

« Description et déroulement des modules »

1. Modèle bioéconomique : Analyse de la résilience des systèmes de production méditerranéens

Les premières générations de modèles bioéconomiques sont apparues au début des années 70 (Flichman et Jacquet, 2003). Ces modèles sont fondés sur une approche de modélisation couplant une composante biophysique, permettant d'établir les rapports entrants/sortants en ce qui concerne la production végétale, à une composante économique le plus souvent un modèle d'optimisation sous contrainte (Belhouchette et al., 2011). L'idée derrière le couplage de composantes, relevant de disciplines complètement différentes (agronomie, socio-économie, écologie, etc.), était de trouver la solution optimale à un problème de gestion de ressources naturelles (Letcher et al., 2007).

L'utilisation de l'approche bioéconomique a rapidement évolué pour être utilisée pour l'analyse des relations agriculture-environnement (Flichman et al., 2011) et l'analyse des politiques agricoles et environnementales (Louhichi et al., 2010). Dans leur version la plus récente, les modèles bioéconomiques servent à explorer *ex-ante*, dans un contexte changeant, l'impact agronomique, économique et environnemental de i) l'introduction de technologies innovantes (introduction des systèmes de cultures innovants) (Plaza-Bonilla et al., 2016, Janssen et al., 2007) ii) l'émergence de nouveaux instruments de politiques agro-environnementales (Piorr et al., 2009) et iii) la résilience des systèmes de production face à un contexte biophysique et socio-économiques incertains (Souissi et al., 2016).

1. Les modèles biophysiques comme composante des modèles bioéconomiques

Histoire, hypothèses et principe de simulation

Cette partie décrit l'évolution des modèles de culture et leur utilisation pour simuler le comportement des systèmes de culture en vue d'une modélisation bioéconomique. Il est question dans cette partie de décrire les principes, les hypothèses et les limites de ce type de modélisation en fonction de la question posée, de la disponibilité des données et des variables à simuler. Une partie importante de cette section est consacrée à décrire la procédure et les étapes nécessaires pour construire/choisir et calibrer/valider un modèle de culture pour simuler le comportement des systèmes de culture en fonction des échelles spatiales et temporelles d'analyse.

2. La notion d'activité : hypothèses et caractérisation

Cette partie est consacrée à décrire la notion d'activité en insistant sur deux principes importants :

- i- comment construire une activité et ses composantes en fonction de l'objectif de l'étude et des données disponibles.
- ii- comment renseigner une activité en associant des données biophysiques simulées par un modèle de culture et des données socio-économiques collectées auprès des experts et des bases de données statistiques. Cette partie traite également des principes à considérer pour garder la cohérence globale de ces données qui sont de natures et des échelles différentes. Il est également question de voir le rôle que peuvent jouer les acteurs locaux dans l'acquisition des données.

3. Simulation de la résilience des systèmes de production méditerranéens

3.1 Présentation d'un cadre d'analyse simplifié de la résilience basé sur la modélisation bioéconomique

L'objectif de cette partie est de présenter et utiliser un cadre d'analyse opérationnel basé sur la modélisation bioéconomique pour appréhender d'une façon quantitative simple la résilience des systèmes de production méditerranéens en croisant trois indicateurs de résilience : capital terre-capital revenu-capital social. Il est notamment question dans ce cadre de montrer l'importance d'utiliser une « chaîne de modélisation » basée sur : la base données activités agricoles-modélisation biophysique-modélisation bio-économique-scénarios-indicateurs.

3.2 Choix de l'exploitation type

Cette section traite la question de la typologie et le choix des exploitations types pour représenter la diversité des exploitations dans un territoire. Il est notamment question de mettre l'accent sur le choix de critères de structure et de fonctionnement en fonction de l'objectif de production et des données disponibles. Il est également question de préciser les caractéristiques de ces exploitations en termes de disponibilité de ressources et des contraintes biophysiques et socio-économiques auxquelles les exploitations sont soumises.

3.3 Construction et test d'un modèle bioéconomique.

L'objectif de cette partie est de présenter, en plusieurs étapes, un modèle bioéconomique simplifié pour simuler la résilience des systèmes de production en Tunisie. Il est notamment question de bien préciser :

- i) Les objectifs de la simulation et la nature de la fonction objectif
- ii) La base de données basée sur la modélisation biophysique
- iii) Les contraintes auxquels l'agriculteur est soumis
- iv) Les indicateurs de résilience à simuler.
- v) Les scénarios à simuler traduisant le choc climatique (principalement hydrique). Il est notamment question de comparer les résultats des scénarios par rapport à une situation de référence pour évaluer la résilience du système face à un choc climatique. Cette comparaison, mettra notamment le point sur le rôle de l'eau comme facteur de résilience (ou pas) dans un contexte semi-aride.

2. Modèle de ménage agricole

La spécificité de ces ménages « semi-commercialisés » est qu'ils intègrent dans la même unité des décisions concernant la production, la consommation et la reproduction dans le temps. En effet, même si tous les marchés fonctionnent, au moins une part de leur production est gardée pour leur consommation et leurs ressources en travail sont utilisées pour la production. La nourriture produite en plus de la consommation est vendue sur le marché des produits et le travail en excès de la production familiale est vendu sur le marché du travail. Si la production est inférieure à la consommation et/ou le travail moins important que les besoins de l'exploitation, le ménage est un acheteur net d'aliments ou un employeur net de travail. Dans ce cas les dépenses pour acheter de la nourriture doivent venir de sources de revenu telles que la vente de culture de rente ou de travail. Dans certains cas extrêmes les agriculteurs peuvent même être totalement autonome pour l'alimentation ou le travail même s'ils participent au marché pour les cultures de rente.

L'analyse des ménages agriculteurs est importante pour l'analyse des politiques. Quand tous les marchés fonctionnent, le seul lien entre les décisions de production et de consommation se fait à travers le niveau du revenu agricole réalisé grâce à la production. Quand on se trouve en présence d'imperfections de marché il y a des interrelations entre les décisions de production et de consommation. Dans les 2 cas, les politiques qui touchent aux prix des biens (facteurs) produits (utilisés) et consommés (vendus) ont des implications complexes pour la production et le bien-être.

Comment peut-on prendre en compte les décisions de consommation, ventes, production, achat, autoconsommation dans des ménages agricoles pour lesquels conserver une part importante de leur production pour répondre à leurs besoins alimentaires est une stratégie économique.

L'objectif de ce cours avancé est donc d'illustrer comment les modèles de programmation mathématique peuvent être enrichis et/ou écrits différemment pour mieux refléter les arbitrages des agriculteurs entre ventes et autoconsommation. Nous nous inspirerons notamment des travaux de Sadoulet et De Janvry (1995) et de Hazell et Norton (1986) pour formuler nos modèles de ménage.

Organisation du module (3h)

- 1) Les modèles de ménage théorie et modélisation (1h – power point – 30 diapos)

- 2) Introduction des techniques des modèles séparables / non-séparables : cours/exercices (2h avec GAMS)

3. Economie comportementale et modélisation de la fonction objective des agriculteurs

La grande majorité des modèles de programmation mathématique repose sur l'hypothèse que l'agriculteur maximise une fonction de profit espéré. Ils s'appuient en ce sens sur la cadre théorique de l'Homo oeconomicus, fondé sur une hyper-rationalité d'agents économiques omniscients capables de faire des choix d'optimisation d'une fonction d'utilité guidée par la recherche du profit maximum. Ces hypothèses peuvent être assouplies afin d'ouvrir la voie à des modèles plus réalistes et reflétant mieux le processus de décision des agents en général, et des agriculteurs en particulier.

Le psychologue Daniel Kahneman, a ouvert la voie à l'économie comportementale, en mettant en évidence plusieurs biais cognitifs et comportementaux, correspondant à des « erreurs régulières » ou à des « déviations systématiques » dans les décisions des agents économiques par rapport à ce qui est prédit par la théorie néoclassique (Tversky et Kahneman, 1974 ; Camerer et al., 2004). Ces « biais » sont liés à des paramètres psychologiques qui peuvent influencer significativement les décisions des agents et donc l'efficacité des incitations auxquelles on les soumet. L'économie comportementale montre ainsi que le comportement est influencé par un ensemble de facteurs qui vont bien au-delà de ce que suppose la rationalité conventionnelle mobilisée dans les modèles économiques. De nombreuses études montrent que la maximisation du profit n'est pas le seul objectif des agriculteurs.

On peut ainsi montrer l'importance des motivations intrinsèques et des valeurs morales portées par les individus, comme l'altruisme, les convictions environnementales, les croyances, qui peuvent les pousser à faire des choix non convergents avec leur intérêt économique. La pression sociale, le conformisme, la comparaison aux autres, sont ainsi des leviers puissants dans les décisions individuelles.

L'objectif de ce cours avancé est donc d'illustrer comment les modèles de programmation mathématique peuvent être enrichis et/ou écrits différemment pour mieux refléter les choix des agriculteurs. Nous nous focalisons sur les techniques de modélisation multi-critère. Deux grandes approches de modélisation multicritère seront étudiées : la programmation par buts et la programmation par compromis. La première approche s'inspire de la théorie de H. Simon (Simon 1996) qui montre que pour certains critères les individus cherchent à atteindre des niveaux acceptables de leurs aspirations. La seconde méthode s'attache à définir des compromis entre différents objectifs, en s'intéressant aux solutions efficiente au sens de Pareto.

Organisation du module (3h)

- 1) Economie comportementale et décisions des agriculteurs (45 minutes – power point – 20 diapos)
- 2) Introduction des techniques de modélisation multi-critère : cours/exercices (1h30 avec GAMS)
- 3) Présentation d'un cas d'étude et discussion sur la manière de l'utiliser (45 mn)

4. Modèle régional

La construction d'un modèle régional relève différents défis méthodologiques qui sont expliqués et illustrés dans ce cours. Tout d'abord, l'échelle régionale permet d'enrichir l'approche-exploitation car elle permet de prendre en compte l'espace et une diversité de conditions de production (sols, climats) et de structures d'exploitations. La contrepartie de cet enrichissement est d'une part la perte de l'échelon exploitation comme centre de décision et d'autre part la nécessité de poser quelques hypothèses simplificatrices. Alors que le modèle d'exploitation est élaboré à l'échelle de l'agent qui prend les décisions mais qu'il est souvent peu généralisable à plus de quelques exploitations, le modèle régional généralise un processus à une échelle géographique plus large (un territoire tel un bassin versant ou une région) en perdant l'ancrage du décideur-exploitant. Il faut distinguer dès lors deux types

de modèles : i) Le **modèle d'agent-région** est un modèle où les activités sont mises en concurrence à l'échelle d'une unité-région en perdant de vue l'hétérogénéité des structures d'exploitation et des orientations de production des exploitations qui la composent. ii) Un second type de modèle régional est un **modèle « hybride »** qui vise à la fois l'agrégation et la généralisation à l'échelle régionale et la prise en compte de l'hétérogénéité des structures ou des systèmes d'exploitations qui sont considérés comme des unités de décisions avec leurs ressources et leurs technologies propres. Ce second type de modèle régional comporte trois challenges méthodologiques : i) celui de prendre en compte l'hétérogénéité des exploitations ; ii) celui, après avoir changé d'échelle via un processus d'agrégation (upscaling), de calibrer le modèle ; iii) un challenge supplémentaire est celui de l'intégration possible de boucles de rétroaction ou d'interdépendances entre exploitations au sein du modèle (permettant par exemple la simulation d'échanges de biens ou de ressources entre exploitations).

Organisation du module (3h)

- 1) Représentation de la diversité des exploitations dans un modèle régional
(Cours, 30 minutes ; agrégation, typologie / Exercice GAMS 30 minutes)
- 2) Calibrage d'un modèle régional
(Cours 30 minutes : principe du calibrage et principes de la méthode de Programmation Mathématique Positive / Exercice sous GAMS : 30 min)
- 3) Présentation d'un cas d'étude avec différentes modalités (échanges vs sans échanges)

5. Modèle global

- Le petit modèle qui servira d'exemple pour les exercices sera une version simplifiée du modèle GLOBIOM, un modèle mondial d'équilibre partiel qui est développé par IIASA. L'étude de cas portera sur l'efficacité des politiques d'atténuation du changement climatique mises en œuvre au niveau national ou régional pour contribuer à la réduction des gaz à effet de serre à l'échelle mondiale.
- Les effets indirects d'une augmentation de la demande en terre pour des fins non-alimentaires, le risque d'une plus grande conversion de terres naturelles riches en carbone, notamment dans les zones tropicales, et les impacts pour la sécurité alimentaire seront discutés et illustrés par des exercices sur le petit modèle dans GAMS. Nous verrons également comment les arbitrages dans l'utilisation de la terre pour atteindre à la fois des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de sécurité alimentaire peuvent être relâchés en augmentant la productivité des terres.
- Nous allons commencer par revoir la théorie économique sous-jacente de la maximisation du bien-être global, c'est-à-dire de la maximisation de l'utilité des consommateurs et des profits des producteurs, et les principales équations correspondantes du problème d'optimisation dans un modèle d'équilibre partiel. Ensuite, nous présenterons les différentes approches de représentation de la terre dans les modèles du secteur agricole et nous introduirons la modélisation des émissions de carbone liées à la conversion de différents types de végétation en terres agricoles.
- Enfin, nous présenterons les différentes approches de modélisation du commerce international et nous présenterons les défis de l'introduction des coûts au commerce et de la calibration des flux bilatéraux de commerce dans les modèles.