

Perte de biodiversité et vulnérabilité sanitaire des systèmes de production

Actes du colloque

COLLOQUE

Programme

25
JUIN 2014

Perte de biodiversité et vulnérabilité sanitaire des systèmes de production

8h30 *Accueil des participants*

9h10 **OUVERTURE**

Laurence TUBIANA - Directrice de la chaire Développement durable de Sciences Po Paris et Marc MORTUREUX - Directeur général de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses)

9h30 **La diversité facteur de résilience dans les systèmes agricoles ?**

Muriel TICHIT - Agroécologue - Directeur de recherche - INRA

SESSION 1 : EXPLORATIONS ET ENJEUX À DIFFÉRENTES ÉCHELLES

Modérateur : Gilles SALVAT - Directeur de la santé animale et du bien-être des animaux - Anses

10h15 **Réduction de la diversité biologique et vulnérabilité sanitaire des populations animales sauvages : intérêts et applications à l'échelle de l'atelier de production**

Jean-François GUÉGAN - Directeur de recherche (CE) - IRD / Professeur associé - EHESP

10h45 **Réduction de la diversité liée à la spécialisation des grandes cultures dans le bassin de la Seine : une simplification des systèmes de culture permise par un usage accru des pesticides**

Marc BENOÎT - Directeur de recherche - INRA - SAD - Aster

11 h15 *Pause*

11h45 **Enjeux de diversité génétique dans les systèmes piscicoles : contexte général et exemples chez les Salmonidés**

Ségolène CALVEZ - Maître de conférences - Oniris - Ecole nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation - Nantes Atlantique

12h15 **Risques et opportunités de l'intensification de l'élevage à l'échelle internationale pour la santé animale et humaine**

Joseph DOMENECH - Chargé de mission - OIE / Ancien chef du service santé animale - FAO

12h45 *Déjeuner libre*

25

juin 2014

SESSION 2 : QUELLES STRATÉGIES DE SÉLECTION ET D'INTENSIFICATION ?

Modérateur : Étienne THIRY - Professeur - Chef du service de virologie vétérinaire - Université de Liège

14h00 Réintroduire la robustesse dans la sélection animale

Pierre MORMÈDE - Directeur de recherche (CE) - INRA - Laboratoire de génétique, physiologie et systèmes d'élevage (GenPhySE) au Centre de recherche de Toulouse

14h20 Diversité génétique dans les cultures et vulnérabilité sanitaire : des exemples de stratégies de sélection et de gestion pour les céréales

Isabelle GOLDRINGER - Directrice de recherche - INRA - UMR de Génétique végétale du Moulon

14h40 La biodiversité comme facteur d'intensification écologique des systèmes de production agricole : exemple avec la stratégie AEI de la coopérative TERRENA

Bertrand PINEL - Chef de projet R&D - Terrena Innovation

15h15 *Pause*

SESSION 3 : FILIÈRES, MARCHÉS ET POLITIQUES

Modérateur : Sébastien TREYER - Directeur des programmes de l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri)

15h45 Table ronde

Cecilia BELLORA - Université de Cergy-Pontoise - INRA - UMR Économie publique
Geneviève CAZES-VALETTE - Enseignant-chercheur en marketing et anthropologie de l'alimentation - Toulouse Business School
Jacques POULET - Directeur Pôle animal - Coop de France
Maximilien ROUER - Président de BeCitizen (Groupe Greenflex)

17h30 CONCLUSION

Philippe BARET - Docteur en sciences agronomiques - Université catholique de Louvain

Ouverture

Marc MORTUREUX

Directeur général de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses)

Face au constat de la diminution de la diversité naturelle des organismes vivants, une forte mobilisation s'est mise en place, au niveau international, pour préserver et restaurer la biodiversité. Le Sommet de la terre à Rio en 1992 et conférence mondiale de Nagoya en 2010 en sont deux jalons majeurs. En France, c'est un sujet d'actualité, avec le projet de loi relatif à la biodiversité mais aussi le développement de l'agroécologie porté par le ministère de l'Agriculture, actuellement en discussion au parlement.

L'Anses ne travaille pas directement sur la biodiversité et ne mène pas de projets de recherche en génétique animale et végétale. Mais nous sommes bien entendu attentifs aux conséquences de la réduction de la biodiversité, qui peut être un facteur de risque d'émergence et de dissémination de maladie ou de ravageur sur un territoire, avec des conséquences sur la qualité sanitaire des cultures et des animaux, et donc sur la qualité de nos ressources alimentaires. La perte de biodiversité par homogénéisation du profil génétique des animaux ou des végétaux peut constituer un risque de dissémination des maladies au sein d'une filière par la sélection d'une majorité d'espèces sensibles à la même maladie.

Deux exemples, très concrets et sur lesquels nos équipes travaillent. Dans la filière volaille, 200 000 poules pondeuses peuvent être produites pour une seule poule pedigree. C'est pourquoi, quand un micro-organisme se répand au sein de la filière, il peut infecter une part importante de la production mondiale de volailles en seulement quelques mois, comme ce fut le cas avec *Salmonella enteritidis* dans les années 1980. Par ailleurs, la culture de la banane est désormais homogénéisée autour d'une variété unique dite Cavendish. Dans ces conditions, lorsque la Fusariose s'attaque comme aujourd'hui à cette variété précise, toute la production mondiale s'en trouve menacée.

Autre illustration, celui de l'évaluation des pesticides qui est du ressort de l'Anses. Le quotidien *Le Monde* fait état, en première page de son édition du jour, d'une étude scientifique dénonçant le rôle de certains pesticides dans l'hécatombe, non seulement des abeilles, mais plus globalement chez les insectes. Nos évaluations intègrent les effets potentiels de ces produits sur différents organismes vivants de la faune et la flore et peuvent mener à des mesures d'interdiction ou de restriction d'usage. Mais c'est un sujet d'une grande complexité et il est clair que, dans le cadre de nombreux travaux européens en cours, nous aurons encore à faire progresser les lignes directrices applicables à l'évaluation de l'impact de ces produits sur la biodiversité, à court et à long terme, en prenant en compte l'avancée des connaissances scientifiques.

Voilà juste quelques aspects d'un sujet aux multiples facettes, et je me réjouis qu'une journée entière y soit consacrée. Je vous souhaite une excellente journée et des débats très fructueux.

Laurence TUBIANA

Directrice de la chaire Développement durable de Sciences Po Paris

Les colloques que nous organisons comme notre chaire elle-même sont consacrés à l'interface entre les sciences de la vie et de la Terre et les sciences sociales. Nous constatons en effet le développement des interactions entre les activités humaines et les systèmes naturels.

La co-organisation de ces colloques par l'Anses se justifie par le fait que les autorités publiques demandent à cette agence d'étudier les impacts et de se focaliser sur l'aval alors que la prise en compte de l'amont et le développement d'une pensée intégrée, qui relie toutes les problématiques de la biodiversité, sont essentiels à la compréhension des enjeux.

Les études récentes, en considérant la biodiversité comme un facteur de résilience, lui donnent une certaine valeur et nous éloignent de l'illusion selon laquelle cette biodiversité ne devrait s'exprimer qu'à travers la création de banques de gènes. Cette question est aussi fortement liée à celle du réchauffement climatique.

C'est pourquoi ce colloque se déroulera en trois sessions. Dans un premier temps, nous évoquerons les grandes populations animales et végétales et les pandémies qui peuvent les frapper. Dans un deuxième temps, nous nous interrogerons sur les réponses qu'il convient d'apporter à la perte de biodiversité. Enfin, dans un troisième temps, nous présenterons des outils pour répondre à ce défi, pour changer de système.

Mener à bien les explorations qui sont les nôtres, présenter les approches intégrées comme un facteur de résilience permet de sortir d'un débat qui est devenu caricatural et tend à nier le risque en dénonçant, au nom du progrès, le principe de précaution. Nous devons donc nous demander à quelles conditions un système supporte les aléas que nous créons nous-mêmes. Nous devons également démontrer que nous fournissons une réponse de sécurité et que nous ne décrivons pas une vague menace mais des phénomènes aux impacts réels.

La diversité, facteur de résilience dans les systèmes agricoles ?

Muriel TICHIT

Agroécologue – Directeur de recherche – INRA

Depuis les débuts de la domestication, l'agriculture a été un formidable facteur de création de diversité. Néanmoins, au cours du xx^e siècle, est intervenu un processus de modernisation qui s'est appuyé sur l'homogénéisation des techniques de production et des ressources animales comme végétales. Par exemple, 19 races laitières subsistent en France, mais trois d'entre elles totalisent 93 % des 4 millions de vaches laitières que compte notre pays. De même, une seule race, la Prim'Holstein, représente 65 % de ce cheptel. La question est donc celle de l'usage de cette diversité dans nos systèmes agricoles. Cette standardisation a évidemment eu un effet formidable sur la productivité : elle a en effet permis de multiplier par trois les rendements céréaliers et laitiers.

Cette modernisation s'est inscrite dans le « paradigme du contrôle » : une importance considérable a été accordée à la maximisation de l'expression du potentiel génétique des ressources en s'affranchissant des facteurs limitants dus particulièrement au milieu. Trois notions structurent ce paradigme : l'optimum, la simplicité (On part ici du principe que le tout est égal à la somme des parties et l'on ignore totalement les interactions entre les parties) et le court terme.

Le contexte actuel est défavorable à ce paradigme, en raison du renforcement des incertitudes climatiques, économiques et sociopolitiques et de la dépendance de nos systèmes à des intrants qui les rendent toujours plus sensibles aux incertitudes exogènes telles que le prix et le climat. Par exemple, l'Indice de Dépendance aux Intrants (IDI) calcule la part des intrants dans le chiffre d'affaires. Pour nos systèmes laitiers, il s'établit à 60 %, tandis que la moyenne française de charge en intrants à l'hectare (ICI) est de 400 euros.

Ce contexte nous conduit à envisager un nouveau paradigme, dit de la « robustesse », qui repose sur quatre idées centrales :

- composer avec les incertitudes et la nature, plutôt que de chercher à s'en affranchir ;
- accorder de l'importance aux interactions entre le génotype et l'environnement ;
- penser en termes de viabilité plutôt que d'optimum, c'est-à-dire de performances multiples, plutôt que de performance monocritère ;
- considérer que, potentiellement, les incertitudes endogènes, nées de l'interaction entre des décisions de gestion et des dynamiques naturelles difficiles à prévoir, sont tout aussi importantes que les incertitudes exogènes comme le marché ou le climat.

Il résulte de ce paradigme que la diversité doit être envisagée dans une dimension temporelle comme variabilité et spatiale comme hétérogénéité.

La diversité offre différents bénéfices :

- elle constitue une forme d'assurance dans un contexte caractérisé par des conditions changeantes et imprévisibles ;

- elle permet une meilleure exploitation de la ressource animale et végétale ;
- elle stimule et « tamponne » la productivité temporelle ;
- elle peut être un levier dans les compromis entre performances.

J'illustrerai cette thèse par quatre exemples.

Premier exemple, une étude en Angleterre a échantillonné 353 paysages d'un kilomètre carré recouvrant différents systèmes agricoles caractérisés par des marges brutes variées. Nous établissons un trade-off entre la marge brute et la volatilité de cette marge : les paysages à fort niveau de diversité font apparaître une faible marge brute et une faible volatilité, alors que les paysages diversifiés se caractérisent par une plus grande robustesse de leur performance. Ce mécanisme est toutefois purement statistique, car aucune interaction n'existe fondamentalement entre les différents usages du paysage.

Deuxième exemple, une étude a simulé par informatique 120 000 paysages et a observé, pour chacun d'eux, la relation entre la performance de biodiversité et la performance de production. Elle a conclu que les paysages hétérogènes assuraient un meilleur compromis entre ces deux paramètres.

Troisième exemple, une étude a mesuré la productivité d'un troupeau multiespèces. Elle a montré l'intérêt de combiner plusieurs espèces pour « tamponner » la productivité temporelle. Dans ce cas, des dynamiques compensatoires sont à l'œuvre, avec des réponses différenciées et asynchrones aux fluctuations environnementales. Cependant, de récentes études montrent que la diversité peut être fonctionnelle et non spécifique.

Quatrième exemple, une étude portant sur la polyculture-élevage en Amazonie s'est conjointement intéressée à la diversité animale et végétale. Le plus intéressant, dans ce cas, n'est ni l'interconnexion entre le pôle végétal et le pôle animal, ni la rotation à l'intérieur du pôle végétal, mais la diversité au sein du pôle animal, puisque cinq espèces ont été mises en interaction afin que les déchets des unes deviennent les ressources des autres. Cette organisation a abouti à une production végétale multipliée par cinq, un doublement du chargement animal et un revenu par hectare deux à dix fois supérieur.

Pour terminer, je souhaite dégager quelques pistes de réflexion sur les implications pour la conception et l'évaluation des systèmes diversifiés. La complexité de ces systèmes présente un défi analytique en ce sens qu'ils nous contraignent à penser simultanément la diversité, c'est-à-dire le nombre de composantes, et la connectivité, c'est-à-dire le nombre de mises en relation entre composantes. La priorité 23 de l'agenda agroécologique pour l'élevage s'interroge d'ailleurs sur le niveau de diversité nécessaire pour favoriser la robustesse. Des systèmes qui valorisent la diversité peuvent donc l'utiliser de façon programmée, pour renforcer la robustesse, mais cette gestion consistera à piloter un réseau d'interactions et nécessitera de redéployer des innovations « sociales ».

Questions

Joël LABBÉ, Sénateur du Morbihan

Vos propos confirment mon sentiment que nous sommes dans une situation d'urgence et que la mise en application des mesures nécessaires n'a que trop tardé. Je pense à l'impact des néonicotinoïdes sur les abeilles, mais aussi l'ensemble de l'environnement. Avec Germinal PEIRO, Député de la Dordogne, nous avons déposé une résolution, signée par 173 parlementaires, en vue de l'interdiction de ces produits. Néanmoins, il est plus que temps que le gouvernement s'empare du dossier et opte pour les solutions alternatives que vous avez présentées.

Muriel TICHIT

Je n'ai que peu évoqué ces solutions qui restent extrêmement modestes. Un effort de recherche doit être accompli pour les mettre en œuvre.

Un représentant du Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux (CGAAER)

Comment votre réflexion sur le paysage s'articule-t-elle avec l'exploitation agricole, lieu de la décision de l'agriculteur ?

Muriel TICHIT

La rediversification ne peut se penser à un seul niveau. Le redéploiement de l'hétérogénéité dans les paysages nécessiterait ainsi un travail sur l'articulation entre les exploitations. Un nouveau niveau d'organisation est en train d'émerger qui redéfinit les échanges des entreprises agricoles avec leur environnement.

André GALLAIS, AAF, AgroPariTech

J'ai été très intéressé par la distinction entre paradigme du contrôle et paradigme de la robustesse. Cependant, je voudrais souligner que la productivité ne s'oppose pas nécessairement à la robustesse, d'où l'ambition de produire une hétérogénéité contrôlée.

Muriel TICHIT

Contrairement au paradigme du contrôle, le paradigme de la robustesse évalue une performance multicritères. Il pose donc le problème de la conciliation entre différents ordres de performance, dont la productivité.

Catherine REGNAULT-ROGER, AAF, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Je voudrais insister sur le fait que l'enjeu actuel est celui de la coexistence des agricultures et du dialogue au sein de la profession agricole, mais aussi avec ses différents partenaires.

Muriel TICHIT

Cette question de la coexistence est effectivement importante. A l'échelle internationale, elle s'est focalisée sur l'alternative entre *Land Sparing* et *Land Sharing*.

Benoît VERGRIETTE, Anses

Pourriez-vous préciser les innovations sociales qui doivent accompagner le redéploiement de la diversité ?

Marc BARBIER, INRA

Que savons-nous des interactions entre l'enrichissement de la variabilité des espèces et la variabilité des systèmes techniques, sur leur nouveau couplage ?

Suzanne BASTIAN, Oniris, Nantes

Comment envisagez-vous l'intervention des acteurs non exploitants agricoles ?

Muriel TICHIT

La prise en compte des acteurs non exploitants agricoles est liée aux innovations sociales. Dans ce domaine, les Pays-Bas offrent l'exemple des coopératives environnementales qui sont des réunions d'agriculteurs destinées à gérer un problème écologique. En France, les GIEE (Groupements d'Intérêt Economique et Environnemental) vont dans le même sens.

Concernant l'interaction entre variabilité spécifique et variabilité technique, la réponse se trouve dans une écologie des contextes, qui ne fournit plus de réponse générale, mais travaille sur les synergies entre connaissances.

Session 1 : **Explorations et enjeux à différentes échelles**

Réduction de la diversité biologique et vulnérabilité sanitaire des populations animales sauvages : intérêts et applications à l'échelle de l'atelier de production

Jean-François GUÉGAN

Directeur de recherche (CE) – IRD/Professeur associé – EHESP

Je m'intéresserai, dans cet exposé, à la transmission infectieuse dans les systèmes naturels. Plusieurs auteurs de Charles Nicolle à Emile Duclos en passant par Mirko Grmek affirmaient que l'homme, contrairement à l'animal, est un ingénieur de la genèse de ses propres maladies infectieuses. En effet, les systèmes et procédés d'exploitation humains entraînent l'apparition et la modification des maladies animales, qui elles-mêmes peuvent réciproquement atteindre l'homme, puisque 62 à 74 % de nos maladies infectieuses sont d'origine zoonotique.

Il s'agit de savoir si la perte de la diversité biologique, spécialement causée par la destruction des habitats, entraînera un accroissement du risque infectieux.

Une étude menée aux Etats-Unis a montré que l'augmentation de la diversité biologique locale dans un espace naturel réduisait le nombre de cas de la maladie de Lyme. Une corrélation est donc établie entre richesse spécifique et maladie infectieuse, qui laisse penser qu'une plus grande biodiversité pourrait nous protéger.

De son côté, le virus du Nil occidental, qui se retrouve chez un grand nombre d'oiseaux, et dont la transmission est vectorielle, a une prévalence inférieure si leur diversité est plus grande, car certains sont de très mauvais réservoirs pour la transmission ou des « culs-de-sac épidémiologiques ».

L'effet est le même dans les deux cas. Toutefois, si le facteur de dilution est de 30 pour la maladie de Lyme, il n'est que de 3 pour la fièvre du Nil occidental. Cette différence tient au fait que, les systèmes naturels étant dynamiques et hétérogènes, aucune généralité ne peut en être tirée.

Cet effet se constate aussi pour les plantes. Des expérimentations menées, en Chine, sur de la monoculture de riz gluant, de riz hybride, et sur des systèmes de productions polyvariétaux, montrent que la transmission d'un champignon parasite est tout à fait différente selon que le système est monovariétal ou polyvariétal, car l'une des deux variétés enraye la transmission de l'agent pathogène.

Chaque organisme de chaque espèce a donc une capacité différentielle à recevoir un virus ou un agent pathogène, et présente des compétences disparates dans la transmission. Ces systèmes, incluant l'homme, montrent des distributions très différentes entre différents systèmes infectieux. Une erreur en recherche a été de considérer d'opposer, selon une loi dichotomique, des espèces incompetentes et très compétentes, alors qu'il existe un continuum, un paysage épidémiologique qui varie, dans lequel on peut rencontrer des espèces vectrices ou réservoirs

montrant des niveaux de compétence intermédiaires et qui peuvent jouer un rôle non négligeable dans le développement d'épidémies.

Chaque organisme, chaque espèce exercent trois fonctions, allouant une énergie proportionnelle à la reproduction, la survie ou la défense immunitaire. Ainsi les rongeurs, à l'inverse de l'homme, ont privilégié la reproduction contre la défense immunitaire. Ces fonctions s'inscrivent dans l'écosystème, et plus spécialement dans la chaîne trophique. Ainsi, les systèmes anthropisés vont accumuler des espèces ubiquistes qui présenteront des caractéristiques à allouer beaucoup moins d'énergie à leur défense immunitaire et à être de formidables transmetteurs des maladies infectieuses.

Dans le cas d'élevages comme des poulaillers, la densité très forte d'individus immunodéprimés, et sélectionnés sur le seul critère de leur productivité en protéines, facilite la transmission de certains virus virulents, comme dans le cas de la grippe aviaire, alors que celui-ci est expurgé dans le milieu naturel.

Comment alors exploiter de manière plus optimale, différentes formes de résistance et de résilience ? Pour remédier aux transmissions infectieuses, plusieurs actions sont nécessaires.

- **Réintroduire le critère de résistance dans la sélection, déconcentrer les individus et cloisonner les populations**

Une étude menée au Bangladesh a mis en évidence des résultats intéressants. Ainsi, dans le cas d'élevages organisés différemment, 16 clusters de 2 000 individus produisent des épidémies très prédictives, donc très faciles à maîtriser ; 1 280 clusters de 25 individus déclenchent des épidémies stochastiques, plus difficiles à contrôler, tandis que les épidémies liées aux systèmes intermédiaires, de 128 clusters de 250 individus, sont les plus difficiles à juguler.

- **Utiliser la zooprophyllaxie maîtrisée**

L'introduction d'individus d'espèces animales à compétence nulle dans la transmission infectieuse crée un effet de dilution. Ce fut le cas avec l'élevage de bovidés en Camargue pour le *Plasmodium vivax*.

- **Organiser le paysage**

Christian LANNOU, INRA, a montré qu'en utilisant différents niveaux de barrières, on pouvait modifier la transmission infectieuse dans les systèmes de production végétale.

Questions

Un représentant du Syndicat national d'agriculture

Vous nous avez dit que les moustiques étaient plus ou moins compétents dans la transmission des agents infectieux qui était extrêmement complexe. Que pensez-vous de la solution adoptée par le Brésil et consistant à « diffuser » dans la nature des moustiques génétiquement modifiés pour lutter contre la dengue ?

Jean-François GUÉGAN

Il convient de savoir si, sur ces sujets, vous adoptez la vision du biologiste moléculaire, de l'écologue ou du généticien des populations. L'emploi d'OGM n'est pas condamnable en soi. Cependant, lorsqu'un laboratoire va sélectionner un plant sur un ensemble de systèmes de gènes, de façon à favoriser son adaptation à une meilleure résilience, à un contexte de sursalûre, ou de manque d'eau comme au Sénégal, comment se comportera-t-il dans un champ où il sera confronté à d'autres agents pathogènes ou à des invasions biologiques de prédateurs ? L'interaction des OGM dans une diversité de contextes demeure inconnue.

Dans la salle

Vous avez indiqué qu'un choix peut être fait entre les différentes résistances. Comment réglez-vous cette problématique ?

Jean-François GUÉGAN

Les différents niveaux de résistance, quantitative ou fonctionnelle, sont difficiles à intégrer souvent, mais il n'en demeure pas moins qu'il est important de les prendre en considération et de modéliser comme je vous l'ai présenté différents scénarios et de voir leurs réactions.

Dans la salle

A propos de la fièvre du Nil occidental, vous avez évoqué la diversité des oiseaux, mais non la diversité des virus. Les productions intensives, dans la mesure où elles mélangent peu les espèces, sont défavorables à l'évolution des virus, contrairement aux productions fermières ou villageoises. Le modèle le plus efficace ne consiste-t-il pas dans une combinaison des deux systèmes, l'un qui crée de la biodiversité virale et l'autre qui produit de l'amplification virale ?

Jean-François GUÉGAN

Vous mettez parfaitement en évidence la complexité de ces systèmes en interaction. Les études que je vous ai montrées sont sans évolution virale.

Cette partie correspond à une autre question

Cela explique qu'un grand nombre de virus proviennent d'Asie du sud-est. Prenez l'exemple de Bangkok, mégapole d'une dizaine de millions d'habitants, qui, pour nourrir sa population, concentre les productions végétales et animales dans les zones périurbaines et crée ainsi des écosystèmes artificiels favorables à l'apparition de ces maladies. La conjonction, dans le monde tropical, d'une forte diversité en micro-organismes, d'une densité humaine très importante, de l'insalubrité et d'un niveau nutritionnel très bas chez un grand nombre d'individus qui sont ainsi plus facilement contaminés, explique le développement du SRAS ou du coronavirus à partir de ces régions.

Réduction de la diversité liée à la spécialisation des grandes cultures dans le bassin de la Seine : une simplification des systèmes de culture permise par un usage accru des pesticides

Marc BENOÎT

Directeur de recherche – INRA- SAD – Aster

De nombreux facteurs ont poussé à la spécialisation des systèmes de production agricole et des territoires : le soutien du prix du blé par la PAC (Politique Agricole Commune), la diminution de la main-d'œuvre agricole, la recherche de la moins grande pénibilité du travail, l'artificialisation croissante des milieux et l'adaptation des productions à la logistique de transformation.

Le bassin de la Seine couvre une superficie de 95 000 kilomètres carrés et comptait 100 000 exploitations agricoles en 2000. Il totalisait 45 % des surfaces de blé françaises, 80 % des surfaces de betterave, mais seulement 10 % des surfaces de prairie permanente.

Nous y observons plusieurs phénomènes.

- **Un fort recul des systèmes de polyculture-élevage**

Situées en périphéries est et ouest du bassin de la Seine, ces exploitations ont vu leur part passer de 26,7 % des à 16 % entre 1970 et 2000. Cette régression se poursuit en 2010.

- **Le développement corollaire des systèmes de production de grandes cultures**

Situés au centre du bassin et plutôt à l'est selon l'OTEX (Orientation Technico-Economique des Exploitations), ces systèmes ont progressé de 47,7 % à 62,3 % entre 1970 et 2000.

Nous assistons donc à une évolution radicale des usages des surfaces agricoles, avec la disparition des prairies au profit des terres arables, qui a un grand impact sur la biodiversité, à un changement des successions culturales qui se raccourcissent, et à une spécialisation des assolements, avec le recul des espèces végétales liées à la polyculture-élevage.

En détail, ces évolutions se traduisent par une chute des surfaces en herbe (de 32 à 20 %, dans l'est et l'ouest), en luzerne (de 75 %, avec un maintien limité à la Champagne crayeuse), et en pois protéagineux, avec un accroissement des surfaces en blé (de 20 à 35 %, au centre du bassin) et en colza (de 3 à 12 %, surtout du fait de sa transformation via la filière diester).

Les successions culturales se simplifient et se raccourcissent : les triplets de culture contenant du colza ont le plus fortement progressé (colza-blé-orge, blé-colza-blé, colza-blé-blé) ; les monocultures céréalières se sont développées (blé-blé-blé, orge-orge-orge, orge-blé-blé) alors que les triplets contenant des protéagineux, particulièrement le pois, ont nettement diminué (blé-pois-blé, pois-blé-orge, pois-blé-blé, pois-blé-betterave).

En une décennie, nous sommes passés, sur 55 % de la surface du bassin de la Seine, de 37 triplets de cultures en 1992-1995 à 16 triplets en 2006-2009. Si nous poursuivons cette évolution, nous devrions aboutir à 7 triplets dans vingt ans !

Ces évolutions ont été permises par un usage accru des intrants de synthèse. Dans les régions de grande culture, l'absence d'effluents d'élevage et la disparition des protéagineux ou de la luzerne

ont induit un besoin accru d'engrais azotés. Or, plus le nombre d'apports est important au cours de la période culturale, plus l'apport global croît. Il faudrait donc parvenir à diminuer la dose d'apport en augmentant le fractionnement.

Les rotations courtes dans les régions de grande culture offrant des conditions écologiques plus favorables pour les parasites et adventices, l'usage des pesticides s'est particulièrement accru. Entre 1994 et 2006, les traitements phytosanitaires ont ainsi connu une progression parallèle de la fréquence du colza dans les rotations courtes. De plus, le raccourcissement des successions des cultures augmente la part de cette culture dans l'assolement, donc la connectivité paysagère entre les colzas et le nombre de traitements.

Les conséquences environnementales sont majeures, ceci pour plusieurs raisons :

- l'uniformisation des paysages, favorisée par des opérations de remembrement et d'aménagements hydrauliques de grande ampleur, induit une perte de la biodiversité ;
- le faible recyclage des éléments minéraux provoque le gaspillage des ressources non renouvelables ;
- l'augmentation de l'usage des intrants de synthèse contamine les eaux en nitrates et pesticides (molécules-mères et métabolites).

Pour remédier à cette situation, un certain nombre de mesures sont envisagées, comme l'introduction de la CIPAN (Culture Intermédiaire Piège à Nitrates) et l'arrêt complet d'apport de fertilisation minérale. Néanmoins, la latence hydrogéologique est telle qu'un délai important sera nécessaire pour le retour à la normale. La nécessaire rediversification des productions dans les territoires passe par le développement de l'activité d'élevage, mais se heurte à un « verrouillage technologique » que la recherche doit aider à briser en montrant la rentabilité de la polyculture, ou au moins en explicitant les services écosystémiques rendus.

Questions

André GALLAIS, AAF, AgroPariTech

Vous appelez à une rediversification mais constatez aussi une spécialisation des territoires. Or il semble que nous ne soyons pas seulement confrontés à un verrouillage technologique, mais aussi à une difficulté économique. Par exemple, la réintroduction de la luzerne imposerait de lui trouver des débouchés, donc de faire à nouveau de l'élevage. Dans cette perspective, chaque exploitation devrait-elle se convertir à la polyculture-élevage ou certaines produiraient-elles des légumineuses tandis que d'autres pratiqueraient l'élevage ?

Marc BENOÎT

J'appelle les économistes à nous fournir un schéma économique qui permettrait de comparer les impacts respectifs en termes d'émissions de gaz à effet de serre de l'usage d'engrais azotés et de l'intervention d'un salarié agricole qui cultiverait de la luzerne. Cependant, l'enjeu se situe surtout dans l'interaction des territoires.

Gilles SALVAT, Anses

Quels sont les freins à la collaboration entre des territoires qui génèrent beaucoup et peu d'azote ?

Marc BENOÎT

Tant que les échanges entre les territoires seront régis par le marché à l'échelle mondiale, il sera impossible de sortir de cette logique. En revanche, je crois en la construction de petits systèmes économiques d'échange, basés sur le troc (par exemple, l'échange de paille contre du fumier ou la culture de la luzerne qui enrichit le sol en azote et devient ensuite l'aliment du bétail).

Guy KASTLER, Confédération paysanne

Cet exposé et le précédent ont évoqué la disparition de l'emploi paysan et l'augmentation massive des intrants. Le paradigme de l'augmentation de la productivité par l'amélioration des plantes semble indubitable pour l'animal, l'hectare ou le revenu de l'agriculteur. Cependant, est-elle aussi certaine si l'on tient compte de l'ensemble des coûts énergétiques et sociaux du système ? En particulier, le bilan des agrocarburants est-il positif ? Pour ma part, je pense que non.

Marc BENOÎT

Une étude européenne récente a calculé le ratio énergétique de différentes cultures comme le colza cultivé pour produire du diester ou la betterave destinée à l'éthanol. Elle aboutit à la conclusion que l'énergie produite est encore légèrement supérieure à l'énergie consommée. Néanmoins, elle ne prend pas suffisamment en compte les coûts de la logistique agricole.

Claire TUTENUIT, Association EpE

Vous avez indiqué que les paysans sont conscients d'être prisonniers de ce système. Pourtant, les structures coopératives, qui sont très puissantes dans ce secteur et ont le pouvoir d'influencer la réglementation, négocient pour obtenir des subventions destinées à soutenir leur compétitivité, et non pour l'adoption d'un système économique différent. Comment expliquez-vous ce paradoxe ?

Marc BENOÎT

Prenons un exemple. Même si de nombreux agriculteurs sont favorables à l'agriculture biologique, la France a pris du retard sur l'Allemagne, le Danemark ou le Royaume-Uni dans ce

domaine. Cela tient au fait que cette opinion n'est guère représentée parmi les négociateurs et les grandes centrales syndicales. Je pense qu'il n'est plus possible de dire « les agriculteurs ». Il convient plutôt de parler « des agriculteurs » et de structurer des faits de diversité en fonction d'intérêts différenciés.

Enjeux de diversité génétique dans les systèmes piscicoles : contexte général et exemples chez les Salmonidés

Ségoène CALVEZ

Maître de Conférences – Oniris – Ecole nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation – Nantes Atlantique

Je traiterai des enjeux de la diversité génétique dans les systèmes piscicoles, en évoquant d'abord le contexte aquacole en général, puis le déroulement de la sélection chez les salmonidés. L'aquaculture existe depuis longtemps, mais s'est intensifiée dans les années 1960. Elle implique une intervention humaine dans le processus d'élevage pour plus de performance.

L'activité traditionnelle de pêche, qui porte à 84 % sur des poissons, est équivalente en volume à l'aquaculture, qui produit 50 % de poissons, mais aussi des algues et des plantes aquatiques (25 %). Les deux tiers des poissons consommés proviennent de la pêche traditionnelle, un tiers de l'aquaculture. La production, localisée à 90 % en Asie, suit une courbe exponentielle, parce qu'elle doit répondre à une forte demande. Ces élevages se basent sur ce qui a été fait auparavant, mais doivent de plus faire face à des enjeux environnementaux de durabilité.

Nous disposons de deux types d'élevage : le repeuplement et l'élevage homogène pour la consommation. L'idée, au début, était de maîtriser l'élevage pour obtenir une croissance optimale, des taux de conversion alimentaire de plus en plus bas, et une homogénéisation des comportements. Cette approche a conduit à une baisse de la diversité génétique. Avec le temps, le constat a donc été établi qu'il valait mieux favoriser cette diversité, et même l'augmenter, pour diminuer la pression sur les écosystèmes. La variabilité génétique est encore importante, car cette culture est récente. Nous avons encore la proximité et la ressource de l'espèce sauvage.

J'ai choisi quelques exemples sur les salmonidés, le saumon de l'Atlantique et la truite arc-en-ciel, car ce sont des modèles économiques et biologiques intéressants. Nous possédons un savoir-faire et un recul importants puisque la première fécondation artificielle date du XIXe siècle. Dès les années 1960, le sex-ratio et la stérilisation étaient maîtrisés. D'autres processus de sélection sont apparus : la domestication zootechnique et la sélection massale qui s'effectuent par la mise en place de lignées spécifiques. Le gain de croissance est alors de l'ordre de 15 à 30 %.

Nous avons également travaillé sur des critères qualitatifs tels que le rendement de transformation, la qualité de la chair et la résistance aux maladies. En parallèle, deux autres techniques sont importantes : le monosexage tout femelle et la triploïdisation pour obtenir des lots stériles. Depuis l'apparition du séquençage à haut débit et l'association des marqueurs moléculaires, nous travaillons sur la sélection qui repose sur le phénotype et le génotype associé. La transgénèse, l'étape suivante, peut porter sur différentes thématiques,

étudie la résistance aux agents pathogènes, la croissance. Elle est réservée en France à la recherche, mais nous ne sommes pas loin de la commercialisation d'un poisson OGM aux Etats-Unis.

Dans un premier temps, les enjeux de l'élevage piscicole étaient basés sur la performance comme croissance, associée à l'alimentation, mais maintenant ceux-ci, vis-à-vis de la durabilité, sont la résistance à plusieurs maladies, l'efficacité alimentaire (les végétaux, protéines animales transformées), l'adaptation aux changements climatiques (température, salinité et pH) et le bien-être animal.

La sélection assistée par les marqueurs moléculaires, avancées accomplies par génotypage et phénotypage, permettra de passer à la durabilité, avec pour but également de protéger les espèces sauvages en vue du repeuplement.

Questions

Catherine REGNAULT-ROGER, AAF, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Quelles sont les recherches actuellement menées en Europe ? La cisgénèse est-elle utilisée ? Une réglementation particulière s'applique-t-elle aux poissons triploïdes dont vous nous avez parlé ?

Ségoène CALVEZ

En France, nous travaillons plutôt sur l'association génotype-phénotype avec le marquage, mais pas sur la transgénèse, en raison des mobilisations citoyennes contre ces recherches. Aucune législation particulière ne s'applique à la triploïdie, celle-ci existant à l'état naturel.

Dominique THEILE

Quel est l'impact de la pisciculture de loisir sur la biodiversité ?

Ségoène CALVEZ

Des programmes de repeuplement existent pour la réintroduction d'espèces disparues, comme l'esturgeon en Dordogne et en Gironde. Toutefois, le processus d'élevage présente surtout le risque d'abaisser cette biodiversité.

Jean DUCHEMIN, Agence eau Seine Normandie

L'impact de l'élevage de saumons en Norvège sur la biodiversité aux alentours a-t-il été mesuré ? Ne serait-il pas envisageable de mélanger des espèces pour améliorer leur résistance ?

Ségoène CALVEZ

Il a effectivement été démontré que l'élevage en cages marines avait un impact sur la population sauvage proche, soit par l'alimentation, les parasites ou les évasions. La mutualisation des espèces doit, quant à elle, faire l'objet de recherches.

Gilles LANDRIEU, Parcs nationaux de France

Où en sommes-nous du remplacement des farines de poisson par des protéines végétales et de la recherche pour éviter l'emploi massif d'antibiotiques pour les élevages en cage ?

Ségoène CALVEZ

La ration compte déjà 30 à 40 % de protéines végétales, voire 100 % sur des lignes expérimentales de l'INRA. En France, nous essayons évidemment de limiter les intrants médicamenteux, la réglementation nationale étant très restrictive.

Jean-François GUÉGAN

Dans les années 1980, nous étions sur un ratio de 7 kilos de protéines animales pour 1 kilo de protéine en production, contre 5 pour 1 aujourd'hui. Il est aberrant de prélever 5 kilos de poissons dans la mer pour produire 1 kilo de poisson d'élevage !

Ségoène CALVEZ

C'est effectivement le principal argument contre l'aquaculture. Avec les protéines végétales et les protéines animales transformées, les producteurs sont à la recherche d'alternatives qui diminuent ce ratio.

Risques et opportunités de l'intensification de l'élevage à l'échelle internationale pour la santé animale et humaine

Joseph DOMENECH

Chargé de mission – OIE/Ancien chef du service santé animale – FAO

A l'échelle mondiale, les besoins en viande représenteront en 2050 455 millions de tonnes de viande. 90 % de ce tonnage seront produits dans les pays en développement, ce qui suppose une intensification de l'élevage dans ces régions. Nous sommes confrontés à d'importants contrastes et à des situations complexes. La globalisation et le phénomène de l'émergence font surgir des problèmes et on peut définir des « points chauds » (« hot spots ») dans lesquels animal domestique, animal sauvage, pathogènes et leurs vecteurs et homme, notamment dans les écosystèmes forestiers en régions chaudes et humides, se rencontrent.

Plusieurs systèmes d'élevage sont classiquement décrits.

- **Les systèmes extensifs**

Les systèmes extensifs, notamment nomades et transhumants, sont a priori plus favorables à la diffusion des maladies du fait en particulier des mouvements des troupeaux et parce qu'ils peuvent également être en contact avec la faune sauvage. Cependant, les éleveurs connaissent très bien leurs troupeaux et leurs maladies et ils sont très réceptifs aux programmes de lutte. Il est donc souvent inexact ou trop simplificateur de dire que, dans les pays en développement et en transition, les systèmes d'élevage extensifs augmentent le risque de diffusion des maladies. Ceci étant, de réelles difficultés de surveillance existent comme par exemple dans les zones reculées ou en périodes de transhumance. Notons également que certains détracteurs de l'élevage pointent les dégâts environnementaux que l'élevage en zone sèche peut provoquer (risques de désertification). En fait, lorsque l'homme ne modifie pas en les déséquilibrant les parcours pastoraux traditionnels, les éleveurs savent gérer leurs ressources de façon durable. Par ailleurs, la conservation de la biodiversité est meilleure dans ce système que dans d'autres systèmes.

- **Les systèmes intensifs commerciaux**

Dans la mesure où les systèmes de prévention et lutte contre les maladies sont plus efficaces, notamment du fait que les mesures de biosécurité et vaccinations y sont théoriquement plus faciles à appliquer, il est classique de considérer que l'intensification des systèmes d'élevage s'accompagne d'un meilleur contrôle des maladies animales. Cependant, dans les pays en voie de développement, ces mesures ne sont pas toujours appliquées de façon optimale et, en conséquence d'une plus grande concentration des animaux, la diffusion des agents pathogènes peut se trouver au contraire accrue. Mais par ailleurs, puisqu'ils les animaux sont le plus souvent élevés dans des installations et bâtiments clos, le contact avec la faune est moindre ce qui réduit les sources de pathogènes pour les élevages ou la diffusion des pathogènes de l'élevage vers le milieu extérieur. L'utilisation des antimicrobiens à large échelle et de façon non contrôlée peut être à l'origine de l'apparition de résistances aux antimicrobiens. C'est une question spécifique de plus en plus d'actualité pour laquelle les normes et guides de bonnes pratiques existent, en particulier ceux de l'OIE, et qu'il s'agit de faire appliquer au travers de législations appropriées et de services vétérinaires publics et privés efficaces. L'érosion de la biodiversité animale en systèmes intensifs est très rapide et

certains problèmes environnementaux, tels les pollutions, ne sont souvent pas suffisamment pris en compte.

- **Les systèmes intensifs intermédiaires**

Les deux systèmes décrits ci-dessus représentent deux extrêmes mais il existe une multitude de pratiques intermédiaires très variées. Une vision binaire stricte est donc peu appropriée dans bien des cas et la relation intensification-conséquences sur la santé animale doit être analysée en intégrant la complexité des facteurs en cause.

- **Les systèmes villageois**

Dans les systèmes villageois, les élevages peuvent être extensifs, de type « basse-cour » ou intensifs, en enclos, en petites unités. La prévention des maladies et la lutte contre ces dernières y sont plus difficiles, car les éleveurs ne sont que peu réceptifs aux programmes de surveillance, prévention et lutte et de ce fait ces systèmes peuvent diffuser facilement les maladies ou être réservoirs de pathogènes. Mais ce n'est de nouveau pas univoque et certains pathogènes très contagieux peuvent parfois au contraire, s'ils ne sont pas réintroduits de façon répétée, disparaître. Par ailleurs ces systèmes sont souvent plus en contact avec la faune sauvage et à moins utiliser d'intrants médicamenteux, deux facteurs favorables à la diffusion des maladies. La biodiversité animale domestique est dans ces élevages villageois souvent mieux conservée.

En conclusion, si quelques grandes tendances peuvent être déduites de l'intensification de l'élevage, les bilans pour chaque système en pays en développement et en transition, sont souvent contrastés en termes d'épidémiologie des maladies, en fonction par exemple des mouvements des troupeaux ou de la concentration des animaux. Par conséquent, il est difficile, en matière de politiques sanitaires, de définir des programmes nationaux ou régionaux applicables à tous les contextes et il est nécessaire de développer des stratégies flexibles et adaptables aux différents écosystèmes et conditions socioéconomiques.

La question des mesures d'abattage des animaux dans les foyers de maladies contagieuses (« *stamping out* ») sont souvent difficiles à appliquer mais également critiquées du fait qu'elles peuvent concerner des animaux à haute valeur génétique (races en danger de disparition, races traditionnelles faisant l'objet de programmes de conservation...). Il est à souligner que plusieurs articles du code sanitaire de l'OIE pour les animaux terrestres prévoient des exceptions tenant compte de ces considérations de conservation de la biodiversité génétique animale. Il est souligné que la conservation *in situ*, en milieu naturel, s'avère très complexe, d'application coûteuse et nécessitant des actions sur le long terme. Or le financement de ces programmes, qui sont de nature « bien public international, est particulièrement difficile à trouver.

Les programmes de lutte répondent à des principes qui s'appliquent à tous les systèmes. Sans services vétérinaires efficaces, en partenariat public-privé, ces programmes ne peuvent être mis en œuvre de manière adéquate et ils n'ont que peu de chances de produire un impact positif. La prévention et la lutte contre les maladies animales et humaines reposent sur une bonne surveillance, une détection et alerte précoce de tout nouvel événement sanitaire et une réponse immédiate. La transparence de l'information sanitaire est un prérequis et il existe toujours une marge de progrès conséquente notamment dans les pays en développement.

Plusieurs organismes internationaux sont actifs dans le domaine de la santé animale y compris pour les maladies communicables à l'homme (zoonoses). L'OIE, Organisation Mondiale de la Santé Animale occupe le premier rang et ses deux rôles majeurs sont la préparation et l'adoption par ses 180 pays membres puis publication des seules normes internationales en santé animale

reconnues par l'OMC et basées sur les connaissances scientifiques. La collecte et la diffusion de l'information sanitaire officielle est le second mandat majeur de l'OIE auquel s'ajoutent plusieurs autres missions telles l'appui à la mise en conformité, par rapport aux normes de l'OIE, des services vétérinaires nationaux. La FAO est également une organisation internationale des Nations Unies responsable de programmes variés en santé animale, en appui à ses pays membres et elle est un partenaire majeur de l'OIE. La FAO est très active pour la conservation de la biodiversité animale domestique... L'OMS, organisation internationale des Nations Unies, est responsable de la santé humaine et elle est un partenaire de l'OIE et de la FAO dans le domaine de maladies zoonotiques et de la sécurité sanitaire des aliments d'origine animale...

Différents exemples de programmes de lutte contre les maladies animales ont été rapidement évoqués telle l'éradication de la peste bovine, première maladie animale à avoir été déclarée éliminée, en 2011, de la planète, la grippe aviaire à H5N1, la rage, la fièvre aphteuse ou la peste des Petits Ruminants. Ces programmes diffèrent beaucoup selon les maladies mais ils s'appuient tous sur les principes de base mentionnés précédemment.

Questions

Coralie DANCHIN-BURGE, Institut de l'élevage

Je suis en charge de la biobanque nationale, une collection de semences et d'embryons d'animaux d'élevage. Nous nous heurtons à une difficulté concernant les races menacées, car nous devons appliquer des règles sanitaires internationales de commerce qui ne sont pas adaptées au prélèvement de ressources génétiques.

Joseph DOMENECH

Ces règles sont nécessaires, car le prélèvement d'espèces en voie de disparition vous expose à prélever du matériel à haut risque, affecté par des pathogènes, ce qui est inenvisageable.

Philippe BARET, Université catholique de Louvain

Comment définissez-vous l'intensification et pourquoi affirmez-vous qu'il n'existe aucune solution alternative à celle-ci ? Par ailleurs, vous avez noté la difficulté de financer les programmes de conservation *in situ*, mais une réflexion est-elle menée sur le coût de la perte de biodiversité ?

Joseph DOMENECH

Le terme « intensification » était peut-être ambigu. Il convient de parler d'« augmentation de la productivité », celle-ci étant inévitable, compte tenu des perspectives d'évolution de la consommation, particulièrement dans les pays en voie de développement. Le maintien des races *in situ*, dans leurs milieux de production naturels, pose un problème de financement, mais aussi de maintien sur le long terme. Des fonds publics devraient permettre la conservation de ce « bien public international » qu'est la biodiversité. La conservation *in situ* est aussi problématique. En effet, elle est elle aussi coûteuse mais de plus, comment faire en sorte que les agriculteurs ne choisissent pas des espèces plus productives ?

Session 2 : Quelles stratégies de sélection et d'intensification ?

Réintroduire la robustesse dans la sélection animale

Pierre MORMÈDE

Directeur de recherche (CE) – INRA – Laboratoire de génétique, physiologie et systèmes d'élevage (GenPhySE) au Centre de recherche de Toulouse

En tant que généticien, je m'intéresse à la biodiversité entre systèmes fonctionnels chez un seul animal, plutôt qu'entre espèces ou individus.

La sélection génétique pratiquée depuis plusieurs décennies, qui a permis l'accroissement de la production (par exemple, à travers une augmentation du nombre de porcs par truie), a été rendue responsable de problèmes fonctionnels tels que des difficultés de reproduction, des problèmes de survie des nouveau-nés, des problèmes d'aplomb, des maladies de production, etc. Le même problème se retrouve chez les bovins : alors que la production laitière a doublé, la fertilité et l'espérance de vie ont baissé.

Le concept de robustesse a été défini en réponse à ces difficultés. Il a pour but d'optimiser la performance du produit tout en minimisant sa sensibilité aux perturbations. En élevage, il fait donc référence à la capacité de l'animal à exprimer son potentiel de production dans une large gamme d'environnements sans compromettre sa santé physique et son bien-être. La robustesse est ainsi un concept synthétique qui combine le potentiel de production avec la sensibilité des animaux aux perturbations de l'environnement, la résistance, et leur capacité à s'adapter, la résilience. Les performances de production des porcs ne se situent qu'à 80 % de leur potentiel génétique. Nous voyons donc qu'il est possible de progresser dans l'adaptation des animaux aux conditions d'environnement commercial qui ne sont pas toujours optimales.

Il s'agit donc de savoir comment améliorer la robustesse. Pour expliquer cette balance entre production et résistance, les spécialistes ont recours à la théorie de l'allocation des ressources, à savoir que lorsque les animaux affichent des performances élevées du fait de leur sélection génétique intense, l'environnement doit être optimal pour faire face au potentiel de production. Au contraire, dès que le niveau de l'environnement diminue, une interaction se développe entre génotype et environnement, qui fait perdre à l'animal en production. Les composantes de ce compromis entre production et adaptation restent à préciser et souvent à démontrer. Toutefois, la robustesse est maintenant un objectif de sélection.

Je vais passer en revue les différentes stratégies génétiques développées pour augmenter la robustesse et le bien-être des animaux.

- **La réévaluation des objectifs de sélection pour les caractères de production**

Puisque le niveau de production est au moins en partie responsable de l'augmentation de la sensibilité des animaux aux contraintes de l'environnement, il peut-être pertinent de mieux balancer dans les objectifs de sélection production et résistance, démarche qui va à contre-courant des pratiques actuelles. L'exemple caractéristique est celui du porc de Piétrain qui est très sensible au stress, cliniquement myopathe, et qui pourtant représente 80 % des ensemencements en France, parce qu'il offre un gain sur la quantité de viande maigre.

- **L'inclusion des caractères fonctionnels mesurables dans les objectifs de sélection**
Il y a dix ans, seuls le nombre de naissances, la vitesse de croissance, l'indice de consommation et la quantité de maigre étaient pris en compte. La qualité des aplombs, la survie des nouveau-nés, la fertilité, la sensibilité aux maladies, l'efficacité du système immunitaire sont maintenant considérés.
- **L'amélioration de la sensibilité globale à l'environnement**
Elle se mesure par l'analyse des normes de réaction. Il apparaît que les génotypes les plus sensibles à l'environnement sont ceux qui ont la production la plus élevée. Cette stratégie est difficile à mettre en œuvre, car les mesures sont compliquées à prendre et l'héritabilité est faible.
- **La génétique du stress et de l'adaptation**
Ce sont des thèmes de recherches qu'il convient d'explorer, car le tempérament et la variabilité individuelle sont difficiles à évaluer, le phénotypage à établir.
- **L'axe corticotrope comme composante du compromis entre production et adaptation**
Cet axe est le principal système endocrinien qui répond à la demande de stress par la sécrétion du cortisol. Il a des effets négatifs sur les caractères de production, mais des effets positifs sur les caractères d'adaptation. L'objectif maintenant serait de réactiver les réponses de stress.

En conclusion, je vais reprendre ces différentes possibilités de sélection pour les commenter :

- les généticiens sont assez résistants à l'idée de sélectionner des individus moins productifs, même si ceux-ci sont plus résistants aux contraintes environnementales ;
- l'inclusion des caractères fonctionnels dans les objectifs de sélection est très efficace et largement mise en œuvre, mais doit être encore intensifiée ;
- l'amélioration de la sensibilité globale à l'environnement est difficile à mettre en œuvre ;
- les stratégies basées sur les caractères d'adaptation se situent encore au stade de la recherche, mais les premiers résultats sont très encourageants.

Pour mémoire, je citerai aussi le rôle de la génétique pour résoudre des problèmes ponctuels de bien-être, par exemple éviter l'écornage et la castration des porcelets. Cependant, dans de nombreux cas, nous constatons des problèmes de phénotypage et de définition des objectifs de sélection. Ce sont des caractères complexes multigéniques, d'où l'ouverture vers une sélection génomique, mais à condition d'intégrer tous ces caractères dans l'évaluation phénotypique. Les principaux objectifs de sélection génétique sont maintenant l'efficacité alimentaire, la robustesse et la qualité des produits.

Diversité génétique dans les cultures et vulnérabilité sanitaire : des exemples de stratégies de sélection et de gestion pour les céréales

Isabelle GOLDRINGER

Directrice de recherche – INRA – UMR de Génétique végétale du Moulon

Je ne vais pas vous parler uniquement de sélection, mais plutôt essayer de montrer comment les généticiens et les améliorateurs de plantes pourraient ne pas seulement se limiter à l'intégration de nouveaux critères dans la sélection individuelle, mais contribuer à une gestion et une utilisation intégrées de la diversité génétique.

La diversité cultivée est souvent perçue par les sélectionneurs comme un réservoir d'allèles pour l'amélioration des plantes. La plus grande composante de la diversité génétique est constituée par les ressources génétiques qui sont stockées dans les banques de graines, de façon déconnectée de l'environnement, et sont utilisées parcimonieusement en sélection.

Le travail de création variétale, d'innovation, de recombinaison génétique et de développement de nouvelles diversités s'effectue uniquement dans ce compartiment de la sélection, avec la création de variétés qui sont ensuite largement diffusées aux agriculteurs. L'ensemble des surfaces cultivées pour une espèce ne contribue pas à ce travail puisqu'elle est dédiée à la production.

Il conviendrait de rompre avec cette vision compartimentée, et ne plus considérer la biodiversité comme un stock, un réservoir d'allèles, mais plutôt comme un ensemble de processus génétiques écologiques et sociaux qui résulte d'une interaction, dans l'espace et dans le temps, entre les plantes cultivées, la biodiversité sauvage, l'environnement et l'homme.

Dans un premier temps, je traiterai de la diversité des blés dans les paysages français au cours du xx^e siècle, pour montrer que la façon dont nous mobilisons cette diversité génétique est importante.

Avec la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité, nous avons développé un indicateur qui répond aux attentes de la CBD (Convention on Biological Diversity) et prend en compte le nombre des entités différentes, leur répartition spatiale dans les paysages, et leurs différences génétiques, auxquels nous avons ajouté la diversité génétique intra-variétale. Nous avons obtenu les données de répartition spatiale et des données génétiques pour plus de 1 000 variétés dans 80 départements, depuis 1912.

Trois périodes peuvent être identifiées. Jusqu'aux années 1970, nous constatons une diminution drastique de la diversité, due au remplacement des variétés traditionnelles par des variétés modernes homogènes génétiquement et la culture de quelques variétés phares. Dans une deuxième période, la diversité augmente à nouveau grâce à l'utilisation par les sélectionneurs de ressources génétiques. La dernière période est plus difficile à expliquer, car nous constatons une explosion du travail des sélectionneurs, avec la mise à disposition d'un très grand nombre de variétés, mais une tendance à la baisse de cette diversité qui s'explique par une homogénéisation génétique à l'échelle nationale et l'appareillement des variétés dominantes.

Il est nécessaire de prendre en compte l'organisation spatio-temporelle de la diversité cultivée pour augmenter la durabilité des cultures. Le travail des généticiens est donc important, car ils contribuent à une gestion et une utilisation intégrées de cette diversité.

Trois types de stratégie peuvent alors être adoptés.

- **La gestion des variétés dans les paysages**

Elle a été présentée ce matin.

- **Les mélanges de variétés**

Divers mécanismes peuvent expliquer les propriétés intéressantes des mélanges. Elles sont un frein aux épidémies par des organismes pathogènes et permettent une stabilisation du rendement.

- **La sélection décentralisée participative**

L'idée est de ne pas chercher à développer quelques variétés au fort potentiel dans des conditions proches de l'optimum, mais de travailler sur l'adaptation locale à des conditions diversifiées et à faible niveau d'intrants, ce qui conduit à une grande diversité des populations développées. De plus, cultiver des variétés non fixées leur permet de conserver une capacité d'adaptation aux changements globaux (evolutionary breeding).

La biodiversité comme facteur d'intensification écologique des systèmes de production agricole : exemple avec la stratégie AEI de la coopérative TERRENA

Bertrand PINEL

Chef de projet R&D – TERRENA INNOVATION

TERRENA est une coopérative du Grand Ouest regroupant 22 000 adhérents agriculteurs, 12 000 salariés, et ayant réalisé en 2013 un chiffre d'affaires de 4,6 milliards d'euros.

Depuis 2008, TERRENA a fait de l'AEI (Agriculture Ecologiquement Intensive) le cœur de sa stratégie et a été reconnue, en janvier 2014, par le Ministère de l'écologie, comme une entreprise engagée dans la Stratégie Nationale pour la Biodiversité.

La coopérative est dirigée par un Conseil d'Administration composé d'agriculteurs. Ce sont bien des agriculteurs qui ont pris la décision de la stratégie AEI et donc ont mis en place des moyens techniques et financiers pour inventer des solutions pour utiliser moins d'intrants.

Nous exerçons trois grands métiers.

- **L'approvisionnement**

Nous fournissons nos adhérents en intrants, semences, engrais, pesticides, aliments pour animaux. En France, la plupart des coopératives accompagne la vente de ces intrants avec les conseils d'utilisation.

- **La collecte**

Nous collectons et valorisons les productions collectées auprès de nos adhérents.

- **La transformation**

Comme d'autres coopératives, mais pas toutes, nous transformons ces productions agricoles dans nos usines agro-alimentaires pour les vendre ensuite, notamment à la grande distribution.

L'AEI consiste à « produire plus et mieux avec moins, » c'est-à-dire utiliser au maximum les services écosystémiques en remplacement des intrants de synthèse non renouvelables. Contrairement à l'agriculture biologique, dans laquelle nous sommes également largement engagés en Loire-Atlantique et Maine-et-Loire, dans l'AEI nous n'excluons toutefois pas, si nécessaire, l'usage de ces intrants. Cependant, remplacer une partie des intrants, impose une plus grande intervention humaine en termes d'intelligence, car là où les intrants fonctionnent à tous les coups, les services écosystémiques eux sont variables et nécessitent des adaptations de pratiques pour chaque parcelle, chaque année, chaque système de production.

Dans ce cadre, les solutions AEI proviennent non seulement d'un savoir *top-down*, provenant des instituts de recherche, des services agronomiques et vétérinaires des coopératives, mais également d'un savoir *bottom-up* apporté par les agriculteurs qui sont pour nous des « sentinelles de la Terre », c'est-à-dire qu'ils inventent et expérimentent de nouvelles techniques Je vais vous donner plusieurs exemples de pratiques qui fonctionnent et qui ne fonctionnent pas.

Première exemple, les Plantes compagnes JD, c'est-à-dire la vesce et le trèfle, sont ajoutées au colza. Semées fin août-début septembre, elles poussent très vite, à la place des mauvaises herbes, et remplacent donc les herbicides. De plus, ces plantes d'origine méditerranéenne, très sensibles au froid, sont censées geler l'hiver, une fois leur travail accompli. Si elles ne gèlent pas avec le climat océanique, nous disposons d'une solution chimique complètement sélective du colza et totalement efficace sur les légumineuses. En plus du « zéro herbicide », nous avons observé que ces légumineuses fixent l'azote et permettent de réduire la fertilisation azotée sur les colzas de 20 à 30 unités. Enfin, l'association colza et légumineuses qui ressemble à l'automne à ce que certains appellent « un bourrier » perturbent non seulement notre œil habitué à des parcelles bien désherbées, mais surtout semble perturber les altises puis les attaques semblent plus faibles, ce dernier point faisant encore l'objet d'étude

Deuxième exemple, pour inciter à la culture du lupin, nous l'associons au triticales qui a un pouvoir de tallage très important. Une fois de plus, ce dernier, semé en fin septembre, permettra à l'agriculteur de se passer complètement d'herbicide. Cependant, dans la mesure où ces deux plantes ont un cycle de développement simultané, l'agriculteur récolte le triticales avec le lupin en mélange, et la coopérative a donc dû, travailler à la séparation des graines en silo, une tâche qui représente un coût de 15 euros par tonne.

Troisième exemple, c'est l'association de deux variétés de colza pour réduire les attaques de méligèthes. Le méligèthe, qui est un ravageur du colza juste avant floraison, puisqu'il perfore les boutons floraux et les détruit, va devenir un auxiliaire polinisateur dès lors que ces fleurs sont ouvertes. En semant en mélange 5% de colza plus précoce que celui que nous récoltons, nous attirons les méligèthes sur ces colzas pièges, qui sont alors détruits, ce qui laisse au colza le temps de fleurir. Nous baissons ainsi l'IFT (Indicateur de Fréquence de Traitement) d'insecticide.

Quatrième exemple, nous avons testé l'association de variétés en micro-parcelles avec la FRB (Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité) et LU. Néanmoins, nous n'avons pas mis en évidence un intérêt pour la réduction des fongicides. En revanche, en matière de verse, une variété plus sensible dans le mélange sera aidée par celles qui le sont moins. Il y a donc moyen de supprimer le régulateur hormonal de croissance... Autre inconvénient : même si l'agriculteur sème une association 25-25-25-25, à la récolte, d'une année à l'autre, telle ou telle variété aura pu prendre le dessus sur les autres : ne pas savoir ce qui est récolté est un handicap pour l'homogénéisation des lots de grains nécessaire pour une bonne valorisation en aval meunerie...

Cinquième exemple, nous tentons de développer un aménagement « biodiversité » autour de nos sites industriels, en ne tondant pas le gazon régulièrement autour des bâtiments, en plantant des arbres, des plantes, voire en créant des mares. Dans le cas d'un abattoir de viande bovine situé dans une zone lacustre, nous espérons ainsi favoriser les prédateurs des tipules qui menacent l'exploitation.

Nous tentons donc, à la croisée du public et du privé, de travailler sur des solutions qui respectent la biodiversité et s'en servent comme un réservoir d'intensification écologique.

Questions

Maximilien ROUER, BeCitizen

Ma question s'adresse à Madame GOLDRINGER et Monsieur MORMÈDE. Vos positions me semblent tout à fait pertinentes, mais sont-elles entendues au sein de l'INRA pour lequel vous travaillez ?

Dans la salle

Les mélanges de variétés procurent plus de robustesse ou de résilience, mais moins d'homogénéité ou de standardisation du produit mis sur le marché. Comment se passe dès lors la relation avec les industriels et les filières aval ?

Isabelle GOLDRINGER

Les verrous sont plus psychologiques, économiques ou politiques que techniques. Si la teneur en protéine est stabilisée à 11 %, aucune raison ne justifie que ce type d'agriculture ne soit pas adopté. Quant à la question du prix, elle serait réglée si nous réintégrions les coûts environnementaux et sociaux.

Pierre MORMÈDE

Tant que le consommateur ne s'intéressera qu'à la quantité et non à la qualité, cette économie n'évoluera pas.

Jean-François GUÉGAN

Le principe de l'agronomie intensive est d'avoir normalisé le produit pour favoriser la mécanisation et dispenser du tri. Il faut donc choisir entre réintroduction de la biodiversité et normalisation.

André GALLAIS, AAF, AgroPariTech

La perte de diversité a débuté avec la domestication. Il me semble qu'un élément favorable à la diversité réside dans la durée de vie de plus en plus courte des variétés. Je souhaitais aussi soulever une question sur les associations de variétés de blé : pourquoi sont-elles si peu utilisées ?

Bertrand PINEL

Nous ne mettons pas très en avant ces associations, car elles sont plus difficiles à gérer en termes de pilotage (fertilisation azotée, protection maladies) et en matière d'homogénéisation des silos. Avant de les promouvoir, des essais agronomiques doivent être poursuivis.

Philippe BARET

Vous avez indiqué que l'objectif de l'AEI est de produire plus et mieux avec moins. Avez-vous pu documenter jusqu'où il est possible d'aller ? Est-il encore possible de produire plus avec moins d'intrants ?

Bertrand PINEL

Le terme AEI a été inventé par Michel GRIFFON pour mener une réflexion sur l'agriculture mondiale. Or il est possible d'accroître la productivité à cette échelle, conformément aux demandes de la FAO d'augmenter la production de 70 % pour nourrir les futurs 9 milliards d'habitants de notre planète. En revanche, chez nous, la productivité sera difficile à augmenter à l'hectare, nos rendements étant déjà élevés. Notre but sera davantage de produire mieux, même en produisant un peu moins, si les produits sont bien valorisés. Et à l'échelle du système, il y a possibilité de produire plus, notamment plus de biomasse l'hiver pour alimenter un méthaniseur ou recharger son sol en matière organique.

Session 3 : Filières, Marchés et Politiques

Table ronde

Cecilia BELLORA – Université de Cergy-Pontoise – INRA – UMR Economie publique
Geneviève CAZES-VALETTE – Enseignant-chercheur en marketing et anthropologie de l'alimentation – Toulouse Business School
Jacques POULET – Directeur Pôle animal – Coop de France
Maximilien ROUER – Président de BeCitizen (Groupe Greenflex)

La table ronde a été animée par Sébastien TREYER, Directeur des programmes de l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri)

Sébastien TREYER

Cette journée a notamment montré que nous disposons d'un grand nombre de solutions innovantes, mais qui sont difficilement compatibles avec l'aval. C'est à cette problématique que cette table ronde essaiera de répondre.

Sans être certains que la diversification améliore la sécurité sanitaire, nous pouvons néanmoins former l'hypothèse qu'elle constitue une option importante, à ne pas négliger, pour un ensemble d'enjeux de développement durable, particulièrement pour la santé de la faune, de la flore et des êtres humains. Par ailleurs, cette diversification doit faire face à une tendance très forte à l'homogénéisation. Dès lors, nous devons déterminer comment construire des stratégies de rediversification des écosystèmes agricoles, pour mieux gérer ces enjeux sécuritaires et environnementaux.

Toutefois, ces rediversifications se heurtent à des mécanismes économiques ou politiques, avec des différentiels de rentabilité, l'absence de filière structurée ou l'impossibilité de reconstruire des filières, qui constituent de véritables verrous. Nous allons donc tenter d'aller plus loin dans la compréhension de ces stratégies en aval, pour comprendre comment ces enjeux de biodiversité et de sécurité sont perçus, et si les acteurs de l'aval parviennent à établir un lien entre ces deux questions que nous avons réunies aujourd'hui.

Monsieur POULET, pouvez-vous nous dire, en premier, comment vous percevez ces questions ?

Jacques POULET

Au sein de Coop de France, je couvre quatre filières de production : bovins, ovins, porcins et aviculture et la nutrition animale. Le Pôle animal de Coop de France couvre de la coopérative de production à l'outil d'abattage-transformation, avec un maillon transversal constitué par la nutrition animale qui pèse jusqu'à 65 % de nos coûts de production. La dépendance aux protéines végétales importées est un sujet qui nous préoccupe énormément.

Jusqu'à présent, le raisonnement économique a privilégié le court terme et l'individuel. Nos éleveurs, par exemple, sont devenus des techniciens destinés à produire des animaux de rente,

standardisés pour que nos outils industriels puissent les traiter plus facilement, avec un meilleur rendement.

Cependant, nous avons à présent du mal à faire face à la concurrence d'autres pays qui ont déjà changé de paradigme. Nous devons adopter un raisonnement sur la globalité et le long terme. Mais il est très difficile de livrer cette analyse à des éleveurs qui sont en crise.

Toutefois, nous nous efforçons d'anticiper mais notre analyse du maintien de la biodiversité est très souvent sous l'angle des conséquences négatives pour l'élevage... Par exemple, la présence du blaireau dans la faune sauvage est importante pour la biodiversité mais il présente un risque sanitaire pour les bovins, ces animaux étant susceptibles de leur transmettre la tuberculose qui avait été éradiquée. Si la DGAL (Direction Générale de l'Alimentation) s'occupe de la gestion du risque, l'éleveur va devoir être intégré au dispositif de la surveillance.

Sébastien TREYER

Monsieur ROUER, comment le chaînon de l'industrie agroalimentaire perçoit-il ces enjeux de diversité et de sécurité sanitaire ?

Maximilien ROUER

J'aimerais rappeler qu'en dehors même de l'industrie alimentaire, les entreprises n'ont plus aucune certitude sur leur avenir et leur marché. Cette situation est due notamment à la compétition internationale et à la désintermédiation. La caractéristique de l'agriculture est d'être, avec le tourisme, l'un des derniers réservoirs de croissance non délocalisables de la France, puisque l'industrie du bâtiment est à son tour touchée par ce phénomène. L'avenir de l'agriculture passe par une forte diversité de son offre, liée à ces enjeux de sécurité sanitaire qui englobent la réglementation et le problème de l'obésité.

Je suis très choqué par ce phénomène de l'obésité qui touche au premier chef les milieux défavorisés. 60 à 70 % d'une classe d'âge d'enfants de 7 à 8 ans sont dans cette situation qui n'a pas seulement des causes génétiques, mais aussi alimentaires, liées aux volumes ingérés et à leur diversité nutritionnelle. L'obésité est une des conséquences sanitaires de la standardisation alimentaire à l'œuvre depuis 60 ans. Les distributeurs alimentaires, confrontés à la désintermédiation croissante via internet, ont besoin de se réinventer, de se différencier sur l'offre, et plus seulement sur le prix. On peut se raccrocher de loin aux initiatives comme les AMAP ou plus proche à « La ruche qui dit oui ! ». Ces initiatives, encore signaux faibles, répondent à l'émergence d'une demande de différenciation permise par la désintermédiation. Cependant, à date, le sujet de ces initiatives n'est pas leurs débouchés, mais le nombre de producteurs capables de satisfaire à la demande.

La biodiversité génétique des matières premières agricoles alimentaires est nécessaire, mais pas suffisante, car une génétique différenciée, nourrie par des aliments standardisés, ne permettra pas d'obtenir des aliments divers. Pour être plus explicite, un poulet de génétique locale, mettons du Poitou, qui serait nourri exclusivement avec du soja et du maïs Brésilien, serait-il si différent nutritionnellement d'un poulet de génétique standard Brésilien ? Les Canadiens ont beaucoup travaillé sur une analyse innovante et originale des profils nutritionnels des produits alimentaires et diffusent leurs travaux par l'intermédiaire de ces nouveaux réseaux. Connaissez-vous les indicateurs nutritionnels nommés : indices PRAL (aliment acidifiant), densité nutritionnelle,

charge glycémique, score anti oxydant, densité calorique, index glycémique, ratio oméga-6/oméga-3, indice de satiété... Autant d'éléments pour qualifier la qualité sanitaire d'un aliment, bien au-delà des nécessaires mais insuffisants rapport entre protéines, glucides et lipides, et le contenu énergétique (qu'il soit exprimé en calories ou en joules...) qui sont la norme.

Sébastien TREYER

Madame CAZES-VALETTE, pouvez-vous nous fournir des éléments sur le comportement des consommateurs, dont nous avons dit que leur attachement au seul prix constituait un puissant verrou ?

Geneviève CAZES-VALETTE

Le constat que vous posez est malheureusement juste, puisque la part et les dépenses globales dédiées à l'alimentation baissent dès que le revenu augmente, et que les consommateurs ne se soucient guère de la biodiversité. L'association UEBT (Union for Ethical Biotrader) a lancé une enquête d'opinion sur internet qui laisse apparaître que 67 % des Français interrogés en 2014 disent avoir entendu parler de la biodiversité, mais que seuls 37 % sont capables de la définir. De même, ils sont 31 % à prétendre acheter des produits équitables, alors que les produits biologiques n'occupent que 4 % de part de marché. Encore faut-il noter que cette enquête ayant été menée en ligne est faussée par le fait que la population ayant répondu est déjà sélectionnée puisque connectée. Il faut donc être lucide et se rendre compte que peu de personnes passent des paroles aux actes.

Quelles sont alors les pistes pour faire évoluer le marché ? Lorsque, dix ans auparavant, j'avais étudié la consommation de viande, je m'étais rendu compte que deux facteurs influençaient sa baisse : la compassion à l'égard des animaux, qui était mise en avant dans les enquêtes, et les préoccupations de santé, qui étaient en fait le véritable motif d'un changement de comportement. Les origines du développement de la consommation de produits biologiques ont été les mêmes, puisque celle-ci est intervenue au moment de la crise de la vache folle. Les consommateurs ont alors considéré les produits biologiques comme plus sûrs pour leur santé. Le passage au biologique est d'ailleurs souvent lié à la naissance du premier enfant. Je pense donc que, pour faire changer le comportement du consommateur, pour qu'il soit prêt à payer pour la biodiversité, il convient de jouer sur son « égoïsme », sur ses préoccupations sanitaires.

Sébastien TREYER

Madame BELLORA, pouvez-vous nous apporter d'autres précisions sur le lien entre commerce et diversité ?

Cecilia BELLORA

Le commerce international exerce des impacts sur la diversité des systèmes de production agricole, mais ceux-ci sont complexes à étudier, car ils passent par l'intermédiaire des liens que l'agriculteur noue avec le marché, mais également par des questions de préférences de consommation et d'habitudes culturelles. En outre, les économistes s'intéressent peu à l'impact de l'exploitation des ressources naturelles sur la diversité des systèmes de production. Ils se

concentrent davantage sur l'impact sur la biodiversité sauvage, dans la mesure où ils perçoivent l'agriculture comme une cause plutôt que comme une victime.

L'un des meilleurs exemples pour cerner cette question est le suivant. Le Mexique, comme bassin de domestication du maïs, possède une très grande diversité d'espèces de cette graminée, qu'entretiennent les agriculteurs. Avant son entrée dans l'ALENA (Accord de Libre Echange Nord Américain) en 1994, le pays protégeait son marché intérieur par des barrières douanières, garantissait des prix élevés à ses agriculteurs et subventionnait la consommation. Avec la libéralisation et l'arrêt du soutien des prix aux agriculteurs, de nombreuses études annonçaient un exode rural massif et l'abandon de la culture des variétés locales, donc une perte de la biodiversité. Finalement, ces conséquences ne se sont pas vérifiées, parce que 20 % des agriculteurs étaient déconnectés du marché, produisant pour leur usage personnel, et que d'autres agriculteurs étaient concurrentiels (donc non affectés par les changements de prix). Parmi les 40 % d'agriculteurs qui se situaient entre ces deux catégories, beaucoup ont poursuivi l'activité agricole et en particulier la culture des variétés locales, même s'ils l'ont réduite, car elle correspondait au goût du marché régional. Ils ont augmenté les surfaces en maïs hybride, pour s'adapter à des prix plus faibles. Contrairement aux attentes, la biodiversité a donc été préservée.

Sébastien TREYER

Vos témoignages laissent apparaître que les systèmes actuels sont bâtis sur des économies d'échelle qui s'opposent *a priori* à la diversité. Cependant, les produits du territoire, qui sont aussi intéressants d'un point de vue nutritionnel, ne pourraient-ils modifier l'intérêt des consommateurs pour la biodiversité ?

Geneviève CAZES-VALETTE

Effectivement, l'un des moyens de valoriser ces produits, à part d'un point de vue nutritionnel, est de les inscrire dans un terroir. Je donnerai l'exemple du porc noir de Gascogne, qui avait disparu et a été réintroduit. Néanmoins, ces consommations demeurent marginales. Par ailleurs, nous devons être conscients que le modèle alimentaire est en train de se dichotomiser, avec, en semaine, l'achat de plats préparés et une préoccupation simplement nutritionnelle, et, le week-end, un souci plus grand de la qualité, mais aussi de l'achat et de la préparation de repas pour le plaisir. A part une élite éduquée et disposant de revenus relativement élevés, qui peut s'acheter régulièrement des produits de qualité, le reste de la population vit de cette manière.

Sébastien TREYER

Peut-être voulez-vous réagir à cette idée que les labels d'inscription territoriale sont des niches ? J'aurais aussi voulu que nous revenions sur l'opinion selon laquelle le prix payé n'est pas juste, car il n'incorpore pas les externalités.

Maximilien ROUER

Nous avons hérité du siècle dernier une tendance à opposer un système à un autre, une technologie à une autre, une vision du monde à une autre, alors que le XXI^e siècle est résolument dans l'inclusion, l'association et la fédération. Le XX^e siècle était le siècle du « OU », le XXI^e sera le siècle du « ET ». Par exemple, il est commun d'opposer le nucléaire au renouvelable dans le

secteur de l'énergie, la financiarisation aux monnaies locales dans la finance, l'agriculture conventionnelle à la biodynamie. Ces oppositions ont surtout pour effet de renforcer l'inertie du système. Une fois encore, nous sommes à l'époque de la désintermédiation, qui permet des initiatives aussi différentes qu'AmazonFresh, quand Amazon.com se met à distribuer des produits alimentaires, frais ou non, ou encore le site internet de vente directe de viande aux particuliers mis en place par la coopérative de la Roche-sur-Yon (la CAVAC). Il faut concilier ces approches, les rendre non exclusives. De même pour les zones de production agricoles, certaines zones étant compétitives, d'autres ayant besoin d'être soutenues. Il faut organiser politiquement la coexistence d'une agriculture compétitive de manière autonome, parce que dans les grandes plaines, etc, et d'une agriculture qui ne sera compétitive qu'avec le soutien de l'Etat, étant plus morcelée, moins bien desservie (zones de montagne...).

Sébastien TREYER

Cette réflexion sur la coexistence est peu développée. Toutefois, certains acteurs estiment que la concurrence est trop forte.

Maximilien ROUER

J'interviens de plus en plus auprès des pouvoirs publics pour travailler à l'organisation de cette coexistence. Je constate que les territoires développent des énergies formidables. Malheureusement, lors des derniers Etats généraux de l'agriculture, le maître mot était de desserrer la contrainte environnementale, alors que celle-ci peut être un facteur de compétitivité pour le pays. Croire qu'on sera compétitif avec des pays comme le Brésil ou l'Australie sur toutes les cultures relève de la naïveté ou du mensonge. Les modèles ne sont pas comparables. Le rôle du pouvoir régalien consiste à faciliter l'émergence et la coexistence de ces agricultures, dans un contexte globalisé.

Sébastien TREYER

Monsieur POULET, percevez-vous la diversité comme un atout plutôt que comme une contrainte ?

Jacques POULET

Nous n'allons pas basculer brutalement dans un nouveau système, car le volume massifié demeurera encore longtemps pour répondre à la demande de produits de qualité à prix raisonnable. Je suis d'accord avec Monsieur ROUER : il ne faut pas tomber dans l'opposition systématique et le pire consiste à avoir un système qui se fige, car une telle inertie aboutit à une condamnation à mort. L'agriculture conventionnelle doit prendre en compte de nouvelles demandes sociétales, anticiper pour mieux progresser. Par réflexe, nous tenons toujours compte d'abord de l'impact négatif des évolutions, mais nous devons aussi être attentifs aux opportunités qu'elles procurent. Par exemple, sortir de la dépendance protéique au soja est un défi, nécessite un important travail, mais peut nous apporter beaucoup.

Sébastien TREYER

Madame BELLORA, faudrait-il mieux réguler le commerce international et veiller à un rééquilibrage entre pays ne disposant pas des mêmes normes sociales et environnementales ?

Cecilia BELLORA

Toute la difficulté réside dans la rémunération du maintien de la biodiversité. En économie, ce concept est acquis, mais difficile à mettre en place. Aux Etats-Unis, des banques de compensation ont été développées pour permettre de contrebalancer, par des projets, les dégâts infligés à l'environnement. Un agriculteur peut ainsi être rémunéré pour maintenir ou développer la biodiversité. Cependant, en économie, la restauration de la biodiversité demeure liée à l'examen de ses conséquences négatives (telles que le plus grand nombre d'attaques parasitaires, le moindre rendement) et à leur monétisation. Un exemple pour illustrer l'incertitude qui règne autour de la quantification des pertes de biodiversité : récemment, des chercheurs se sont demandé combien valait un hectare de forêt amazonienne, le chiffre oscille entre 20 et 10 000 dollars. A 10 000 dollars, il est possible de préserver cette forêt sans intervention publique alors que ce n'est pas envisageable à 20 dollars. Ce faible prix ne semble pas internaliser suffisamment la perte de biodiversité.

Sébastien TREYER

Vous considérez qu'il est difficile de quantifier le coût et l'impact de la perte de biodiversité. Nous devons toutefois trouver un levier pour enrayer des évolutions comme celle du bassin de la Seine.

Jean-François GUÉGAN

Votre définition de la diversité biologique me semble un peu restrictive. Elle ne consiste pas simplement en ce qui est visible, comme la vache de Salers ou le porc noir de Gascogne, mais réside dans l'invisible, dans la biomasse et la diversité des très nombreux micro-organismes. Or, si vous expliquez au public que la qualité des aliments, gustative, mais aussi nutritionnelle, dépend de cette biodiversité, son approche changera peut-être.

J'en donnerai un exemple. Il a été démontré que les enfants élevés au lait en poudre, soignés aux antibiotiques et recevant une nutrition homogène, voient leur physiologie et leur immunologie

affectées, car 70 % de nos défenses immunitaires chez le jeune enfant se constituent autour de l'intestin et entre entrent en interaction avec la flore intestinale et la diversité de ses acteurs. Les dernières études considèrent même que ces dérèglements en bas âge sont à l'origine du développement de maladies dégénératives comme Alzheimer. Il existe donc un lien entre biodiversité, diversité alimentaire et santé.

Michel MORISSET, Université de Laval

S'agissant de la volonté de payer des consommateurs un prix plus élevé pour des produits de meilleure qualité, je voudrais faire observer qu'au Canada, comme en France sûrement, plus de la moitié des produits achetés le sont en soldes. Tout le monde prône donc la vertu, mais chacun cherche à payer moins cher. J'ajouterai que le lien entre agriculteurs et consommateurs est souvent examiné, mais qu'il ignore le fait que 90 % de ce qui est vendu ont transité par des transformateurs. Il convient donc de s'interroger sur l'ouverture des marchés, car les contraintes recouvrent à la fois celles que fait peser le marché et les règles environnementales qui sont plutôt à l'initiative du citoyen. A chaque fois, les acteurs économiques se demandent quel va être le coût et si leurs principaux concurrents respecteront les mêmes normes.

Catherine REGNAULT-ROGER, AAF, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Depuis deux mois, nous assistons au saccage d'essais expérimentaux, comme ceux du CETIOM (Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux et du Chanvre), ou à l'occupation de laboratoires. Comment envisager cette coexistence, comment défendre la recherche dans ce climat d'intolérance ?

Maximilien ROUER

Je voudrais suggérer une analogie. Où la téléphonie mobile en serait-elle si le forfait n'avait pas été inventé ? Tant que le paiement s'effectuait à l'unité, le marché ne se développait pas. Avec le forfait téléphonique mensuel, la croissance est devenue hyperbolique. De la même manière, l'idée de « forfait alimentaire » permettrait de satisfaire le prix, la quantité et la diversité, tout en collant à la diversité des demandes, qu'elles soient sur des critères religieux, éthiques, nutritionnels,....

Concernant les saccages, toute nouvelle activité est actuellement soumise à la même vindicte de la part d'individus qui se sentent exclus (et le sont de fait). D'où la nécessité d'ouvrir les projets le plus en amont possible au plus grand nombre, à la fois pour faciliter leur adaptation au marché, et du même coup leur acceptabilité. Il s'agit rien moins que de développer une forme de péréquation tarifaire, qui est, je le rappelle, à la base du modèle français de l'énergie, et par exemple de permettre aux personnes concernées par les projets d'en être actionnaires, que ce soit de manière directe, via des coopératives, ou encore via le crowdfunding. C'est ce que les Allemands appellent la « recommunalisation ».

Jacques POULET

L'innovation suscite toujours des oppositions. C'est pourquoi il est nécessaire de développer l'écoute. Effectivement, dans notre monde concurrentiel, un transformateur se fournit où il veut,

ce qui déstabilise le marché. Je peux donner l'exemple du jambon que nous importons de pays étrangers qui ne respectent pas les mêmes normes que nous. La conséquence en est un alignement sur le moins-disant, renforcé par la standardisation des porcs. Nous sommes les premières victimes de ce système.

Dans la salle

L'idée d'une coexistence pacifique entre le système actuel et un autre, favorable à l'environnement et à la diversité, m'inquiète. En 30 ans, les rendements ont été multipliés par 3, mais les rejets d'azote par 10. Or les pollueurs ne sont ni contraints ni taxés. Je pense qu'établir une répartition entre des zones productivistes et des zones écologistes est inenvisageable. Nous devons concilier la protection et la production, mais aller au-delà d'une coexistence car celle-ci ne permettra pas de surmonter la situation actuelle. Le système des rémunérations doit être modifié pour tenir compte des coûts réels, de la qualité, etc.

Muriel TICHIT

Je voudrais revenir sur la distinction, proposée par Madame CAZES-VALETTE, entre l'alimentation de la semaine, de pure nutrition, et celle du week-end, dédiée au plaisir. L'enjeu des années à venir est de savoir si cette dichotomie s'accroîtra ou si nous parviendrons à l'enrayer. Que pensez-vous de la théorie sur les incitations douces, les « nudges » ? Aux Etats-Unis, différents chercheurs se sont rendu compte qu'il était possible, dans les cantines scolaires, d'influencer le comportement alimentaire en faisant varier la disposition des plats. Pensez-vous que ce genre d'incitation soit transposable de l'environnement à l'alimentation ?

Dans la salle

Je m'interroge sur le rôle du paysan dans ces évolutions. Je voudrais donner trois exemples relatifs à ma propre expérience. Avec l'aide de Madame GOLDRINGER, j'ai sélectionné des blés que je n'ai pas le droit d'enregistrer au catalogue, mais qui me permettent de mieux cultiver les micro-organismes pour la flore intestinale. La réglementation dans ce domaine étant relativement souple en France, j'ai pu les commercialiser sur les marchés et me suis aperçu, à mon grand étonnement, que ce pain ne posait plus de problème aux personnes allergiques au gluten. De même pour les fromages, je ne respecte pas les nouvelles normes sanitaires, mais vends directement, à la grande satisfaction de mes clients. Prenons l'exemple des tomates. Je refuse d'être contraint d'acheter des titres hybrides F1, pour que celles-ci, standardisées, puissent prendre place dans les cagettes. Les consommateurs qui font leurs courses sur les marchés et dans les AMAP sont des personnes averties, ravies de découvrir une diversité de produits et de goûts. En conclusion, il faudrait davantage écouter les agriculteurs, car ils sont confrontés à la biodiversité, et, dans mon cas, au dialogue avec les consommateurs. L'idée de coexistence ne me rebute pas, mais le système industriel nous interdit de mettre en œuvre certaines de nos pratiques. Nous espérons seulement survivre.

Sébastien TREYER

La salle s'interrogeait sur la possibilité de cette coexistence et d'influencer le comportement des consommateurs. Je vous laisse réagir.

Maximilien ROUER

Le XXI^e siècle devra être celui de l'agriculteur, d'autant plus qu'il est le seul à pouvoir répondre aux inquiétudes relatives au climat et à la santé humaine. En effet, à part l'agriculture et la forêt, quelle est l'activité humaine capable de restocker du carbone (de l'atmosphère à un autre réservoir, le sol ou le sous-sol)? Aucune.

La désintermédiation numérique permet aux agriculteurs et industriels agro-alimentaires de sortir du système unique d'écoulement des produits via la grande distribution. Cette nouvelle dynamique peut être un vecteur de libération de l'offre, vers plus de diversités, étant moins contrainte que dans le système unique de la GMS. Je précise que la coexistence que j'appelle de mes vœux sera à terme pacifique. La puissance publique ne doit pas seulement tolérer des « zones grises », mais aider à la construction de cet équilibre. Hélas, nous constatons tous l'absence de vision du pouvoir politique, sur ce sujet comme sur les autres. Nous sommes d'ailleurs aussi responsables de cette situation, car nous l'avons laissé s'enfermer dans des habitudes. L'enjeu est aussi en partie pédagogique, car faute de défendre notre patrimoine, qui était une recherche de qualité organoleptique et nutritionnelle dans l'alimentation, le goût des consommateurs, qu'on peut définir par la capacité à savoir distinguer ce qui a bon goût ou pas, a drastiquement diminué en France. Le pays de la gastronomie est ainsi devenu un des pays leader mondial d'une grande marque de fast food. Ce n'est pas un hasard, mais bien le produit d'une dérive. A quand en France l'impossibilité comme au Canada de trouver un jambon sans eau, ni sucre, ni huile ? Les mêmes évolutions sont à l'œuvre en France, car le consommateur préfère toujours le prix le plus bas et s'habitue petit à petit (notion de shifting baselines) à des produits de qualité moindre, années après année. Nous payons aussi le silence du monde agricole en dehors des fédérations professionnelles.

Geneviève CAZES-VALETTE

Je suis tout à fait d'accord. Le travail éducatif ne doit pas tant porter sur la nutrition que sur le goût. C'est ainsi que nous résoudrons le problème de l'obésité. Mais de nombreux parents, toujours obsédés par le rapport qualité-prix, ne veulent pas payer la cantine. Il en va de même dans les maisons de retraite. Nous devons échapper à cette réglementation qui privilégie la précaution sur le plaisir.

Sébastien TREYER

Nous avons ouvert un débat très large sur l'avenir du système agroalimentaire, nous demandant particulièrement en quoi le dispositif de sécurité sanitaire est responsable des transformations que nous observons. Bien que nous en soyons éloignés, je pense que ces réflexions nous font progresser sur la question de la perte de biodiversité.

Nirmala SEON-MASSIN, ONCFS

J'avais une question pour Madame BELLORA. Ne sommes-nous pas confrontés à un problème de temporalité ? Même lorsque nous achetons des aliments à bas prix, nous payons déjà les externalités, mais par d'autres moyens tels que les coûts liés à la pollution de l'eau, au système de santé, etc.

Sarah LUMBROSO, AScA

Je ne suis pas rassuré par l'idée de coexistence pacifique, d'autant plus que les deux systèmes ne luttent pas à armes égales. Comment faire évoluer l'agriculture conventionnelle sans une logique d'opposition ? Je voudrais aussi revenir sur le principe visant à faire coexister des zones compétitives, qui seraient des déserts environnementaux, et d'autres qui seraient dédiées à la biodiversité. Est-ce seulement possible ? N'y aurait-il pas des interconnexions ?

Constantin IMBS, Société végétale

Les végétariens refusent la consommation de tout produit animal, que ce soit pour l'alimentation ou l'habillement. Je regrette que nos aliments soient essentiellement importés d'Allemagne, d'Angleterre et des Etats-Unis.

Geneviève CAZES-VALETTE

C'est une démarche plus éthique que sanitaire.

Sébastien TREYER

Nous voyons que la diversité de la consommation est aussi importante.

Maximilien ROUER

La restauration de la diversité doit permettre ce qui est actuellement difficile : satisfaire toutes les populations, qu'elles aient des motivations éthiques ou religieuses. Nous devons nous battre pour obtenir la coexistence pacifique, car aujourd'hui le rapport de force est déséquilibré. Les pouvoirs publics doivent organiser des territoires d'expression. Certains OGM peuvent de mon point de vue être compatibles avec les évolutions sociétales, sous réserve que leur développement ait été conditionné par le respect de certains critères sociétaux – ce qui n'a jamais été le cas sur cette technologie.

Sébastien TREYER

Je reviens sur cette idée que les externalités sont difficiles à intégrer, mais sont déjà payées autrement.

Cecilia BELLORA

Nous devons éviter de payer ces externalités deux fois. Nous devons distinguer le consommateur, qui ne les paie guère, du contribuable qui les supporte, pour réimputer les coûts. Le problème est effectivement celui de la temporalité. Les pouvoirs publics doivent contraindre le pollueur à payer au moment où il porte atteinte à l'environnement.

Jacques POULET

La création de déserts environnementaux est un risque. Nous devons définir une politique globale en Europe afin d'assumer le choix du système que nous souhaitons.

Conclusion

Philippe BARET

Docteur en sciences agronomiques – Université catholique de Louvain

Nous avons évoqué le passé et le présent, mais peu le futur. Or notre seule certitude réside dans le fait que le monde existera toujours en 2050, mais ne sera pas le même qu'aujourd'hui. Nous devons donc entrer dans une transition et dans une logique d'inclusion.

Je développerai mon exposé en six points.

- **Se poser les bonnes questions**

Nous nous sommes posé les bonnes questions. Nous sommes face à un sujet difficile, car mobilisant une hétérogénéité de points de vue, de niveaux et de compétences. Se poser les bonnes questions revient à échapper aux fausses évidences, telles que la certitude selon laquelle nous devrions augmenter la production de 70 % d'ici à 2050, alors que cette prévision est établie en suivant la tendance actuelle, et que nous savons pertinemment que nos comportements devront évoluer. Mais nous sommes victimes de la « dépendance au chemin emprunté », de notre fidélité à un système qui n'est pas intrinsèquement mauvais, mais qui n'est pas adapté aux évolutions observées depuis le début du ^{xxi}e siècle, comme le changement climatique, la perte de la biodiversité, l'accroissement des inégalités économiques et sociales, etc. Nous ne devons chercher répondre aux nouvelles exigences en travaillant sur l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité.

- **Trouver les bonnes réponses**

Pour y parvenir, nous devons adopter la bonne méthode. Tout est une question de « dose ». Cette problématique a été largement étudiée à propos de la transition énergétique, mais peu dans le domaine des transitions alimentaires. Nous sommes tous d'accord pour changer. Nous devons cependant déterminer à quel rythme nous devons le faire. En agriculture, il ne suffit pas d'identifier des voies alternatives. Nous devons en réalité disposer d'indicateurs pour repérer à quel horizon le changement deviendra nécessaire. En particulier, nous ne devons pas nous satisfaire qu'une action soit simplement entreprise, mais savoir si elle est suffisamment développée, et procéder à la généralisation des petits exemples. J'insiste sur le fait que les comportements de l'aval et du consommateur peuvent être modifiés, par exemple par la publicité dont personne n'a parlé.

Johan ROCKSTROM et Jonathan FOLEY ont montré que, dans un avenir proche, un certain nombre de contraintes, telles que la limitation des ressources non renouvelables, la montée des inégalités notamment agricoles, les questions de climat et de biodiversité, les risques sanitaires des systèmes de grande taille, vont réduire le champ des possibles. Nous devons surmonter ces problèmes tout en assurant une production suffisante, résiliente, etc. Plusieurs scénarios sont donc possibles. Idéalement, le système agricole conventionnel se reconfigurerait et les propositions alternatives se développeraient jusqu'à permettre une juste coexistence. Malheureusement, il me semble que la foi dans les possibilités du système conventionnel à apporter toutes les solutions à nos problèmes empêche un réel développement de systèmes agricoles et alimentaires alternatifs. Tim JACKSON dans son livre *Prosperity Without Growth*, montrent notamment que la réponse actuelle à la question du

découplage croissance/impact environnementaux est très insuffisantes pour rencontrer les contraintes du dérèglement climatique

Nous avons discuté de nombreux concepts tels que ceux de robustesse, d'assurance, de compromis (trade-off), de coexistence ou de compatibilité. Toutefois, ne faut-il pas distinguer les concepts des principes. Les principes d'action permettent de prendre des décisions en fonction des règles qui ont été fixées. L'agriculture biologique et l'agroécologie sont par exemple basées sur des principes. Par contre, pour moi, l'AEI est moins clairement définie et se caractérise surtout par une série de pratiques. Or les principes permettent, par exemple, de ne pas se demander si la protection de la biodiversité est économiquement pertinente ou non, mais d'affirmer qu'elle est par elle-même un élément nécessaire de la reconfiguration des systèmes agraires du futur.

- **Le rôle des acteurs**

La diversité des acteurs s'inscrit à l'intérieur des systèmes et entre les systèmes. Pour aller vers ce nouveau monde de 2050, nous devons accomplir trois actes : légitimer les solutions alternatives, critiquer le régime dominant et faire converger ces solutions alternatives pour qu'elles puissent bousculer le système dominant. Ces défis mettent en lumière la notion de protection, car aucun système alternatif n'est en mesure de se développer sans une période de protection.

Une approche transdisciplinaire implique de donner la parole aux agriculteurs, dont le savoir est souvent nié et qui sont les plus aptes à agir concrètement. Nous devons aussi reconnaître et contrer ceux que j'appelle les « acteurs magiques », qui n'ont une existence que virtuelle mais un impact énorme sur les décisions et les justifications, comme par exemple l'acteur « marché ».

La diversité est complexe à penser. La coexistence suppose un horizon, un respect et un équilibre. Dans cette quête, l'Europe, dans la diversité des agricultures qui la compose et des propositions qui en émanent, se doit de proposer au monde des solutions d'avenir.