

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Française pour la Production Fourragère

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.org

Dynamix, un « jeu sérieux » pour concevoir des scénarios d'achat-vente entre céréaliers et éleveurs : une application en Ariège

J. Ryschawy¹, A. Charneau¹, A. Pelletier², M. Moraine³, G. Martin¹

L'intégration entre cultures et élevage à l'échelle du territoire, c'est-à-dire entre exploitations, est une solution prometteuse. Mettre en place des scénarios d'achat-vente d'alimentation animale ou fumure entre agriculteurs se révèle néanmoins très complexe en termes d'organisation collective (logistique, gouvernance...). Une démarche de conception participative, basée sur l'utilisation du jeu sérieux Dynamix, est présentée.

RÉSUMÉ

La démarche présentée, en 5 étapes, bénéficie des acquis de précédents travaux de recherche participative avec des collectifs d'agriculteurs souhaitant développer des échanges et intègre l'utilisation d'un jeu de plateau, Dynamix. Son utilisation, par deux collectifs d'agriculteurs en Ariège, est présentée. Ce jeu permet aux agriculteurs de reconcevoir leur exploitation en considérant les produits et coproduits à vendre ou acheter (céréales, foin, fumier...); ensuite, les agriculteurs positionnent les actions sur une carte de leur territoire pour traiter des aspects logistique. Les scénarios conçus à l'aide du jeu sont évalués grâce à un modèle de simulation permettant d'effectuer des bilans. Cette démarche pourra être adaptée à d'autres contextes et à une utilisation en enseignement.

SUMMARY

Using the serious game Dynamix to design trade relationships among grain and livestock farmers in Ariège

Integrating crop and livestock farming at the regional level, via exchanges among farms, could be a promising solution to current farming challenges. However, establishing trade relationships (buying/selling of feed or manure) among farmers can be rather complex in terms of collective organisation (e.g., logistics, management). Here, we describe a participatory design process based on the serious game Dynamix as well as the game's use by two agricultural collectives. The game has five stages over which farmers redesign their farms by assessing the products and co-products they wish to buy or sell (e.g., grains, hay, manure). Farmers then position their desired actions on a regional map to deal with logistical factors. The scenarios arising from the game are then evaluated using a simulation model. This approach could be adapted for use in other contexts, including in educational settings.

Face aux problèmes environnementaux liés à la spécialisation des exploitations agricoles et des régions (pollution des eaux par les nitrates, émission de gaz à effet de serre, perte de matière organique des sols...), la polyculture-élevage est vue comme une option agroécologique avantageuse (LEMAIRE *et al.*, 2014). Le recyclage des produits et coproduits de cultures pour l'alimentation animale et la valorisation des effluents organique par la fertilisation permettent de

limiter les intrants tout en recouplant les cycles de l'azote et du carbone (MARTIN *et al.*, 2016). Pourtant, le nombre des exploitations en polyculture-élevage ne cesse de diminuer en Europe, en lien avec un manque de rentabilité dû à des politiques publiques et des marchés favorisant la spécialisation et avec un manque de main d'œuvre disponible pour gérer conjointement deux ateliers ou plus (RYSCHAWY *et al.*, 2013). Dans ces conditions, **l'intégration entre cultures et élevage à**

AUTEURS

1 : AGIR, Université de Toulouse, INRA, Castanet-Tolosan ; J. Ryschawy, UMR AGIR, INRA, 24, Chemin de Borderouge, F-31326 Castanet-Tolosan ; julie.ryschawy@inra.fr

2 : Chambre d'Agriculture de l'Arrièges, 32, avenue Général de Gaulle, F-09000 Foix

3 : UMR Innovation, INRA, CIRAD, Montpellier Supagro ; 2, Place Pierre Viala, F-34060 Montpellier cedex 02.

MOTS CLÉS : Approches participatives, autonomie, céréales, culture dérobée, développement agricole, enseignement, fumier, innovation, légumineuse, polyculture-élevage, simulation, système fourrager, territoire.

KEY-WORDS : Agricultural development, catch crop, cereals, forage system, innovation, legume, mixed crop-livestock system, participatory approaches, self-sufficiency, simulation, solid manure, teaching, territory.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Ryschawy J., Charneau A., Pelletier A., Moraine M., Martin G. (2018) : «Dynamix, un « jeu sérieux » pour concevoir des scénarios d'achat-vente entre céréaliers et éleveurs : une application en Ariège», *Fourrages*, 235, 207-212

l'échelle du territoire, c'est-à-dire entre exploitations spécialisées ou non, est de plus en plus reconnue comme une alternative prometteuse à la spécialisation (MARTIN *et al.*, 2016; MORAINÉ *et al.*, 2016). Elle permettrait de produire et de fournir des services écosystémiques, en particulier l'amélioration de la structure et de la fertilité des sols ou le contrôle biologique des maladies et adventices par les rotations, en dépassant les limites liées à la main d'œuvre d'une polyculture-élevage au niveau de l'exploitation (MORAINÉ *et al.*, 2017). Les attentes des céréaliers (augmentation du taux de matière organique des sols, diversification des cultures et intercultures pour limiter les maladies et les adventices...) et des éleveurs (gestion des surplus d'effluents, manque d'autonomie alimentaire, besoin en paille) apparaissent en effet complémentaires. Les échanges céréaliers-éleveurs ouvrent des perspectives nouvelles sur deux volets **améliorant le recyclage des éléments minéraux** : i) la valorisation de la matière organique produite chez les éleveurs : soit les effluents d'élevage, soit le bois transformé issu des haies et ii) la valorisation par l'élevage de produits et coproduits diversifiés (méteils, cultures intermédiaires, par exemple fourrages ou céréales immatures...). Les bénéfices associés à cette intégration reposent fortement sur l'organisation spatio-temporelle des interactions entre cultures, prairies et animaux (MORAINÉ *et al.*, 2014).

La mise en place d'un **système d'achat-vente entre exploitations spécialisées** en grandes cultures ou en élevage nécessite néanmoins de concevoir des modes de gestion individuels et collectifs adaptés au sein de groupes d'agriculteurs locaux. Pour concevoir des scénarios collectifs prenant en compte la complexité d'une telle organisation (logistique, gouvernance...), des outils d'aide à la décision spécifiques sont nécessaires (MARTIN *et al.*, 2016). Des travaux passés nous ont permis de développer une démarche participative en cinq étapes permettant de concevoir de tels scénarios. Cette démarche permettait d'évaluer des scénarios d'échanges à l'aide d'un modèle calculant des équilibres offre-demande sur les différentes matières premières échangées. Mais la phase de conception ne disposait pas de réelle explicitation ni de spatialisation de l'organisation collective, en particulier de la logistique. Ceci paraissait être un frein à l'opérationnalisation des scénarios conçus (MORAINÉ *et al.*, 2017; RYSCHAWY *et al.*, 2017). Ainsi, l'objectif de ce travail était de développer un outil permettant de traiter explicitement de l'organisation collective et de le tester avec deux collectifs de céréaliers et éleveurs. Dans cet article, nous capitalisons sur les travaux antérieurs pour proposer une démarche de type « jeu sérieux ». Dynamix intègre à la démarche présentée l'utilisation d'un jeu de plateau, qui permet aux agriculteurs de reconcevoir leur exploitation à l'aide de pions et cartes représentant les produits et coproduits qu'ils peuvent produire, vendre ou acheter dans les scénarios conçus au sein d'un collectif d'agriculteurs. Nous décrivons son utilisation par deux collectifs d'une dizaine de céréaliers et éleveurs en Ariège ainsi que les scénarios conçus et leur évaluation multicritère puis nous discutons des perspectives de ce travail.

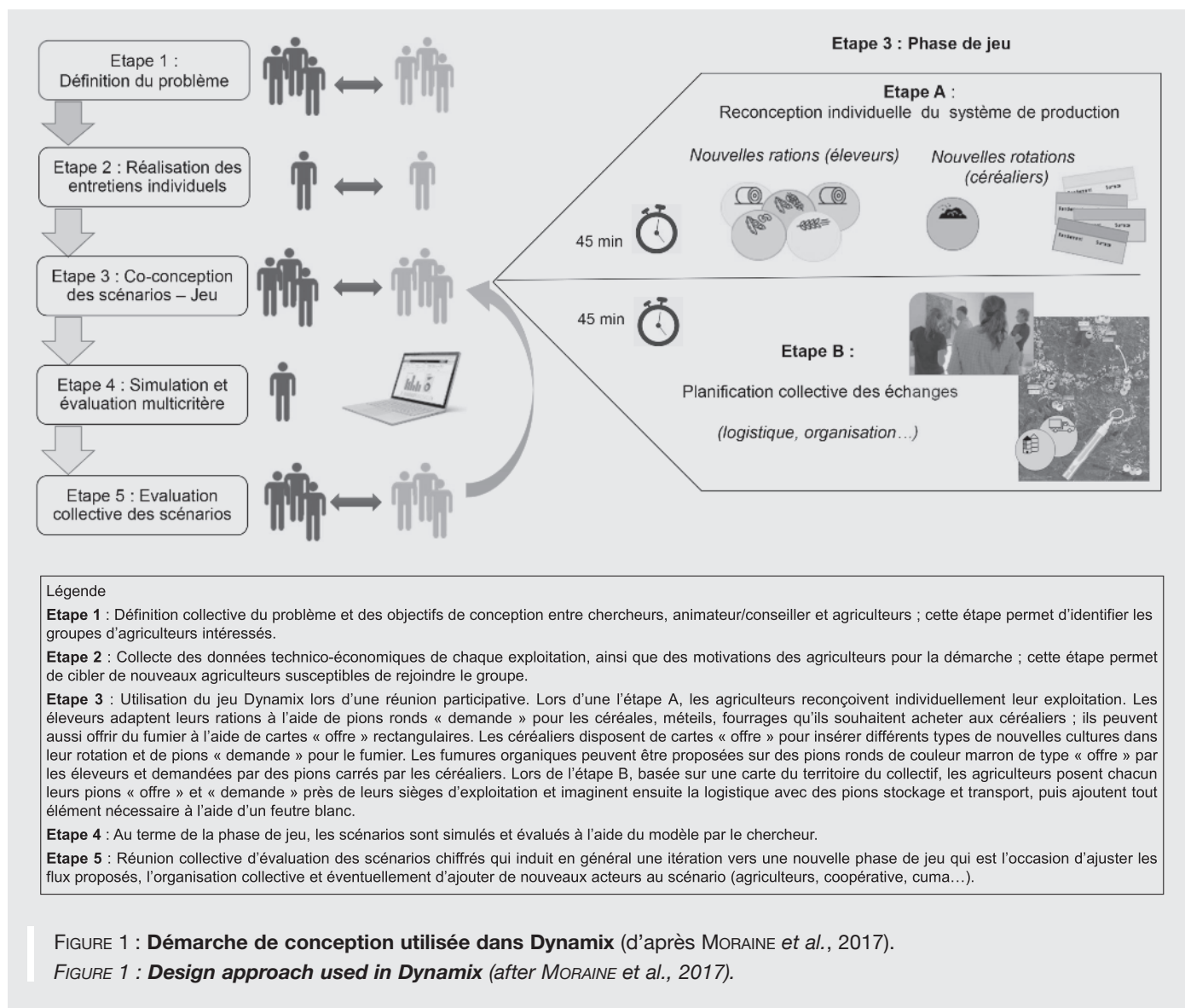
1. Présentation de la démarche participative pour concevoir des scénarios d'achat-vente

■ Un cas d'étude avec deux collectifs en Ariège

Cette étude s'est déroulée dans le cadre du projet GO-PEI Rotations 4/1000 (Groupe Opérationnel Partenariat Européen pour l'Innovation) qui vise à concevoir des rotations « positives en carbone ». De telles rotations doivent permettre d'obtenir un bilan positif en carbone en stockant plus de carbone qu'elles n'en émettent. Ce projet porté par la Chambre d'Agriculture de l'Ariège comprend une association de 36 agriculteurs intéressés par l'agriculture de conservation des sols (Conser'Sols), l'INRA ainsi que deux partenaires techniques (Terres Innovia et Arvalis). Dans ce travail, nous avons collaboré avec deux collectifs : l'un situé dans la plaine, autour de Pamiers, composé de 4 céréaliers et 4 éleveurs (3 éleveurs bovins et 1 éleveur ovin), et l'autre dans une zone de côtes, autour de Mirepoix, avec 4 céréaliers et 5 éleveurs (2 éleveurs de bovins en agriculture biologique avec respectivement un élevage de porc et un élevage de poulets de chair en conventionnel et 2 éleveurs d'ovins).

■ La démarche initiale de conception d'échanges entre céréaliers et éleveurs

Des travaux précédents sur la co-conception de scénarios locaux d'achat-vente entre céréaliers et éleveurs ont permis d'imaginer **une démarche en cinq étapes** (figure 1), incluant une première étape de définition collective du problème et des objectifs. Ensuite, une phase d'entretien technico-économique d'environ deux heures avec chaque agriculteur permet de collecter ses données techniques (utilisation du sol, conduite du troupeau, itinéraire technique des différentes cultures...) et comptables. Ces entretiens intègrent aussi des questions sur l'organisation du travail, le matériel disponible pour le collectif (stockage, transport) et les motivations de l'agriculteur pour la démarche. La troisième étape correspond à la conception collective des scénarios d'achat-vente. Les scénarios sont conçus principalement sur la base de besoins en alimentation chiffrés par les éleveurs pour différentes matières premières (céréales, méteils, foin...) et des besoins en fumure des céréaliers en cherchant à aligner demande et offre au niveau collectif. L'organisation collective est abordée avec des post-it donnés à chaque agriculteur permettant de lister les freins et barrières au fonctionnement du collectif, sans plus d'approfondissement de l'opérationnalisation du scénario (agenda, contrats...). Dans l'étape 4, des simulations (à partir d'un modèle de simulation) permettent de réaliser des bilans offre-demande au niveau du collectif pour évaluer le niveau d'autonomie potentiel ou réel. Pour cela, un bilan offre-demande en cultures, fourrages et effluents



via la caractérisation du système de culture (des parcelles, les contraintes sur ces parcelles, les rotations, des prairies, les besoins en fertilisation et les intrants apportés) et du système d'élevage (allotement, rations, effluents) est réalisé pour chaque exploitation. Il est ensuite agrégé au niveau collectif. Une fois le bilan offre-demande équilibré, une analyse multicritère au niveau de chaque exploitation et du collectif permet d'évaluer le(s) scénario(s) retenu(s). Le jeu d'indicateurs, inspiré de la méthode IDEA (ZAHM et al., 2013), permet de réaliser une évaluation multicritère des conséquences du (des) scénario(s) testé(s) sur les exploitations individuelles et sur le collectif d'exploitations. Il se compose de 24 indicateurs au niveau individuel (11 pour la dimension économique, 9 pour la dimension environnementale et 4 pour la dimension sociale) et 10 indicateurs au niveau collectif, incluant ces 3 dimensions ainsi que la pérennité des échanges. Enfin, une cinquième étape permet de revenir vers le collectif et de remettre en débat les scénarios avec une itération possible de conception/évaluation. Cette démarche initiale a été testée avec deux autres collectifs en agriculture biologique dans le Tarn-et-Garonne

(MORAINÉ et al., 2017 ; RYSCHAWY et al., 2017). Pour pallier certaines limites mises en évidence lors de ces travaux, nous avons développé le « jeu sérieux » Dynamix.

■ Les limites de cette démarche initiale et les spécificités du « jeu sérieux » Dynamix

Les limites de cette démarche ont principalement porté sur **les coûts de mise en place effective des scénarios induits par un manque d'opérationnalité des résultats**. Lors des discussions collectives, les propositions de modification de rotations/rations venaient des chercheurs sur la base de leurs connaissances des différentes exploitations agricoles permises par les entretiens. En conséquence, les agriculteurs réfléchissaient peu à ce qu'ils étaient prêts à changer en plus sur leur exploitation. Ensuite, les aspects d'organisation des échanges, et en particulier les aspects logistiques de stockage et transport des matières premières, n'étaient abordés que succinctement dans les discussions, ou avec des post-it permettant de les considérer comme des freins ou des leviers, alors qu'ils apparaissaient essentiels. Pour pallier

ces deux manques, **nous avons réorganisé l'étape 3** de conception participative des scénarios en ajoutant i) une phase individuelle de reconception de l'exploitation et ii) une carte représentant les parcelles et sièges sociaux des exploitations permettant de spatialiser les flux.

La figure 1 détaille une séance de conception participative à l'aide du plateau de jeu de Dynamix (étape 3) avec un collectif d'agriculteurs. Dynamix reprend l'intégralité de la démarche initiale en 5 étapes et modifie cette étape 3 de conception à l'aide du plateau de jeu. Elle se déroule en 2 phases principales sur environ 2 h. Après un tour de table des motivations de chacun pour les échanges, une première étape d'environ 45 minutes permet aux **céréaliers et éleveurs de proposer individuellement les modifications qu'ils sont prêts à réaliser** dans leurs assolements/rotations et leurs rations. Les agriculteurs viennent positionner sur la carte des pions et cartes des produits et coproduits échangés (céréales, fumier...) avec un code-couleur pour les différents types de cultures, effluents échangés (céréales en jaune, fourrages en vert, fumiers en marron) et une forme selon que le (co)produit est fourni par l'agriculteur (rectangle) ou demandé (rond). Cette étape A est essentielle au réalisme des scénarios car chaque agriculteur a besoin de prendre un temps pour décider des modifications qu'il est effectivement prêt à mettre en œuvre sur son exploitation. Pendant cette étape, les agriculteurs réfléchissent d'abord de leur côté mais peuvent aussi échanger des informations : un céréalier peut par exemple proposer des cultures et demander si des éleveurs souhaitent les utiliser dans les rations. Un animateur spécialiste des grandes cultures aide les céréaliers en leur apportant des éléments techniques sur des innovations possibles, tandis qu'un spécialiste de l'élevage appuie la réflexion des éleveurs, notamment sur les modifications des rations.

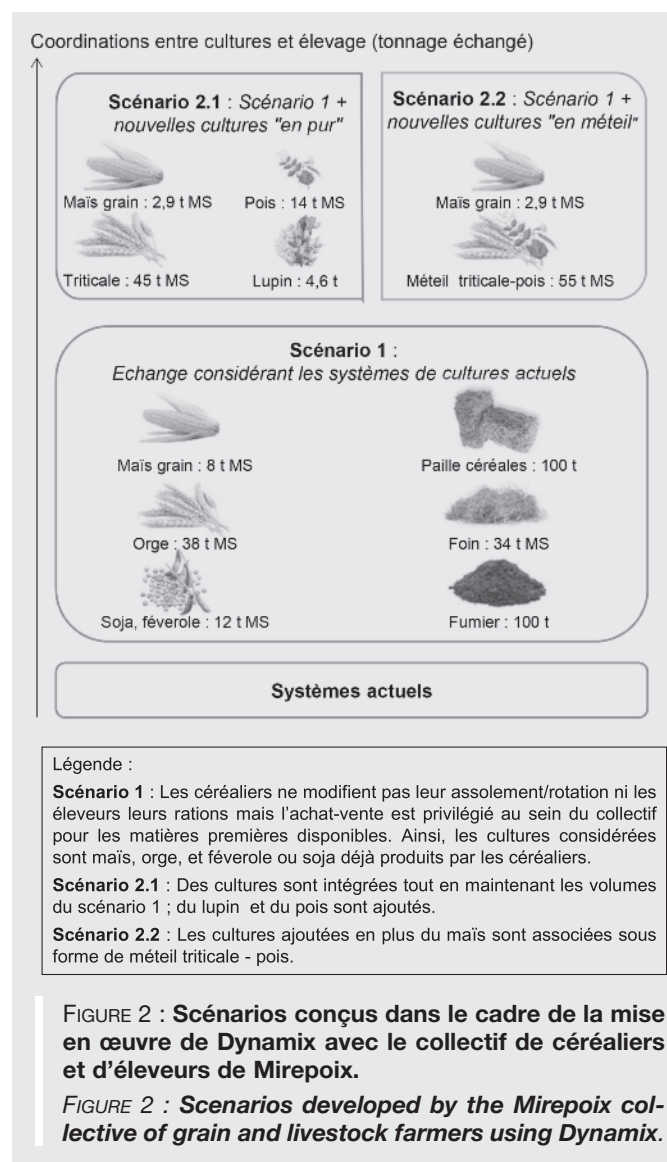
Ensuite, pendant environ 45 minutes, **l'étape B permet au collectif de se réunir autour d'une carte du territoire sur laquelle les agriculteurs conçoivent ensemble la logistique des échanges**. Dans cette étape cruciale, chaque agriculteur vient positionner ses pions « offre » et carte « demande » à proximité du siège de son exploitation. Au terme de cette phase, la cartographie des flux de matières se dessine. Reste à préfigurer la logistique. Pour cela, les agriculteurs disposent de pions « stockage » et « transport » sur lesquels ils peuvent inscrire les types de produits, volumes qu'ils peuvent stocker ou transporter pour le collectif. Ils positionnent leurs pions près de leur siège d'exploitation, en expliquant leurs propositions aux autres. Ensuite, pour combler les déficits de capacité de stockage par rapport aux volumes à échanger, les agriculteurs peuvent proposer l'ajout d'unités de stockage chez eux, collectivement ou portés par une structure existante (CUMA, coopérative locale...). Ici, les animateurs participent à l'identification de manques possibles pour mener à bien le scénario ; ils peuvent par exemple relancer la discussion en donnant des exemples (observés dans d'autres zones) de coopératives ou CUMA innovantes pour la gestion de la logistique (banques de travail, assolement en commun, plate-forme de stockage,

séchage en grange...). Ce moment est aussi l'occasion d'ajouter tout élément susceptible de faciliter la mise en œuvre du scénario (pont-bascule, mélangeuse...). Cette phase permet aussi de discuter de l'engagement de chacun et des modalités d'échanges à suivre en termes d'animation, de contrats... Une fois les scénarios conçus, ils sont évalués sur les plans économique, environnemental et social *via* l'analyse multicritère au niveau individuel et collectif, qui existait déjà dans la démarche initiale.

2. Résultats et discussion

■ Des scénarios techniques incluant de nouvelles cultures pour les rations

Les scénarios techniques proposés dans l'étape A par les deux collectifs combinent des échanges de différents types de matière organique (fumier, paille) et une diversification des rotations des céréaliers par l'introduction de différentes légumineuses cultivées « en pur » (lupin, pois, luzerne) ou dans des méteils (triticale-pois),



en culture principale ou pendant l'interculture pour l'alimentation des animaux. Au niveau technique, les options proposées sont cohérentes avec des innovations en poly-culture-élevage envisagées au niveau de l'exploitation (RYSCHAWY *et al.*, 2014) ou au-delà (MORAINE *et al.*, 2017). Comme le montre la figure 2 détaillant les **scénarios techniques chiffrés pour le collectif de Mirepoix**, le scénario 1, le moins ambitieux en termes de coordinations spatiales (diversité des assolements/parcelles pâturées) et temporelles (diversité des rotations de cultures et des animaux sur les parcelles), comporte des échanges favorisant l'autonomie en alimentation animale uniquement sur la base des systèmes de culture actuels. Les scénarios 2.1. et 2.2. envisagent l'introduction de nouvelles cultures, en particulier du lupin, du pois ou des méteils de type triticales-pois, ce qui augmente les coordinations spatiales.

Le scénario 2.2. a été retenu par le groupe d'agriculteurs comme le plus à même d'améliorer les performances économiques et environnementales des exploitations, avec une augmentation de la Marge Brute Globale (MBG) de 6,60 €/ha (médiane) pour les céréaliers et 29,90 €/ha (médiane) pour les éleveurs. Le scénario permet d'économiser au total 4877 kg N minéral/an si l'on additionne l'azote économisé par tous les agriculteurs du collectif. La fourchette de diminution de l'azote minéral pour les céréaliers se situe entre 2,8 et 17,4 kg N minéral/ha/an. En ce qui concerne l'alimentation animale, **l'autonomie totale (fourrages et concentrés) est atteinte au niveau du collectif.**

■ Des pistes d'organisation différentes pour les deux collectifs

Les aspects organisationnels ont été largement discutés dans l'étape B de conception durant laquelle les aspects logistiques ont été abordés explicitement. Les scénarios organisationnels proposés étaient différents dans les deux collectifs. **Dans le collectif de Pamiers, les échanges de type 2 à 2 au sein du collectif (via des contrats) sont apparus plus pertinents et rassurants pour les agriculteurs concernés avec l'option de proposer un prix fixe chaque année** en début d'année. Ainsi, le transport et le stockage des céréales et protéagineux seraient gérés par le céréalier concerné. Pour les échanges de paille et de fumier, une grille de prix devra être proposée permettant de calculer des équivalences en fonction du type de paille (teneur en carbone, type de céréales) et du type de fumier (type d'animal, taux de paille, compostage...) mais aussi de qui presse la paille/épand le fumier, qui transporte, sur quelle distance. Une estimation des balances de carbone et d'azote a aussi été demandée. **Dans le collectif de Mirepoix, un scénario organisationnel de type centralisé a été envisagé** avec la proposition d'une plate-forme de stockage intermédiaire des différents produits échangés. Cette plate-forme pourrait être portée par une CUMA locale, dont plusieurs agriculteurs du groupe sont membres. Ces discussions ont pu émerger grâce aux cartes « offre » et

aux pions « demande » montrant une zone centrale sur la carte du collectif où pourraient converger les flux, sans disponibilité de stockage ou transport actuellement. Dans ce second collectif, les échanges pourraient s'établir entre agriculteurs au sein d'un groupe plus important mettant donc à disposition une plus large gamme de produits à vendre ou acheter. Les capacités de stockage existent déjà et les distances sont réduites. Des contrats pluriannuels avec un prix plancher et plafond sur cinq ans sont envisagés pour garantir une stabilité du prix pour les deux parties et éviter la pression des marchés fluctuants. Ceci permettrait aux agriculteurs de travailler ensemble sur le long terme en anticipant d'éventuelles variations des prix de marché plutôt qu'en tentant de lutter contre, comme le suggèrent LYON *et al.* (2010).

■ Intérêts et limites de la démarche

Le jeu a permis de proposer des pistes d'innovation concrètes, intégrant l'organisation collective à mettre en place pour mener à bien ces scénarios d'achat-vente entre exploitations. Au niveau des innovations techniques collectives, le pâturage des troupeaux des éleveurs chez des céréaliers a été évoqué mais demande un approfondissement sur les conditions de réussite (type d'animaux, accès à l'eau, risque, surveillance, contrats...). Les pistes techniques proposées ont permis d'améliorer l'autonomie en azote au niveau des deux collectifs mais aussi individuellement. Les animateurs avaient veillé à **privilégier l'autonomie au niveau de l'exploitation avant tout**, en vérifiant les résultats dans le modèle. **Ce point de vigilance reste essentiel** dans la démarche pour éviter un détournement de l'objectif initial comme l'ont observé REGAN *et al.* (2017) dans le cas de céréaliers augmentant l'achat d'azote pour produire plus et d'éleveurs augmentant la taille de leur troupeau car n'étant plus limités en termes de surface grâce à l'épandage chez les céréaliers. A l'avenir, le modèle pourrait intégrer une contrainte interdisant de diminuer l'autonomie individuelle en intrants ou un indicateur de dégradation des indicateurs d'autonomie dans l'évaluation, même si les chercheurs veillent actuellement déjà à ne pas dégrader ces indicateurs.

Les aspects logistiques ont été traités de manière plus poussée et concrète que dans le Tarn-et-Garonne (MORAINE *et al.*, 2017). Le support cartographique collectif a permis de proposer des options adaptées aux flux proposés et au territoire pour lesquelles les agriculteurs se sont engagés. Un chiffrage plus poussé des aspects logistiques pourra être intégré au modèle en fonction des choix des agriculteurs dans les scénarios collectifs proposés (coût de stockage par matière, coût de transport, investissement...). Pour concrétiser ces échanges, **la phase d'opérationnalisation et de suivi du projet sur le long terme demeure critique**. Il faudra être extrêmement vigilant quant au suivi du projet et à la mise en place d'une animation régulière par des conseillers locaux et/ou un binôme d'animation éleveur/céréalier pour accompagner les échanges (ASAI *et al.*, 2018). En particulier, la question du respect des contraintes calendaires de chacun a été pointée comme un facteur essentiel de

confiance : par ex. le ramassage de foin à réaliser par l'éleveur dans la fenêtre proposée pour ne pas empêcher la préparation de la culture suivante par exemple. Un agenda précis pourrait aussi être proposé en sortie du jeu avec un rappel des engagements de chacun.

Le volet juridique a aussi été largement **pointé comme une contrainte** et reste non pris en compte dans le jeu en dehors des discussions. Des travaux préliminaires sur la question ont permis de suggérer des solutions pertinentes, en particulier pour respecter la législation en matière de commercialisation des céréales et de vente de fourrage (LE CADRE, 2016). La création d'une structure juridique porteuse des échanges pourrait aussi solutionner un certain nombre de problèmes. Différents acteurs des territoires devront s'engager dans ces projets pour les soutenir. Ces appuis locaux doivent se faire parmi les agriculteurs mais aussi *via* les conseillers techniques et les filières, et au niveau organisationnel avec les CUMA ou d'autres structures permettant de gérer la logistique des échanges. De tels relais nécessitent aussi un appui politique clair engageant à une amélioration de l'autonomie en intrants au sein des collectifs considérés (GARRETT *et al.*, 2017).

Conclusion

La démarche proposée a permis, à l'aide du jeu Dynamix, de concevoir des scénarios techniques et organisationnels d'échanges entre céréaliers et éleveurs. En particulier, l'étape de conception participative permet de i) considérer les modifications individuelles que les agriculteurs sont prêts à faire sur leur exploitation et ii) traiter explicitement des aspects organisationnels et logistiques à l'aide de pions et de cartes positionnés sur une représentation spatiale du territoire du collectif. Ces scénarios permettent d'améliorer les bénéfices économiques et environnementaux au niveau des exploitations mais aussi du collectif. Ils nécessitent néanmoins pour chaque membre du collectif un engagement personnel et une confiance collective à construire, qui ne se basent pas uniquement sur la formalisation de contrats. Pour une mise en œuvre opérationnelle, des aspects d'agenda, de calculs de marges en fonction des choix d'organisation et de logistiques, et une animation régulière seront nécessaires. Ces points sont actuellement discutés mais pourraient être plus explicitement intégrés à Dynamix.

Le jeu sérieux Dynamix a été utilisé en enseignement pour permettre à des étudiants ingénieurs agronomes d'aborder des questions au-delà de l'exploitation et en particulier les aspects organisationnels, logistiques et réglementaires. Dynamix peut être facilement adapté à d'autres collectifs d'agriculteurs en France ou à l'étranger puisqu'il nécessite seulement leurs données technico-économiques et une carte de leur territoire pour être appliqué. L'animation restera un défi principal pour la réussite de telles démarches ; des structures comme les CUMA ou les Chambres d'Agriculture semblent appropriées pour les accompagner. Des formations auprès d'étudiants ingénieurs ont déjà été proposées

pour leur permettre de développer leurs compétences sur l'outil et leur permettre de l'utiliser en tant que conseillers à terme. Des formations à l'animation de ce jeu devront aussi être envisagées par les concepteurs de l'outil pour transférer la démarche à des conseillers déjà en poste.

Accepté pour publication,
le 6 juillet 2018

Remerciements : Pour le financement de ce travail, nous tenons à remercier le GO PEI Rotations 4/1000 et en particulier l'Agence de l'eau Adour-Garonne et la Région Occitanie, ainsi que les projets ANR TATABOX et PSDR 4 ATARI.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASAI M., MORAINÉ M., RYSCHAWY J., DE WIT J., HOSHIDEE A.K., MARTIN G. (2018) : «Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross-analysis of worldwide case studies», *Land Use Policy*, 73, 184-194.
- GARRETT R., NILES M., GIL J.D.B., DY P., REIS J., VALENTIM J. (2017) : «Policy conditions for re-integrating crop and livestock systems: a comparative analysis», *Sustainability*, 9 (3), 473.
- LE CADRE A. (2016) : *Développer les complémentarités céréaliers et éleveurs - Guide juridique*, Cérel (projet CASDAR), rapport de Stage de Master 2, Institut de Droit Rural de Poitiers (France), 26 p.
- LEMAIRE G., FRANZLUEBBERS A., DE FACCIO CARVALHO PC., DEDIEU B. (2014) : «Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality», *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 190, 4-8.
- LYON A., BELL M.M., GRATTON C., JACKSON R. (2011) : «Farming without a recipe: Wisconsin graziers and new directions for agricultural Science», *J. Rural Studies*, 27, 384-393.
- MARTIN G., MORAINÉ M., RYSCHAWY J., MAGNE M.A., ASAI M., SARTHOU J.P., DURU M., THEROND O. (2016) : «Crop-livestock integration beyond the farm level: a review», *Agronomy for Sustainable Development*, 36, 1-21.
- MORAINÉ M., MELAC P., RYSCHAWY J., DURU M., THEROND O. (2016) : «A participatory method for the design and integrated assessment of crop-livestock systems in farmers' groups», *Ecological Indicators*, 72, 340-351.
- REGAN J., MARTON S., BARRANTES O., RUANE E., HANEGRAAF M., NESME T. (2017) : «Does the recoupling of dairy and crop production via cooperation between farms generate environmental benefits? A case-study approach in Europe», *European J. of Agronomy*, 82, 342-356.
- RYSCHAWY J., CHOISIS N., CHOISIS J.P., GIBON A. (2013) : «Paths to last in mixed crop-livestock farming: lessons from an assessment of farm trajectories of change», *Animal*, 7 (4), 673-681.
- RYSCHAWY J., CHOISIS J.P., JOANNON A., GIBON A., LE GAL P.Y. (2014) : «Participative assessment of innovative technical scenarios for enhancing sustainability of French mixed crop-livestock farms», *Agricultural Systems*, 129, 1-8.
- RYSCHAWY J., MARTIN G., MORAINÉ M., DURU M., THEROND O. (2017) : «Designing crop-livestock integration at different levels: toward new agroecological models?», *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 108 (1), 5-20.
- ZAHM F., ALONSO UGAGLIA A., DEL'HOMME B. (2013) : *L'évaluation de la performance globale d'une exploitation agricole. Synthèse des cadres conceptuels, des outils de mesure et application avec la méthode IDEA*, 8^e Congrès du RIODD, Juin 2013, Lille (France), 32 p.