

**Les microscénarios et leur construction. Un exemple sur les microscénarios de l'axe stratégique « alimentation animale » de la prospective « Compétitivité des oléagineux dans l'avenir »**

**Micro-scenarios and their construction. The example of "Animal feeding models" in the future study of "The competitiveness of oilseed in the future"**

Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Volume 9, Numéro 5, 352-61, Septembre - Octobre 2002, Dossier : Prospective et recherche agronomique

**Auteur(s)** : Clementina SEBILLOTTE, INRA, Délégation permanente à l'agriculture, au développement et à la prospective (DADP), 147, rue de l'Université, 75338 Paris cedex 07, France.

**Author(s)** : Clementina SEBILLOTTE

**Résumé** : L'article montre, sur l'exemple de la prospective CETIOM « Compétitivité des oléagineux dans l'avenir », comment se construisent les microscénarios de futurs possibles en utilisant la méthode prospective SYSPAHMM (DADP-INRA). L'auteur analyse pas à pas la démarche de construction des microscénarios de futurs possibles pour des modèles d'alimentation animale selon les sources protéiques dominantes : soja, acides aminés industriels, sources européennes. Partant de la représentation du système et de sa description (statique et dynamique), une liste d'hypothèses de futur est dressée. Par un traitement mathématique cette méthode permet d'obtenir des agrégats d'hypothèses plus reliées entre elles qu'avec les autres. Pour chaque agrégat il faut choisir la ou les hypothèses motrices qui vont donner sens au récit du microscénario. Ensuite, le récit se construit en utilisant le graphique des influences respectives (direction et signe positif ou négatif) des hypothèses de l'agrégat les unes sur les autres. Ainsi, chaque microscénario n'est pas la projection des idées que le prospectiviste se fait a priori du microscénario mais la mise en dynamique des liens entre hypothèses préalablement établis par le groupe de travail prospectif.

**Summary** : This article shows how to use the SYSPAHMM (DADP-INRA) foresight methodology to construct micro-scenarios of possible futures based on the Cetiom future study: "The competitiveness of oilseed in the future". The author analyses step by step how to build micro-scenarios of possible futures for animal feeding models using three different protein sources (soybean, industrial amino-acids, European feeding supplies). A list of hypotheses for the future has been elaborated taking into account static and dynamic descriptions of the oilseed system. Clusters of the most closely related hypotheses were obtained by mathematical processing. For each cluster, the hypothesis (or hypotheses) that was considered to be the motor that gives sense to the micro-scenario is chosen. Afterwards, the micro-scenario is described according to a graphic representation of the cluster that takes into account the relationships (direction and + or - sign) among the hypotheses. In this way, each micro-scenario is created according to dynamic relationships among the hypotheses in the cluster instead of the projection of a priori ideas that the forecaster has about the micro-scenario.

**Mots-clés** : prospective, microscénario, hypothèse, agrégat, alimentation animale.

**Keywords** : future study, foresight, future prospect, micro-scenario, hypothesis, cluster, animal feeding.

## ARTICLE

C'est la méthode SYSPAHMM\*, élaborée par la Délégation Permanente à l'Agriculture, au Développement et à la Prospective (DADP) à l'INRA, que le Cetiom a choisi pour bâtir l'architecture de l'exercice de prospective « Compétitivité des oléagineux dans l'avenir »<sup>2</sup>.

Cette méthode, élaborée au cours des exercices de prospective successifs réalisés par la DADP (Avenir de l'agriculture et futur de l'INRA, Semences, Protéines) ou avec son appui méthodologique (Oléagineux), continue à s'enrichir des apprentissages issus des prospectives en cours au sein de la délégation (Vignes et Vins, Eau et Milieux aquatiques).

Utilisant comme support d'explication le cas de la prospective « Compétitivité des oléagineux dans l'avenir », nous présentons dans cet article les grands traits de cette méthode. Nous portons un regard particulier sur la construction des microscénarios par l'analyse de « processus-hypothèses-agrégats », illustrée par l'exemple des microscénarios de l'axe stratégique sur l'évolution des modèles de l'alimentation animale de cette prospective.

### **De la représentation du système à l'élaboration des hypothèses**

#### *Pourquoi avoir un regard « systémique » ?*

La concurrence entre les oléagineux européens et les autres sources de corps gras et de protéines se joue à différents niveaux : dans les exploitations agricoles à travers le choix des cultures ; chez les tritrateurs par le biais des rapports de prix et des possibilités d'approvisionnement sur le marché international ; de manière identique chez les fabricants d'aliments du bétail pour l'utilisation des tourteaux ; au niveau des industries de l'huile et des industries qui utilisent les corps gras pour l'alimentation humaine qui combinent rapports de prix, propriétés nutritionnelles et fonctionnelles ; la lipochimie et l'industrie des biocarburants ont aussi, face à leurs contraintes, des possibilités assez larges de choix ; enfin, les consommateurs peuvent opter pour tel ou tel corps gras. Ces possibilités de choix multiples aux différents niveaux de la filière, interagissant les uns sur les autres, imposent une approche globale du système oléagineux. Il n'est pas possible d'isoler la production chez les agriculteurs du reste de la filière, d'isoler la situation française de ce qui se passe en Europe et dans le reste du monde. Ce système oléagineux est lui-même placé dans un environnement multiple. En effet, de même que les oléagineux, au moins sous climat tempéré, ne constituent pas la seule production d'une exploitation agricole, les politiques et réglementations, nationales et internationales, ne visent que partiellement les seuls oléagineux métropolitains et, enfin, sur les marchés de nombreuses substitutions sont possibles entre différentes sources de corps gras et de protéines. Il faut donc élargir le regard aux différents secteurs qui, directe ou indirectement, peuvent avoir une influence sur l'avenir des oléagineux.

### *On commence par une représentation graphique du système oléagineux*

Suivant une architecture de projet fondée sur la méthode SYSPAHMM<sup>3</sup>, cette réflexion prospective a commencé par l'élaboration d'une représentation graphique du système oléagineux. Celle-là a permis la construction d'une vision commune et partagée du système oléagineux par les membres du groupe de référence<sup>4</sup> de la prospective. Le modèle graphique permet, dès sa première esquisse et parce qu'il montre une structure beaucoup plus facilement qu'un texte, d'interpeller les membres du groupe en facilitant la démarche heuristique, chacun découvrant que sa propre vision est souvent orientée et partielle. Ce modèle a constitué ainsi un repère tout au long de notre démarche aussi bien dans les phases exploratoires que dans les phases de synthèse. Le *schéma 1* illustre de manière très simplifiée notre représentation du « système oléagineux européen ». On distingue trois grandes « colonnes ». La colonne centrale, celle du système proprement dit, représente les flux de matières, de la production des semences jusqu'à la consommation des produits issus des oléagineux. C'est une représentation par fonction, c'est-à-dire que derrière chacune d'elles se trouvent des acteurs, certains d'entre eux pouvant exercer plusieurs fonctions. Les deux traits qui entourent cette colonne séparent le système proprement dit de son environnement. Celui-ci comporte des compartiments qui influent plus ou moins directement sur ces flux de matières et qui vont, entre autres, contribuer à définir la compétitivité des oléagineux métropolitains.

On trouve, sur la droite, les grandes cultures autres que les oléagineux qui sont en concurrence avec eux dans les assolements (fonction production oléagineux) mais aussi pour l'alimentation du bétail (fonction production d'élevage). On trouve aussi les autres matières premières qui sont en concurrence avec les oléagineux métropolitains, qu'elles proviennent de végétaux tropicaux (huile de palme...), de produits animaux (suif...) ou encore de produits de synthèse industriels (acides aminés...). On notera que des cases correspondant à certaines des fonctions de la colonne centrale débordent en pointillé sur cette partie droite du schéma. Cela représente le fait que ces fonctions portent sur ou utilisent d'autres matières que les oléagineux métropolitains. Par exemple, la fonction « approvisionnement » fournit les intrants pour toutes les cultures, ou encore les industries utilisent d'autres matières premières...

On trouve, sur la gauche, d'autres compartiments qui font également partie de l'environnement du système, comme la recherche scientifique (agronomique, génétique, industrielle...), l'élaboration et la diffusion des conseils (conseils aux agriculteurs mais aussi aux industriels, aux consommateurs...), les actions professionnelles et syndicales (actions, syndicales ou non, menées par les collectifs de la profession agricole, et des autres professions qui travaillent les oléagineux). On trouve également, sur ce côté gauche de l'environnement du système, les marchés (des oléagineux, des co-produits et autres produits de substitution), les politiques (générales, agricoles, fiscales...) et leurs instruments d'application comme les réglementations (générales et plus particulièrement dans les domaines de la santé, de l'environnement, de la biovigilance), les barrières (tarifaires ou non tarifaires), les aides (paiements compensatoires...). Une place particulière a été donnée aux pays de l'Europe centrale et orientale (PECO), qui sont à l'heure actuelle hors de l'Union européenne, mais dont l'intégration proche aura des conséquences sur le secteur des oléagineux.

Enfin, nous avons tenu à ne pas oublier les attentes ou demandes des individus de nos sociétés, qu'elles concernent leur dimension de citoyen ou de consommateur. En effet, celles-ci pèsent, plus ou moins fortement, aussi bien sur les exigences de qualité des produits, de sécurité de

l'alimentation, de protection de l'environnement que sur la conception des politiques. Cet ensemble est regroupé dans un compartiment de l'environnement du système intitulé « demande sociale ». Bien qu'étant conscient que cette « métaphore » empruntée au langage économique soit objet de controverses dans le champ de la sociologie, nous l'avons conservée puisque son contenu était clair pour le groupe de travail.

Nous avons analysé les flux de matière au sein du système proprement dit. Mais, le fonctionnement du système prend en compte d'autres flux comme les flux d'information, les flux financiers et d'énergie.

#### *La description du système : les processus et les variables d'état*

Chacun des compartiments de cette représentation graphique a fait l'objet d'une description à travers les traits apparus, tant au groupe de référence qu'aux experts consultés, comme les plus significatifs de la situation actuelle, ceux pour lesquels une modification dans le futur aurait, à leur avis, de fortes répercussions sur le système « oléagineux » français et européen. Ces traits concernent essentiellement le fonctionnement du système, il s'agit des processus, chacun se résumant sous la forme d'une phrase, par exemple « L'outil industriel de trituration pousse la filière vers une production de masse » ou « Les contrôles sanitaires s'accroissent pour l'ensemble de la filière aliment du bétail. Cela entraîne une augmentation des coûts, une nécessité accrue de traçabilité, des échanges continus entre fournisseurs et utilisateurs, des systèmes de gestion de l'information adaptés. ». Nous avons retenu environ cinq cents processus.

Cette description dynamique a été complétée par une description quantitative des compartiments du système à travers des variables d'état comme le nombre d'hectares des différentes cultures oléagineuses, les volumes de production de graines, d'huiles, de tourteaux, les capacités de trituration des industries, la consommation de lipides à destination alimentaire et non alimentaire, etc.

Processus et variables d'état utilisés pour décrire les compartiments du système et leurs relations annoncent le choix des hypothèses qui serviront de matière première à la construction des microscénarios.

#### *L'élaboration des hypothèses*

L'élaboration des hypothèses marque le début de la phase d'anticipation proprement dite, donc de la réflexion prospective.

Pour les processus que le groupe de référence a jugés les plus importants, des hypothèses de poursuite, d'accélération, de régression ou de rupture ont été élaborées. Mais, comme l'exercice de prospective ne doit pas se limiter à une prolongation du passé-présent, le groupe a aussi imaginé des processus nouveaux à partir desquels ont été élaborées d'autres hypothèses de rupture. Pour en savoir plus sur le passage des processus aux hypothèses voir la deuxième partie de l'article de Sebillotte M. et Sebillotte C. dans ce même numéro.

Les cent cinq hypothèses élaborées couvrent les différents compartiments du système oléagineux. Chacune de ces hypothèses agira dans notre travail de deux manières : soit elle se produira, soit elle ne se produira pas.

Mais il y a une autre catégorie d'hypothèses : les « grandes hypothèses ». Elles concernent les éléments qui sont estimés comme ne devant pas évoluer de manière significative d'ici à l'horizon de la prospective (2010-2015). Parmi ces grandes hypothèses que nous ne remettons pas en cause jusqu'à l'horizon de la prospective, nous avons admis, par exemple, que « les contraintes environnementales s'exerceront de plus en plus » ou que « la croissance démographique se poursuivra ».

### **Plus en détail : la construction de microscénarios. L'exemple de l'alimentation animale**

#### *La construction des microscénarios par l'analyse de « processus-hypothèses-agrégats »<sup>5</sup>*

Cent cinq hypothèses sont à l'origine de l'élaboration des microscénarios. Ces hypothèses et leurs relations constituent, pour partie, le mode de mise en dynamique du système oléagineux décrit dans une étape précédente du travail. Les microscénarios se fondent sur l'analyse des relations que ces cent cinq hypothèses ont entre elles, chaque hypothèse pouvant, si elle se réalise, renforcer (+) ou réduire (-) les possibilités de réalisation des autres hypothèses retenues. Une hypothèse, formulée en général de manière positive, est susceptible de se réaliser ou de ne pas se réaliser. Nous sommes dans une logique « oui-non », et, précisément, il s'agit bien de voir quelles sont les influences sur le système « oléagineux » d'une hypothèse « a » si elle se réalise ou, au contraire, si elle ne se réalise pas.

Quant aux relations entre hypothèses, prises deux à deux, chaque relation a été analysée par au moins six membres du groupe de référence et assortie d'un commentaire éclairant les raisons du choix effectué. La confrontation des points de vue, parfois divergents, a ainsi permis de clarifier l'interprétation des hypothèses, d'identifier les éventuelles hypothèses implicites associées à chaque relation.

Les influences d'une hypothèse sur les autres ont été raisonnées dans le contexte des années 1998-2000 pour toutes les caractéristiques générales qui ont été pour partie explicitées dans les grandes hypothèses et complétées par les données de cadrage du système oléagineux. Les microscénarios qui sont élaborés à partir de ces influences dépendent donc de ce cadre général<sup>6</sup>.

La matrice de relations entre hypothèses correspond de fait à un graphique global de relations entre hypothèses. Nous mettons alors en évidence des groupes d'hypothèses porteurs de sens (ce qu'on appelle des « agrégats » d'hypothèses) que nous constituons en tenant compte de l'intensité des relations entre hypothèses. En nous inspirant des prospectives INRA-DADP sur les semences et les protéines, un index décrivant l'intensité des liens entre les hypothèses prises deux à deux a été calculé. Les relations entre hypothèses pour lesquelles l'index est supérieur à un certain seuil sont mises en évidence, des agrégats d'hypothèses plus reliées entre elles qu'avec les autres se distinguent au sein du graphique global<sup>7</sup>. L'outil utilisé est un logiciel qui donne une visualisation du graphique de relations entre hypothèses sous la forme d'agrégats d'hypothèses. Ce logiciel tient compte de l'intensité des relations entre les hypothèses mais pas de leurs signes.

Ces agrégats ont été ensuite traduits en microscénarios. Un microscénario est un récit qui se tisse avec comme matière première les hypothèses d'un agrégat et leurs relations ; le préfixe « micro » est utilisé pour indiquer que le microscénario n'aborde pas tous les problèmes du système en même temps mais une fraction, dont la complexité nécessite une séparation du reste pour un meilleur

traitement. Se focaliser sur un problème sans perdre de vue l'esprit systémique de la démarche correspond à l'application de la « quasi-décomposabilité » de Simon (1991) : on découpe un « espace » pour lequel il est possible et nécessaire de s'entendre suffisamment sur les finalités poursuivies.

Pour élaborer les microscénarios, il faut d'abord interpréter chaque agrégat en reportant dans un graphique les relations directes entre les hypothèses qu'il regroupe, avec le sens de chacune et le signe retenu dans la matrice. À partir de ce graphique on cherche le thème d'un récit.

Si l'élaboration des agrégats d'hypothèses repose sur un traitement de type mathématique, le prospectiviste retrouve sa liberté en choisissant le moteur de l'agrégat et en formulant le récit du microscénario. Nous choisissons, en effet, l'hypothèse ou le groupe d'hypothèses qui apparaît capable de structurer le récit qui constituera le microscénario et dont la réalisation (ou la non-réalisation) déclenchera la dynamique du récit. Cette hypothèse (ou ce groupe d'hypothèses) est le moteur du groupe de microscénarios issus de chaque agrégat. L'examen des différents moteurs retenus montre qu'il s'agit soit des stratégies ou des comportements d'une catégorie d'acteurs (entreprises, consommateurs...), soit de phénomènes correspondant à des ruptures dans la dynamique du système (évolution des recommandations nutritionnelles, évolutions des rendements...).

L'étape suivante est de faire jouer ce moteur dans un sens (positif) puis dans le sens opposé (négatif) de façon dynamique avec les autres hypothèses de l'agrégat et concevoir un récit pour chacune des deux situations qui constitueront les deux microscénarios. Dans certains cas, il y a plus d'une hypothèse motrice par agrégat. Nous pouvons ainsi avoir différentes combinaisons de moteurs, selon les hypothèses que nous avons décidé « d'activer », ce qui peut donner lieu à plus de deux microscénarios par agrégat.

Cette même démarche analytique a été appliquée aux sept « agrégats » qui ont été constitués et ont donné lieu à trente-quatre microscénarios et variantes, présentés par Sebillotte C., Messéan A. et Ruck L. dans un autre article de ce numéro.

*« L'évolution des modèles d'alimentation animale » : la traduction d'un agrégat en microscénarios*

À titre d'exemple, montrons comment ont été construits les récits du groupe 4 de microscénarios « L'évolution des modèles d'alimentation animale ».

Ces microscénarios sont élaborés à partir d'un agrégat qui contient quatorze hypothèses :

- Quatre d'entre elles concernent les matières premières utilisées par l'industrie de l'aliment du bétail et par l'alimentation animale (code des hypothèses Industrie d'Aliments du Bétail : IAB) :

\* IAB1. En Asie, des sources locales de matière première comme les sous-produits du riz, les tourteaux de coton, de manioc enrichi en protéines, etc., concurrencent le modèle maïs-soja pour l'alimentation animale.

\* IAB2. En UE le fabricant d'aliment du bétail continue à utiliser préférentiellement le soja pour son rapport qualité nutritionnelle-prix.

\* IAB3. En UE, l'usage d'enzymes en alimentation animale se généralise.

\* IAB4. En UE et dans le monde, les acides aminés industriels sont de plus en plus utilisés en alimentation animale, indépendamment des fluctuations du prix du tourteau de soja (même si le prix du tourteau de soja a de l'influence).

- Une porte sur l'industrie de la trituration (code des hypothèses Industrie de TRituration : ITR) :

\* ITR1. L'industrie européenne de la trituration se préoccupera plus des besoins des fabricants d'aliments du bétail et donc de la qualité des tourteaux.

- Deux autres portent sur les marchés de matières premières en alimentation animale (code des hypothèses Matières premières pour Aliment Bétail : MAB) :

\* MAB1. La demande de matières premières riches en protéines et d'aliments composés industriels augmentera dans la plupart des pays, en particulier la Chine, l'Asie de l'Est et l'Amérique latine, du fait de la forte augmentation de la production de viande blanche.

\* MAB2. Les mouvements internationaux de PSC (Produits de substitution de céréales) se réduit.

- Quatre hypothèses concernent les modèles de production animale (code des hypothèses Production d'Élevage : PEL) :

\* PEL1. Au niveau mondial, à moyen terme, les productions animales s'implanteront en zone de consommation (coût, logistique, demande des consommateurs, produits animaux qui voyagent peu...).

\* PEL2. Les productions animales utiliseront de plus en plus de sources de protéines concentrées, tout particulièrement de tourteau de soja.

\* PEL3. Les éleveurs européens trouvent un intérêt économique croissant à l'utilisation en alimentation animale de leurs propres graines oléagineuses.

\* PEL4. Malgré ses limites, un modèle blé-pois-colza d'alimentation animale se développe en UE.

- Enfin, trois hypothèses portent sur des résultats de recherche sur la qualité des matières premières destinées à l'alimentation animale (code des hypothèses RECherche : REC) :

\* REC1. L'amélioration du transfert de l'azote de la plante de colza vers ses graines permet d'augmenter le taux de protéines des graines...

\* REC2. Des nouvelles variétés de maïs, plus riches en énergie et en protéines de qualité pour l'alimentation animale sont disponibles.

\* REC3. À moyen terme, la recherche sur soja accroît le différentiel de qualité entre les tourteaux de soja et les tourteaux de colza et de tournesol.

La tendance à l'augmentation du taux d'incorporation de céréales dans les aliments pour animaux entraînant une utilisation croissante de sources de protéines concentrées, le déficit de matières riches en protéines dans l'Union européenne et les sources possibles d'approvisionnement de ces protéines nous ont guidé dans le choix des hypothèses motrices de cet agrégat. Dans cet ensemble d'hypothèses qui concernent pour l'essentiel les aliments du bétail, la rupture la plus forte semble

bien porter sur la question de la concentration des sources de protéines et sur le degré d'intensification des élevages.

Aussi, décide-t-on que le moteur de l'agrégat sera l'hypothèse PEL2 « Les productions animales utiliseront de plus en plus de sources de protéines concentrées (aussi bien pour les monogastriques que pour les ruminants, dans ce dernier cas en substitution aux fourrages traditionnels), tout particulièrement du tourteau de soja ». Cette hypothèse a suffisamment d'influence sur les autres pour les activer, et ainsi mettre en route le récit, mais elle est aussi suffisamment dépendante pour qu'il existe des leviers pour agir sur elle.

Cependant, ce moteur agit en association avec l'un ou l'autre des deux moteurs auxiliaires suivants :

- soit l'hypothèse IAB2 : « En UE, le fabricant d'aliment du bétail continue à utiliser préférentiellement le soja pour son rapport qualité nutritionnelle-prix » ;
- soit l'hypothèse IAB4 : « En UE et dans le monde, les acides aminés industriels sont de plus en plus utilisés en alimentation animale, indépendamment des fluctuations du prix du tourteau de soja (même si le prix du tourteau de soja a de l'influence). »

Le moteur principal, quand il ne s'active pas, permet de contrer les tendances actuelles d'augmentation de consommation de matières riches en protéines. Les moteurs auxiliaires permettent, dans le cas d'une poursuite ou non de ces tendances, de faire jouer la question des sources d'approvisionnement de ces protéines sur les autres hypothèses de l'agrégat (*schéma 2*).

On aurait pu aussi opter pour d'autres hypothèses comme moteur principal, par exemple IAB1 et/ou MAB1 qui, d'une certaine manière, opposent les systèmes d'alimentation animale des pays en développement à ceux des autres régions, mais à bien y regarder elles correspondent plutôt à des sous-ensembles des microscénarios que l'on peut envisager à partir du choix du moteur PEL2.

Trois microscénarios (*schéma 3*), ont été construits à partir des moteurs mentionnés ci-dessus selon qu'ils sont activés ou non (*tableau*). Examinons-les successivement :

#### *Microscénario msc 4.1 : modèle soja dominant*

Dans ce microscénario, l'objectif essentiel des productions animales est de maintenir des coûts de production aussi bas que possible par la recherche d'indices de consommation de plus en plus faibles et de durées d'engraissement des animaux aussi courtes que possible. La production laitière est, quant à elle, de plus en plus intensive et, pour atteindre de très hauts rendements laitiers, le recours aux compléments protéiques pour vaches laitières (aliments composés ou tourteaux en l'état) se généralise. La « qualité des produits » en tant que telle n'est pas un objectif significatif.

Pour satisfaire les besoins de plus en plus élevés des animaux (énergie, acides aminés digestibles, etc.), il faut incorporer, ou utiliser en l'état, des matières premières de plus en plus concentrées en protéines et en énergie. Les matières premières ayant ces caractéristiques de composition (en particulier une teneur en protéine supérieure à 45 %) sont pratiquement limitées à trois produits (hors le tourteau d'arachide devenu marginal à cause des risques de présence d'aflatoxines) : les farines de poisson (65 à 72 % de protéines), les farines de viande (50 à 60 %) et le tourteau de soja



(44 à 48 %). Les farines de poisson étant devenues beaucoup trop chères pour les aliments composés classiques (porcs et volailles) en raison de la très forte demande mondiale (notamment asiatique) pour les aliments pour poissons d'élevage, et les farines de viande interdites dorénavant en UE (et probablement de façon beaucoup plus large dans le monde par la suite), la demande ne peut que se reporter sur le tourteau de soja.

Dans ce cas, c'est le moteur principal qui s'active et qui renforce l'un des deux moteurs auxiliaires : les productions animales utilisent de plus en plus de sources de protéines concentrées sous forme de tourteaux de soja (moteur principal PEL2<sup>+</sup>) que les fabricants d'aliment du bétail incorporeront préférentiellement pour ses qualités nutritionnelles, n'utilisant les tourteaux de colza et de tournesol, et le pois que dans certaines limites et certaines conditions de prix (moteur auxiliaire IAB2<sup>+</sup>). Cette position des fabricants d'aliments du bétail est renforcée par les travaux de recherche sur le soja, en particulier par les grandes multinationales des semences, travaux qui accroissent le différentiel de qualité avec les autres tourteaux (REC3 agit positivement sur IAB2). Cette amélioration de la qualité du tourteau de soja, à la fois renforce et est renforcée par l'utilisation de sources de protéines concentrées en alimentation animale (REC3 agit positivement sur PEL2 et vice-versa) (*schéma 4*).

Ce modèle d'alimentation, fondé sur le soja, qui prolonge la tendance actuelle et accentue la dépendance protéique de l'UE, laisse peu (ou pas) de place à d'autres possibilités, telles que le développement d'un modèle blé-pois-colza (PEL2 agit négativement sur PEL4). D'ailleurs, la préférence des fabricants d'aliment du bétail vis-à-vis du soja ne contribue pas à développer un tel modèle d'alimentation animale blé-pois-colza (IAB2 agit négativement sur PEL4) dont le non-développement ne pousse pas, en retour, à un changement d'attitude des fabricants d'aliment du bétail qui continuent à préférer le soja aux autres sources de protéine (PEL4, affaiblie, n'arrive pas à exercer son influence négative sur IAB2) (*schéma 5*).

Par ailleurs, le moteur PEL2 agit négativement, et sur l'usage à la ferme de graines produites sur les exploitations européennes (PEL3) et sur l'utilisation de sources locales pour l'alimentation du bétail en Asie (IAB1).

De plus, de manière indirecte, en contrant le développement du modèle blé-pois-colza d'alimentation animale (PEL4), l'utilisation de sources de protéines de plus en plus concentrées (PEL2) bloque aussi l'augmentation de l'usage des graines produites à la ferme par les éleveurs-agriculteurs (PEL3) et l'amélioration de la qualité des sources locales par introduction de modifications dans le processus de trituration (ITR1) ou par une amélioration génétique (REC1) ou, enfin, à travers l'ajout d'enzymes pour améliorer la digestibilité des sources locales (IAB3). Ainsi, PEL4 en ne se produisant pas, contribue à la non-réalisation des hypothèses PEL3, ITR1, REC1 et IAB3 avec lesquelles elle a des liens positifs.

La disponibilité de variétés de maïs plus riches en énergie et en protéines de qualité (REC2) permettrait d'utiliser en complément, dans les aliments composés qui utilisent déjà du maïs, des sources protéiques moins concentrées en protéine et énergie qu'avec le maïs actuel et donc de substituer partiellement au soja des tourteaux de colza, de tournesol et des protéagineux. Cependant, on doit noter que dans le contexte européen actuel où on utilise beaucoup plus de blé (plus riche en protéine que le maïs, mais moins énergétique) que de maïs, une substitution du blé par du maïs (si la teneur en protéine de ces nouvelles variétés reste inférieure à celle du blé) se traduirait

par un besoin de complémentation supérieur en protéine et donc probablement par plus de soja dans les formules.

Ce microscénario, applicable à l'Europe, correspondrait à un modèle dominant mondial avec une demande accrue de matières premières riches en protéines et d'aliments composés industriels dans la plupart des pays, en particulier la Chine, l'Asie de l'Est et l'Amérique latine, du fait de la forte augmentation de la production de viande blanche, à la réserve près d'une volonté de valoriser les matières premières dont plusieurs de ces pays disposent (sous-produits du riz, tourteaux de coton, manioc enrichi en protéines...) (PEL2 désactive IAB1 à travers une influence négative, ce qui permet à MAB1 de s'exprimer). Ces produits semblent toutefois beaucoup plus utilisables dans le cas de développement d'élevages de porcs ou de ruminants que de volailles de chair pour lesquelles le soja est plus difficilement substituable en raison des taux protéiques élevés imposés par la génétique de ces animaux. Par ailleurs, la disponibilité de nouveaux maïs plus riches en énergie et en protéines de qualité pourrait atténuer l'augmentation de la demande de ces pays en matières riches en protéines pour l'alimentation animale (REC2 agit négativement sur MAB1) (*schéma 6*).

Après cet aperçu de la construction d'un micro-scénario à travers le jeu des hypothèses de l'agrégat, examinons plus rapidement les deux autres microscénarios du groupe 4. En effet, à la différence du cas précédent, pour alléger la présentation, le récit des deux microscénarios suivants n'est pas accompagné des graphiques de relations entre hypothèses illustrant chaque étape de sa construction. En revanche, au sein du récit, chacune des hypothèses constitutives de l'agrégat, déjà présentées, est toujours identifiée par son code dans le texte de ces deux microscénarios.

#### *Microscénario msc 4.2 : modèle acides aminés industriels*

Dans ce cas, le moteur principal (PEL2<sup>+</sup>) s'active et renforce l'autre moteur auxiliaire (IAB4<sup>+</sup>) : « Les productions animales utilisent aussi de plus en plus de matières premières concentrées, notamment en substitution des fourrages et des aliments grossiers », mais « une source s'ajoute, voire se substitue partiellement au soja sous la forme d'acides aminés industriels ». Bien que le moteur principal soit activé et qu'il y ait un lien positif entre lui et la préférence des fabricants d'aliments du bétail pour le soja (IAB2), on décide de ne pas activer ce moteur auxiliaire qui est, de surcroît, affaibli par l'influence négative qu'exerce sur lui l'usage croissant des acides aminés industriels dans l'alimentation animale (IAB4) (*schéma 7*).

Les apports d'acides aminés industriels permettent de compenser les déficiences en acides aminés indispensables de certains produits (cas notamment du tourteau de tournesol) et surtout de diminuer les taux protéiques des rations en utilisant plus de céréales, de matières riches en énergie ou des protéines moins concentrées. Ainsi, pour une formule « poulet de chair finition » au lieu d'imposer une contrainte de protéine à 20 % (ce qui oblige pratiquement à utiliser du soja) il est possible de baisser sensiblement cette contrainte protéique si on est sûr que les besoins en lysine, méthionine, thréonine et tryptophane sont couverts par des acides aminés industriels à haute disponibilité.

Globalement, en UE, ce modèle recourant largement aux acides aminés industriels aurait un effet très favorable en diminuant la dépendance européenne en tourteau de soja, mais probablement surtout par une augmentation des quantités de céréales utilisées dans les aliments composés et, plus marginalement, par des substitutions d'autres tourteaux et de protéagineux au soja.

Les acides aminés industriels dans les rations pourraient donc, soit venir en complément des sources locales leur permettant de remplacer le soja (céréales avec pois, colza et acides aminés), soit remplacer partiellement le soja (céréales avec soja et acides aminés), voire s'y substituer.

L'utilisation d'enzymes (IAB3) a toute sa place dans ce modèle « acides aminés industriels » : elles permettent d'améliorer la digestibilité de certaines matières premières (céréales, tourteaux métropolitains, protéagineux) et de la rapprocher de celle du tourteau de soja.

Dans ce microscénario, l'usage, en alimentation animale, de graines produites à la ferme (PEL3) est favorisé par l'usage croissant des acides aminés industriels (IAB4) et par un usage généralisé d'enzymes (IAB3).

La généralisation d'un modèle basée sur l'utilisation de sources de protéines concentrées pour l'alimentation des animaux (PEL2) n'encourage pas directement la valorisation des sources locales de protéines (IAB1) dans différentes régions du monde. Cependant, la demande accrue de matières premières riches en protéines et d'aliments composés industriels dans la plupart des pays, en particulier en Chine, en Asie du Sud-Est et en Amérique latine, du fait de la forte augmentation de la production de viande blanche (MAB1), encouragerait, d'une part, l'usage des acides aminés industriels et, d'autre part, la valorisation des matières premières dont plusieurs de ces pays disposent (sous-produits du riz, tourteau de coton, manioc enrichi en protéines) (IAB1) ce qui renforcerait encore l'utilisation d'acides aminés industriels (IAB4) et contribuerait à généraliser leur utilisation dans le monde.

Ce microscénario suppose probablement une attitude plus offensive des industries des acides aminés industriels. C'est ce qui semble devoir se dessiner avec, en particulier, les très forts investissements dans le monde en ce qui concerne la lysine et le développement d'une plus grande concurrence entre les quelques firmes qui contrôlent ces marchés mondiaux. Cela s'est déjà traduit par des baisses importantes de prix pour les utilisateurs, baisses qui, avec les progrès des technologies (en particulier des biotechnologies) et la production de masse, devraient pouvoir se poursuivre...

Cependant, ces industriels restent confrontés au risque de voir se développer de nouvelles variétés de plantes très fortement enrichies en tout ou partie de ces acides aminés. Compte tenu de son poids dans l'alimentation animale au niveau mondial, c'est bien évidemment une évolution de la composition du maïs qui aurait les plus fortes conséquences sur la demande de ces acides aminés industriels. La baisse de prix induite pourrait être très forte si ces nouveaux maïs étaient commercialisés au même prix que l'ancien. À titre indicatif, les 420 millions de tonnes de maïs utilisées en alimentation animale avec la composition actuelle (2,5 g de lysine par kilo de produit) représentent environ 1 million de tonnes de lysine pure soit deux fois la production industrielle mondiale actuelle (environ 450 000 tonnes). Pour le tourteau de soja actuel, l'apport des 109 millions de tonnes avec 29 g de lysine par kg de produit est de 3,1 millions de tonnes. La disponibilité de nouvelles variétés de maïs plus riches en énergie et en protéines de qualité pour l'alimentation animale (REC2) aurait donc une influence négative sur l'utilisation croissante de sources de protéine concentrées (PEL2) et sur l'augmentation de la demande de matières premières riches en protéines pour les animaux dans la plus part des pays (MAB1), ce qui n'encouragerait pas l'utilisation des acides aminés industriels en alimentation animale (IAB4). En revanche, l'influence directe de la disponibilité de variétés de maïs enrichies en énergie et en protéines de qualité (REC2) est moins évidente. En effet, si ces nouvelles variétés peuvent décourager l'augmentation de l'utilisation des acides aminés

industriels, elles pourraient aussi permettre le développement d'un modèle maïs avec des acides aminés, déplaçant le soja. Cela explique le signe positif/négatif retenu pour l'influence que la disponibilité de ces nouvelles variétés de maïs aurait sur la généralisation de l'utilisation des acides aminés industriels.

Ce microscénario devrait être encouragé dans le cadre d'une politique de meilleur respect de l'environnement et de diminution des rejets d'azote des élevages. La possibilité de recourir économiquement aux acides aminés industriels permet de mieux ajuster les apports d'acides aminés digestibles aux besoins réels des animaux et donc de diminuer le niveau total de protéines dans les rations (et donc dans les rejets). Ainsi, ce microscénario constitue une voie intermédiaire qui peut encourager en Europe « le modèle blé-pois-colza » (plus généralement blé avec des oléoprotéagineux) et permettre une utilisation accrue de tourteaux d'oléagineux métropolitains et d'autres sources oléoprotéagineuses européennes comme l'indique d'ailleurs l'influence positive de l'utilisation des acides aminés industriels (IAB4) sur le développement de ce modèle (PEL4), et cela malgré l'influence négative qu'exerce le moteur principal sur le développement de ce modèle.

#### *Microscénario msc 4.3 : modèle sources locales*

Le souci d'authenticité des consommateurs européens qui entraîne une renationalisation des marchés (hypothèse extérieure à l'agrégat) influence cet agrégat en encourageant le développement de modèles d'élevage moins intensifs pour les animaux.

C'est dans ce contexte que le moteur principal (PEL2) ne s'enclenche pas. Il y a donc un ralentissement (voire un arrêt) de l'évolution actuelle d'utilisation croissante de matières premières concentrées en protéines.

Si le moteur principal n'est pas activé, les deux moteurs auxiliaires qui en dépendent avec un lien positif ne s'activeront pas : sans utilisation croissante de sources de protéines concentrées en alimentation animale (PEL2) le soja n'est pas l'objet des préférences des fabricants d'aliment du bétail (IAB2) et il n'y a pas d'augmentation forte de l'utilisation des acides aminés industriels dans l'alimentation des animaux (IAB4).

Cette non-activation de PEL2 et d'IAB2 permet le développement des modèles d'alimentation animale qui utilisent des sources locales, comme par exemple celui fondé sur l'utilisation de blé, pois et colza (PEL4), nouveaux modèles qui visent à valoriser au mieux les protéines « locales » (*schéma 8*).

Ces modèles permettent d'abord une meilleure utilisation de l'espace et des ressources en herbe pour les ruminants. Pour les monogastriques, les animaux étant soumis à des durées d'engraissement plus longues et des indices de consommations plus faibles étant acceptés (de façon, entre autres, à mieux respecter le bien-être animal), les aliments composés n'ont plus besoin de concentrations protéiques et énergétiques aussi élevées. Cela permet une utilisation accrue des oléoprotéagineux européens (colza, tournesol, pois, féverole, lupin), des fourrages (luzerne, fourrage déshydraté, prairie...) et du soja produit localement.

La conjugaison d'autres facteurs concourt à favoriser ces modèles, en affaiblissant la préférence des fabricants d'aliment du bétail pour le soja (IAB2) :

- l'amélioration du transfert de l'azote de la plante de colza vers ses graines qui permettrait d'augmenter leur taux de protéines (REC1) et donc la qualité des tourteaux ;
- le souci des tritrateurs de se préoccuper plus des besoins des fabricants d'aliments du bétail (ITR1) ;
- l'apparition de nouvelles variétés de maïs plus riches en énergie et en protéines pour l'alimentation animale (REC2).

Dans ce modèle, l'intérêt économique de l'utilisation par les éleveurs des graines oléagineuses à la ferme (entre autres de celles qu'ils seraient susceptibles de produire) devient croissant (PEL3), même si elle reste minoritaire par rapport à l'utilisation d'aliments composés des tourteaux. La disponibilité de nouvelles variétés de colza, de tournesol et de soja qui permettent de mieux valoriser, en alimentation animale, les graines sans avoir recours à un traitement technologique spécifique, favorise une utilisation à la ferme, la rendant aussi performante que celle obtenue dans la fabrication industrielle des aliments du bétail. Par ailleurs, l'utilisation directe des graines à la ferme pour nourrir les animaux entre en concurrence avec les activités de valorisation de ces produits, entre autres, par les organismes de collecte et les fabricants d'aliments du bétail, car la matière première utilisée directement ne rentre plus dans le circuit de transformation (l'industriel ne peut pas bénéficier de la valeur ajoutée).

Mais, analysant la situation à la lumière des contraintes croissantes en matière de sécurité sanitaire des aliments du bétail, le passage par le circuit industriel pourrait devenir nécessaire pour garantir que la matière première réponde aux normes sanitaires (absence de micro-organismes, de mycotoxines...) ce qui demanderait une complémentarité entre l'agriculteur, l'éleveur et le circuit industriel (organismes de collecte, fabricants d'aliment). D'autant plus que l'hypothèse (extérieur à l'agrégat) « sous la pression des consommateurs la réglementation européenne généralise l'interdiction de l'utilisation des matières premières d'origine animale en alimentation animale et impose que les animaux soient nourris avec des produits végétaux qui pourraient être acceptés pour l'alimentation humaine » influence cet agrégat. Authenticité et sécurité sanitaire vont de paire dans ce microscénario.

Par ailleurs, l'utilisation d'enzymes (IAB3) dans ce modèle blé-pois-colza se généralise pour améliorer la digestibilité de certaines matières premières végétales naturellement moins adéquates pour certaines espèces animales.

Dans ce microscénario, l'hypothèse concernant l'utilisation croissante, en Asie, de matières premières locales (IAB1) ne subit plus l'influence négative de la prééminence du modèle à base de sources de protéines concentrées (PEL2) ce qui entraîne, à l'image de ce qui se fait en UE, que l'Asie et d'autres régions du monde développent des modèles d'alimentation animale valorisant les sources locales : le modèle intensif maïs-soja est contrecarré. Dans un premier temps, ce phénomène entraîne une diminution de la demande de matières riches en protéine dans différentes régions du monde (MAB1).

Cependant, le souci des consommateurs de disposer de produits authentiques, liés au territoire et, probablement, dans une moindre mesure, les coûts élevés du transport favorisent l'installation des productions animales dans les zones de consommation (PEL1). Ainsi, dans différentes régions du

monde, il y a augmentation de la demande de protéines pour alimenter les animaux et les sources locales deviennent insuffisantes pour assurer l'approvisionnement en protéines pour les animaux. De cette manière, dans un deuxième temps, la demande de matières riches en protéines pourrait augmenter dans la plus part des pays, y compris ceux d'Asie et d'Amérique latine.

L'augmentation de l'utilisation des sources locales a, également, un effet positif sur la diminution des mouvements de PSC (produits de substitution des céréales) (MAB2), chaque pays consommant localement plus de matières premières à destination des productions animales locales. Dans le cas de l'UE cette diminution d'importations de PSC encourage l'utilisation du blé dans l'alimentation animale (modèle blé-pois-colza). L'utilisation d'enzymes pour améliorer la digestibilité de certaines matières premières est ici doublement encouragée par la diminution des mouvements des PSC et par le développement du modèle d'alimentation animale blé-pois-colza.

Les hypothèses de ce microscénario entraînent une augmentation des surfaces des cultures oléoprotéagineuses en Europe et dans les PECO. Ce développement des cultures oléoprotéagineuses entraîne des situations de concurrence avec les céréales mais aussi de ces cultures entre elles (colza *versus* pois ou féverole dans le nord ; tournesol *versus* soja ou lupin dans le sud). La préférence pour des sources protéiques locales (moins concentrées en protéines) au détriment d'autres sources plus concentrées (soja importé, acides aminés industriels) entraîne une baisse des utilisations de protéines en Europe et une désintensification et/ou une baisse de la production de viande.

Pour se réaliser, ce microscénario suppose ainsi, ou qu'il existe aux frontières de l'UE certaines protections douanières contre les importations de denrées animales à bon marché et que l'UE soit prête à renoncer, pratiquement, à sa politique exportatrice de produits animaux sur des marchés de masse, ou bien que le consommateur de l'UE soit prêt à payer sa nourriture nettement plus cher que celle disponible sur les marchés mondiaux de façon à avoir une garantie de « qualité » et de sécurité.

Dans ce microscénario, chaque animal en production, considéré de manière individuelle émet plus de rejets dans l'environnement qu'un animal en production dans un modèle maïs-soja ou maïs-soja avec acides aminés industriels. En revanche, à l'unité de surface le modèle proposé dans ce microscénario peut-être considéré comme le moins polluant, car moins intensif. Cependant pour parler plus avant de pollution il faudrait analyser le problème de manière globale (aspects agricoles, industriels...) et ne pas seulement regarder les rejets des animaux.

Une variante pourrait être décrite dans le cadre de ce microscénario « sources locales » : celle d'une production de viande intensive avec des sources locales. Cette possibilité est en train d'être envisagée et quantifiée (de la même manière que les autres situations) dans le cadre de la valorisation de la prospective avec le groupe recherche oléagineux INRA.

#### **Encadré**

##### **La compétitivité des oléagineux**

L'approche de la compétitivité pour les oléagineux que nous proposons dans cette prospective se veut systémique et qualitative. Nous avons défini la compétitivité des oléagineux comme leur capacité de rester en concurrence avec les autres cultures ou matières premières ou produits

transformés par lesquels ils peuvent être substitués.

Notre objectif n'est pas de juger la compétitivité des oléagineux dans l'absolu mais au sein d'un micro-scénario dans lequel interviennent plusieurs facteurs que sont les hypothèses internes et externes au microscénario qui concourent à décrire un futur possible engageant différents compartiments du système. Il s'agit d'une compétitivité relative au micro-scénario mais avec une approche systémique du « système oléagineux ».

Notes :

\* SYStème-Processus-Agrégats d'Hypothèses-Micro-scénarios-Macros scénarios.

<sup>1</sup> Précédemment responsable de la prospective et de la socio-économie à la direction scientifique du Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains (CETIOM).

<sup>2</sup> Sebillotte C., Ruck L., Messéan A., 2002. *Prospective compétitivité des oléagineux dans l'avenir*, Cetiom, Paris. Voir dans ce même numéro, l'article de Sebillotte C., Messéan A., Ruck L., à propos de la Prospective compétitivité des oléagineux dans l'avenir.

<sup>3</sup> Conçue et développée par Michel Sebillotte au sein de la DADP. Voir dans ce même numéro « Recherche finalisée, organisation et prospective. La méthode prospective SYSPAHMM », M. et C. Sebillotte.

<sup>4</sup> Groupe de référence : formé de 18 personnes de différentes disciplines et de différents métiers, concernées par les oléagineux, il a participé à toutes les étapes du travail. En son sein, un noyau permanent a assuré l'animation et la coordination ainsi que la production des travaux et l'application des orientations méthodologiques.

<sup>5</sup> Cette analyse fait partie de la méthode SYSPAHMM.

<sup>6</sup> Voir, dans ce même numéro, l'article de Messéan *et al.* à propos des macros scénarios.

<sup>7</sup> Cette méthode s'apparente en fait aux méthodes de type « nuées dynamiques ».

## CONCLUSION

### **Conclusion : Quels usages des microscénarios ?**

Ainsi construit, un microscénario nous force à réfléchir. Il nous aide « à nous mettre » mentalement dans une situation possible de futur et à penser à ses conséquences éventuelles.

Il ne doit pas être interprété comme un parti pris, un souhait ou une phobie de la part de ceux qui l'ont élaboré ; il n'est pas, non plus, une prévision, ni la voix d'un oracle.

Cela dit, dans les mains d'un décideur, un microscénario peut devenir une situation à atteindre ou, au contraire, à éviter ou à contourner par des stratégies à mettre en œuvre.

Quand on lit le récit d'un microscénario l'attitude la plus profitable (et fructueuse) n'est pas celle de chercher à être en accord ou en désaccord avec lui, mais celle de s'imbiber du scénario pour « jouer, à fond, le jeu » qui nous permettra de mettre en évidence ses conséquences possibles sur le système étudié (entreprise, organisation, filière...). La question du mode d'emploi des microscénarios pour l'élaboration des stratégies a besoin d'avancer sur le plan méthodologique. Des travaux dans ce sens sont en cours au sein de l'INRA.

Or, « jouer le jeu » ne veut pas dire renoncer à avoir un regard critique et, entre autres, à exiger du microscénario qu'il soit pertinent, cohérent et transparent. C'est à ce prix qu'il sera un outil utile, parce que crédible, d'aide à la réflexion et à la décision...

Pertinence, car le scénario doit être approprié à la situation d'étude. Cohérence, car le jeu d'hypothèses qui le constituent doit aboutir à une logique d'ensemble. Il est décisif que cette cohérence ne vienne pas de l'idée du scénario que se fait, *a priori*, le prospectiviste. Pour éviter ce piège nous construisons nos scénarios à partir des liens existants entre les hypothèses, évitant ainsi de projeter des idées *a priori* dans la construction des futurs possibles. Transparence, car on doit pouvoir rendre compte de la manière dont le scénario a été élaboré, on doit pouvoir « tracer » l'ensemble du travail depuis les processus qui sont à l'origine des hypothèses constitutives.

À la DADP (INRA), nous réservons le mot scénario à des récits de futurs possibles élaborés suivant une méthodologie adaptée à la situation d'étude, mais nous notons actuellement que le mot scénario apparaît presque de manière automatique quand on parle du futur. Or, si d'un point de vue littéraire, toute idée qu'on se fait de l'avenir pourrait prétendre à ce nom, du point de vue de la prospective un scénario doit avoir une crédibilité prospective qui est assurée, pour une grande partie, par la méthode employée.

Mais s'il faut éviter la tentation de prendre nos idées de futur pour des scénarios, cela ne prétend pas dire qu'il faille toujours bâtir des scénarios pour aider les autres à prendre des décisions sur le futur.

## REFERENCES

### BIBLIOGRAPHIE

SEBILLOTTE C, RUCK L, MESSEAN A (2002). *Prospective compétitivité des oléagineux dans l'avenir*. CETIOM, Paris.

MESSEAN A, LECCEUR H, SEBILLOTTE M (2001). *Prospective : les protéines végétales et animales : enjeux de société et défis pour l'agriculture et la recherche*. Série Bilan et Prospectives. Éditions INRA, Paris.

SEBILLOTTE M (1998). *Prospective : avenir du secteur semencier. Répercussions pour la recherche*. Série Bilan et Prospectives. Éditions INRA, Paris.

GODET M (1997). *Manuel de Prospective stratégique*. Tome 2 : L'art et la méthode. Éditions Dunod, Paris.



SEBILLOTTE M (1996). *Les mondes de l'agriculture. Une recherche pour demain*. Collection Sciences en questions. Éditions INRA, Paris.

SIMON H (1991). *Sciences des systèmes, Sciences de l'artificiel*. Paris, Dunod. Traduction française de *The Sciences of the artificial, 1969-1981*, Massachusetts Institute of Technology, USA.

## Illustrations

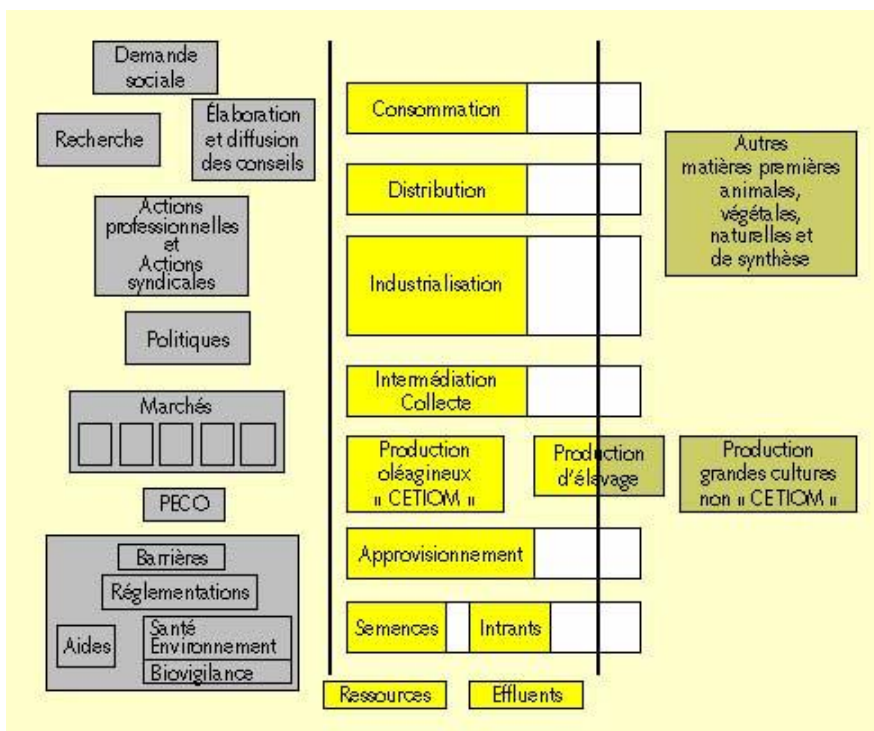


Schéma 1. La représentation simplifiée du « Système oléagineux européen ».

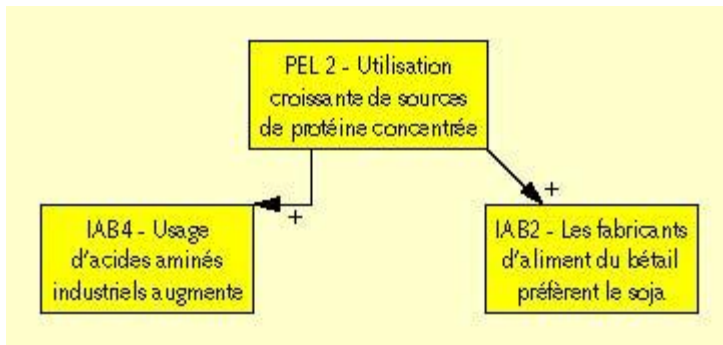


Schéma 2. Les hypothèses motrices.

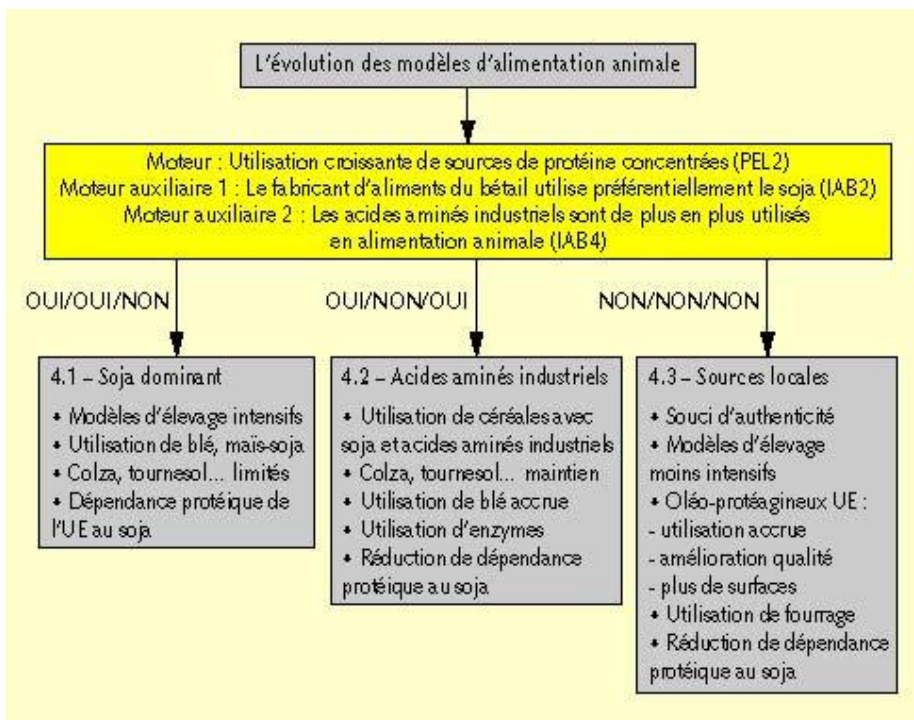


Schéma 3. Groupe de microscénarios 4.

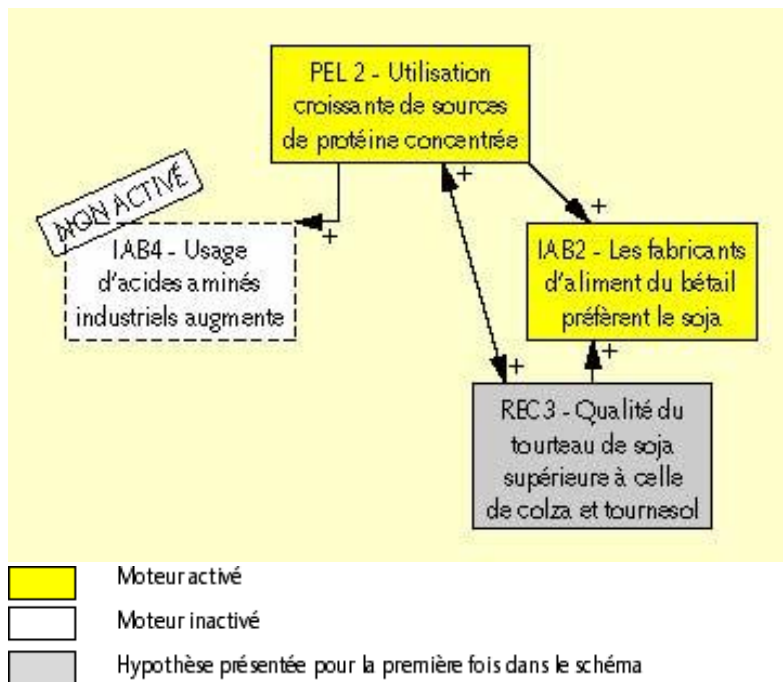


Schéma 4. Premier enchaînement des hypothèses. Microscénario « Modèle soja dominant ».

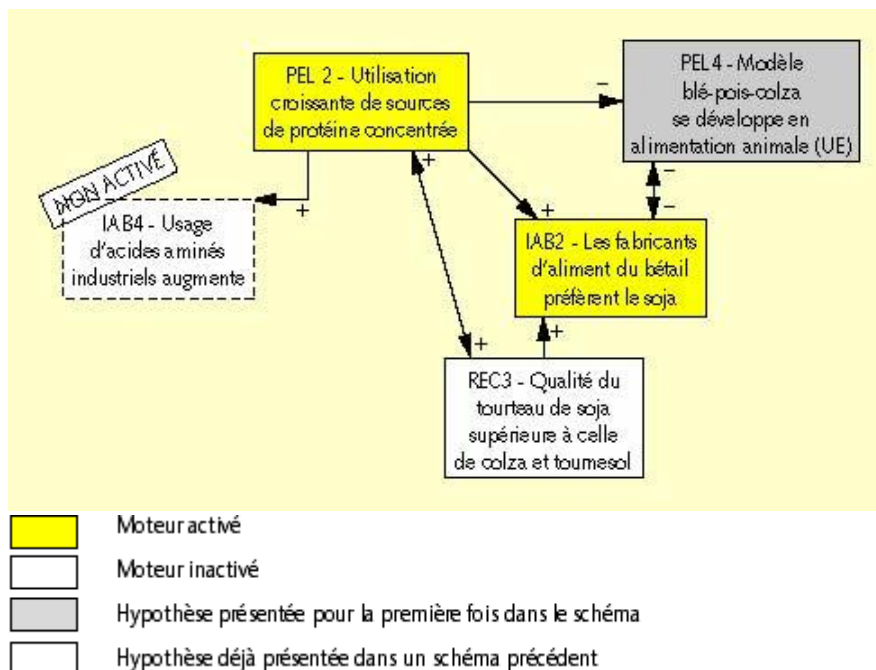


Schéma 5. Deuxième enchaînement des hypothèses. Microscénario « Modèle soja dominant ».

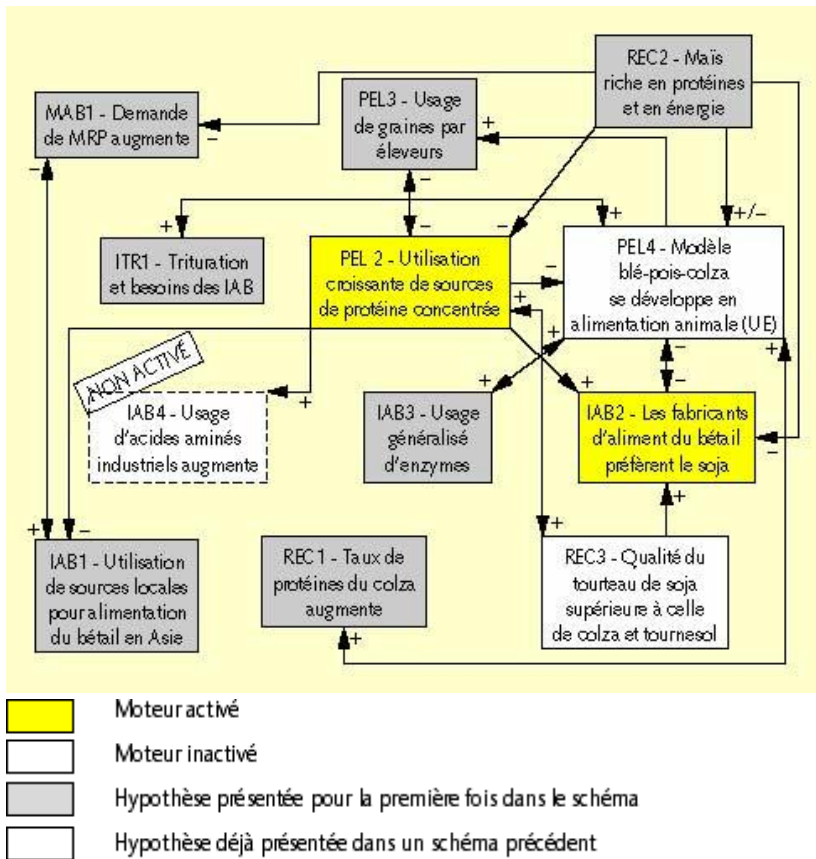


Schéma 6. Troisième enchaînement des hypothèses. Microscénario « Modèle soja dominant ».

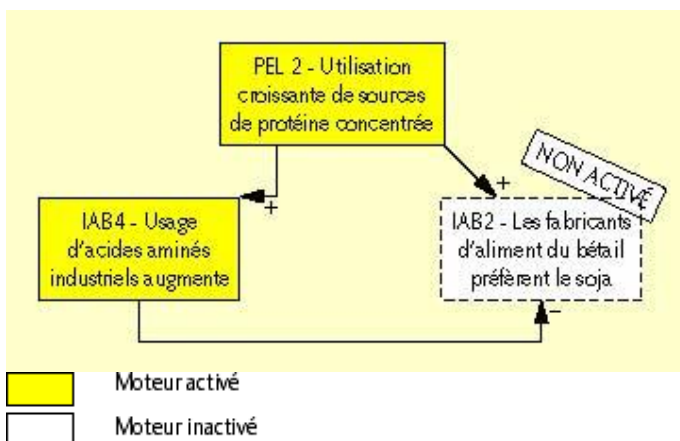


Schéma 7. L'activation des moteurs pour le microscénario « Modèle acides aminés industriels ».

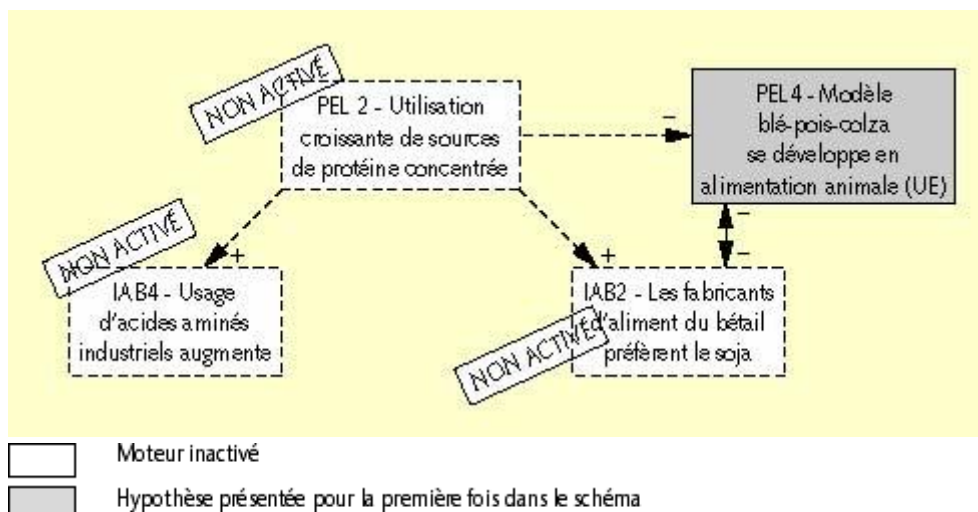


Schéma 8. Le jeu des moteurs dans le cas du microscénario « Modèles sources locales ».

Moteur	Microscénario		
	4.1 – Soja dominant	4.2 – Acides aminés industriels	4.3 – Sources locales
PEL2 – Les productions animales utiliseront de plus en plus de sources de protéines concentrées, tout particulièrement du tourteau de soja	Activé	Activé	Non activé
IAB2 – En UE, le fabricant d'aliment du bétail continue à utiliser préférentiellement le soja pour son rapport qualité nutritionnelle-prix	Activé	Non activé	Non activé
IAB4 – En UE, et dans le monde, les acides aminés industriels sont de plus en plus utilisés en alimentation animale, indépendamment des fluctuations du prix du tourteaux de soja	Non activé	Activé	Non activé