

## Les modèles macro-sectoriels en agriculture La place du modèle MAGALI<sup>1</sup>

La décision publique en agriculture a besoin d'outils pour estimer l'impact, sur le secteur agricole, des changements de politique ou d'environnement économique. Face à la nécessité d'objectiver les décisions, le recours aux méthodes quantitatives est indispensable et parmi celles-ci les modèles occupent une place de choix. Le modèle MAGALI a été conçu pour répondre à ces préoccupations. C'est un modèle économétrique qui rend compte des relations quantifiées entre les indicateurs essentiels de l'agriculture française. C'est principalement un modèle d'offre centré sur la production. À côté d'autres modèles qui ont été développés plus récemment pour rendre compte de la formation des équilibres sur les marchés, MAGALI constitue un des outils utilisés régulièrement pour l'éclairage des politiques publiques.

**L**e calcul économique en agriculture s'est d'abord développé dans les années 1960 avec des approches micro-économiques utilisant des outils tels que la programmation linéaire qui visaient surtout à éclairer les choix de production au niveau des exploitations agricoles. Ensuite le besoin est apparu d'estimer les effets globaux des décisions de politique agricole. C'est dans cette optique que des modèles macro-sectoriels ont commencé à être utilisés pour l'aide à la décision publique dans les années 1970. Un premier modèle macro-économique de l'agriculture française, SIMAGRI, a été mis au point par la Direction de la Prévision en 1974-1975. Encouragés par cette expérience, le ministère de l'Agriculture (Direction des Affaires Financières et Économiques) et le ministère de l'Économie (Direction de la Prévision) se sont associés au début des années 1980 pour élaborer le modèle MAGALI avec l'aide de l'INRA. À l'époque, les problèmes posés aux décideurs concernaient l'orientation des productions et ce sont donc logiquement vers des *modèles d'offre* que l'on s'est tourné.

Après une description du modèle et de

ses récents développements, nous donnerons un aperçu des autres modèles utilisés en agriculture en France. Nous verrons ensuite quelle est la place du modèle MAGALI aujourd'hui en concluant sur le bilan de ses 20 années d'utilisation et sur ses perspectives d'évolution.

### 1 - Le modèle MAGALI

C'est un modèle macro-sectoriel d'offre, étendu pour certains produits (animaux, pommes de terre, légumes et autres plantes industrielles) à des équilibres partiels. Il introduit des relations économiques quantifiées entre les indicateurs essentiels de l'agriculture : prix agricoles, prix des intrants, surfaces, rendements, cheptels, volumes de production, demandes d'intrants, productivité et revenu. Il s'agit d'un modèle dynamique récursif dont l'horizon de projection est de 7 ans. Le pas de résolution est annuel. Se situant au niveau de la France entière (y compris DOM), il considère le secteur agricole dans son ensemble comme une seule ferme (la « ferme France ») dont l'exploitant arbitrerait entre ses différentes productions en fonction des rapports de marges espérées,

sous contrainte de disponibilité de facteurs fixes tels que la terre agricole. Les principaux mécanismes traduisant les hypothèses économiques du modèle sont décrits par des équations économétriques. L'estimation des paramètres de ces équations est effectuée à partir de séries temporelles sur longue période (20 à 30 ans), ce qui permet de tester la fiabilité des relations.

Les deux déterminants de l'orientation des productions sont les prix et les structures des exploitations agricoles. La répartition des productions résulte pour l'essentiel des structures préexistantes. Les contraintes sont implicitement intégrées dans la situation initiale<sup>2</sup>.

1. MAGALI : Modèle AGRicole Analysant les Liaisons Intrasectorielles.

2. Certaines équations de superficie contiennent une variable dépendante retardée parmi les variables explicatives. Cette spécification répond à un processus d'ajustement partiel qui tient compte d'une manière implicite de la relative inertie des superficies compte tenu des contraintes agronomiques et agro-climatiques, de la spécificité géographique de certaines productions, de la fixité à court terme des facteurs de production tels que le capital et le travail.

À partir de cette situation, des substitutions entre productions peuvent s'opérer en fonction des variations de leur rentabilité relative. Ces rentabilités sont appréhendées à travers les marges à l'hectare qui dépendent des prix, mais aussi des coûts de production estimés par des coefficients techniques, de la productivité et enfin, pour les produits concernés, des subventions couplées à la production.

Le modèle simule les arbitrages entre productions qui résultent de ces rentabilités différentielles. Les substitutions entre productions s'effectuent de façon à maximiser la marge globale sous contrainte de disponibilité de facteurs fixes tels que la terre agricole.

Les prix et les subventions sont les principales variables de commande du modèle (ou variables exogènes), en particulier pour les productions végétales. *Par construction, le modèle ne peut donc pas être utilisé pour prévoir les prix des productions végétales.* Dans les productions animales, le schéma est plus complexe : les prix ont été rendus endogènes, c'est-à-dire que l'évolution de l'offre en volume influe à son tour sur les prix ; cela permet notamment de bien rendre compte des cycles de production du bœuf ou du porc.

Devenu opérationnel en 1984, au moment de la réforme des quotas laitiers, le modèle MAGALI a fortement évolué depuis sa création, en raison d'innovations méthodologiques, d'une part, et en fonction des évolutions de la politique agricole nécessitant des modifications de structure et de conception, d'autre part. Parmi ces améliorations on peut citer :

- Un modèle démographique pour l'élevage bovin, conçu par l'INRA, a été intégré dans MAGALI et amélioré en introduisant une modélisation explicite et cohérente des déterminants économiques des différents flux et stocks par classe d'âge et de sexe. Compte tenu de l'évolution de l'environnement économique et des politiques agricoles, les décisions d'arbitrage des producteurs consistent à choisir chaque année et pour chaque catégorie de bovins une répartition entre abattage et élevage en vue du renouvellement du cheptel ou de l'engraissement.

- L'interaction entre le prix des viandes et l'offre a été intégrée par le biais d'un système simplifié de demande, qui

permet aussi implicitement la prise en compte de la concurrence entre viandes blanches et viande rouge.

- Un module de modélisation des prix du secteur de l'énergie a été intégré au moment des fortes fluctuations du prix du pétrole.

- Enfin, tout récemment, face à l'importance croissante de questions sur des mesures de politiques agricoles différenciées par secteur (élevage) ou par zone géographique (zones défavorisées), un travail a été initié afin de pouvoir dés-agréger par région ou par filière les résultats obtenus au niveau national.

## 2 - Les autres modèles utilisés en agriculture en France

Parallèlement à MAGALI, d'autres types de modèles d'offre se sont progressivement développés sur base micro-économique. Les progrès des moyens de calcul ont permis d'utiliser des modèles de programmation mathématique sur des exploitations types, dont les résultats sont ensuite agrégés pour obtenir des effets au niveau local et/ou national (modèles AROPAJ et MAORI de l'INRA).

Par ailleurs, l'agriculture se trouvait confrontée, à la fin des années 1990, à de nouveaux défis qui appelaient le développement de nouveaux outils. La question des débouchés devenait cruciale et les politiques de prix administrés étaient progressivement abandonnées au profit d'un rôle accru donné aux signaux du marché. Les modèles d'offre comme MAGALI, avec des prix exogènes, perdaient donc une partie de leur pertinence.

Une première réponse a été apportée par les *modèles d'équilibre partiels* qui expliquent la formation des prix par la rencontre de l'offre et de la demande. Ces modèles sont en général estimés économétriquement et ont été développés par des chercheurs travaillant sur des sous-secteurs de l'agriculture et souhaitant disposer d'une représentation approfondie des flux à l'intérieur de la filière (exemple : filière laitière) ou, compte tenu des interactions qui existent dans le domaine agricole, sur quelques marchés (exemple : céréales et oléagineux etc.). En revanche, ils ne permettent pas d'avoir une vue de l'ensemble des effets intersectoriels d'une décision de politique agricole et des effets sur le reste de l'économie.

Parallèlement, un nouveau type de modèle était proposé par la communauté scientifique, les *modèles d'équilibre général calculable (MEGC)*. Comme pour les modèles d'équilibre partiel, l'équilibre découle de la confrontation d'offres et de demandes issues de la résolution de programmes d'optimisation des agents, mais ces modèles décrivent l'ensemble de l'économie. Plusieurs catégories d'agents sont distinguées, principalement producteurs et consommateurs. L'équilibre sur les différents marchés détermine les prix et quantités produites, consommées et échangées. Ce sont en général des modèles dits « synthétiques » dont l'estimation des élasticités n'est presque jamais effectuée à partir de la base de données propre du modèle, mais plutôt tirée de la « littérature ». Ce sont en général des modèles statiques, sans pas de résolution ni horizon temporel définis.

De nombreux modèles répondant à cette caractéristique ont alors été développés depuis le milieu des années 1990 dans le domaine de l'agriculture. En 1996, le ministère de l'Agriculture s'est associé à l'INRA afin de disposer d'un outil complémentaire de MAGALI et adapté à l'analyse de l'équilibre offre-demande, le modèle MEGAAGF (Modèle d'Équilibre Général de l'Agriculture et de l'Agro-Alimentaire Français). Il permettait l'étude des conséquences de différents scénarios de politique agricole, non seulement sur le secteur agricole lui-même mais aussi sur les secteurs amont (engrais, machinisme agricole, etc.) et aval (agro-alimentaire). Ce modèle a été ensuite étendu par l'INRA au niveau européen (modèle GOAL), le cadre strictement français étant de plus en plus inadapté pour la réflexion sur les effets de la PAC (voir tableau page suivante).

De nombreuses avancées sont intervenues ces dernières années. La principale innovation a été constituée par le développement, avec le soutien du ministère, de modèles capables de représenter les productions et les échanges mondiaux de produits végétaux (modèle WEMAC de l'INRA). Enfin, le modèle ID3 (CIRAD), qui, à la différence des modèles « standards » précédents, intègre les décalages temporels dans la réponse aux signaux du marché, s'est avéré très pertinent dans la période récente pour rendre compte de la volatilité des prix.

Enfin, la période récente a été marquée par le recours de plus en plus fréquent à l'utilisation de résultats des modèles

développés dans les organisations internationales (CAPRI de la Commission européenne et AGLINK de l'OCDE) pour obtenir des données de contexte servant d'hypothèses aux modèles nationaux.

### 3 - Le modèle MAGALI aujourd'hui

Parallèlement à ces nouveaux modèles, MAGALI est resté continuellement en fonction. Il est périodiquement réestimé (environ tous les 2 ans) à partir des données les plus récentes tout en intégrant les mécanismes des différentes réformes décidées ou à venir. En pratique, MAGALI est utilisé pour évaluer *ex ante* l'impact à moyen terme sur le secteur agricole de modifications des politiques agricoles et/ou de l'environnement économique des exploitations. Pour cela, une « projection centrale » est bâtie à l'occasion de cette révision périodique. Elle sert de référence pour l'analyse des « variantes de politique » et permet aussi d'effectuer un premier cadrage macro-économique sur les évolutions à moyen terme de l'agriculture française. Elle repose sur un corps d'hypothèses à horizon de 7 ans qui reflètent, à dire d'experts, la prévision « la plus probable et la plus cohérente » d'évolution de la politique agricole et de l'environnement macro-économique de l'agriculture au moment de son édification. Les analyses d'impact se font ainsi en écart par rapport à cette projection centrale.

Les différentes améliorations, les présentations à des groupes d'experts ainsi que l'actualisation régulière de MAGALI, permettent de garantir sa pertinence et font que ce modèle est utilisé réguliè-

ment pour l'évaluation *ex ante* des impacts de telle ou telle mesure adoptée au niveau français ou européen et/ou de changement d'environnement économique.

Ainsi, parmi les nombreuses variantes testées, on peut citer :

- L'impact de chocs divers sur l'agriculture française : a) des chocs exogènes sur la demande peuvent être aisément traduits dans le modèle quand la demande est modélisée ; ainsi une simulation récente a permis d'estimer les effets sur l'ensemble de l'agriculture, en particulier le secteur bovin, d'une réduction de nos exportations de bovins vivants induite par la fièvre catarrhale ovine (FCO) ; b) des chocs sur les coûts de production liés notamment au coût de l'énergie.

- L'impact d'une hausse du prix des céréales et des oléagineux.

- L'impact d'une ouverture aux importations dans le secteur des viandes.

- Le découplage total ou partiel des aides par secteur : l'introduction d'aides découplées par la réforme de la PAC de 2003 amène à s'interroger sur le devenir des productions et de l'utilisation de l'espace. Par définition, dans MAGALI, la superficie agricole disponible est utilisée complètement (en tenant compte des jachères), mais la répartition entre les différentes utilisations est calculée par le modèle. On peut donc estimer en particulier l'incidence du découplage ou d'autres aides liées à la terre sur l'évolution respective de la surface fourragère et des grandes cultures. On peut également estimer les effets de ces change-

ments sur l'intensification de l'utilisation des surfaces fourragères par le bétail. Par exemple, une simulation récente a montré que le découplage total de toutes les aides du secteur végétal et animal et la suppression de gel obligatoire pourraient se traduire, au regard de la projection centrale, par une réorientation des superficies vers la sole fourragère (qui augmenterait de 5 %), du fait de la baisse de rentabilité relative des grandes cultures. L'effet de cette réorientation serait compensé pour les grandes cultures par la remise en culture des superficies « gelées ». La réorientation vers la sole fourragère se ferait essentiellement vers l'herbe, les superficies en maïs fourrage baissant de l'ordre de 7 %. On assisterait à une désintensification du secteur de la viande bovine se traduisant, à l'horizon 2012, par une baisse globale de la production et des effectifs de gros bovins de l'ordre de 9 %. De même, l'effet du remplacement de ces aides découplées par d'autres aides assises sur les surfaces herbagères peut être simulé.

Comme pour chaque modèle, il va de soi que MAGALI ne peut répondre à toutes les questions. Dans certains cas, quand les mécanismes ne sont pas explicitement modélisés, on traduira au préalable (de façon externe au modèle) les conséquences de la variante étudiée sur les variables exogènes du modèle. Pour simuler, par exemple, les impacts d'une augmentation des quotas laitiers sur le secteur agricole, on estimera dans un premier temps et de façon externe au modèle son impact sur le prix du lait. Cette variation de prix sera ensuite introduite comme variable de commande du modèle afin d'en estimer les effets globaux sur le secteur agricole.

Tableau : les différents types de modèles

Type de modèle	Technique de modélisation/résolution	Champ géographique/secteur modélisé	Exemples
OFFRE	économétrique/récuratif	France/ensemble secteur agricole	MAGALI
		Europe/grandes culture	MONIC (plus maintenu)
ÉQUILIBRE PARTIEL	programmation mathématique/statique	France/ensemble du secteur agricole/résultats au niveau régional	AROPAJ
		Europe/ensemble du secteur agricole/résultats au niveau régional	CAPRI
ÉQUILIBRE GÉNÉRAL	synthétique/récuratif	Monde/ensemble du secteur agricole	AGLINK
		France/ensemble du secteur agricole, agro-alimentaire avec représentation du reste de l'économie	MEGA AF
		Europe/ensemble du secteur agricole, agro-alimentaire avec représentation du reste de l'économie	GOAL

## 4 - Quel bilan peut-on tirer de 20 ans d'utilisation du modèle MAGALI ?

Les évolutions récentes de l'économie, qui n'avaient pas été anticipées par les modèles, ont conduit à douter de leur utilité<sup>3</sup>, même si l'on sait qu'ils ne doivent pas être considérés comme des outils de prévision. Par ailleurs, les modèles d'équilibre, qui se placent souvent dans des situations de concurrence pure et parfaite déterminant alors des équilibres de marchés, sont fortement remis en cause quand on assiste à des fluctuations de prix de grande ampleur. Néanmoins, des outils permettant d'estimer les effets de décisions de politique agricole restent nécessaires. Dans ce contexte, des modèles d'offre comme MAGALI gardent tout leur intérêt. Ses principales caractéristiques, qui pouvaient être considérées comme des limites, se retournent en avantages.

Tout d'abord, *MAGALI n'est pas un modèle de prévision* : même si sa solution centrale fournit une situation projetée, contrairement aux MEGC, à un horizon temporel de moyen terme (5 ans), les résultats dépendent fortement des hypothèses. Sa solution centrale sert surtout à fournir une base de comparaison pour évaluer des scénarios alternatifs (variantes).

C'est un modèle économétrique : ces modèles sont en général plus lourds à développer et à adapter aux contextes changeants de la politique dans la mesure où, contrairement aux modèles synthétiques, chaque relation introduite doit faire l'objet d'une validation sur le plan statistique. En d'autres termes, les relations introduites doivent être confirmées empiriquement sur le passé. Cette lourdeur est la contrepartie d'une meilleure fiabilité.

L'absence de prise en compte de la demande (sauf pour les produits animaux) permet une modélisation au seul niveau national qui reste maîtrisable. Dans une période de forte instabilité des prix, alors que les MEGC s'avèrent incapables de prévoir le niveau des prix ou leurs fluctuations, le fait d'avoir des prix exogènes permet de tester plusieurs scénarios établis à dire d'expert et donc d'envisager une utilisation au service de travaux prospectifs.

Par ailleurs, *MAGALI n'est pas un modèle normatif* : comme tous les modèles fondés sur la théorie néo-classique, les MEGC calculent un optimum et les équilibres alternatifs sont souvent évalués en termes de différence de « bien-être ». Un modèle comme MAGALI au contraire se contente de calculer les conséquences en termes de production de telle ou telle décision en laissant au décideur le soin de porter un jugement.

D'autre part il faut noter que contrairement aux MEGC, les modèles économétriques tels que MAGALI peuvent être utilisés en évaluation *ex post* d'un changement de politique et/ou d'un choc d'environnement économique. On peut aussi décomposer l'évolution du phénomène suivant la part relative de ses variables explicatives sur toute la période d'estimation du modèle, par exemple : décomposition de l'évolution du rendement en effet progrès technique, effet prix (output et input), effet climat. Enfin, les modèles économétriques ont un degré de détail suffisant pour représenter au plus près les complexes instruments des politiques agricoles : gel de terre, prix garanti, quotas, aides plus ou moins couplées à la tonne ou à l'hectare ou à la tête d'animal, etc.

\*\*\*

Un grand nombre d'effets globaux des politiques agricoles sur la « ferme France » peuvent donc être simulés au moyen de MAGALI. Ils peuvent servir non pas à déterminer le bien fondé de telle ou telle décision, ce qui reste l'apanage des décideurs, mais à mesurer les conséquences et donc à leur fournir des éléments objectifs de jugement. Pour aller plus loin, il est important de compléter cette approche globale par une estimation des effets différenciés sur les territoires et sur les catégories d'agriculteurs afin d'étudier les mesures d'accompagnement à mettre en place. C'est la principale limite d'un modèle macro-sectoriel comme MAGALI qui doit être complété par des outils de simulation micro-économiques comme cela a été fait au ministère de l'Agriculture et de la Pêche à partir du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA)<sup>4</sup>. Les travaux en cours visent à une meilleure articulation entre ces deux approches.

Dans le contexte actuel d'incertitude aggravée par la crise financière, les tra-

voux prospectifs sont plus que jamais nécessaires. Sans chercher à « prédire l'avenir », il est utile de construire des scénarios quantifiés pour servir de base à ces travaux. À travers la construction de modèles, l'étude des faits et de leurs enchaînements, leur mise en cohérence, la mise en évidence des tendances à l'œuvre, sont des éléments indispensables. Un des principaux mérites de modèles comme MAGALI est d'apporter ces supports de réflexion.

**Bernard Dechambre**

Chef du bureau de l'Évaluation et de l'analyse économique

**José Ramanantsoa**

Chargé de mission Évaluation et analyse économique

**Sous-direction de la Prospective et de l'Évaluation**

### BIBLIOGRAPHIE

- Albecker C., Bedoucha L., Lefebvre C., Mahe L.-P., Rini G. « Où va l'agriculture française ? Le modèle à moyen terme de l'agriculture française (MAGALI) », *Économie rurale*, n° 155, mai-juin 1984.
- Mathieu M.-A., Ramanantsoa J., « Quelles perspectives pour l'agriculture française après la réforme de la PAC ? », *Économie et Statistique*, n° 254-255, mai-juin 1992.
- Mathieu M.-A., Ramanantsoa J., « Les perspectives de l'agriculture française à la veille du troisième millénaire », *Agreste-Les Cahiers*, n° 1-2, mai-juin 1996.
- Mathieu M.-A., Ramanantsoa J., « Simulations de découplage des aides à l'aide du modèle MAGALI », *Notes et études économiques*, n° 19, décembre 2003.
- Mathieu M.-A., Ramanantsoa J., « Le scénario central 2005-2012 du modèle MAGALI : application de la réforme de juin 2003 », *Notes et études économiques*, n° 31, juillet 2008.

3. Les chocs et les ruptures, par nature imprévisibles, déjouent tous les calculs.

4. Le RICA est une base de données individuelles représentative des exploitations agricoles professionnelles.

**Ministère de l'Agriculture et de la Pêche**  
**Secrétariat Général**

Service de la statistique et de la prospective  
Sous-direction de la prospective et de l'évaluation  
12 rue Henri Rol-Tanguy - TSA 70007  
93555 MONTREUIL SOUS BOIS Cedex  
Tél. : 01 49 55 85 05  
Sites Internet : [www.agreste.agriculture.gouv.fr](http://www.agreste.agriculture.gouv.fr)  
[www.agriculture.gouv.fr](http://www.agriculture.gouv.fr)

Directrice de la publication : Fabienne Rosenwald  
Rédacteur en chef : Bruno Héroult  
Composition : SSP Beauvais  
Dépôt légal : À parution  
© 2009