

Focus

Un outil de simulation adapté à la gestion des ressources en eau du territoire dans le cadre d'une démarche participative

Le développement d'outils et de méthodes permettant de tester différents scénarios relatifs aux systèmes de culture peut être un élément clé dans les instances de concertation ou de négociation mises en place dans le cadre de la planification de ressource en eau à l'échelle de territoires.

Focus sur Pilote-Ter et Olympe, deux logiciels développés respectivement par Irstea et l'Inra, dont l'articulation a permis de constituer un outil de simulation adapté à la gestion territorialisée des ressources en eau dans le cadre d'une démarche participative.

Les enjeux de l'agriculture portent, d'une part, sur la reconnaissance de son rôle spécifique à une échelle locale et, d'autre part, sur les réponses qu'elle peut apporter aux grands défis mondiaux en matière d'alimentation et de gestion durable des ressources, et notamment de la ressource en eau. Les arbitrages sur ces grandes questions impliquent l'élaboration de nouveaux cadres de concertation et de régulation économique ainsi que la formulation de stratégies de développement économique et social.

Alimenter la réflexion et faciliter la prise de décision des gestionnaires de la ressource s'avère primordial. En effet, en situation de fortes variations du contexte local (accès aux ressources, réglementation...), les équilibres économiques peuvent se rompre. Si les modèles d'optimisations linéaires classiques peuvent contribuer à identifier les situations de rupture, ils ne fournissent pas une aide à la décision pour rétablir de nouveaux équilibres techniques et économiques. Il faut alors s'inscrire dans une démarche de projet qui va prendre en compte les évolutions possibles des pratiques agricoles, des activités des exploitations et des impacts sur le territoire, en matière de ressource en eau, de revenu et en intégrant de manière plus large, l'évolution de la société et de ses attentes vis-à-vis de l'agriculture.

La mise en place de la directive cadre sur l'eau remet en question les allocations d'eau pour l'agriculture dans de nombreux territoires. C'est en effet ce secteur qui est le plus couramment impacté par les restrictions d'usages, qu'elles soient conjoncturelles (arrêtés sécheresse) ou structurelles (diminution de l'allocation). Cependant, si l'évaluation de l'impact agronomique et économique de telles mesures nécessite la mise en place d'un dialogue avec la profession agricole, des outils sont nécessaires pour quantifier les effets de restrictions d'eau sur les rendements agricoles et sur l'économie des exploitations et des territoires concernés. À cette fin, une méthode opérationnelle a été développée. Elle est basée sur la

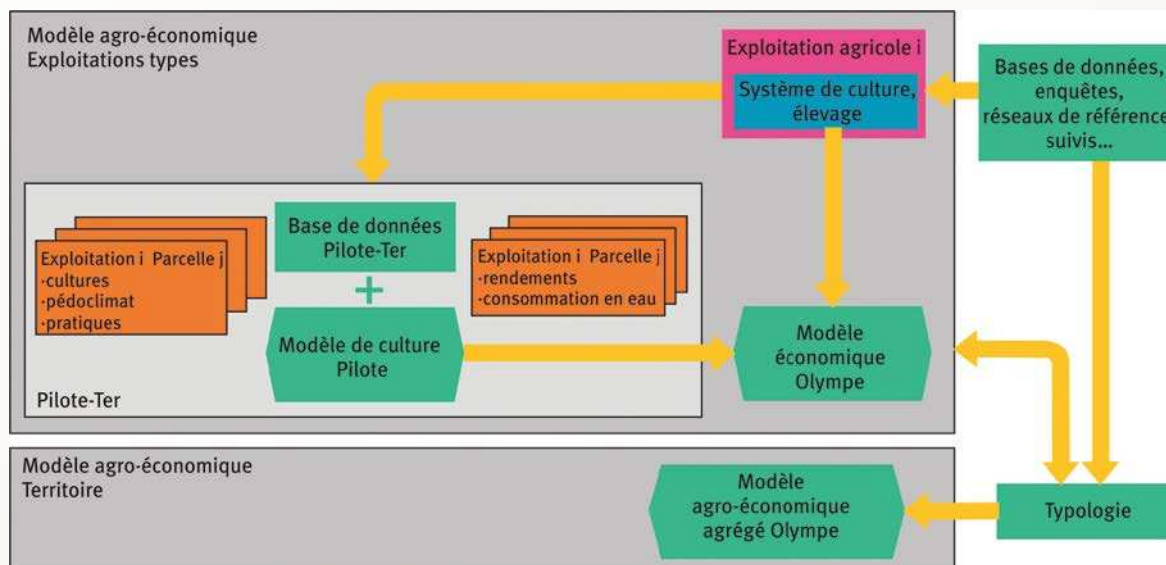
modélisation technico-économique des parcelles, des exploitations agricoles – entité économique où l'exploitant prend ses décisions – et du territoire (ensemble d'exploitations agricoles). Ce travail de modélisation est réalisé en concertation avec les acteurs du territoire pour alimenter le modèle en informations relatives aux stratégies et pratiques d'irrigation, en fonction de différents scénarios économiques, climatiques ou réglementaires. Cet article présente plus particulièrement le fonctionnement et les spécificités de deux logiciels dont l'articulation constitue l'outil de simulation. Un logiciel « Pilote-Ter », fondé sur un modèle de culture, fournit des résultats en matière de rendements et demande en eau pour un ensemble de cultures conduites sous différentes conditions techniques (pratiques culturales, matériel) et pédo-climatiques, observées localement. Ces résultats sont implémentés dans le second logiciel, le simulateur technico-économique « Olympe », qui produit des résultats économiques à l'échelle de l'exploitation et du territoire. Nous présentons ici les principes des deux modèles Pilote-Ter et Olympe.

Présentation de Pilote-Ter

Pilote est un modèle de culture développé par Irstea dont les principes sont précisés notamment dans les articles de Mailhol *et al.* (1997) et de Khaledian *et al.* (2009). Le modèle prend en charge de nombreuses cultures dont les comportements face au stress hydrique ont été évaluées dans différentes configurations (travaux en station expérimentale et suivis chez des agriculteurs). Il se compose de deux modules principaux :

- un module « Sol », qui modélise les transferts d'eau dans le sol au moyen de trois compartiments (ou réservoirs) : un réservoir superficiel, qui gère les échanges d'eau avec l'atmosphère (évaporation directe du sol et transpiration de la culture dont la valeur est égale à la transpiration maximum du couvert), un réservoir médian, qui évolue avec l'enracinement (dans lequel la culture

1 Représentation schématique des articulations entre les composantes de l'outil pour un scénario climatique et économique donné.



prélève en fonction de son niveau de remplissage), et un réservoir profond, situé sous le front racinaire et qui est limité par l'enracinement maximum ;

- un module « Plante », qui simule l'évolution de l'indice de surface foliaire (LAI, en anglais *Leaf Area Index*) en fonction des conditions hydriques et des sommes de températures correspondant aux différents stades du développement de la plante. Il a en effet été montré que le LAI est un bon indicateur de la capacité de production de matière sèche de la plante, et donc du rendement final de la culture.

Associée à des données climatiques (pluie, température moyenne, évapotranspiration potentielle, rayonnement global) de la période sur laquelle s'effectue la simulation, la combinaison des deux modules fournit, pour une culture et des caractéristiques de sol données, une estimation du rendement et de la consommation en eau nécessaire pour atteindre ce rendement (les facteurs de production autres que l'irrigation sont supposés être non limitant). Pilote réalise un bilan hydrique complet sur la période de simulation. La conduite de l'irrigation (dates et quantités d'eau apportées) peut être définie par le logiciel en fonction de niveaux d'épuisement des réserves pré-définis pour atteindre un rendement objectif ou par l'utilisateur selon un calendrier d'irrigation. Le logiciel évalue également le drainage, c'est-à-dire la quantité d'eau perdue qui ne profite pas à la culture, fonction des pluies et de la gestion de l'irrigation et de leur adéquation aux besoins des cultures, à la capacité de stockage hydrique du sol, au climat.

Pour obtenir une estimation des besoins en eau et des rendements à l'échelle d'une exploitation, et plus généralement d'un territoire, il est nécessaire de réaliser plusieurs simulations qui correspondent à des combinaisons plante/sol/climat/pratiques agricoles. Pour y parvenir, une application dénommée Pilote-Ter (pour territoire) a été développée. Elle associe une base de données au modèle de culture Pilote et permet de gérer des entrées

et sorties multiples du modèle à partir d'une interface graphique unique. Les processus de simulation sont automatisés et la saisie des paramètres nécessaires au fonctionnement de Pilote (culture, sol, climat, conduite de l'irrigation, dates de semis et de récolte) facilitée. Les paramètres sont enregistrés dans la base de données, et pour chaque simulation à réaliser, l'application génère les fichiers nécessaires puis lance l'exécution de Pilote. Il est ainsi possible de réaliser très rapidement un grand nombre de simulations dont les résultats sont ensuite agrégés pour obtenir une information synthétique sur des exploitations types et l'ensemble du territoire, mais en conservant accessibles l'ensemble des données et calculs intermédiaires, pour élaborer des indicateurs à la demande.

Ce travail a fait l'objet d'un contrat de partenariat de recherche entre Irstea (UMR G-EAU) et le bureau d'études Diataé, spécialisé dans le conseil en gestion de territoires agricoles en relation avec les problématiques liées à l'irrigation.

Présentation d'Olympe

Développé pour l'Institut national de la recherche agronomique par Jean-Marie Attonaty à partir de 1999, le logiciel Olympe est un simulateur technico-économique. Il apporte une aide à la décision pour l'orientation stratégique de l'exploitation agricole aussi bien à l'échelle individuelle que dans une démarche collective (Attonaty *et al.*, 2010).

Il s'appuie sur un ensemble de données (ateliers de production élémentaires – cultures, animaux – aléas sur les prix et sur les quantités produites ou consommées, typologie d'exploitations...) pour fournir des résultats standards (compte d'entreprise, bilan, trésorerie), ainsi que des outputs personnalisables par l'utilisateur (indicateurs, états de sortie, graphiques). Ces derniers permettent de synthétiser l'information nécessaire à la prise de décision en facilitant l'analyse des résultats.

► Sa fonction de simulateur permet de construire des variantes ou scénarios d'un même cas étudié en prenant en compte les aléas. Leur comparaison offre la possibilité de tester différentes hypothèses sur les conséquences d'un changement technique, d'une réorientation de la production à l'échelle d'une exploitation ou d'une région ou de modifications de la réglementation (Politique agricole commune, par exemple) amenant des changements de règles de calcul.

L'ensemble des données et des résultats peuvent être transférés sur tableur.

Les liens entre les composantes de l'outil

L'articulation des différentes composantes de l'outil est résumée sur la figure 1 qui fait apparaître l'origine des données d'entrée utilisées et les principales échelles retenues. L'ensemble des informations issues des enquêtes, des réseaux de références et des suivis ainsi que les bases de données mobilisées, permettent d'établir une typologie des exploitations du territoire. Pour les différentes exploitations-types, une modélisation agro-économique est mise en œuvre en mobilisant à la fois Pilote-Ter et Olympe.

Grâce à l'application Pilote-Ter, le modèle de culture Pilote dispose des indications nécessaires pour évaluer les résultats agronomiques à l'échelle de l'ensemble des parcelles de cultures des différentes exploitations types en tenant compte des pratiques des agriculteurs. Cette application permet en outre de prendre en compte l'aléa climatique ou des restrictions d'accès à l'eau en gérant plusieurs séries de scénarios.

Pour ces mêmes exploitations types, le logiciel Olympe utilise les sorties de Pilote-Ter (rendements des différentes cultures, volume d'eau d'irrigation) et l'ensemble des données technico-économiques pour calculer les indicateurs économiques à l'échelle de ces unités de gestion. L'aléa du marché couplé à l'aléa climatique peut alors être pris en compte dans différents scénarios, pour tenir compte de la volatilité des prix et évaluer leurs effets sur les différents types d'exploitations.

En tenant compte des effectifs des différentes classes d'exploitations issues de la typologie, on obtient ainsi un modèle agro-économique agrégé à l'échelle du territoire, mais on fait aussi apparaître le poids des différentes classes dans le résultat final.

L'outil est particulièrement adapté à une approche participative, car il permet de visualiser grâce à la base de donnée Pilote-Ter et à la structure du logiciel Olympe lui-même les différentes données prises en compte à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation ou du territoire et de les modifier au cours des ateliers. Cependant, en général, les travaux réalisés lors de ces ateliers concernent de manière précise un ou quelques types d'exploitations.

Conclusion

Ces outils offrent une représentation dynamique de l'agriculture en mettant en relation le niveau de décision collectif (gestionnaires de la ressource) et le niveau de décision individuel (exploitations agricoles). Il permet, par agrégation, de projeter sur le territoire les stratégies d'adaptations à de nouvelles contraintes définies avec les agriculteurs et d'en évaluer les conséquences économiques et environnementales.

L'outil de simulation que constitue le couplage de ces logiciels, repose sur trois points clés proposant ainsi un support opérationnel pour la prise de décision :

- une analyse basée sur les unités économiques de décisions (individuelles et collectives) ;
- la modélisation des interactions multi-niveaux, niveaux allant de la parcelle au territoire, en passant par l'exploitation agricole ;
- la construction de solutions contextualisées, car son utilisation est associée à une méthode d'analyse du territoire fondée sur la participation des acteurs locaux.

Indispensable à l'utilisation efficace de tels outils dans le paramétrage et l'acceptation des modèles, l'approche participative est mise en œuvre dans le cadre d'ateliers. Ces outils jouent alors un rôle majeur pour la co-construction des scénarios, la réalisation de simulations avec les acteurs agricoles en prise directe avec la réalité du territoire. Il y a donc une réelle cohérence entre les outils (Pilote-Ter et Olympe) et la méthode choisie ; même si leur interface peut encore être améliorée, les outils développés rendent possibles les interactions nécessaires dans l'approche participative. ■

Les auteurs

Jacques FABRE, Laurent BRUNEL et Gabrielle RUCHETON

Diataé – 3191 Route de Mende, 34093 Montpellier Cedex 5

✉ jacques.fabre@diatae.com

✉ laurent.brunel@diatae.com

✉ gabrielle.rucheton@diatae.com

Jean-Claude MAILHOL et Pierre RUELLE

Irstea, centre de Montpellier, UMR-G-EAU

Gestion de l'eau, acteurs et usages

361 rue J.-F. Breton, BP 5095, 34196 Montpellier Cedex 5

✉ jean-claude.mailhol@irstea.fr

✉ pierre.ruelle@irstea.fr

Philippe LE GRUSSE

Institut agronomique méditerranéen de Montpellier

UMR G-EAU, Gestion de l'eau, acteurs et usages

3191 Route de Mende, 34093 Montpellier Cedex 5

✉ legrusse@iamm.fr

EN SAVOIR PLUS...

■ **ATTONATY, J.-M., DEHEUVELS, O., LE BARS, M., LE GRUSSE, P., PENOT, E., SNOECK, D.**, 2010, *Olympe : outil de modélisation et de simulation des exploitations agricoles – Manuel d'utilisation*, INRA/CIRAD/CIHEAM-IAMM éd., 87 p.

■ **KHALEDIAN, M.-R., MAILHOL, J.-C., RUELLE, P., ROSIQUE, P.**, 2009, Adapting PILOTE model for water and yield management under direct seeding system: the case of corn and durum wheat in a Mediterranean context, *Agric. Water Manag.*, 96(5), p. 757-770.

■ **MAILHOL, J.-C., OLUFAYO, A., RUELLE, P.**, 1997, Sorghum and sunflower evapotranspiration and yield from simulated leaf area index, *Agric. Water Manag.*, n° 35, p. 167-182.



Irstea développe des outils pour évaluer les effets des restrictions d'eau sur les rendements agricoles et sur l'économie des exploitations et des territoires concernés.