

## **S'adapter ensemble (éleveurs, conseillers, chercheurs)**

### **aux changements climatiques :**

### **enjeux et exemple du rami fourrager**

M. Piquet<sup>1</sup>, B. Frappat<sup>2</sup>, P. Gin<sup>1</sup>, K. Morel<sup>3</sup>, M. Sautier<sup>1</sup>, M. Duru<sup>1</sup>, J.-C. Moreau<sup>3</sup>, G. Martin<sup>1</sup>

1 : INRA, UMR 1248 AGIR, F-31326 Castanet-Tolosan ; mathilde.piquet@toulouse.inra.fr

2 : Institut de l'Élevage, Maison Nationale des Éleveurs, 149 Rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12

3 : Institut de l'Élevage, Campus INRA, Chemin de Borde Rouge, BP 42118, 31321 Castanet Tolosan Cedex

## **Résumé**

Les changements climatiques, changements affectant les moyennes et la variabilité climatique, influencent, positivement ou négativement, tous les domaines de l'élevage. Ces changements sont générateurs d'incertitude pour l'activité des éleveurs, conseillers et chercheurs. C'est la raison pour laquelle ces trois catégories d'acteurs tendent à plébisciter les approches systémiques et dynamiques de l'activité agricole au détriment de visions plus fragmentaires et traditionnellement mises en œuvre. Fort de ces constats, nous avons établi un cahier des charges pour de nouvelles formes de conseil. Il suggère que les outils utilisés doivent permettre d'accompagner les éleveurs dans la recherche de solutions localement adaptées. Pour bénéficier des synergies entre connaissances scientifiques et pratiques, ces outils se veulent de préférence d'utilisation collective. A ces fins, nous proposons un outil de réflexion collective appelé le « rami fourrager ». Cette plate-forme matérielle et informatique permet aux participants (joueurs, animateurs) d'échanger, d'expérimenter virtuellement des adaptations des élevages pour une zone géographique, notamment sur la thématique des changements climatiques. Les 10 ateliers menés en 2012 sur cette thématique ont montré qu'il s'agissait d'un support pertinent pour traiter de l'adaptation aux changements climatiques dans une approche systémique et pour des joueurs à différents stades de réflexion sur leur élevage.

## Introduction

Le climat d'une région donnée peut se définir à partir de trois caractéristiques : la moyenne des conditions atmosphériques, leur variabilité normale, c'est-à-dire attendue, et des événements extrêmes sortant de cette gamme de variabilité. Les études, notamment celles du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), montrent l'existence de changements climatiques sans précédent (FÜSSEL, 2007), avec par exemple, une augmentation de 0,15 à 0,30°C de la température moyenne mondiale par décennie entre 1990 et 2005. Ces études estiment également les changements à venir et prévoient un réchauffement d'environ 0,2°C par décennie pour les 20 prochaines années, un accroissement de l'évaporation potentielle et de la fréquence des pics de chaleur et enfin des modifications dans la répartition géographique et saisonnière des pluies. L'intensité de ces changements diffère selon les régions (exemples disponibles sur [http://climat.meteofrance.com/chgt\\_climat/simulateur](http://climat.meteofrance.com/chgt_climat/simulateur)).

Ces évolutions climatiques affectent d'une part les productions agricoles végétales, en modifiant notamment les périodes de pousse des couverts ou leur niveau de production et d'autre part les productions animales, par exemple en réduisant la production laitière en cas de pic de chaleur ou en influençant les populations de parasites des animaux d'élevage. En accroissant la variabilité interannuelle des ressources disponibles (eau, fourrages), tant sur les plans quantitatifs que qualitatifs, les changements climatiques ont de nombreux impacts biotechniques et bioéconomiques au niveau des exploitations agricoles, impacts dont l'ampleur et la nature varient selon les régions et selon les types de productions (REID *et al.*, 2006). De l'amont à l'aval, de l'individuel au collectif, **les changements climatiques interviennent ainsi sur tous les domaines de l'élevage, ce qui en fait une question multi-échelles et pluridisciplinaire difficile à étudier.**

Pour les agriculteurs, ces changements climatiques risquent de perturber plus ou moins fortement leurs systèmes de production. Peu ou pas de réponses à long terme sont disponibles ou, le cas échéant, elles dépassent les capacités d'adaptation individuelles actuelles des agriculteurs (REID *et al.*, 2006 ; MOSNIER *et al.*, 2012). Les conseillers se trouvent également démunis : « *Leurs activités, leurs pratiques habituelles, le rôle qu'ils assumaient jusqu'alors auprès des agriculteurs ne sont plus adéquats dans des situations où il s'agit d'accompagner les agriculteurs dans des processus de changement dont l'issue et le déroulement ne sont pas connus d'avance* » (CERF *et al.*, 2012). La Recherche est de son côté confrontée aux limites de l'utilisation de modèles strictement mécanistes qui, s'ils s'avèrent intéressants pour l'évaluation des impacts des changements climatiques à de larges échelles (MORIONDO *et al.*, 2010), se révèlent peu opérationnels pour identifier des adaptations localement pertinentes. En effet, ces travaux sont peu intégrés (disciplines, représentation du système d'élevage, nature des connaissances) et par conséquent trop frustrés pour représenter un contexte local (par exemple, DONATELLI *et al.*, 2012).

L'adaptation aux changements climatiques interroge donc le type de connaissances à produire et mobiliser, d'outils à construire ainsi que la manière de les utiliser pour le conseil, et enfin le rapport entre chercheurs, conseillers et éleveurs. Ces interrogations soulèvent un besoin de rénovation (i) des façons de faire de la Recherche pour qu'elle soit tournée vers les agriculteurs et les politiques de développement (STIGTER, 2008), (ii) des formes de conseil et des outils associés : il faut réviser le positionnement du conseiller vis-à-vis des agriculteurs et proposer de nouvelles articulations entre les connaissances scientifiques, techniques et empiriques, à l'image des « systèmes agricoles d'innovations » proposés par KLERKX *et al.* (2012). **Dans ce cadre, cet article détaille le degré auquel les changements climatiques appellent à réinventer la manière de décider, de conseiller et de produire des connaissances pour le domaine de l'élevage. À partir de propositions de spécifications pour de nouvelles formes de conseil, il présente ensuite un support, le rami fourrager, associant éleveurs, conseillers et chercheurs pour explorer des pistes d'adaptation des élevages aux changements climatiques.**

# 1. En quoi les changements climatiques renouvellent-ils la manière de décider, conseiller et produire des connaissances (en élevage) ?

## 1.1. Etat des lieux des incertitudes sur les changements climatiques et leurs impacts

Les grandes tendances des changements climatiques à venir (accroissement des températures, modifications du vent, des précipitations et des extrêmes climatiques) sont connues à l'échelle mondiale et de grandes régions du globe (IPCC, 2007). Pour la France, des programmes de recherche ont spatialisé les projections climatiques du GIEC pour des mailles de 8 km x 8 km (BRISSON et LEVRAULT, 2010). Cependant, de nombreuses incertitudes demeurent sur ces projections et leurs impacts pour les agricultures locales. Ainsi, en fonction des taux d'émission de gaz à effet de serre et aérosols au-delà de 2030 (IPCC, 2007), les différents scénarios étudiés dans les travaux des experts du GIEC aboutissent à un réchauffement induit à l'horizon 2100 (moyennes temporelles 2090-2099 et spatiales à l'échelle du globe) variant entre +1,8°C (scénario B1) et +4,0°C (scénario A1FI). De plus, MEINKE et STONE (2005) et GIORGI (2005) montrent que la désagrégation de données météorologiques globales ou régionales à des échelles locales conduit à une incertitude forte sur la précision des données désagrégées, d'où de nombreuses inconnues au niveau des petites régions agricoles.

Une autre source majeure d'incertitudes liées aux changements climatiques futurs concerne leur impact sur les systèmes agricoles. Les interactions entre climat, sol, plante et pratiques d'éleveur sont encore mal comprises et difficilement modélisées, notamment à cause de non-linéarités et d'effets de seuils (HOWDEN *et al.*, 2007). À titre d'exemple, par comparaison avec des données mesurées en ferme, l'incertitude sur la production fourragère simulée par un modèle de croissance de l'herbe est au mieux de l'ordre de 26 % (MARTIN *et al.*, 2012a). En outre, l'analyse des impacts possibles des changements climatiques requiert, à l'échelle d'une ferme d'élevage ou d'un petit territoire, la prise en compte de la diversité des microclimats, des sols, des espèces ou des variétés cultivées et des pratiques d'éleveur. Ainsi, REIDSMA *et al.* (2010) montrent que l'efficacité des différentes stratégies d'adaptation varie fortement d'une ferme à une autre et d'une zone géographique à une autre. Cette diversité de situations porte les modèles de simulation d'impact à la limite de leur domaine de validité.

**Gérer l'incertitude devient une constante pour l'ensemble des acteurs de la sphère agricole que celle-ci soit due aux changements climatiques ou aux mutations socio-économiques** (attentes sociétales, règles de production) du cadre dans lequel s'inscrit la production (FRASER *et al.*, 2011). Or, comme le souligne FÜSSEL (2007), la société dans son ensemble est mal outillée pour aborder les contextes complexes, incertains et dynamiques.

## 1.2. Un pilotage des exploitations toujours plus complexe pour les éleveurs

De tout temps, les éleveurs ont dû « faire avec dame Nature » car les facteurs climatiques jouent à de multiples niveaux dans une exploitation d'élevage où productions végétales et animales sont fortement interconnectées. Tout aléa au niveau des cultures fourragères (retard ou avance de végétation, variation de rendement ou qualité des fourrages...) produit des conséquences en cascade pour la conduite du troupeau (date de mise à l'herbe, composition de la ration, niveau et qualité des produits de l'élevage...), l'organisation du travail et le résultat économique final (NETTIER *et al.*, 2011). Ceci est d'autant plus vrai que les conditions climatiques influent également sur les prix des denrées agricoles et donc sur les coûts (*via* les achats d'aliments) et les recettes qui contribuent au résultat économique de l'exploitation.

Si les évolutions technologiques en matière de prévisions météorologiques ont contribué à donner une meilleure visibilité à l'échelle de la semaine, les changements climatiques renforcent l'aléa à l'échelle des campagnes de production et contraignent les éleveurs à des prises de décision plus fréquentes, plus complexes car s'inscrivant dans un raisonnement systémique et dynamique, et enfin plus incertaines quant à leur résultat. **Piloter efficacement l'exploitation nécessite alors de raisonner chaque composante du système et chaque décision en fonction du risque (possible, acceptable) et des marges de manœuvres envisageables pour y faire face.**

Pour adapter les exploitations et leur conduite, les éleveurs doivent mobiliser toujours plus de ressources cognitives et informatives (pour le choix de nouvelles variétés, pour fixer des critères de

pilotage pertinents, pour concevoir des scénarios adaptatifs dans leur conduite technique...). **Il faut collecter, trier, mettre à jour, combiner et mobiliser dans le pilotage une large gamme d'informations** (MAGNE *et al.*, 2011 ; DARNHOFER *et al.*, 2010). De nouvelles interrogations stratégiques émergent également avec pour principal enjeu la pérennité des exploitations et des territoires (quel système pour plus de résilience ?, s'adapter seul ou à plusieurs exploitations pour répartir le risque ?, sur quelle échelle de temps raisonner la robustesse du système ?, quels choix pour partager la ressource en eau ?...) rendant l'appui du conseiller et l'émergence de dynamiques collectives d'éleveurs plus utiles que jamais.

### 1.3. La nécessaire évolution des activités de conseil...

Tout comme les éleveurs, l'activité des conseillers est bousculée par la nécessité d'un raisonnement global et dynamique étroitement lié à la gestion du risque sur l'ensemble des composantes (animales et végétales) de l'exploitation (FAURE *et al.*, 2011). L'accompagnement des éleveurs impose de combiner des raisonnements à l'échelle de la parcelle, du système et du territoire sur le court et le moyen terme. C'est ce que CERF *et al.* (2012) nomment l'« extension des situations ». L'expertise thématique ne suffit plus pour conseiller efficacement les éleveurs et cette situation milite pour **un élargissement des compétences des conseillers ou un travail collaboratif accru entre acteurs du développement agricole**. On notera au passage que l'évolution vers une agriculture écologiquement intensive procède des mêmes mécanismes (gérer plus de complexité et de risques, adapter de façon réactive les itinéraires techniques) et appelle à des évolutions similaires (CERF *et al.*, 2012).

Au-delà d'une évolution du capital technique mobilisé par les intervenants, ces mutations imposent de revoir l'objet même et la forme du conseil. En effet, comme l'indique LEMERY (2003), augmenter la maîtrise des agriculteurs ne saurait passer par la simple application de connaissances « toutes faites » et incite à stimuler et accroître les capacités réflexives de ces agriculteurs. Conseiller n'est alors plus (seulement) apporter des réponses mais revient à **aider les éleveurs à se poser les bonnes questions et à (se) construire des réponses appropriées**. Un tel changement nécessite tout d'abord une **révision de la posture des intervenants** et un renforcement de leurs **compétences en matière d'écoute active et d'enquête** (REID *et al.*, 2006), d'accompagnement des projets et d'adaptation aux différents profils d'éleveurs (DOCKES *et al.*, 2010) notamment selon leur degré « d'aversion au risque ». Il impose également de mieux tirer parti de l'expérience des agriculteurs et de développer les groupes d'échanges de pratiques, particulièrement efficaces pour impulser le désir de changements, pour favoriser l'émergence de solutions techniques adaptées localement, pour consolider les références et se rassurer (KLERKX *et al.*, 2012).

Enfin, les conseillers sont appelés à jouer un rôle essentiel pour la circulation des informations sur les enjeux et impacts des changements climatiques avec l'appui des chercheurs pour produire des supports et des indicateurs parlants (comme par exemple les quantités saisonnières et annuelles d'herbe, *cf.* SAUTIER *et al.*, 2012a), mais également à partir des connaissances locales produites par les éleveurs.

Les compétences, outils et normes professionnelles du conseil sont donc en pleine mutation (DAVID *et al.*, 2011 ; MOREAU *et al.*, 2009) et, qui sait, peut-être verra-t-on demain apparaître des **conseillers animateurs territoriaux, chargés d'impulser des dynamiques collectives et de développer les complémentarités entre exploitations d'un même territoire** pour des exploitations d'élevage plus résilientes ?

### 1.4. Pour les chercheurs, une remise en question des postures disciplinaires et des domaines de validité des modèles existants

Dans la littérature scientifique, la plupart des travaux sur les relations entre agriculture et changements climatiques évaluent par simulation l'impact de ces changements sur des éléments de l'exploitation d'élevage, par exemple une parcelle cultivée (MORIONDO *et al.*, 2010). Peu de travaux abordent la question de l'adaptation (REID *et al.*, 2006), encore moins à l'échelle de la ferme (STIGTER, 2008). Pourtant, l'utilisation de tels modèles peut contribuer à une meilleure compréhension des changements climatiques et de leurs impacts par les chercheurs, les conseillers et les éleveurs, et au développement de stratégies d'adaptation (STIGTER, 2008). Pour ce faire, **les chercheurs**

**doivent ajuster leur focale en travaillant à des échelles plus larges, comme celle de la ferme, voire du territoire, et en intégrant l'ensemble des facettes (agronomiques, zootechniques, économiques...) des systèmes de production.**

Evaluer la pertinence d'adaptations des systèmes agricoles à l'aide de modèles de simulation nécessite de représenter ces décisions d'adaptation dans ces modèles. Or, en raison des nombreuses connaissances et des nombreux processus tacites mobilisés dans les décisions des agriculteurs, la modélisation de ces processus décisionnels est difficile. En outre, avec les partenaires du Développement, l'utilisation de modèles de simulation s'avère complexe. Ces modèles sont souvent difficiles à prendre en main, nécessitent un lourd travail de paramétrage et demandent de saisir un grand nombre d'informations pour fonctionner. Par ailleurs, les variables utilisées en entrée ou sortie de ces modèles ne correspondent pas toujours à celles qui sont les plus familières pour les agriculteurs, comme dans le choix de variables climatiques (REID *et al.*, 2006). Ce décalage ne facilite pas l'appropriation par les acteurs des informations produites par ces modèles.

Une demande émerge ainsi pour intégrer les connaissances de différentes disciplines dans l'analyse des systèmes agricoles et de leur interaction avec l'environnement au sens large (SALETTE, 2009). Les scientifiques qui portent ce champ de recherche ont la volonté de s'impliquer dans des **travaux de type collaboratif qui requièrent de s'engager dans l'appropriation des résultats de disciplines voisines pour explorer les liens possibles** (interactions interdisciplinaires) **et de s'impliquer dans le développement de méthodes participatives renforçant la pertinence opérationnelle de la Recherche** et, par conséquent, facilitant la mise en œuvre de ses résultats (interactions transdisciplinaires, BEZLEPKINA *et al.*, 2011).

Le recours accru à **des dispositifs de recherche - action** impliquant les partenaires de la Recherche et du Développement peuvent également être mobilisés pour faciliter les changements de pratiques et de normes professionnelles impliqués par les mutations du climat, l'évolution des conditions économiques et les modifications des structures d'exploitation (collectif de travail, dimensions..., CERF *et al.*, 2012).

## **2. Vers de nouvelles formes de conseil**

### **2.1. Un besoin en outils d'accompagnement collectif, localement adaptés, combinant des connaissances de différentes natures**

Fort des constats établis en section 1. et de notre expérience en la matière, il est possible d'établir **le cahier des charges de nouvelles formes de conseil** :

- **Respecter les contraintes d'activité** : Tant pour les éleveurs que pour les agents de Développement, les outils mobilisés doivent être faciles à mettre en œuvre dans le cadre des contraintes de temps et de coûts de conseil, qui ont été amplifiées ces dernières années.

- **Réfléchir collectivement** : La complexité des problèmes à traiter demande de sortir de la réflexion individuelle pour aller vers des réflexions collectives. Utiliser des outils de conseil collectif à l'échelle du système fourrager répond à un besoin (FRAPPAT *et al.*, 2012). Cela suggère un conseil davantage porté sur l'accompagnement, de forme « *plus compréhensive et cherchant à renforcer les capacités d'action et l'autonomie des personnes* » (FAURE et COMPAGNONE, 2011). Dans ce cas, un transfert de connaissances n'est pas suffisant ; il s'agit de susciter un réel processus d'apprentissage. C'est pourquoi, ainsi que le soulignent FAURE *et al.* (2011), il est nécessaire de prendre en considération les théories de l'apprentissage (KOLB, 1984) dans la conception de ces méthodes de conseil, en s'appuyant sur l'expérience concrète, l'observation, la conceptualisation et la mise en application.

- **Tester avec des modèles simples** : L'utilisation de modèles de simulation participe à cet apprentissage en donnant la possibilité d'expérimenter sans frais une large gamme de contextes et de solutions d'adaptation. Ces modèles doivent permettre de représenter de façon intégrée les processus en jeu (ex. pousse de l'herbe, alimentation des animaux) en restant faciles d'utilisation dans le cadre de contraintes des conseillers et agriculteurs. Les lacunes ou les résultats en contradiction avec les références locales de ces modèles (*cf.* section 1.4.) peuvent être comblés ou corrigés par les connaissances des utilisateurs. En particulier, pour contourner les difficultés de

modélisation des décisions des éleveurs, les outils développés peuvent placer les utilisateurs (éleveurs, conseillers) en situation de gestion, valorisant ainsi leurs connaissances.

- **S'adapter aux diverses situations** : Les outils doivent être déclinables pour une diversité de questions et de situations (pédoclimat, pratiques...).

- **Favoriser l'échange de connaissances** : Pour faire émerger des solutions relatives à des questions complexes (ex. gestion de nouveaux systèmes de production, gestion des aléas climatiques...), les outils se doivent de catalyser l'échange de connaissances en mobilisant les compétences de la Recherche, des éleveurs et des conseillers. L'enjeu est d'identifier, recenser et faire circuler dans un espace plus large les connaissances produites localement, en les hybridant, si nécessaire, avec des savoirs scientifiques (FAURE et COMPAGNONE, 2011). Ainsi, il s'agirait par exemple d'associer les connaissances de la Recherche sur la réponse des plantes aux facteurs pédoclimatiques avec celles des éleveurs sur la gestion du troupeau ou des fourrages, et celles des conseillers sur les références régionales de dimensionnement des systèmes de production. C'est lors de discussions et d'échanges que les éleveurs peuvent être intéressés, motivés et convaincus de l'intérêt d'un changement et, surtout, de son adéquation avec une situation particulière (DOCKÈS *et al.*, 2010).

- **Combiner des supports** : Le système d'élevage et ses adaptations aux changements climatiques sont des objets difficiles à représenter. Au-delà des modèles informatiques, l'utilisation de supports matériels est intéressante pour faciliter l'appropriation de l'outil. Ces supports matériels que les utilisateurs combinent pour modéliser un élevage permettent de partager une représentation commune et de stimuler une réflexion concrète de façon ludique.

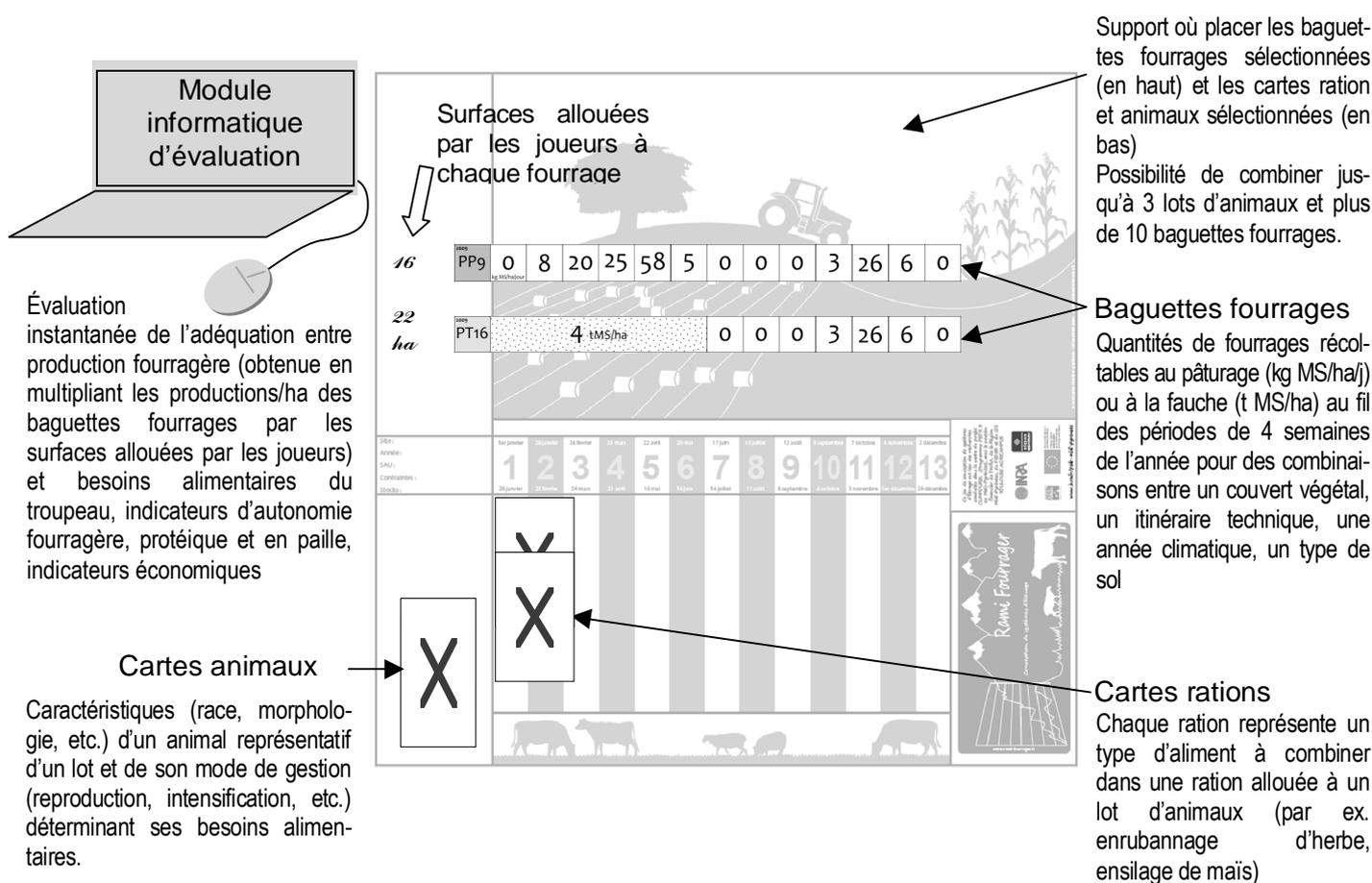
## 2.2. Le rami fourrager, un exemple d'outil d'accompagnement collectif combinant connaissances scientifiques et pratiques

C'est pour répondre à ce besoin en outils d'accompagnement collectif adaptés aux contextes locaux et combinant des connaissances de différentes natures que le rami fourrager a été créé (MARTIN *et al.*, 2012b). **Les utilisateurs de cet outil ont le même but : représenter un élevage pour un objectif et un contexte pédoclimatique choisi.** Cette activité de représentation permet d'intégrer la complexité du système d'élevage. **Pour cela les utilisateurs utilisent des supports matériels représentant des objets familiers de l'élevage** (Figure 1). Les objets mobilisés sont des productions végétales matérialisées par des « **baguettes fourrages** », des lots d'animaux caractérisés par des « **cartes animaux** », et des « **cartes rations** » représentant l'alimentation en fourrage des lots d'animaux. Ces éléments sont disposés sur un **plateau de jeu** dont le centre symbolise une année découpée en 13 périodes de 4 semaines. Les baguettes fourrages représentent les productions végétales disponibles pour une zone géographique au cours d'une année climatique, pour un type de sol, un itinéraire technique et un type de couvert. Il peut s'agir de prairies permanentes ou de prairies temporaires, mono ou multispécifiques, ou encore de cultures, fourragères, céréalières ou de protéagineux. Ces baguettes intègrent les connaissances scientifiques (modèle de croissance de l'herbe) ou pratiques (expertises des acteurs locaux) sur les niveaux de productions végétales selon les zones géographiques et années climatiques. Ces connaissances sont également intégrées dans un **module d'évaluation informatique** qui contient en outre, dans des bases de données, l'estimation des besoins de plusieurs types d'animaux ou de la qualité des fourrages. Ce module sert à évaluer le système conçu par les utilisateurs sur le plateau de jeu à partir d'indicateurs agronomiques, zootechniques, de dimensionnement, économiques et sur le travail. En incorporant des modèles informatiques simples, le rami fourrager offre la possibilité de simuler les conséquences d'adaptations des élevages sur leurs performances par rapport aux objectifs des éleveurs. Lorsque des connaissances manquent ou paraissent erronées, les participants peuvent paramétrer le modèle avec leurs propres références.

**La force du rami fourrager est d'articuler connaissances scientifiques et pratiques. Cette articulation est permise par le jeu et les simulations qui stimulent des discussions constructives sur la gestion de l'élevage, les orientations technico-économiques et les itinéraires techniques.** En pratique, les ateliers de rami fourrager mobilisent 2 à 4 éleveurs-joueurs et 1 conseiller chargé d'animer la partie, de donner les règles et de faire progresser le jeu. L'animateur n'est pas « LA » source d'informations mais joue le rôle d'un incubateur d'adaptations des élevages favorisant la valorisation des supports matériels et informatiques du rami fourrager et surtout des connaissances de chacun des participants. Les joueurs sont de préférence en réflexion

sur l'élevage, ouverts à la discussion et aux idées originales, disposés à tester des pratiques fourragères et d'élevage éloignées de leur situation individuelle. Enfin, parmi les participants aux ateliers, certains peuvent se positionner en tant qu'observateur pour retracer les évolutions des systèmes conçus et noter les arguments développés par les joueurs.

**FIGURE 1 – Cinq éléments que manipulent les participants aux ateliers pour représenter et évaluer un élevage.**  
Tous ces éléments sont adaptables pour chaque contexte local (sol, climat, pratiques, espèces cultivées, etc.).



**Avant chaque atelier de rami fourragère, une étape de préparation est nécessaire pour adapter le jeu à un contexte local :** choix du thème de l'atelier en fonction des questions que les futurs joueurs se posent et préparation des supports matériels (baguettes et cartes) selon la zone géographique et les systèmes d'élevage étudiés. **Un atelier se déroule en trois temps :** présentation de l'atelier, conception-évaluation et discussion-synthèse. La phase de **présentation de l'atelier** permet de préciser les objectifs et de donner des informations aux joueurs en lien avec la thématique abordée avant de présenter l'outil et ses règles de jeu. Parmi les informations présentées « d'entrée de jeu », le bandeau climat (non représenté en Figure 1) est un support central quel que soit le thème abordé. Ses modalités sont adaptées selon les thèmes. Par exemple, pour l'adaptation aux changements climatiques, il montre l'eau disponible dans un sol moyen de la zone pour les années climatiques étudiées ainsi que l'évolution des températures moyennes. Ces informations sont nécessaires pour contextualiser l'activité de conception. S'ensuit la phase de « boucles » de **conception-évaluation**. Les joueurs choisissent l'assolement, le troupeau et son alimentation dans le contexte pédoclimatique et selon leurs objectifs. Les choix font l'objet de discussions. L'animateur saisit en parallèle ces choix dans le module informatique d'évaluation. Les valeurs des indicateurs renvoyées par ce module sont explicitées aux joueurs qui, en retour, peuvent modifier les choix effectués sur le plateau. L'atelier se termine par une **discussion** collective sur les adaptations identifiées et sur la perception des joueurs et des observateurs du déroulement de l'atelier.

## 2.3. Mise en œuvre du rami fourrager pour traiter des adaptations aux changements et aléas climatiques

### – Dispositif de mise en œuvre

À ce jour, 31 ateliers de rami fourrager ayant impliqués plus de 140 joueurs ont été réalisés. En 2012, le rami fourrager a été utilisé dans le Grand Ouest et le Sud-Ouest. Le thème de l'adaptation aux changements climatiques a été traité dans 10 ateliers : 3 dans le cadre d'une thèse, pour traiter du changement moyen et de sa variabilité dans les 30 prochaines années et 7 dans le cadre du projet Casdar PraiCoS, pour traiter des aléas climatiques passés (type sécheresse) (Tableau 1).

**TABLEAU 1 – Ateliers de rami fourrager réalisés dans le Grand Ouest et le Sud-Ouest au sujet des adaptations aux changements climatiques ou à des conditions climatiques particulières.** Le terme « année moyenne passée » renvoie à des moyennes climatiques calculées sur 10 ans entre 2000 et 2010. Les années climatiques futures correspondent à des projections climatiques pour 2035-2065 pour un scénario futur (scénario A1B du GIEC (NAKICENOVIC *et al.*, 2000) modélisé par ARPEGE (DÉQUÉ *et al.*, 1994) et désagrégé statistiquement par la méthode Boé (PAGÉ *et al.*, 2008) pour générer des séries de température et précipitations locales (8 x 8 km). PP = prairie permanente, PT = prairie temporaire et artificielle, C = cultures.

Nombre d'ateliers	Problématique	Structure / zone	Système d'élevage	Public	Années climatiques mobilisées	Assolement année moy.
<b>Zone Grand Ouest</b>						
1	Adaptation à la sécheresse	CIVAM AD 53 / Sud Mayenne	Bovin lait	Éleveurs + animateurs	Année moyenne passée et 2011	5% PP 81% PT 14% C
1	Adaptation à la sécheresse	CIVAM HB / Nord Deux-Sèvres	Bovin viande	Éleveurs + animateurs	2008 et 2011	5% PP 88% PT 7% C
1	Adaptation à la sécheresse	CEDAPA / Côtes d'Armor	Bovin lait	Éleveurs + animateurs	2009 et 2011	30% PP 42% PT 28% C
<b>Zone Sud-Ouest</b>						
3 à la suite	Changements climatiques futurs : moyenne et variabilité	Ariège	Bovin lait	Éleveurs + animateurs	2001, année typique moyenne future, 3 années types variabilité normale du futur	15% PP 59% PT 26% C
1	Adaptation à la sécheresse	CDA Tarn / Albigeois	Bovin viande	Éleveurs + conseiller	2009 et 2011	0% PP 65% PT 35% C
2 en parallèle	Adaptation aux aléas climatiques	CDA Aveyron et UNOTEC / Rougier	Ovin lait	Éleveurs + conseillers + techniciens	Année moyenne passée, année à été humide, année à été sec	19% PP 65% PT 15% C
1	Adaptation à la sécheresse	CDA Puy-de-Dôme, Cantal / St Nectaire	Bovin lait	Éleveur + conseillers + techniciens	Année moyenne passée, année à printemps sec et année à été sec	100% PP 0% PT 0% C

**La thématique de l'adaptation aux changements climatiques ou à des conditions climatiques particulières est traitée de la manière suivante.** Une première année est choisie pour représenter ou être une moyenne climatique. Cette année « moyenne » ou typique de la moyenne sert à caler un système d'élevage répondant aux objectifs que se fixent les joueurs. Ensuite, ce premier système est soumis à une autre année climatique (ce qui revient à changer le bandeau climat et les baguettes fourrages). Les joueurs ont alors à adapter ce système à ces nouvelles conditions. Cette autre année climatique peut être une année typique (à été sec ou humide, à printemps sec) pour discuter des adaptations envisageables dans ce type d'années, ou peut être une année particulière encore en mémoire des joueurs. Par exemple, dans les ateliers d'adaptation à la sécheresse du Grand Ouest et du Tarn (Tableau 1), l'année 2011 avait été choisie car elle représentait pour les joueurs une année particulièrement sèche au printemps et pour laquelle la plupart d'entre eux avait manqué de solutions d'adaptation.

**Pour traiter plus particulièrement des changements climatiques futurs, le processus de conception est décomposé.** La première étape consiste à faire émerger une stratégie à partir de la situation climatique moyenne. La seconde étape consiste à explorer une diversité de situations climatiques pour faire émerger une tactique (SAUTIER *et al.*, 2012b). Cette méthode s'appuie sur le « modèle général » de l'agriculteur développé par SEBILLOTTE et SOLER (1990) selon lequel la gestion stratégique d'une exploitation s'élabore à partir d'une perception de la moyenne du contexte alors que la gestion tactique se construit en considérant un intervalle de variation, considéré comme prévisible par l'agriculteur, autour de cette moyenne. La méthode articule la conception autour de 3 ateliers (Tableau 1 – Ariège). Le premier atelier vise à concevoir un élevage pour une année moyenne passée de la zone géographique des joueurs puis à le tester en année moyenne future pour ainsi explorer des adaptations structurelles à partir de choix essentiellement stratégiques. Le deuxième atelier vise à tester et adapter, sur deux années successives de la variabilité normale future, le système conçu en année moyenne du futur. L'objectif pour les éleveurs est alors d'affiner la définition de l'élevage (dimension tactique) ou de le reconfigurer (dimension stratégique) pour qu'il soit adapté à ces deux années consécutives ainsi qu'à la moyenne future. Dans le dernier atelier, les agriculteurs doivent, sans connaître le climat à l'avance, imaginer la gestion mensuelle de l'exploitation issue de l'atelier précédent. Le climat d'une année future, et donc le potentiel fourrager, sont découverts au fur et à mesure, d'un mois à l'autre. Les adaptations de l'élevage sont décidées chaque mois en fonction du climat des mois précédents et du climat que l'éleveur considère comme prévisible. Il s'agit exclusivement de décisions tactiques. Concrètement, les joueurs peuvent changer les itinéraires techniques, les effectifs d'animaux ainsi que les rations allouées aux animaux d'un mois à l'autre.

**Les 10 ateliers ont été évalués. Ce travail d'évaluation s'est appuyé sur un recueil d'informations combinant discussions collectives et enquêtes individuelles des différents participants** (Tableau 2). Le tour de table avant de commencer la partie permettait de mieux cerner les profils et les attentes des participants. Les ateliers se terminaient par une discussion collective pour caractériser « à chaud » les réactions du groupe et faire une synthèse des adaptations explorées. Le niveau de recueil individuel utilisait, d'une part, une grille d'observation de l'atelier remplie par un observateur de l'atelier (ni joueur, ni animateur) et, d'autre part, un questionnaire à base de questions ouvertes rempli par les joueurs à la fin de la partie pour permettre une plus grande liberté d'expression. En outre, l'animateur de l'atelier se chargeait de rédiger une synthèse écrite « à chaud » pour dégager les points saillants de la séance. Des enquêtes téléphoniques individuelles sont également prévues courant 2013 pour approfondir l'étude des impacts à moyen terme de l'atelier et du jeu pour les participants. En plus de ces différents outils, tous les ateliers ont été filmés et/ou enregistrés pour d'éventuelles analyses complémentaires.

**TABLEAU 2 – Différentes phases et niveaux de recueil des témoignages des participants aux ateliers de rami fourrager pour les évaluer.**

		Niveau de recueil des témoignages	
		Collectif	Individuel
<i>Avant l'atelier de rami fourrager</i>	Tour de table		
	- Présentation (nom, prénom, métier, profil de l'exploitation si agriculteur) - Pour quelles raisons participez-vous à cet atelier ? - Vous sentez-vous concerné par la problématique traitée ? Si oui, en quoi ?		
<i>Pendant l'atelier</i>	Enregistrements vidéo et/ou audio		Grille d'observation des ateliers complétée par les observateurs
<i>Après l'atelier... « à chaud »</i>	Discussions		
	- Quel est votre état d'esprit après cette séance de rami fourrager ? - Quels sont selon vous les principaux points forts et points faibles de cet exercice ?		Questionnaire basé sur des questions ouvertes complétés par les joueurs (ex. <i>Que vous ont apporté les échanges durant l'atelier ?</i> ) + synthèse écrite par l'animateur
<i>Après l'atelier... « à froid »</i>			Enquêtes téléphoniques (courant 2013)

## - Une mise en œuvre qui a montré les adaptations possibles localement...

Les ateliers de rami fourrager ont montré que **les systèmes combinant cultures et élevage ont plus de solutions pour faire face aux années difficiles**, comme l'ont relevé REID *et al.* (2006). Ces systèmes ont en effet la possibilité de vendre des cultures pour acheter des fourrages ou encore de récolter des céréales en vert si du fourrage vient à manquer. Les systèmes exclusivement en prairies permanentes, comme celui étudié en Auvergne (Tableau 1), ne disposent pas de cette gamme de solutions.

Les ateliers menés dans des zones de moyenne montagne (Auvergne et Ariège) ont mis en exergue un point clé de ces systèmes : la gestion du pic d'herbe au printemps. Dans ces régions, dès que les conditions climatiques sont favorables, la production d'herbe « explose » et l'éleveur doit gérer cet excédent de biomasse important et soudain par le pâturage et la constitution de stocks. Des études menées dans le sud de la France sur les changements climatiques ont montré un renforcement de la saisonnalité de la croissance de l'herbe et un raccourcissement de la période de production (LELIÈVRE *et al.*, 2009 ; FELTEN *et al.*, 2011). Ce phénomène accroît la vulnérabilité des **systèmes agricoles, surtout de montagne, qui ont, avec les changements climatiques, moins de marge de manœuvre pour agir au printemps**. Les éleveurs doivent en effet récolter en un temps plus court une biomasse disponible possiblement plus importante au printemps et peuvent moins compter sur la pousse estivale, qui diminue, pour compléter leurs stocks ou pour le pâturage.

**Les solutions mobilisables relevées pendant les ateliers pour passer des années « difficiles » restent assez classiques** : constituer des stocks d'avance en année favorable pour passer ces années, décaler les périodes de vèlages pour mieux profiter de la pâture, diminuer la production laitière, voire le troupeau producteur, faire pâturer le plus longtemps possible les troupeaux de renouvellement pour limiter l'utilisation des stocks, vendre des animaux, en priorité ceux de renouvellement, vendre du stock excédentaire en été pour disposer de trésorerie et au besoin pouvoir acheter des stocks en fin d'année, implanter des dérobées, récolter des céréales immatures ou méteil, augmenter la part de légumineuses dans l'assolement pour profiter de leur capacité à croître dans des gammes de températures plus élevées que les graminées.

## - ... et l'intérêt d'un tel outil

**De manière générale, les utilisateurs de l'outil manifestent leur réel enthousiasme.** L'évaluation de l'ensemble des ateliers menés depuis 2010 a montré que le jeu permet d'aborder des problématiques variées (adaptation aux aléas climatiques, autonomie fourragère, augmentation de la part d'herbe dans la SAU, etc.) de façon satisfaisante et pertinente. C'est ce qu'on fait ressortir les 2/3 des joueurs, en particulier lorsque la réflexion était menée jusqu'au niveau économique (coût alimentaire). L'approche systémique a été particulièrement appréciée puisqu'elle a été mentionnée en réponse à une question ouverte (*Au final qu'est-ce qui dans cet exercice vous a particulièrement intéressé ou plu ?*) par plus de la moitié des joueurs. 16 éleveurs sur les 33 qui ont participé ont mis en avant que les ateliers ont été l'occasion de partager leurs expériences et leurs connaissances techniques sur la pousse de l'herbe, les pratiques de fauche et de pâturage, la fertilisation, les besoins alimentaires des animaux, la gestion d'un troupeau, etc. 21 éleveurs ont en plus spontanément noté que le rami fourrager leur a permis de mieux comprendre les enjeux auxquels l'élevage est confronté, d'identifier et de comparer des adaptations possibles. Enfin, le jeu permet de renforcer la cohésion d'un groupe. Il peut être un moment privilégié pour créer les liens entre éleveurs et se forger un réseau.

Les 17 conseillers et animateurs qui ont participé se sont montrés satisfaits des ateliers. Trois d'entre eux ont mis en exergue le fait de pouvoir accéder de façon plus directe que par les enquêtes aux pratiques mises en œuvre par les éleveurs. Près de la moitié (7 sur 17) ont spontanément relevé que les ateliers ont été l'occasion de mieux comprendre les processus de décision des éleveurs, ce qui est nécessaire pour fournir un conseil plus pertinent par la suite. L'aspect ludique et le positionnement en tant qu'animateur du conseiller permet d'instaurer une dynamique de confiance entre éleveurs et conseiller qui peut faciliter le travail en commun ou renforcer l'envie des éleveurs de faire appel au conseiller (noté par 4 conseillers sur 17).

### 3. Discussion

#### – Atouts et limites du rami fourrager

Les échanges qui ont lieu pour construire et évaluer l'élevage représenté sur le plateau font que le rami fourrager peut être vu comme **une plate-forme permettant à la fois de croiser les savoirs « externes » et les savoirs « locaux », en particulier ceux des agriculteurs, mais aussi de confronter des approches différentes d'un problème, ceci afin de le résoudre** (FAURE *et al.*, 2011). Les éléments visuels et chiffrés permettent aux joueurs de nourrir leur cheminement intellectuel. Cette expérimentation virtuelle peut favoriser l'apprentissage et ainsi améliorer les capacités d'adaptation des éleveurs (DARNHOFER *et al.*, 2010). Les éleveurs inscrits à différents niveaux d'une trajectoire d'évolution peuvent ainsi tirer profit du jeu. L'atelier a été l'occasion, pour certains, de se remettre en question, pour d'autres, de découvrir un système fourrager et d'envisager ses marges de manœuvre. Les plus avancés dans la réflexion sur leur système ont pu vérifier l'impact de solutions déjà mises en place et partager leurs expériences ou connaissances avec d'autres éleveurs ou conseillers.

**Le rami fourrager repose sur une représentation d'un système d'élevage.** Le modèle choisi est empreint de simplifications. Par exemple, ce jeu met l'accent sur la **stratégie d'allocation des ressources** (surfaces, stocks, animaux...) et ne traite pas de leur distribution spatiale, ce qui peut limiter l'exploration de solutions d'adaptation aux changements climatiques, notamment par la gestion des lots au pâturage. En outre, le plateau donne à voir **une année civile découpée en périodes régulières de 4 semaines**. La représentation sur une année fait que les animaux à cycle de production plus long qu'une année sont difficiles à modéliser. Par exemple, nous avons considéré une génisse de renouvellement en tant que cycle de production, avec l'entièreté de sa cohorte. Il reste possible d'étudier les effets pluriannuels de certaines stratégies (ex. ventes accrues d'animaux pour faire face à une pénurie de fourrages) en reportant les indicateurs de bilan de l'année traitée sur les paramètres initiaux d'une ou plusieurs années suivantes. D'autre part, nous avons choisi de découper l'année régulièrement en périodes de 4 semaines pour des questions de modélisation et dans un souci de compromis entre précision et simplicité d'utilisation. Ce découpage serait limitant pour le dernier atelier du cycle de conception en 3 phases. En effet, utilisé pour concevoir des systèmes herbagers, la découverte du climat au fur et à mesure de l'année, mois par mois, est assez grossière pour traiter de la gestion du pâturage. Nous envisageons ainsi d'affiner le découpage de l'année dans les périodes clefs de gestion du pâturage (printemps et automne) pour cette utilisation du rami fourrager. Il demeure enfin que **cet outil est adapté pour réfléchir sur des systèmes assez diversifiés sur le plan des productions fourragères**. Il ne sera en effet que peu intéressant de mobiliser des éleveurs pour réfléchir sur des systèmes d'élevage ne mobilisant qu'un ou deux types de couverts et pour lesquels la réflexion peut être réalisée sans ce support.

Le rami fourrager s'appuie sur des modèles, de système d'élevage, de croissance de l'herbe ou encore de caractérisation des besoins des animaux, présentant un degré d'incertitude (*cf.* section 1.1.). Les modèles mobilisés et les résultats du module de calcul ne doivent pas être perçus comme les seules productions de connaissances de l'outil. Les résultats des modèles ont en effet pour but de fournir des informations utiles aux joueurs pour alimenter la principale valeur ajoutée de l'utilisation de l'outil : **la discussion et l'argumentation collectives pour construire ou piloter un système et répondre aux problèmes posés aux élevages** (JAKKU et THORBURN, 2010).

Pour cela, **l'utilisation du rami fourrager, autant pour l'animateur que pour les joueurs, requiert d'adhérer à une certaine posture**. Les conseillers habitués à se positionner comme référent technique doivent ici se placer en tant qu'animateur et faire émerger du groupe les connaissances et solutions. Comme dit précédemment, les éleveurs doivent proposer des solutions, avoir envie de tester des idées, être ouverts aux discussions et capables d'exposer leurs idées aux critiques.

Dans les applications du rami fourrager développées dans cet article, nous n'avons pas pris en compte de changements socio-économiques qui ont souvent un effet au moins aussi important que les problèmes climatiques sur les prises de décisions des éleveurs (FRASER *et al.*, 2011). Cependant, **la définition de scénarios socioéconomiques dans lesquels se greffe un scénario climatique est possible et a déjà été réalisée** (MARTIN *et al.*, 2011), en spécifiant des objectifs ou des contraintes au système à concevoir ou bien des paramètres dans le module d'évaluation, par exemple un coût de tourteaux multiplié par 2.

## – Opportunités de travail pour la Recherche, l'enseignement, le conseil et l'élevage

Comme abordé dans la partie précédente, les éleveurs ne sont pas les seuls à apprendre de cet exercice. Le rami fourrager se comporte aussi comme un facilitateur et accélérateur de l'apprentissage et du développement des compétences et connaissances du technicien animateur. Ainsi, nous avons été fréquemment incités à en faire aussi **un outil de formation du corps technique**.

Certains conseillers envisagent de substituer aux diagnostics d'exploitation une séance de rami fourrager qui permet de réaliser un travail similaire en un laps de temps beaucoup plus court. Le rami fourrager peut en effet servir à formuler un problème ou à ébaucher une voie d'adaptation et identifier les compléments d'information nécessaires. Il peut ainsi trouver une place de choix dans une démarche de conseil mixte associant ou alternant approche collective et approche individuelle, dans un modèle économique de l'action de conseil qui reste à définir, mais auquel beaucoup sont contraints de réfléchir.

Pour la Recherche, le rami fourrager constitue un espace d'échanges de connaissances intéressant pour, d'une part, comprendre les processus de décisions des éleveurs et mieux les prendre en compte et, d'autre part, étudier la manière dont se combinent les connaissances de différentes natures pour réfléchir à l'adaptation des élevages. Enfin, le rami fourrager peut être utilisé pour la formation des futurs ingénieurs ou techniciens agricoles en leur apportant une approche systémique et dynamique de l'exploitation agricole.

## Conclusion

Les systèmes fourragers et d'élevage se trouvent confrontés à des changements climatiques sans précédent. Un point clé de ces évolutions est l'incertitude à laquelle doivent faire face les éleveurs et ceux qui les conseillent. Le pilotage des fermes en devient plus complexe et les conseillers et chercheurs doivent renouveler leurs façons d'exercer leur métier. Pour les conseillers, les approches dynamiques et systémiques d'accompagnement deviennent incontournables face aux grands enjeux auxquels est confronté l'élevage. L'utilisation majoritaire des modèles dans la Recherche doit être revue pour répondre aux attentes des éleveurs et conseillers dans ce domaine. Elle doit s'orienter vers des outils à l'échelle de la ferme, voire du territoire, favorisant les échanges et la réflexion sur l'adaptation aux changements climatiques en croisant les connaissances de disciplines voisines et de natures différentes. Ces constats soulèvent un besoin en outils d'accompagnement collectif, localement adaptés et combinant des connaissances scientifiques et pratiques.

Pour répondre à cette demande, un outil sous forme de jeu de plateau, le rami fourrager, a été développé. Sa capacité à mettre les joueurs en situation de gestion d'un élevage grâce aux supports matériels et informatiques présente un grand intérêt pour la réflexion sur les adaptations des fermes. Les discussions qui en ressortent participent au processus d'apprentissage des joueurs sur les adaptations à conduire pour leur élevage. Le jeu est utilisable pour une grande diversité de questions, dont celle de l'adaptation aux changements climatiques. En 2012, la réalisation et l'évaluation de 10 ateliers, dont 3 avec une démarche en 3 sessions (pour l'étude de l'adaptation au changement climatique futur), a montré la pertinence de cet outil pour traiter de la thématique de l'adaptation aux changements climatiques passés et futurs. Une difficulté rencontrée pour les éleveurs est de se projeter dans les années futures. Un premier pas dans la réflexion sur les adaptations des élevages peut être la réflexion sur la variabilité actuelle du climat comme conduite dans 7 ateliers.

Au-delà de la réflexion sur les marges de manœuvre des exploitations pour s'adapter aux changements climatiques, les ateliers permettent de sensibiliser les participants à cette question. Cela est surtout réalisé dans la première partie des ateliers lors de l'introduction au sujet et la présentation de supports sur le climat (bandeau climat) (DURU *et al.*, 2012). L'utilisation d'indicateurs comme proposés par SAUTIER *et al.* (dans ce document) permettrait d'approfondir cette première phase en caractérisant les types d'années utilisés dans le jeu et leur positionnement dans la succession d'années.

Finalement, l'utilisation du rami fourrager s'inscrit dans une valeur positive de l'incertitude relevée par CALLON *et al.* (2001) qui constitue une opportunité d'apprentissage et d'exploration collective.

Vivre dans un monde incertain, c'est accepter de tourner le dos aux « décisions tranchantes », c'est avoir la capacité de mettre en œuvre des processus d'apprentissage, de prendre des décisions révisables, d'avoir un rapport prudent et humble à l'égard de la technologie et du pouvoir.

## Remerciements

Les auteurs remercient les éleveurs, conseillers et animateurs qui ont pris part aux ateliers de rami fourrager et contribué à son développement. Ce travail bénéficie du soutien du projet CASDAR PraiCoS, PSDR Climfourrel (INRA Région Midi-Pyrénées) et du projet ANR O2LA (Organismes et Organisations Localement Adaptés, ANR-09-STRA-09).

## Références bibliographiques

- BEZLEPKINA I., REIDSMA P., SIEBER S., HELMING K. (2011) : "Integrated assessment of sustainability of agricultural systems and land use: Methods, tools and applications", *Agricultural Systems*, 104, 105–109.
- BRISSON N., LEVRAULT F., éditeurs (2010) : "*Changement climatique, agriculture et forêt en France: simulations d'impacts sur les principales espèces. Le Livre Vert du projet CLIMATOR (2007-2010)*", ADEME. 336p.
- CALLON M., LASCOUMES P., BARTHE Y. (2001) : "*Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie représentative*", Paris, Seuil. 358p.
- CERF M., OMON B., BARBIER C., *et al.* (2012) : "Les métiers d'agent de développement agricole en débat: Comment accompagner des agriculteurs qui changent leur façon de cultiver en grandes cultures ?", *Innovations Agronomiques*, 20, 101–121.
- DARNHOFER I., BELLON S., DEDIEU B., MILESTAD R. (2010) : "Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review.", *Agronomy for Sustainable Development*, 30, 545–555.
- DAVID O., DELBOS C., FALGAS C. (2011) : "Conseillers (agronomiques) demain : savoirs informels et politiques en crise", In : *Colloque International « Crise et/en éducation »*, Université Paris Ouest, Nanterre
- DÉQUÉ M., DREVETON C., BRAUN A., CARIOLLE D. (1994) : "The ARPEGE-IFS atmospheremodel: a contribution to the French community climate modelling", *Climate Dynamics*, 10, 249-266
- DOCKÈS A., COUZY C., KLING-EVEILLARD F., *et al.* (2010) : "Prendre en compte la diversité des points de vue des éleveurs et intervenants de terrain pour co-construire des démarches et outils de conseil. L'expérience de l'Institut de l'élevage", In: *Colloque SFER "Conseil en agriculture: acteurs, marchés, mutations"* Dijon (FR).
- DONATELLI M., DUVEILLER G., FUMAGALLI D., *et al.* (2012) : "Assessing agriculture vulnerabilities for the design of effective measures for adaption to climate change", *Project report, Joint Research Center*, Available at: [http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/avemac/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/avemac/index_en.htm)
- DURU M., FELTEN B., THEAU J.-P., MARTIN G. (2012) : "A modelling and participatory approach for enhancing learning about adaptation of grassland-based livestock systems to climate change", *Regional Environmental Change* 12, 739-750.
- FAURE G., COMPAGNONE C. (2011) : "Les transformations du conseil face à une nouvelle agriculture", *Cahiers Agricultures*, 20, 321–6.
- FAURE G., DESJEUX Y., GASSELIN P. (2011) : "Revue bibliographique sur les recherches menées dans le monde sur le conseil en agriculture", *Cahiers Agricultures*, 20, 327–42.
- FELTEN B., DURU M., MARTIN G., SAUTIER M. (2011) : "*Changement climatique en Midi Pyrénées et conséquences sur la croissance de l'herbe*", Projet Climfourrel, Midi Pyrénées, Série Les Focus PSDR3.
- FRAPPAT B., KERIVEL A., LUSSON J.-M., MOREAU J.-C. (2012) : "Les défis de l'herbe et du conseil « Prairies » vus par les éleveurs et leurs conseillers", In : *19e Journées 3R*
- FRASER E.D.G., DOUGILL A.J., HUBACEK K., QUINN C.H., SENDZIMIR J., TERMANSEN M. (2011) : "Assessing Vulnerability to Climate Change in Dryland Livelihood Systems: Conceptual Challenges and Interdisciplinary Solutions", *Ecology and Society*, 16, art3.
- FÜSSEL H.M. (2007) : "Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons", *Sustainability Science*, 2, 265–275.
- GIORGI F. (2005) : "Interdecadal variability of regional climate change: implications for the development of regional climate change scenarios", *Meteorology and Atmospheric Physics*, 89, 1-15.
- HOWDEN S.M., SOUSSANA J.-F., TUBIELLO F.N., CHHETRI N., DUNLOP M., MEINKE H. (2007) : "Adapting agriculture to climate change", *Proc. Nat. Acad. of Sciences of the United States of America*, 104, 19691–6.
- IPCC (2007) : "*Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*", Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 p.

- JAKKU E., THORBURN P.J. (2010) : "A conceptual framework for guiding the participatory development of agricultural decision support systems", *Agricultural Systems*, 103, 675–682.
- KLERKX L., VAN MIERLO B., LEEUWIS C. (2012) : "Evolution of systems approaches to agricultural innovation: Concepts, analysis and interventions", In: I. Darnhofer, D. Gibbon, and B. Dedieu (Eds.). *Farming Systems Research into the 21st century: The new dynamic*. Dordrecht: Springer, pp. 459–485.
- KOLB D.A. (1984) : "*Experiential Learning. Experience as the Source of Learning and Development*", Englewood Cliffs. NJ, Prentice-Hall.
- LELIÈVRE F., FINOT J.B., SATGER S. (2009) : "*Climfourrel, Changement climatique récent et proche futur dans l'arc périméditerranéen. Impacts sur la production fourragère*", INRA, UMR SYSTEM (Agronomie méditerranéenne et tropicale), Montpellier, 68p.
- LÉMERY B. (2003) : "Les évolutions du métier d'agriculteur : quelles conséquences pour l'appui aux projets des exploitations ? ", In: *Actes du séminaire sur l'évolution du conseil en agriculture et les métiers du développement* – Guyancourt, 23-24 avril 2003
- MAGNE M.-A., CERF M., INGRAND S. (2011) : "Comment les éleveurs choisissent-ils et utilisent-ils des informations pour conduire leur exploitation ? Quelques enseignements pour les conseillers", *Cahiers Agricultures*, 20, 421–7.
- MARTIN G., FELTEN B., DURU M. (2011) : "Forage rummy: A game to support the participatory design of adapted livestock systems", *Environmental Modelling & Software*, 26, 1442-1453.
- MARTIN G., DURU M., SCHELLBERG J., EWERT F. (2012a) : "Simulations of plant productivity are affected by modelling approaches of farm management", *Agricultural Systems*, 109, 25–34.
- MARTIN G., DURU M., MAGNE M.-A. *et al.* (2012b) : "Le rami fourrage: un support pour la conception de scénarios de systèmes fourragers avec des éleveurs et des conseillers. *Fourrages*, 210, 119–128.
- MEINKE H., STONE R.C. (2005) : "Seasonal and inter-annual climate forecasting: the new tool for increasing preparedness to climate variability and change in agricultural planning and operations", *Climatic Change* 70, 221-253.
- MOREAU J.-C., DELABY L., DURU M., GUÉRIN G. (2009) : "Démarches et outils de conseil autour du système fourrage: évolutions et concepts", *Fourrages*, 200, 565–586.
- MORIONDO M., BINDI M., KUNDZEWICZ Z.W., *et al.* (2010) : "Impact and adaptation opportunities for European agriculture in response to climatic change and variability", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15, 657–679.
- MOSNIER C., MOREAU J.-C., BOUTRY A., LHERM M., DEVUN J. (2012) : "Sensibilité des élevages allaitants aux aléas climatiques selon la place des prairies dans les systèmes fourragers", *Actes des journées AFPP – Les atouts des prairies permanentes pour demain*. Paris : 3 & 4 Avril 2012, pp. 73–82.
- NAKICENOVIC N., ALCAMO J., DAVIS G., *et al.* (2000) : "*Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary For Policymakers*", 12p.
- NETTIER B., DOBREMEZ L., COUSSY J.-L., ROMAGNY T. (2011) : "Attitudes des éleveurs et sensibilité des systèmes d'élevage face aux sécheresses dans les Alpes françaises", *Revue de géographie alpine*, 4.
- PAGÉ C., TERRAY L., BOÉ J. (2008) : "*Projections climatiques à échelle fine sur la France pour le 21<sup>e</sup> siècle: les scénarii SCRATCH08*", Toulouse, 21 p,  
[http://www.cerfacs.fr/~page/publications/report\\_cerfacs\\_regional\\_scenarii\\_scratch08.pdf](http://www.cerfacs.fr/~page/publications/report_cerfacs_regional_scenarii_scratch08.pdf)
- REID S., SMIT B., CALDWELL W., BELLIVEAU S. (2006) : "Vulnerability and adaptation to climate risks in Ontario agriculture", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12, 609–637.
- REIDSMA P., EWERT F., OUDE LANSINK A.G.J.M., LEEMANS R. (2010) : "Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: The importance of farm level responses", *European Journal of Agronomy* 32, 91-102.
- SALETTE J. (2009) : "L'herbe, les herbivores et les hommes: rétrospective et perspectives", *Fourrages*, 200, 525-532.
- SAUTIER M., MARTIN-CLOUAIRE R., DURU M. (2012a) : "An Intelligible Assessment of Climatic Exposure of Grassland-based Livestock Systems", In: *International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs) 2012 International Congress on Environmental Modelling and Software. Managing Resources of a Limited Planet: Pathways and Visions under Uncertainty, Sixth Biennial Meeting* (eds: Seppelt R, Voinov AA, Lange S, Bankamp D), Leipzig, Germany, pp. 613–620.
- SAUTIER M., MARTIN G., MARTIN-CLOUAIRE R., PIQUET M., DURU M. (2012b) : "Participatory design of livestock systems adapted to new climatic conditions", In: *10th European IFSA Symposium Aarhus, Denmark*.
- SEBILLOTTE M., SOLER L.G. (1990) : "Les processus de décision des agriculteurs: I. Acquis et questions vives", *Modélisation systémique et système agraire*, J. Brossier, B. Vissac, J.L. Le Moigne éd., INRA, Paris, 93-116.
- STIGTER K. (2008) : "Coping with climate risk in agriculture needs farmer oriented research and extension policies", *Scientia Agricola*, 65, 108–115.