.

Wezel A., Bellon S., Doré T., Francis C., Vallod D., David C., 2009, "Agroecology as a science, a movement and a practice. A review" *Agronomy for Sustainable Development* 29:503-515.

4. Voir : <http://www6.inra.fr/rencontresia/Toutes-les-rencontres/Agro-Ecologie>

5. Bensin B.M., 1928, *Agroecological characteristics description and classification of the local corn varieties chorotypes*. Book. Cité dans Wezel *et al.*, *op. cit.*

dépendance vis-à-vis des intrants, 1) en accroissant la diversité biologique dans les agroécosystèmes et 2) en optimisant les interactions biologiques au sein de ces derniers. Ainsi, les deux piliers de ce qui est aussi appelé « l'intensification écologique » sont l'accroissement de la biodiversité et le renforcement des régulations biologiques. Les écosystèmes à haut niveau de biodiversité sont en effet plus susceptibles de comporter des interactions multiples et des boucles de rétroactions associées à des réseaux trophiques complexes. Le terme biodiversité désigne ici la biodiversité fonctionnelle, c'est-à-dire que l'on considère non pas le nombre d'espèces en tant que tel, mais le nombre de fonctions écologiques remplies conjointement par les espèces. Quelques exemples de pratiques agricoles permettent d'illustrer la façon dont ces deux principes peuvent être mis en œuvre¹². Ces exemples concernent majoritairement la gestion des risques sanitaires et la réduction de la dépendance aux intrants, mais le recours aux fonctionnalités offertes par les écosystèmes permet également de réduire d'autres pressions sur l'environnement (ex : érosion du sol, émission de GES) et de préserver les ressources naturelles (ex : *via* la réduction des consommations d'énergie ou d'engrais minéraux).

Accroître la biodiversité fonctionnelle naturelle, cultivée ou élevée

Il s'agit d'accroître la biodiversité à différents niveaux d'organisation : du niveau intra-parcellaire au niveau paysager.

Au niveau des couverts végétaux eux-mêmes, l'accroissement de la diversité permet de limiter la propagation des bio-agresseurs (celle-ci étant moindre au sein des couverts hétérogènes). Les pratiques correspondantes peuvent être la mise en place de cultures associées (mélanges céréales/légumineuses ou mélanges prairiaux par exemple) ou de mélanges variétaux. Les mélanges variétaux de blé permettent une réduction notable des maladies par exemple¹³.

Au niveau pluri-parcellaire, il s'agit d'accroître la diversité des couverts végétaux et de jouer sur l'agencement des peuplements pour diversifier les interfaces entre couverts et recréer une hétérogénéité, dans le temps et dans l'espace. Le raisonnement dans le temps des successions de cultures et/ou couverts d'interculture permet par exemple de diminuer les transferts de nitrates. Au niveau spatial, une mosaïque paysagère diversifiée permet de diminuer les risques parasitaires et donc de réduire la dépendance du système aux produits phytosanitaires. Ceci est en outre favorable à la biodiversité et au service de pollinisation. Diverses pratiques contribuent par

exemple à cet objectif : diversification des assolements, allongement des rotations culturales, alternance de cultures d'hiver et de printemps, introduction de légumineuses, plantes de couverture, bandes enherbées, ajout d'une composante arborée, installation d'infrastructures agroécologiques telles que haies ou bosquets. Les éléments semi-permanents du paysage sont en effet des refuges d'auxiliaires. Ces derniers sont des prédateurs ou des parasitoïdes des ravageurs des cultures, et ils peuvent donc participer à la lutte biologique contre ces derniers.

Enfin, au niveau des systèmes de production, il s'agit d'accroître la diversité des productions pour jouer sur les complémentarités : élevage-culture voire élevage-élevage¹⁴. Les interactions, très largement décrites, entre système de culture et système d'élevage (fertilisation des cultures par les effluents d'élevage ; apport d'aliments, de fourrages et de litière par le système de culture) permettent à la fois de diversifier les couverts et les productions, mais aussi de réduire la dépendance du système aux intrants.

Renforcer les régulations biologiques

Il s'agit de favoriser les régulations biologiques *via* les chaînes trophiques, c'est-à-dire en privilégiant les relations naturelles entre populations pour gérer les ennemis des cultures. Le principe consiste à favoriser le premier niveau trophique (la plante cultivée) en limitant la présence du second niveau (le prédateur) grâce à un troisième (l'auxiliaire). Il faut s'assurer d'avoir un nombre impair de ces niveaux trophiques, trois comme précédemment ou même cinq : le prédateur de l'auxiliaire et le prédateur du prédateur. Les régulations biologiques au sein de l'agroécosystème permettent par exemple de favoriser la prédation des graines pour contrôler les adventices (par des carabes granivores par exemple), ou de faciliter la protection des cultures en accueillant des auxiliaires à proximité ou au sein même des parcelles. L'exemple typique de la lutte biologique est la coccinelle, prédateur du puceron, mais il existe de nombreux autres exemples d'interactions biotiques¹⁵. Ces mécanismes complexes nécessitent de bien connaître les régimes alimentaires des différentes espèces, de comprendre le fonctionnement des chaînes trophiques, d'analyser les interactions entre dynamiques de populations et contexte paysager, etc. De nombreux travaux de recherche seront encore nécessaires sur ces questions, et plus particulièrement pour quantifier l'effet des pratiques agricoles et des modes de gestion sur ces processus écologiques. Au sujet de la recherche agronomique, Doré *et al.* (op. cit.) soulignent la nécessité de renouveler et

diversifier à la fois les sources de connaissances (ex : savoirs paysans) et les méthodes d'analyse. Ils préconisent d'utiliser davantage les méta-analyses, pour quantifier la variabilité des performances des systèmes de production sous diverses conditions pédoclimatiques, ainsi que les études comparatives, pour identifier les caractéristiques des systèmes qui leur confèrent des propriétés intéressantes.

Les deux grands principes qui fondent l'agroécologie (accroissement de la biodiversité et renforcement des régulations biologiques) confèrent au système plusieurs propriétés qui l'aident à améliorer sa durabilité : ils permettent notamment d'accroître sa résilience, c'est-à-dire sa capacité à se réorganiser et à restaurer sa structure et son fonctionnement initiaux après une perturbation. Ainsi, les systèmes agroécologiques peuvent être plus durables car moins sujets aux aléas biotiques et abiotiques. D'après leurs caractéristiques, on peut aussi imaginer qu'ils contribuent à améliorer significativement d'autres performances environnementales de l'agriculture. Ils peuvent notamment participer à une gestion plus durable du cycle de l'eau et des cycles biogéochimiques de l'azote, du phosphore et du carbone¹⁶. Néanmoins, une limite de ces systèmes pourrait concerner la performance productive : s'ils peuvent être faiblement sensibles aux aléas, leur contrepartie peut dans certains cas, être une plus faible production alimentaire¹⁷. Toutefois, des exemples comme l'agroforesterie, montrent également qu'une production de biomasse par unité de surface plus importante, et générant des revenus plus diversifiés, est également possible.

En définitive, on peut dire que l'agroécologie, en tant qu'ensemble de pratiques et principes innovants, consiste à obtenir les arrangements socio-techniques les plus performants dans des environnements hétérogènes. En effet, la difficulté est de trouver la combinaison pertinente de pratiques permettant de mettre en œuvre les principes agroécologiques et de maximiser les performances : une somme de pratiques ne donne en effet pas un système et il est nécessaire d'adapter la combinaison des pratiques à chaque contexte local, en

12. Voir Malézieux (2012), *op. cit.*

13. Source : Inra Grignon. Voir la présentation de Reboud *et al.* (2013) à l'occasion du salon international de l'agriculture : <http://www6.inra.fr/rencontresia/content/download/3245/32756/file/3Reboud.pdf>

14. Voir Reboud *et al.*, *op. cit.*

15. Voir l'article de revue bibliographique : Médiène S., Valantin-Morison M., Sarthou J.-P., de Tournonnet S., Gosme M., Bertrand M., Roger-Estrade J., Aubertot J.-N., Rusch A., Motisi N., Pelosi C., Doré T., 2011. "Agroecosystem management and biotic interactions: a review" *Agronomy for Sustainable Development*, 31:491-514.

16. Voir la présentation de Richard *et al.* (2013) à l'occasion du salon international de l'agriculture : <http://www6.inra.fr/rencontresia/content/download/3246/32759/4Richard.pdf>

17. Voir Malézieux (2012), *op. cit.*

tenant compte des interactions entre pratiques et entre composantes du système. La recherche d'efficacité, l'optimisation des pratiques actuelles ou la substitution ponctuelle d'une pratique à une autre sont rarement suffisantes pour maximiser les performances et pleinement relever des principes agroécologiques : il est le plus souvent nécessaire de reconcevoir le système, de repenser intégralement son fonctionnement pour répondre aux nouvelles exigences qui lui sont adressées.

3 - L'agroécologie : un nécessaire changement de paradigme ?

Les principes agroécologiques supposent de dépasser, pour leur mise en œuvre, le niveau de la parcelle et de l'exploitation agricole. En effet, la plupart des enjeux environnementaux se jouent à des échelles spatiales supérieures : le maintien de la biodiversité au niveau des habitats et des paysages, la qualité de l'eau potable au niveau d'une aire d'alimentation de captage, l'érosion au niveau d'un bassin versant, la durabilité des résistances variétales au niveau des territoires et des bassins de production ou de collecte, la réduction des émissions de GES à un niveau global, etc. Ces échelles spatiales sont ainsi délimitées à la fois par des facteurs physiques (bassin versant) et en lien avec les activités humaines (bassin de collecte). Pour Reboud *et al.* (*op. cit.*), il s'agit de « concevoir des organisations spatio-temporelles des activités agricoles et des structures des paysages, adaptées aux caractéristiques du milieu, pour que les agriculteurs bénéficient des services rendus par la biodiversité, les milieux et réduisent les impacts sur l'environnement ».

Ce besoin d'analyse à l'échelle du paysage ou du territoire a pour corollaire immédiat la nécessité de penser en termes d'action collective, ce qui peut expliquer d'ailleurs l'inclusion progressive des sciences sociales dans le champ de l'agroécologie. Ainsi, les actions visant à installer des corridors écologiques (trames verte et bleue) ou à recréer une mosaïque paysagère exigent une bonne cohérence spatiale et requièrent donc une coordination entre acteurs. Par exemple, la localisation des infrastructures agroécologiques (haies, bandes enherbées, etc.) au sein d'un bassin versant détermine fortement les performances environnementales¹⁸, d'où la nécessité d'une coordination entre agriculteurs pour raisonner collectivement la localisation de ces éléments. Il en est de même pour la mise en œuvre de certaines techniques alternatives aux insecticides telles que la confusion sexuelle, qui consiste à perturber la phase de rapprochement des papillons mâles et femelles par émission de

phéromones synthétiques en grande quantité. Cette technique, souvent utilisée en viticulture, n'est efficace que si elle est mise en œuvre sur une dizaine hectares d'un seul tenant, si bien qu'il est souvent nécessaire que les producteurs d'un même territoire coopèrent pour l'utiliser. Plus généralement, le récent rapport de Marion Guillou¹⁹ commandé par le ministre de l'Agriculture sur la double performance en agriculture recommande de « développer de nouvelles solidarités entre exploitations agricoles dans les territoires ruraux ». Ces nouvelles solidarités viseraient d'une part une gestion des effluents d'élevage à l'échelle des territoires et le remplacement des engrais minéraux de synthèse par des engrais organiques, et d'autre part un développement et une mise en cohérence des infrastructures agroécologiques pour améliorer un certain nombre de performances environnementales, et la mise en commun de certaines charges de mécanisation et de travail. À chaque fois, ces nouvelles solidarités s'appuieraient sur des coopérations entre exploitations, voire entre agriculteurs et autres acteurs des territoires et des filières : elles reposent donc largement sur des démarches collectives.

Ces démarches peuvent naturellement se prolonger vers le développement rural et mobiliser d'autres acteurs que ceux directement concernés par l'acte de production agricole : société civile, parcs naturels, professionnels de l'aménagement du territoire, du tourisme, de l'environnement, etc. De fait, la définition américaine de l'agroécologie est plus large qu'en Europe et inclut toutes les dimensions du système alimentaire, y compris les filières et les consommateurs. Le volet « mouvement social » y est également plus marqué, promouvant un développement rural et un système alimentaire plus équitable et plus durable.

**
*

En conclusion, malgré la diversité et une évolution importante des définitions de l'agroécologie depuis les années 1930, un certain nombre de principes communs peuvent être retenus : s'appuyer au maximum sur les fonctionnalités des écosystèmes, maximiser la biodiversité fonctionnelle et renforcer les régulations biologiques dans les agro-écosystèmes, afin de concilier plus durablement enjeux socio-économiques et

18. Les haies de bas de versant ont un impact plus important sur les flux d'eau et d'azote à l'exutoire d'un bassin versant, du fait de leur interaction plus forte avec le sol, la nappe et les activités agricoles. Voir la présentation de Reboud *et al.* (*op. cit.*).

19. Voir le rapport : http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Agroecologie_-_Rapport_double_performance_pour_le_MAAF_-_note_principale_et_annexes_-_VF_cle899e18.pdf
20. <https://colloque.inra.fr/csagroecologie2013/Programme>

enjeux environnementaux. Lors d'un récent séminaire de conception de systèmes agroécologiques organisé par l'INRA²⁰, d'autres définitions, très complémentaires, ont été proposées : « l'agroécologie est l'application de l'écologie à l'étude, à la conception et à la gestion des systèmes agro-alimentaires » ; « elle n'est définie ni exclusivement par des disciplines scientifiques, ni exclusivement par des mouvements sociaux, ni exclusivement par des pratiques. Elle est appelée à devenir un concept fédérateur d'actions, intermédiaire entre ces trois dimensions ».

Il existe néanmoins aujourd'hui de nombreux freins au développement de l'agroécologie. Comme le souligne le rapport Guillou, « les trajectoires de spécialisation régionale sont caractérisées par une forte inertie et des irréversibilités complexes, du fait notamment des investissements à amortir ». Le changement et la transition vers l'agroécologie supposent donc de bien identifier les déterminants des évolutions actuelles des systèmes, de favoriser une bonne appropriation des enjeux que représente un changement de paradigme et de diagnostiquer les verrouillages et les marges de manœuvre possibles, compte tenu des stratégies et jeux d'acteurs en présence. Le système recherche-formation-développement et les politiques publiques ont un rôle majeur à jouer pour accompagner cette transition et proposer des outils d'incitation au niveau individuel, collectif et au niveau des filières. De fait, pour accompagner et fédérer le foisonnement d'initiatives de terrain, mis en évidence par le rapport Guillou, la transition agroécologique est aujourd'hui à la fois à l'agenda politique, notamment avec la démarche « Produisons autrement » lancée en 2012, et à l'agenda de la recherche, avec l'inscription de l'agroécologie dans les axes prioritaires du CIRAD et de l'INRA.

Noémie Schaller

Chargée de mission agronomie et pratiques agricoles
Centre d'études et de prospective

Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

Secrétariat Général

Service de la statistique et de la prospective

Centre d'études et de prospective

12 rue Henri Rol-Tanguy

TSA 70007

93555 MONTREUIL SOUS BOIS Cedex

Tél. : 01 49 55 85 05

Sites Internet : www.agreste.agriculture.gouv.fr

www.agriculture.gouv.fr

Directrice de la publication : Béatrice Sédillot

Rédacteur en chef : Bruno Héralult

Mel : bruno.herault@agriculture.gouv.fr

Tél. : 01 49 55 85 75

Composition : SSP Beauvais

Dépôt légal : À parution © 2013