

À LA RECHERCHE DE NOUVELLES SYNERGIES ENTRE CULTURES ET ÉLEVAGE

Animateurs : Frédérique **ANGEVIN** (Section 1) et Jean-Louis **PEYRAUD** (Section 3)

Retour sur l'historique et les causes de la spécialisation des exploitations et des territoires

Antoine **MESSEAN**, (INRAE – GIS Grandes cultures – AAF)

En parallèle de la forte diminution du nombre d'exploitations agricoles, une double spécialisation des systèmes de production s'est déroulée lors de la phase de modernisation agricole depuis les années 60 : spécialisation régionale avec diminution de la polyculture-élevage, réduction très forte des prairies au profit des grandes cultures dans certaines régions et renforcement de l'élevage dans d'autres. Par ailleurs, on observe une spécialisation des ateliers au sein des productions végétales et des productions animales (en particulier, simplification des assolements et raccourcissement des rotations au sein des productions végétales).

L'agriculture s'est ainsi peu à peu spécialisée en termes d'ateliers de production et en termes d'espèces cultivées dans le but d'accroître l'efficacité économique des systèmes agroalimentaires. Cette phase de modernisation a permis d'atteindre les objectifs de production assignés à l'agriculture à l'époque mais a aussi engendré des impacts environnementaux négatifs.

Une transition de l'agriculture européenne vers des systèmes fondés sur la biodiversité et reposant davantage sur les services écosystémiques, ainsi que le développement de chaînes de valeur locales et courtes, est une voie majeure pour relever les défis de l'équilibre entre production et préservation de l'environnement.

Dans ce contexte, la diversification des cultures et la reconnexion animal-végétal permettent d'accroître la biodiversité au sein des champs, favorisent les services écosystémiques et contribuent à boucler les cycles des nutriments, tout en permettant de remplacer les intrants chimiques. Or, malgré les bénéfices de la diversification des systèmes de production et les objectifs politiques affichés, la spécialisation est toujours à l'œuvre. La raison en est l'existence de nombreux freins, non seulement techniques mais aussi organisationnels et institutionnels (politiques agricoles, réglementation, recherche, éducation, etc.) qui résultent de l'alignement et la grande cohérence du régime sociotechnique mis en place dans la phase de modernisation. Ce « verrouillage sociotechnique » doit être analysé de manière systémique et surmonté par une transformation profonde du système sociotechnique qui gouverne les systèmes agri-alimentaires actuels.



Antoine MESSEAN est agronome et docteur en mathématiques-statistiques. Il a commencé sa carrière à l'INRA comme chercheur en biométrie puis travaillé au CETIOM en tant que directeur Études et recherches et directeur scientifique avant de revenir à l'INRA pour coordonner des projets interdisciplinaires et en partenariat sur l'impact des innovations en production végétale et la conception de systèmes de culture plus durables. Un accent particulier a été porté sur l'évaluation des risques environnementaux des plantes génétiquement modifiées, le développement de la protection intégrée des cultures et la diversification des cultures. Ses recherches ont porté plus spécifiquement sur les freins et leviers à la transition agroécologique, la modélisation des impacts environnementaux des systèmes de culture ainsi que sur la conception d'outils d'évaluation multicritère pour accompagner les acteurs dans leurs transitions vers des systèmes agrialimentaires durables. Il a également été membre de la cellule prospective de l'INRA entre 1995 et 2001 et a participé à de nombreux comités d'évaluation pour les pouvoirs publics nationaux (CGB, HCB, Plan Ecophyto) et européens (EFSA). Il a présidé l'Association Française d'Agronomie entre 2018 et 2022.

Recherche de synergies entre culture et élevage pour le bouclage des cycles

Thomas NESME, Chef du département INRAE AgroEcoSystem

L'évolution, au cours des dernières décennies, des systèmes agricoles selon une logique de spécialisation et de recherche d'économie d'échelle a conduit une profonde dissociation des cultures et des élevages dans plusieurs régions du monde. Cette dissociation a des effets forts sur les cycles des éléments minéraux, conduisant à un découplage des cycles des différents éléments, une forme de dépendance des systèmes de culture aux engrais de synthèse et une accumulation d'éléments fertilisants dans les systèmes d'élevage, l'ensemble conduisant à des effets profonds sur la qualité des milieux et sur les émissions de gaz à effet de serre. Des opportunités existent toutefois pour ré-associer cultures et élevages à différents niveaux d'organisation. Cet exposé explorera en quoi la ré-association des cultures et des élevages permet de mieux boucler les cycles des éléments à l'échelle locale, tout en montrant les risques associés à cette ré-association.



Thomas NESME est ingénieur agronome (2000), titulaire d'un Master Recherche en sciences du sol (2001), d'un doctorat (2004) sur l'analyse des pratiques de fertilisation et d'irrigation en vergers de pommiers et de l'Habilitation à Diriger les Recherches (2016). Il a rejoint Bordeaux Sciences Agro en 2005, d'abord comme maître de conférences puis comme professeur. Il a également été invité à l'Université McGill (Montréal, Canada) comme « visiting scientist » pendant l'année 2013-2014. Il enseigne l'agronomie systémique (fonctionnement et conduite des agroécosystèmes et des systèmes de production agricoles, évaluation et conception de systèmes de culture) ainsi que l'agronomie globale (appréhension des questions agronomiques à l'échelle de la planète). Il accorde une attention particulière aux approches agroécologiques et à l'agriculture biologique. Ses activités de recherche portent sur la compréhension du rôle que jouent les

activités humaines et l'agriculture dans les flux d'éléments minéraux (phosphore et azote) à large échelle spatiale, du territoire à la planète. En quantifiant les flux de matières agricoles dans les chaînes alimentaires, il cherche à comprendre et évaluer les facteurs favorisant le bouclage du cycle de ces éléments. Il combine cas d'étude, enquête de terrain, analyse de données et modélisation et se m'inspire à la fois de l'agronomie et de l'écologie industrielle. Ses travaux actuels portent sur la quantification des flux mondiaux de phosphore résultants des échanges internationaux de produits agricoles. Il travaille également sur l'analyse des modalités d'associations entre cultures et élevages dans les territoires, permettant de boucler localement le cycle de la matière dans différentes régions européennes. Enfin, il coordonne des travaux visant à évaluer les conséquences, pour le cycle des éléments minéraux et la sécurité alimentaire mondiale, de scénarios de très large extension spatiale de l'agriculture biologique. Depuis 2023, il est chef du département INRAE AgroEcoSystem.

Recherche de synergies entre culture et élevage pour les régulations biologiques

Frédérique **ANGEVIN** (INRAE – GIS Grandes cultures – AAF)

Cet exposé synthétise les résultats d'une partie de la mission REVE (Reconnexion Végétal-Animal). Cette dernière a été initiée par les Groupements d'Intérêt Scientifique (GIS) filières animés par INRAE (Avenir Élevages, Fruits, Grandes Cultures et Pclég en collaboration avec l'ACTA et le RMT SPICEE (Réseau Mixte Technologique Structurer et Produire l'Innovation dans les systèmes ayant des Cultures et de l'Élevage – Ensemble). Elle avait pour objectifs :

- De recenser les initiatives et les projets de reconnexion et construire une typologie
- D'analyser les freins et les leviers des initiatives de reconnexion à l'échelle territoriale
- D'analyser les intérêts et les limites du recouplage animal – végétal
- De dégager des pistes de recherches et de R&D

Il existe de multiples façons de recoupler les cultures annuelles comme pérennes avec l'élevage, à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire. Nous nous sommes intéressés à un type de reconnexion spécifique qui est celui de l'introduction d'animaux sur les parcelles de culture fruitières et de vignes à l'échelle de l'exploitation ou via des coopérations entre éleveurs et viticulteurs -arboriculteurs dans l'optique de gérer l'enherbement et les bioagresseurs. Un inventaire des effets observés et une analyse des mécanismes connus seront présentés ainsi que les pistes de R&D ressortant de cette étude.



Ingénieur agronome INA-PG et docteur en sciences de l'environnement AgroParisTech, Frédérique ANGEVIN débute sa carrière dans le développement agricole où elle travaille avec les acteurs de terrain sur la fertilisation azotée des grandes cultures (expérimentation, aide à la décision et formation). Depuis 2000, Frédérique Angevin a rejoint l'INRA comme ingénieur de recherche et contribue à la coordination, à l'échelle européenne et nationale, de travaux d'expertises et de projets de recherche sur les thèmes de la coexistence OGM/non-OGM, de la conception et l'évaluation multicritère de systèmes innovants et de la diversification des systèmes de cultures. Elle a développé des méthodes et outils d'évaluation des impacts des innovations qui ont été utilisés par les acteurs (MASC, DEXiPM dans Ecophyto ou les

plateformes inter-instituts SYPPRE) et par les décideurs publics (logiciel MAPOD pour la coexistence). Elle co-anime également le GIS Grandes Cultures et participe à l'animation de la cellule Recherche Innovation Transfert INRA-ACTA-Chambres d'Agriculture France. Frédérique Angevin incarne le concept « Science et Impact » par un équilibre entre recherche finalisée, partenariat avec les acteurs et contribution à l'expertise publique. Elle allie de solides compétences en agronomie à une aptitudes à animer des réseaux multi-acteurs.

Illustration de la diversité des modes de reconnexion

René **BAUMONT** (INRAE – GIS Avenir Élevages – AAF)

Cet exposé synthétise les résultats d'une partie de la mission REVE (Reconnexion Végétal-Animal). Cette dernière a été initiée par les Groupements d'Intérêt Scientifique (GIS) filiales animés par INRAE (Avenir Élevages, Fruits, Grandes Cultures et Pclég en collaboration avec l'ACTA et le RMT SPICEE (Réseau Mixte Technologique Structurer et Produire l'Innovation dans les systèmes ayant des Cultures et de l'Élevage – Ensemble). Elle avait pour objectifs :

- De recenser les initiatives et les projets de reconnexion et construire une typologie
- D'analyser les freins et les leviers des initiatives de reconnexion à l'échelle territoriale
- D'analyser les intérêts et les limites du recouplage animal – végétal
- De dégager des pistes de recherches et de R&D

La reconnexion cultures / élevages repose sur une interaction entre systèmes de production animale et végétale qui se peut se produire avec ou sans l'aide d'acteur intermédiaire. Il s'agit d'un objet d'étude complexe du fait de la grande diversité des systèmes de production, des interactions et des acteurs impliqués. Ces interactions peuvent être variées et se mettre en place à plusieurs échelles, de l'exploitation à l'échelle territoriale.

La typologie présentée vise à caractériser la nature des interactions et les acteurs intermédiaires impliqués. Elle s'adresse à plusieurs utilisateurs : les acteurs concernés, ceux qui accompagnent ces processus de reconnexion ainsi que les acteurs de la recherche, du développement et de la formation. Elle a été élaborée en se fondant sur des typologies préexistantes conçues notamment dans le cadre des travaux du RMT SPICEE ainsi qu'en mobilisant une base de données recensant les projets de R&D et initiatives terrain de reconnexion cultures-élevages, complétée par une enquête en ligne auprès de 47 acteurs agricoles et de la recherche / développement. Cette typologie permet d'identifier la diversité des interactions et des formes possibles pour envisager le meilleur accompagnement possible des initiatives de reconnexion, les processus étant encore mal connus ou caractérisés.



René BAUMONT est Ingénieur agronome de l'INA-PG (1984) et a obtenu son doctorat (1989) et l'Habilitation à Diriger des Recherches (2003). René Baumont a effectué sa carrière à l'INRA avec des travaux de recherches sur la valorisation des fourrages par les ruminants qui se sont concrétisés par la rénovation des Tables de valeur des aliments à usage des professionnels de l'alimentation animale et il a animé une équipe de recherche sur les systèmes d'élevage herbager. Il assume des responsabilités au niveau européen où il conduit depuis 4 ans un consortium scientifique (projet Infrastructure SmartCow) fédérant les installations bovines. Il participe à un nouveau projet AgroServ intégrant 11 autres infrastructures de recherche dans

une offre de services large sur la transition agroécologique qui vient d'être labellisé. Au niveau français il assure avec compétence la direction du GIS Avenir Élevages depuis une dizaine d'années et, en tant qu'éditeur en Chef, il a su faire évoluer la revue de transfert INRAE « Productions Animales » en l'adaptant aux exigences de l'Open Science. Ses compétences sur les fourrages et l'élevage herbager apporteront beaucoup à la section 3. Ses fonctions de directeur du GIS et d'éditeur en chef de la revue INRAE PA permettront aussi de développer des partenariats avec l'Académie d'agriculture et de favoriser la publication de certains de nos travaux comme il a déjà eu l'occasion de le faire à deux occasions.

Conclusion : Quels pourrait être la gouvernance, les rôles des parties prenantes et des politiques publiques pour favoriser les changements dans le temps ?

Jean-Louis PEYRAUD (Section 3) et Philippe VIAUX (Section 1)



Jean-Louis PEYRAUD est ingénieur agronome et docteur-ingénieur de l'ENSA de Rennes. En tant que chercheur à l'INRAE, il a développé des travaux sur l'alimentation des vaches laitières, la production de lait à l'herbe puis sur les relations entre élevage laitier et environnement. Il a acquis une renommée internationale notamment avec ses travaux sur le pâturage. Il a été impliqué dans plusieurs projets européens et a coordonné un. Ce projet a été reconnu comme « success story » par l'Europe et a reçu la distinction des « lauriers de l'Europe » par le Ministère de la Recherche. Son travail de recherche l'a conduit à encadrer

21 thèses et a donné lieu à 150 publications scientifiques, de très nombreuses publications techniques et de nombreuses conférences invitées dans des congrès internationaux.

Au niveau de INRAE, il a dirigé une crée puis dirigé une UMR en production laitière puis a été directeur scientifique adjoint agriculture en charge des recherches en élevage. Il a coordonné une expertise scientifique collective sur les flux d'azote dans les systèmes de production animale et un chantier prospectif de réflexion sur les recherches à conduire pour les élevages de demain. Il a produit un rapport sur le futur de l'élevage pour la Commission (DG Agri, 2020). Très impliqué dans l'organisation des travaux de recherche et de développement avec les partenaires des filières, il a dirigé pendant 8 ans l'Unité Mixte de Technologie « recherche et Ingénierie en élevage laitier » constituée entre l'INRA et l'Institut de l'élevage, il est président du GIS « Avenir Elevages » qui rassemble l'ensemble des acteurs de la recherche, développement et formation des filières animales français et il a été président de l'Animal Task Force qui est une plate-forme Européenne de partenariat public-privé et est membre du groupe SCAR sur les systèmes de production animale. Il est Membre de la section 3 de l'Académie d'Agriculture de France où il apporte ses compétences de zootechnicien avec une large vision des systèmes d'élevage et des interactions entre élevage et cultures.



Philippe VIAUX est Correspondant national de l'Académie depuis 2007, Membre de l'Académie depuis 2013. Il est ingénieur agronome (ENSA de Nancy – 1972) et ingénieur en agronomie tropicale (1973). Après avoir enseigné l'agronomie à l'Université du Bénin à Lomé (Togo) puis fait un court passage à la Compagnie française de produits industriels, il est entré à l'ITCF EN 1977 où il a fait toute sa carrière (ITCF puis ARVALIS – Institut du végétal). D'abord au Service des études agronomiques (fertilisation azotée), il a rejoint celui des études économiques à partir de 1984, où il est devenu un spécialiste des systèmes de production à faible niveau d'intrants et intégrés. Il a eu alors de nombreuses responsabilités européennes dont celle de deux projets de recherche au cours desquels il a démontré l'excellence de ses approches associant recherche et développement. À partir de 1998, et dans le même Service, il a coordonné l'activité « agriculture biologique » pour l'ensemble de l'Institut. Enfin, entre 2002 et 2009, P. VIAUX, tout en gardant la responsabilité du thème précédent, est devenu responsable du pôle « Veille réglementaire et impact de l'agriculture sur l'environnement ». Il a publié une cinquantaine d'articles, souvent en collaboration, dans des Revues variées correspondant à son positionnement. P. VIAUX a participé à la rédaction de l'ouvrage du groupe de travail sur l'Agriculture biologique. Il est l'auteur aux Éditions France Agricole de « L'agroécologie en grandes cultures : vers des systèmes à hautes performances économiques et environnementales » et il vient de publier : « 10 clés pour une fertilité durable des sols ». C'est un membre qui apporte à la section 1 ses compétences d'agronome avec une large vision des systèmes de culture et des itinéraires techniques économes en intrants (pour les plantes de grande culture). Il est très actif au niveau de la vie de la section, de certains groupes de travail de l'AAF (Agriculture biologique et Politique agricole commune). Il a organisé ou participé à plusieurs séances sur le thème des systèmes de culture intégrés.