

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](http://www.afpf-asso.org)**

# Utilisation du Rami fourrager<sup>®</sup> en formation d'ingénieur pour l'acquisition des notions de base du pilotage d'un système fourrager

S. Couvreur<sup>1</sup>, V. Hébrard<sup>2</sup>, J. Defois<sup>1</sup>, G. Potier<sup>3</sup>, G. Piva<sup>3</sup>, C. Côrtes<sup>1</sup>, R. Baccar<sup>3</sup>

L'enseignement des systèmes fourragers pose au moins deux défis en termes de formation, la pluridisciplinarité et la complexité, qu'il est difficile d'aborder par le cours magistral. Cet article présente une séquence pédagogique réussie, construite sur l'utilisation d'un *serious game* développé dans le cadre du conseil, le Rami fourrager<sup>®</sup>.

## RÉSUMÉ

Les étudiants en formation d'ingénieur ont été séparés en groupes de 4-5, puis affectés par moitié à l'un des deux cas-type d'exploitation analysés, contrastés pour leur système fourrager. Le travail, co-animé par un binôme d'enseignants en agronomie et zootechnie, repose sur la conception de systèmes fourragers optimaux sur une campagne (bilan fourrager et flux de fourrages) et sur le long terme (anticipation de l'aléa climatique). Le Rami fourrager<sup>®</sup> s'est montré adapté pour l'acquisition de clefs de compréhension du pilotage et de la diversité des systèmes fourragers. Il permet d'éveiller de façon ludique les étudiants à l'interdisciplinarité, via l'apprentissage par les pairs, la démarche de projet et la réflexivité.

## SUMMARY

### **Rami fourrager<sup>®</sup>: a serious game for teaching engineers the basics of forage systems**

Practical courses focused on forage systems must navigate a key challenge: teaching material that is multidisciplinary and complex. To help with this challenge, an educational activity was designed in which a serious game, Rami fourrager<sup>®</sup>, was used to teach future engineers about forage systems. Here, we studied the activity's utility. Students were separated into groups of 4-5. Half the groups were assigned one type of farm, and the other half were assigned a different type of farm. The farm types had contrasting forage systems. The activity was led by two instructors in the agricultural sciences and animal husbandry. It aimed to teach students about designing optimal forage systems over the crop year (e.g., forage estimates and fluctuation) and over the long term (e.g., anticipating climatic variability). We found that Rami fourrager<sup>®</sup> can help students better understand forage system management and diversity. It teaches multidisciplinary concepts in an entertaining way using the project approach, peer learning, and critical analysis.

Dans un élevage de ruminants, la chaîne de production et de consommation de fourrages est au centre d'enjeux de durabilité pour l'exploitation mais aussi pour la filière et le territoire (GIBON, 2005). En effet, production et consommation des fourrages mobilisent une grande partie du foncier, de la main d'œuvre et de l'agroéquipement disponible (DURU *et al.*, 1988). Elles constituent donc une des composantes fortes de la création

ou de la perte de valeur économique, environnementale et sociale d'un atelier d'élevage de ruminants. Dans le contexte actuel, marqué par l'incertitude économique et climatique, les actions de recherche et développement visant la flexibilité, la résilience et l'autonomie des systèmes fourragers se sont ainsi multipliées (ANDRIEU *et al.*, 2007). A l'échelle du territoire, les choix de conduite des systèmes fourragers peuvent tout aussi bien induire des problèmes

## AUTEURS

1 : Unité de Recherche sur les Systèmes d'Élevage (URSE), Ecole Supérieure d'Agricultures, Université Bretagne-Loire, 55, rue Rabelais, F-49100 Angers ; s.couvreur@groupe-esa.com

2 : Département Culture, Langues et Communication, Ecole Supérieure d'Agricultures, Université Bretagne-Loire, 55, rue Rabelais, F-49100 Angers

3 : USC 1432 LEVA, INRA, Ecole Supérieure d'Agricultures, Université Bretagne-Loire, SFR 4207 QUASAV, 55, rue Rabelais, F-49100 Angers

**MOTS CLÉS** : Enseignement, exploitation agricole, facteur climat, fourrage, production laitière, simulation, système fourrager.

**KEY-WORDS** : Climatic factor, dairying, farm, forage, forage system, simulation, teaching.

**RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE** : Couvreur S., Hébrard V., Defois J., Potier G., Piva G., Côrtes C., Baccar R. (2018) : «Utilisation du Rami fourrager<sup>®</sup> en formation d'ingénieur pour l'acquisition des notions de base du pilotage d'un système fourrager», *Fourrages*, 233, 61-71.

environnementaux que constituer des solutions à ces problèmes. C'est ainsi que certains projets territoriaux valorisent des pratiques fourragères permettant de réduire les fuites de nitrates (exemples de la baie de Lannion, du bassin de Vittel ou de la ville de Munich ; DEPRÉS *et al.*, 2008 ; MABON *et al.*, 2009 ; GROLLEAU et McCANN, 2012 ; BARATAUD *et al.*, 2013), de piéger le carbone ou de préserver la biodiversité (PNR, MAE... ; BOULET, 2007 ; SOUSSANA *et al.*, 2010). Enfin, à l'échelle des filières, les orientations fourragères peuvent faire l'objet de débats, de conseils, voire de cahiers des charges, visant la création de valeur pour l'ensemble des acteurs. Les filières AOP, comme l'agriculture biologique, sont des exemples couramment cités (SYLVANDER *et al.*, 2008).

Par conséquent, **les acteurs des filières d'élevage de ruminants, comme ceux des territoires concernés par ces élevages, se doivent de posséder un portefeuille de compétences autour des systèmes fourragers**. C'est également le cas des futurs ingénieurs en agriculture qui œuvreront dans ce cadre professionnel. Or, les systèmes fourragers constituent des objets multiples et complexes à l'intersection des systèmes de cultures et d'élevage et expriment une des composantes de la stratégie productive d'un éleveur (DURU et HUBERT, 2003). Ainsi, les compétences à acquérir sur le fonctionnement d'un système fourrager intègrent : i) les processus biologiques et techniques, c'est-à-dire « *l'ensemble des moyens de production, des techniques et des processus qui, sur un territoire, ont pour fonction d'assurer la correspondance entre le (ou les) système(s) de cultures et le (ou les) système(s) d'élevage* » (ATTONATY, 1980) ; ii) mais aussi les composantes de pilotage, de planification, d'anticipation, d'adaptation par l'éleveur c'est-à-dire « *le système d'information et de décision visant à équilibrer les ressources et les besoins en fourrages en vue de répondre à un objectif de production dans un cadre de contraintes données* » (DURU *et al.*, 1988). Du fait de son caractère multifonctionnel, **l'enseignement des systèmes fourragers se situe à l'interface entre plusieurs disciplines** (agronomie, zootechnie, écologie...) **et intègre différentes échelles d'espace** (parcelle, assolement, atelier d'élevage, exploitation, paysage, territoire...) **et de temps** (le jour, la saison, l'année fourragère). Enseigner la conduite d'un système fourrager pose ainsi au moins deux défis en termes de formation : l'interdisciplinarité et la complexité. L'interdisciplinarité implique d'apprendre à concevoir des systèmes optimisés en se décentrant de sa discipline pour mieux intégrer d'autres contextes disciplinaires dans la résolution d'un problème. La complexité demande d'apprendre à mobiliser de façon cohérente des échelles variées d'espace et de temps dans une résolution de problème : raisonnement technique global, gestion de l'incertitude, déclinaison d'une stratégie et de tactiques, organisation de la main d'œuvre dans l'espace et le temps.

**Atteindre ces objectifs de formation ne peut se faire par la mise en place de cours magistraux seuls.** Le risque serait double : i) limiter l'approche du système fourrager à un panorama exhaustif, descriptif et peu lisible de situations de référence qui rendent peu compréhensibles

les règles de décision et les processus biologiques mobilisés ; ii) aborder de manière théorique et peu accessible des processus de décision complexes. Il est ainsi fondamental de mobiliser des modalités pédagogiques permettant aux apprenants de se familiariser avec les interactions complexes entre systèmes de cultures et d'élevage et de comprendre par la pratique les clés de pilotage stratégique et tactique d'un système fourrager.

**Le *serious game*<sup>1</sup> constitue une modalité pédagogique mobilisable dans ce type de situation.** En effet, en constituant une matérialisation théâtralisée de l'approche projet, le *serious game* place l'apprenant dans une logique actionnelle, proche de la réalité et ludique, permettant l'acquisition en autonomie de notions complexes (VASSILEFF, 2003). Le Rami fourrager<sup>®</sup>, conçu à des fins de conseil sur le système fourrager, constitue un exemple de *serious game* déjà mobilisé avec succès dans le cadre de l'enseignement en BTS (MAGNE *et al.*, 2014). Du fait de sa conception le rapprochant d'un jeu de rôles (un groupe de joueurs doit coconstruire un système fourrager accompagné par un animateur-expert), le Rami fourrager<sup>®</sup> présente de nombreux intérêts pour la formation. L'expérience menée par MAGNE *et al.* (2014) avec des étudiants BTS ACSE a montré que le Rami fourrager<sup>®</sup> permettait d'atteindre les objectifs assignés à un *serious game* : i) apprentissage ludique et ii) collaboration entre joueurs pour coconstruire des stratégies fourragères. Ce travail questionnait néanmoins le niveau d'approfondissement du raisonnement par les étudiants, le rôle de l'enseignant et la capacité à explorer une diversité de situations mais peu la mise en relation de différentes disciplines (agronomie et zootechnie).

L'objectif de cet article est donc de **présenter une séquence pédagogique développée pour des étudiants de 3<sup>e</sup> année de l'École Supérieure d'Agricultures d'Angers** (sur un cycle en 5 ans) se destinant essentiellement à des spécialisations en zootechnie, agronomie et ingénierie environnementale. Cette séquence pédagogique, que nous appellerons « *Systèmes fourragers* », a été **construite à l'aide du Rami fourrager<sup>®</sup> et adaptée pour la formation par projet** mené en groupes (4 à 5 étudiants). La formalisation de cette séquence pédagogique a permis d'explorer des éléments non étudiés par MAGNE *et al.* (2014) à savoir le dialogue entre disciplines, le rôle de l'enseignant et l'exploration de situations contrastées. L'article s'articulera en trois parties : i) présentation du dispositif pédagogique mis en place ; ii) mise en application sur trois groupes d'étudiants (en 2015, 2016 et 2017) et principaux résultats obtenus ; iii) discussion sur les principaux dispositifs d'apprentissage mobilisés et leurs intérêts pour la compréhension d'un objet d'enseignement complexe et pluridisciplinaire.

1 : La plate-forme collaborative Wikipedia donne la définition suivante du jeu sérieux : « Un *serious game* (de l'anglais *serious*, « sérieux » et de *game*, « jeu ») est une application informatique qui combine une intention sérieuse, de type pédagogique, informative, communicationnelle, marketing, idéologique ou d'entraînement avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo ou de la simulation informatique. La vocation d'un *serious game* est donc de rendre attrayante la dimension sérieuse par une forme, une interaction, des règles et éventuellement des objectifs ludiques. » [consulté le 13 février 2018].

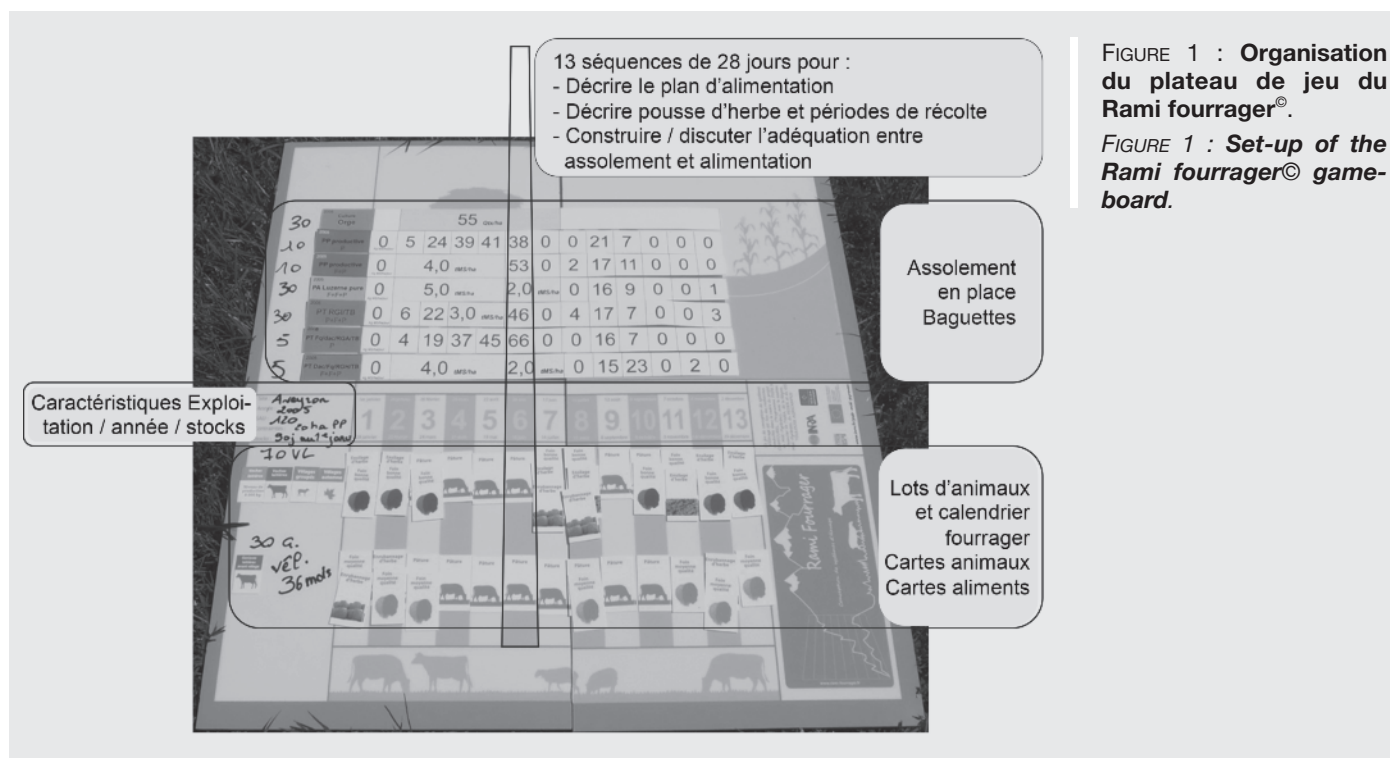


FIGURE 1 : Organisation du plateau de jeu du Rami fourrager®.  
FIGURE 1 : Set-up of the Rami fourrager® game-board.

## 1. Présentation de la séquence pédagogique mise en oeuvre

### ■ Un serious game original : le Rami fourrager®

Le Rami fourrager a été initialement développé pour l'animation de groupes d'éleveurs. Pour une description plus complète du Rami fourrager, nous renvoyons le lecteur vers l'article de MARTIN *et al.* (2012). Nous nous attarderons ici à décrire le fonctionnement général du jeu et les opportunités qu'il offre pour la séquence pédagogique développée.

Dans sa conception initiale, l'objectif du Rami fourrager est de stimuler les discussions entre éleveurs, conseillers agricoles et scientifiques. Ce jeu s'organise en deux éléments : un plateau de jeu et un simulateur informatique. Le plateau de jeu représente de manière schématique un territoire d'exploitation et un calendrier d'alimentation (figure 1). Un ensemble d'objets intermédiaires est mobilisé par les joueurs (« baguettes fourrages » qui représentent les quantités de fourrages utilisables au fil de l'année, pour un ensemble de combinaisons entre une culture fourragère et un mode de gestion, « cartes animaux », « cartes aliments »...) pour représenter la façon dont le territoire est organisé pour produire des fourrages à consommer (sur pied ou conservés sous différentes formes) et la façon dont les différents lots d'animaux sont alimentés au cours d'une année (13 séquences alimentaires de 28 jours). Les joueurs sélectionnent des baguettes et les combinent à la recherche de l'assemblage qui permettra de réaliser leurs objectifs de production animale. Le simulateur informatique permet ensuite de modéliser les effets induits par les choix effectués par les joueurs pendant la construction du plateau de jeu. Ces effets concernent autant des indicateurs globaux du système mis en place (chargement ajusté sur la surface fourragère princi-

pale (SFP), stocks annuels produits et consommés, bilan de suivi des stocks, coûts économiques) que des indicateurs par séquence alimentaire (stocks consommés, couverture des besoins en matière sèche par le pâturage, herbe disponible non valorisée, couverture des besoins en énergie et protéines). Par allers-retours successifs entre le plateau et le simulateur, il est alors possible de répondre à des questions très différentes (évolution des objectifs de production, adaptation à l'aléa climatique, amélioration de la stratégie fourragère sur des périodes clefs...).

Jusqu'à présent, **le jeu a principalement été utilisé en situation de conseil de groupe d'éleveurs** (MARTIN *et al.*, 2012). Dans ce type de situation, les éleveurs coconstruisent des évolutions de système fourrager (sur la base d'une exploitation qui peut être celle d'un des membres du groupe) sur le plateau de jeu. Seul le conseiller peut manipuler le simulateur. Son travail consiste principalement à i) faire en sorte que la construction des scénarios à tester soit bien le fruit d'une construction collective et ii) accompagner le groupe dans l'analyse des résultats du simulateur pour les amener à améliorer le système fourrager représenté sur le plateau.

### ■ Une organisation de l'enseignement pour mobiliser des éléments théoriques sur des cas concrets et diversifiés

L'Ecole Supérieure d'Agricultures d'Angers a structuré sa formation ingénieur en un cycle Licence (IL1 à IL3) et un cycle Master ou de spécialisation (IM1 et IM2). Lors du dernier semestre du cycle Licence, les étudiants ont toujours des cours en commun mais font le choix, pour une partie de leur enseignement, d'une option Entreprise et Transformation (ET) ou Agriculture et Territoires (AT). Cette dernière est choisie par les étudiants se destinant à des

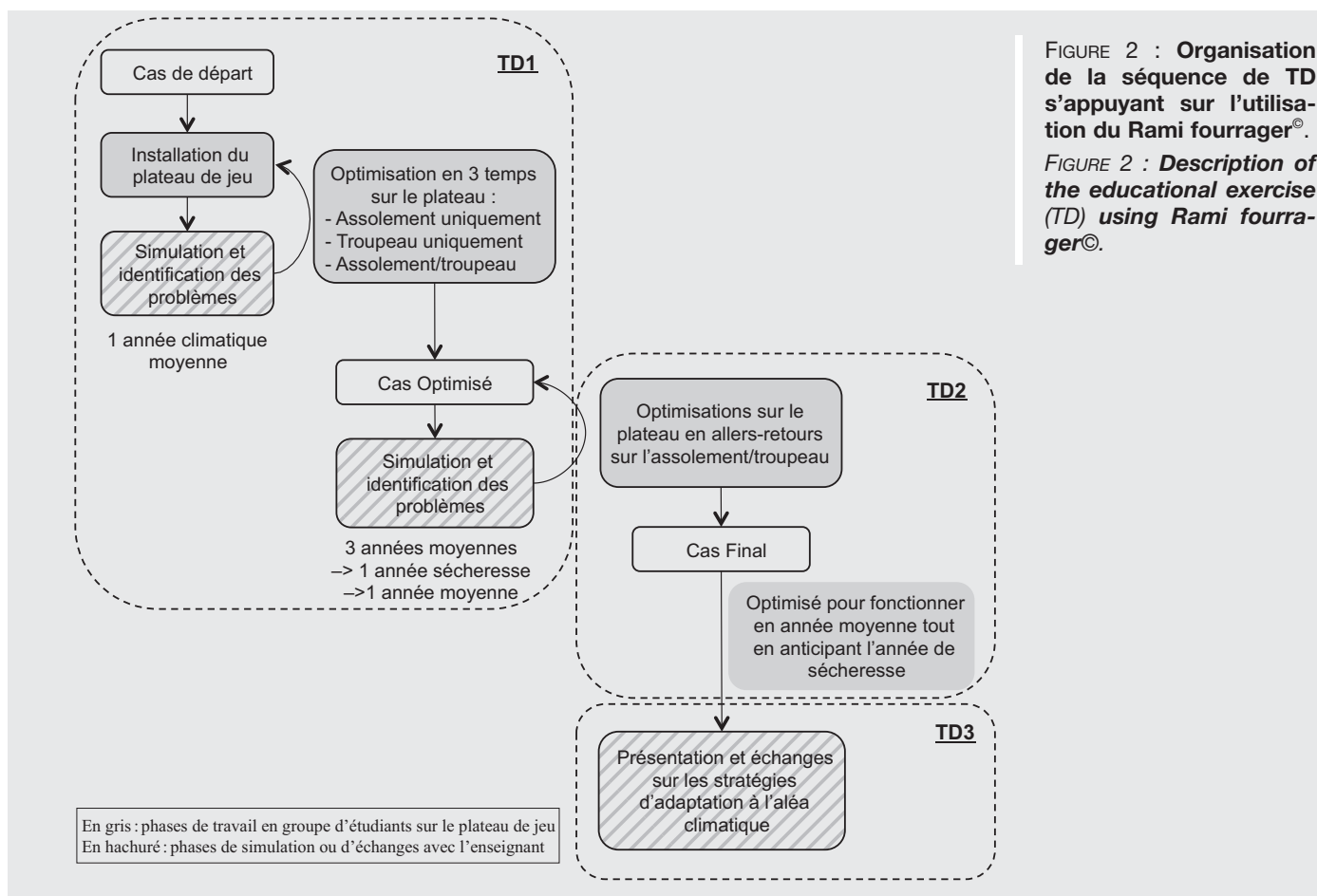


FIGURE 2 : Organisation de la séquence de TD s'appuyant sur l'utilisation du Rami fourrager®.

FIGURE 2 : Description of the educational exercise (TD) using Rami fourrager®.

spécialisations en agronomie, zootechnie et ingénierie environnementale, dans laquelle la séquence pédagogique Systèmes fourragers est organisée. Lors du cursus précédant la séquence Systèmes fourragers, les étudiants ont acquis les prérequis suivants : i) notions de base de conduite d'un élevage de vaches laitières (rationnement dont gestion du pâturage, conduite de la reproduction), ii) notions de base de la conduite des cultures (itinéraires techniques du blé, du maïs et d'une prairie) et iii) notions de base de gestion d'une entreprise.

En 2015, 2016 et 2017, respectivement 66, 81 et 84 étudiants ont participé à la séquence Systèmes fourragers. Au démarrage de la séquence pédagogique, les étudiants sont réunis en groupe entier. Ils assistent à une intervention magistrale de 3 h animée par un enseignant et visant trois objectifs : i) présenter la diversité des systèmes fourragers en France ; ii) donner les clés de compréhension du pilotage des systèmes fourragers explicitant en partie cette diversité (et qui seront mobilisés ensuite) ; iii) introduire la séquence de Travaux Dirigés (TD) de groupe. A la suite de cette introduction magistrale, **les étudiants sont séparés en groupes de TD de 20 étudiants environ**, répartis en 4 sous-groupes de 5 étudiants. Cette taille de groupe est optimale pour assurer un bon accompagnement par les enseignants et mettre en débat les stratégies et résultats entre étudiants. Les sous-groupes sont constitués de manière à mixer au maximum les profils des étudiants : agronomes, zootechniciens, écologues. Les TD sont encadrés par des binômes d'enseignants en agronomie et

zootechnie. La séquence s'organise ensuite en deux temps, sur une semaine (figure 2).

### • S'approprier le fonctionnement d'un système fourrager

Un **premier travail dirigé (TD1)** permet aux étudiants de **s'approprier le fonctionnement du jeu et les principaux leviers** mis à leur disposition pour piloter le système fourrager à long et court terme (choix d'assolement, valorisation des prairies – pâturage, fauche pour foin/enrubannage/ensilage – et des cultures – grains ou ensilage –, lots d'animaux, reproduction, calendrier d'alimentation).

Bien qu'il ait pu être possible de laisser les étudiants définir l'exploitation de départ à partir des éléments du jeu (ou de partir d'un cas de référence comme la ferme de l'établissement de formation), il a été fait le choix, principalement pour des raisons de temps disponible, de créer **deux cas d'exploitations contrastés** (tableau 1). Basées sur des cas réels, simplifiés pour l'exercice, les exploitations choisies sont des exploitations laitières se différenciant par leur système fourrager, **l'un basé sur l'herbe, l'autre sur le maïs**. Ce choix permet de mettre en débat entre groupes les effets de la stratégie fourragère selon plusieurs angles : i) le lien à la stratégie de production, ii) les forces et faiblesses du système fourrager en termes de sécurité fourragère et de résilience face à l'aléa climatique et iii) les leviers mobilisables (agronomiques et zootechniques) pour améliorer les systèmes fourragers.

Exploitation herbagère dite « Herbe »	Exploitation maïs dite « Maïs »
<p><b>* Caractéristiques générales de l'exploitation<sup>(1)</sup></b>  <i>Vaches laitières à niveau de production moyen</i>  Vêlages groupés en automne  Taux renouvellement : 30%  Totalité des génisses élevées, 1<sup>er</sup> vêlage à 36 mois  Stock de fourrages d'un an</p>	
<p><b>* Assolement</b>  <i>SAU labourable à l'exception de 10% des terres</i>  80% de l'assolement dédié aux prairies  Reste de l'assolement destiné à la production de céréales, betteraves fourragères et maïs fourrage</p>	
<p><b>* Troupeaux</b></p> <p>Ration de base des vaches laitières :  - en hiver : ensilage de maïs, foin et betteraves  - pâturage entre mi-mars et fin octobre  - au pâturage, complément : ensilage de maïs ou d'herbe</p> <p>Ration de base des génisses :  - en hiver : foin  - pâturage de mars à fin novembre  - au pâturage, complément : foin ou enrubannage</p> <p>Compléments : tourteau de colza et céréales</p>	
<p>Ration de base des vaches laitières :  - en hiver : ensilage de maïs associé à moins de 20% de foin et d'ensilage d'herbe  - pâturage entre mi-mars et fin octobre  - au pâturage, complément d'ensilage de maïs</p> <p>Ration de base des génisses :  - en hiver : foin et ensilage de maïs  - pâturage de mars à novembre  - au pâturage, complément de foin</p> <p>Compléments : tourteau de colza et céréales</p>	
<p>1 : En italique : les éléments invariants dans les simulations réalisées lors des TD</p>	

TABLEAU 1 : Présentation des 2 cas de départ utilisés pour initier le travail des étudiants lors de la séquence « Système fourrager ».

TABLE 1 : Description of the starting conditions for the exercise's 2 farm types of the educational activity.

Pour chaque groupe de 20 étudiants, **deux sous-groupes travaillent sur l'exploitation « herbe » et deux autres sur l'exploitation « maïs »**. Les étudiants installent le plateau de jeu à partir des caractéristiques des exploitations (tableau 1). Les enseignants s'assurent que les éléments du jeu ont été correctement positionnés. Ils en profitent pour aider les étudiants à lire et interpréter le plateau, principalement sur les correspondances à faire entre l'assolement en place, sa valorisation et le calendrier d'alimentation des lots d'animaux

(Est-ce que la ressource à pâturer paraît suffisante ou au contraire excédentaire ? Est-ce que les choix d'assolement et les dates clés de récolte paraissent en phase avec l'utilisation des stocks ?...). **Cette phase oblige ainsi les étudiants à échanger sur le plateau et les prépare à la suite de l'exercice.** En effet, après ce premier temps d'échange, un enseignant allume le simulateur et présente les résultats du système mis en place à chaque sous-groupe afin d'identifier les problèmes des deux exploitations étudiées (tableau 2).

Exploitation herbagère dite « Herbe »	Exploitation maïs dite « Maïs »
<p><b>a) Principaux problèmes identifiés lors de la séquence pédagogique</b></p>	
<p><b>* Valorisation de l'herbe disponible au pâturage</b>  <i>Fort excédents d'herbe non pâturée sur l'année (plus de la moitié perdue)</i>  Pertes concentrées en été et début d'automne</p>	
<p><b>* Bilan fourrager</b>  <i>Positif du fait d'un nombre de jours d'avance important.</i>  Stocks de betterave, de foin et de maïs insuffisants en fin de campagne pour alimenter le troupeau jusqu'aux périodes clés de récolte de l'année suivante</p>	
<p><b>* Pas assez d'herbe disponible au pâturage pour alimenter vaches et génisses au printemps</b></p>	
<p><b>* Positif du fait d'un nombre de jours d'avance important.</b>  Stocks de foin et de maïs insuffisants en fin de campagne pour alimenter le troupeau jusqu'aux périodes clés de récolte de l'année suivante  Les besoins protéiques des vaches laitières ne sont jamais couverts</p>	
<p><b>b) Principaux leviers mobilisés lors de la séquence pédagogique</b></p>	
<p><b>* Modification de l'assolement</b>  Augmenter les surfaces de prairie fauchée en début d'été (juin) pour réaliser du stock lors des périodes de forte croissance  Augmenter la surface de betterave</p>	
<p><b>* Réduire la sole de blé (avec discussion sur le lien aux objectifs productifs) pour augmenter celle de prairie (fauchée) et de maïs</b>  Modifier le type de prairie pour augmenter la productivité et l'herbe fauchée</p>	
<p><b>* Modification de la conduite du troupeau</b>  Diminuer la part de betterave dans la ration  Réduire la part d'ensilage de maïs dans la ration au profit du pâturage (fermeture du silo pour les vaches laitières, pâturage exclusif pour les génisses)  Faire coïncider la période de forts besoins des animaux avec celle de la pousse de l'herbe</p>	
<p><b>* Diminuer le nombre de génisses en jouant sur l'âge au 1<sup>er</sup> vêlage (24 mois) et la taille des lots (16 génisses)</b>  Grouper les vêlages pour faire coïncider la période de moindre besoin des animaux (tarissement) avec la période de pousse de l'herbe</p>	

TABLEAU 2 : Principaux problèmes identifiés et leviers mobilisés dans les exemples traités lors de la séquence pédagogique « Système fourrager ».

TABLE 2 : Main issues identified and the tools used to resolve them for the 2 farm types of the educational activity.

Suite à cela, les étudiants doivent réfléchir et proposer sur le plateau de jeu les leviers mobilisables successivement de la façon suivante : i) modifications de l'assolement et sa valorisation, ii) modifications de la gestion du troupeau (alimentation, gestion de la reproduction), iii) modifications conjointes de l'assolement et de la gestion du troupeau. Les situations i) et ii) permettent aux étudiants de prendre conscience de l'interdépendance des deux constituants assolement et troupeau dans le système fourrager et de la difficulté à gérer ou modifier l'un sans impacter ou modifier l'autre ; la situation iii) représente mieux la réalité et leur permet de réfléchir de façon globale en intégrant les deux composantes du système (tableau 2). Selon les situations travaillées, les étudiants échangent avec l'enseignant en agronomie, en zootechnie ou le binôme d'enseignants. A la fin de ce travail dirigé, les étudiants aboutissent à des situations optimisées sur une campagne annuelle.

Pour finir ce premier travail dirigé, le jeu permettant de modéliser des années avec des aléas climatiques (par exemple sécheresse), l'enseignant simule alors l'enchaînement de 3 années climatiques normales suivies d'une année de sécheresse sur le système « optimisé ». Chaque sous-groupe a ensuite entre 2 et 4 jours pour réfléchir à des **solutions afin de proposer une évolution du système fourrager fonctionnant en année climatique optimale, anticipant l'année de sécheresse, s'adaptant lors de la sécheresse et fonctionnant de nouveau l'année suivant la sécheresse**. Les étudiants peuvent potentiellement jouer sur tous les leviers sauf ceux considérés comme structurels ou mobilisables uniquement sur le long terme (types de sol, prairies naturelles, niveau de production des animaux, taille du troupeau laitier).

### • Proposer des changements de stratégie pour le système fourrager

Le **second travail dirigé (TD2)** permet aux étudiants de représenter, sur le plateau de jeu, la stratégie de changement de système à laquelle ils ont préalablement réfléchi, et de **modifier les données du simulateur**. Si le temps le permet, des ajustements sont réalisés toujours après un moment de construction collective sur le plateau de jeu. Quelle que soit l'efficacité des modifications proposées, les étudiants réalisent ensuite un relevé des résultats obtenus i) lors d'une année climatique normale, ii) après trois années climatiques normales, iii) lors et à la fin de l'année de sécheresse, iv) lors de l'année suivant l'année de sécheresse. Ces résultats serviront à un travail de restitution.

### • Mener une réflexion collective sur la base des résultats obtenus

Le **troisième travail (TD3)** est construit afin de **mettre en débat les résultats obtenus par les quatre sous-groupes d'étudiants**. Cette séance est construite en trois temps et animée par le binôme d'enseignants agronome-zootechnicien : i) présentation des deux exploitations « herbe » (cas optimisé, problèmes identifiés, solutions envisagées, résultats obtenus) suivie d'un temps de questions - réponses avec la salle, ii) présentation et discussion similaires pour les deux exploitations « maïs », iii)

bilan et limites des simulations réalisées. Ce dernier temps permet à la fois de discuter des limites des choix réalisés par les étudiants (pertinence au regard de la réalité) et des limites du jeu permettant d'ouvrir sur d'autres enseignements (non prise en compte des rotations, pas de simulation économique, non prise en compte des contraintes et du type de sol, temps de travail associé, organisation du parcellaire...).

## ■ Collecte d'informations pour l'évaluation pédagogique de la séquence mise en œuvre

L'intégralité de la création et de la mise en œuvre de la séquence pédagogique (réunions de préparation, cours et TD) a fait l'objet d'un travail observationnel par la personne référente en sciences de l'éducation de l'École Supérieure d'Agricultures d'Angers.

En 2017, l'intégralité des travaux menés par les étudiants (résultats bruts de toutes les simulations et diaporamas de présentation de leurs travaux) a été collectée. Cela représentait le travail de 16 groupes de 5 étudiants (8 sur l'exploitation « maïs » et 8 sur l'exploitation « herbe »). L'analyse de leur contenu a permis de faire ressortir la diversité des leviers mobilisés et leurs effets sur les systèmes fourragers proposés en début de séquence pédagogique.

A la fin de la séquence pédagogique, les étudiants ont rempli **un questionnaire en ligne dédié à l'évaluation de la séquence** Systèmes fourragers. Seuls les étudiants de 2015 (n = 57) et 2017 (n = 74) y ont répondu. Les étudiants ont été interrogés sur les points suivants (questions fermées et ouvertes) :

- la complémentarité et la cohérence entre cours magistraux et TD au sein de la séquence pédagogique mais aussi entre cette séquence et les autres cours de la formation ;

- le dispositif pédagogique notamment vis-à-vis de la prise en main du plateau de jeu ;

- l'ambiance générale de déroulement de la séquence et notamment les interactions au sein d'un groupe, d'une part, et entre les étudiants et les enseignants, d'autre part.

## 2. Mise en application et principaux résultats

### ■ Prise en main des principaux leviers du pilotage

Le temps de prise en main du *serious game* est **très rapide**, tout comme l'appropriation des exploitations étudiées. En effet, les étudiants mettent rarement plus de 30 minutes à construire le plateau de jeu. Ils le font de façon spontanée mais avec un manque de recul sur la façon de lire les éléments mis en place. En cela, l'accompagnement par les enseignants est fondamental car il pose les bases qui permettent ensuite la réflexion sur le plateau et

(en % des répondants)	Très satisfait, à conserver		Satisfait, à ajuster		Moyen, à modifier		A revoir en profondeur	
	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017
	<b>* Complémentarité entre cours et TD</b>							
Cours magistral introductif	68	83	28	13	4	4	0	0
Complémentarité cours magistral / TD de la séquence système fourrager	79	77	21	22	0	1	0	0
Complémentarité séquence système fourrager / autres cours magistraux disciplinaires	54	64	33	27	12	7	0	1
<b>* Organisation de la séquence</b>								
Dimensionnement et étalement dans le temps	61	43	35	42	4	11	0	4
1 <sup>er</sup> TD (prise en main, exercice d'ajustement du système)	67	61	32	30	2	7	0	3
2 <sup>e</sup> TD (simulation en prévision d'une année de sécheresse)	67	54	31	31	2	15	0	0
3 <sup>e</sup> TD (restitution)	68	66	26	30	5	3	0	1
Taille et composition des groupes	80	78	20	18	0	4	0	0
<b>* Dispositif pédagogique</b>								
Utilisation du plateau de jeu	75	77	16	23	9	0	0	0
Prise en main lors du 1 <sup>er</sup> TD	28	44	58	48	14	8	0	0
Animation binôme agronome-zootechnicien	82	82	16	15	2	1	0	1

TABLEAU 3 : Bilan du niveau de satisfaction des étudiants ayant participé à la séquence pédagogique « Système fourrager » en 2015 et 2017 (57 et 74 réponses respectivement).

TABLE 3 : Results of the student evaluations for the educational activity (2015: 57 responses; 2017: 74 responses).

la co-construction de scénarii d'évolution des systèmes fourragers en place.

Les résultats proposés par le simulateur et le travail séparé sur les leviers agronomiques et zootechniques permettent aux étudiants d'intégrer les contraintes de pas de temps nécessaire à la mobilisation des différents leviers :

- Les leviers agronomiques sont principalement mobilisés au moment de la décision de l'assolement, à savoir l'année qui précède l'année fourragère. Les leviers d'adaptation au cours de l'année dépendent essentiellement des décisions aux moments clés (date de fauche et valorisation associée, production de maïs grain ou ensilage...).

- Certains leviers zootechniques ne sont modifiables que sur le long terme (stratégie de reproduction), d'autres en cours d'année en fonction des stocks disponibles (alimentation).

- Le système fourrager est très lié à des dates clés (choix d'assolement, mise en place des cultures et croissance de l'herbe au printemps, reconstitution des stocks au printemps et à l'automne) qu'il faut prendre en compte pour s'assurer que le bilan annuel maïs aussi le pilotage des flux d'aliments à chaque période sont positifs ou tout au moins à l'équilibre.

- Les leviers mobilisés peuvent avoir un impact sur d'autres dimensions non prises en compte dans l'exercice (temps de travail, coûts, performances animales, autonomie en paille/céréales, revenus complémentaires liés aux céréales) ou dans le jeu (rotations, rationnement...).

## ■ Stratégies fourragères et discussions permises

**Tous les groupes d'étudiants cherchent à sécuriser le système fourrager par la création de stocks.** En situation normale, la conduite du troupeau est alors peu modifiée, à l'opposé de l'assolement et de la stratégie de constitution de stocks. Quel que soit le système de départ

(maïs ou herbe), cette stratégie se concrétise de deux façons possibles : par une déconnexion accrue entre la constitution des stocks et leur utilisation ou par une augmentation du nombre de leviers d'adaptation en anticipation d'une année difficile. Dans ces deux grandes orientations stratégiques, on observe souvent une forte augmentation des stocks et une sur-sécurisation du système fourrager s'accompagnant d'une forte réduction de la surface en céréales dans les assolements. En plus de la constitution de stocks, la moitié des groupes optent pour des choix de cultures permettant d'améliorer l'autonomie protéique des exploitations.

**L'année de sécheresse, c'est essentiellement l'alimentation qui est source d'adaptation** (valorisation des stocks, des surfaces à double usage (céréales immatures) pour leur utilisation en été, ration très adaptée à la ressource en herbe disponible ou s'en affranchissant complètement, recours à l'utilisation de concentrés).

**La diversité des choix stratégiques permet d'initier des échanges collectifs** sur 4 niveaux : i) les notions de simplification, sécurité, flexibilité, résilience d'un système fourrager ; ii) la faisabilité technique des stratégies choisies (conséquences zootechnique et agronomique) ; iii) les leviers non mobilisés ; iv) les conséquences sur l'ensemble de l'exploitation (travail, coûts de production, revenu).

## ■ Retours des étudiants

En moyenne, **63% des étudiants se disent totalement satisfaits de la séquence pédagogique** Système fourrager (tableau 3). Cet avis est stable sur les deux années de bilan et pour les différents points questionnés.

### • Cohérence et complémentarité de la séquence Système fourrager avec les autres enseignements

Le parti pris dans cette séquence pédagogique était de privilégier les TD et l'apprentissage par la pratique en se confrontant à des cas concrets et en réduisant les apports



magistraux à un cours introductif très concis d'une durée de 3 heures. Cette organisation privilégiant la pratique et les TD récolte une satisfaction quasi-totale ce qui confirme qu'un court apport théorique suffit à introduire une notion aussi complexe que le système fourrager lorsqu'il est ainsi accompagné d'une forme pédagogique interactive et ludique. Les témoignages des étudiants le confirment bien : « *Le cours permet de faire une introduction et pose les bases pour les TD* », « *on applique en TD ce qu'on a vu en cours* ». Il est intéressant de noter que les étudiants ne ressentent pas le besoin d'avoir plus d'apports théoriques pour se sentir maîtriser la notion de système fourrager ; certains estiment même que les TD suffisent en affirmant que le « *cours magistral n'est pas primordial* ».

Le système fourrager étant une notion qui fait intervenir plusieurs disciplines comme la zootechnie, l'agronomie, l'écologie, les liens entre ces disciplines sont bien identifiés par 54 % et 64 % des étudiants, respectivement en 2015 et 2017 ; ils disent également être capables de remobiliser des notions vues dans d'autres cours et avec d'autres enseignants. Bien que ce chiffre soit encourageant, **des efforts restent encore à faire pour mieux faire ressortir ces liens car 7 à 12 % des enquêtés perçoivent peu ou pas de lien entre la séquence Système fourrager et les autres cours** qu'ils ont eus en agronomie ou zootechnie.

### • Organisation de la séquence pédagogique

L'un des enjeux de cette séquence était de réussir à mobiliser et à adapter un outil initialement conçu pour la profession (éleveurs, conseillers agricoles, etc.) pour un usage pédagogique. Cela a donc nécessité i) d'imaginer un exercice qui mobilise le jeu Rami fourrager et qui soit adapté au niveau de connaissances des étudiants en 3<sup>e</sup> année du cycle ingénieur de l'ESA et ii) de mettre en place le dispositif pédagogique respectant les contraintes de temps et d'espace, de nombre et de répartition des étudiants par groupe de TD.

Sur les deux années, **près des deux tiers des étudiants enquêtés ont apprécié l'agencement des TD**. Ils insistent sur le besoin d'un espacement de quelques jours entre les TD dans un double objectif : i) leur laisser le temps de travailler et préparer le TD suivant, et ii) leur permettre de garder le fil conducteur et rester dans la dynamique de l'exercice : « *les TD ne sont pas trop éloignés pour pouvoir suivre et se souvenir du TD précédent* ». Il est à noter néanmoins que 17 % des étudiants auraient souhaité avoir plus de temps entre le TD2 (simulation en prévision d'une année de sécheresse) et le TD3 (restitution).

Alors que deux tiers des étudiants sont totalement satisfaits du dimensionnement des TD, c'est-à-dire du temps dédié à chaque étape, **le tiers restant affiche une satisfaction teintée d'une certaine réserve**. La proposition d'ajustement souvent relevée dans les retours des étudiants concerne le dimensionnement des TD1 et 2. En effet, bien que l'intérêt du 1<sup>er</sup> TD ait été bien perçu par l'ensemble des étudiants car il « *permet de comprendre le fonctionnement du jeu avant de se lancer sur un système plus concret, avec plus d'inconnues* », certains ont trouvé que « *le temps de découverte était un peu long pour le peu*

*de temps disponible après pour appliquer notre solution* ». La seconde phase du jeu (TD2), celle du débat, de la réflexion et de l'apprentissage collectif, doit donc, si possible, être privilégiée.

Enfin, de façon unanime, les étudiants trouvent que **la taille de groupe adoptée (4-5 étudiants) est la taille suffisante**, « *ni trop petit, ni trop grand* », pour cet exercice. D'après eux, cet effectif permet à chacun d'accéder facilement au plateau de jeu et de manipuler ses composantes, de s'organiser et d'avancer plus efficacement dans la réflexion, et favorise les échanges et la discussion de façon équilibrée entre les membres du groupe.

### • Dispositif pédagogique

Les étudiants ont apprécié l'utilisation et le travail autour d'un plateau de jeu qu'ils ont trouvé « *marrant* », « *ludique* », « *concret* », « *dynamique* » et « *simple d'utilisation* ». Le plateau de jeu permet ainsi selon eux un vrai débat sur le pilotage du système fourrager : « *Chacun apporte des idées* », « *Au sein d'un groupe, on a parfois des solutions différentes. Il est intéressant de partager les différents points de vue et se mettre d'accord sur une solution* ». Ainsi, la plupart des étudiants reconnaît que le Rami fourrager et le travail en groupe associé permettent « *une confrontation positive des idées* ». **Les étudiants ont cependant moins apprécié le fait de ne pas accéder au simulateur** qui permettait de calculer les indicateurs et de visualiser le résultat des décisions posées sur le plateau de jeu. Cette limitation leur a semblé « *peu pratique* » et causant une « *perte de temps* » surtout durant le TD2 où ils avaient besoin de faire des allers-retours entre plateau et simulateur pour faire des ajustements des solutions proposées. Ce dispositif les empêche de « *tester toutes les solutions imaginées* ». Cette frustration reste pour autant constructive puisque certains souhaiteraient même étendre l'utilisation du Rami fourrager à d'autres dimensions de l'exploitation : économie (coût fourrage), sociales (travail) et écologiques.

La prise en main du jeu lors du TD1 ne semble pas avoir posé de problème aux étudiants qui, pour la plupart, estiment que la compréhension du jeu « *venait rapidement en jouant* », notamment grâce aux objets intermédiaires (baguettes, cartes) qui représentent de façon simple et ludique les composantes du système, mais aussi grâce aux consignes distribuées en début de séance qui décrivent pas-à-pas les éléments à renseigner pour construire le système de départ. Ainsi, l'application de cette méthodologie d'apprentissage par le jeu a permis aux étudiants de s'approprier rapidement des concepts souvent difficiles à expliquer et d'établir des liens de façon intuitive entre des éléments habituellement vus de façon cloisonnée comme les fourrages, les rations alimentaires et leur gestion dans le temps, les soles et les cultures qui les occupent, la production de biomasse végétale et sa répartition dans le temps, les flux des stocks en lien avec l'alimentation du troupeau et les productions végétales.

**La présence d'un binôme d'enseignants agronome / zootechnicien**, jugés « *complémentaires* » et apportant des visions différentes sur le système, **a également été particulièrement appréciée**.

### 3. Discussion

Les résultats obtenus sur deux années de mise en pratique confirment, sur une séquence plus longue et mobilisant plus d'étudiants, ceux observés par MAGNE *et al.* (2014) avec un public d'étudiants en BTS ACSE.

#### ■ Le Rami fourrager® comme matérialisation théâtralisée de l'approche projet

Le Rami fourrager est d'abord un *serious game*, c'est-à-dire une matérialisation moderne et théâtralisée de l'approche par projet (VASSILEFF, 2003). Dans une telle approche, qu'on pourrait qualifier d'« actionnelle », les apprenants ont une mission à mener à bien. Au fur et à mesure que la mission progresse, ils font face à des obstacles principalement épistémiques. Ça n'est qu'en allant chercher l'information manquante auprès d'experts (le binôme d'enseignants de deux matières distinctes pour ce qui concerne le Rami fourrager) qu'ils peuvent progresser dans la mission. Dans ce cas, l'apprentissage naît bien d'un besoin de combler le manque de connaissances et c'est cette démarche qui assure la réalisation de la mission. Apprendre, dans cette perspective, est la condition *sine qua non* pour mener à bien le projet. Apprendre fait sens.

En outre, parmi les matérialisations modernes de l'approche par projet, le *serious game* porte en lui à la fois la finalité utilitaire et donc sérieuse (ALVAREZ et DJAOUTI, 2010) – la mission à mener à bien est au plus près des réalités des métiers visés par le diplôme d'ingénieur – et la dimension ludique, qui permet bien des audaces et qui confère aussi à l'erreur une vertu pédagogique : dans un monde virtuel, on peut se tromper et les erreurs que l'on fait virtuellement, on ne les fera pas sur le terrain. Le jeu sérieux, en ce sens, permet **l'apprentissage par essais / erreurs**.

#### ■ Le Rami fourrager® permet le développement d'une posture collaborative et créative

Le deuxième intérêt pédagogique de l'activité réside dans sa dimension sociale et collaborative. Dans cette approche, le conflit sociocognitif (DOISE et MUGNY, 1981) est présent à toutes les étapes : quand les hypothèses se construisent et se déconstruisent entre pairs ; quand l'enseignant questionne les choix, forçant ainsi les étudiants à explorer d'autres pistes, ou encore quand chaque groupe vient présenter les fruits de son travail devant la classe. La mise en débat qui s'en suit constitue une autre source de questionnement, en même temps qu'elle peut avoir un potentiel vicariant sur la classe (on entend par là le fait d'apprendre par observation d'autrui, BANDURA, 2003). En effet, quand le groupe qui présente son travail devant ses pairs réussit à faire valoir ses choix et que ces derniers sont validés par les enseignants, la réussite devient alors envisageable par tous.

La dimension sociale et collaborative est en outre facilitée par l'organisation spatiale des activités qu'on pourrait, à la suite de HALL (1966), qualifier de « sociopète » c'est-à-dire organisée de façon à favoriser les échanges (entre les étudiants eux-mêmes et entre les étudiants et le professeur). Dans leur méta-analyse sur les facteurs d'influence sur la participation verbale en classe chez les étudiants d'universités, KOZANITIS et CHOUINARD (2009) rappellent que « *l'effet proxémique dû à la distance qui sépare l'enseignant des étudiants a un impact positif sur la réception des messages et les interactions verbales* ».

Une autre condition est essentielle au bon fonctionnement du dispositif d'ensemble et concerne **la posture de l'enseignant**. Dans une approche maïeutique des apprentissages, ces derniers **questionnent plus qu'ils n'affirment, laissent un temps conséquent pour la réflexion et renvoient éventuellement les étudiants vers des points de cours**. Ce faisant, ce sont eux qui, *in fine*, génèrent la réponse. Une telle approche a des effets bénéfiques sur la mémorisation. En effet, faire générer la réponse par les apprenants eux-mêmes (*generation effect*, SLAMECKA et GRAF, 1978, cités par MATLIN, 2001) permet l'inscription des informations dans la mémoire à long terme. Il en va de même pour les questionnements, les échanges, le renvoi vers le cours et les éventuelles démonstrations schématisées des enseignants sur le tableau. Ces derniers permettent un traitement en profondeur des informations en même temps qu'ils les présentent de façon multimodale, le tout facilitant la mémorisation.

L'activité a aussi pour vertu de **développer la capacité créative**, tant du côté des enseignants que du côté des étudiants. En effet, la diversité des solutions proposées par ces derniers n'aurait pu être envisagée dans le cadre d'un cours magistro-centré. En ce sens, l'exercice prépare au travail en équipe où la capacité à être ouvert à des points de vue variés et à des solutions non encore explorées (la pensée latérale) est une compétence professionnelle importante. A ceci se rajoute la lecture critique des solutions proposées (cohérence dans une approche plus globale) permettant le développement de grilles d'analyse de problèmes.

La séquence pédagogique peut aussi avoir des **vertus vicariantes sur les enseignants eux-mêmes**, qu'ils soient novices ou plus expérimentés, en les amenant à un auto-questionnement sur leurs propres pratiques pédagogiques, générant ainsi une plus grande variabilité didactique chez ces derniers, dans les situations plus classiques où ils doivent animer seuls leurs propres cours.

#### ■ Le Rami fourrager® permet l'apprentissage de l'interdisciplinarité et la projection professionnelle

Les enseignants, comme les étudiants, mettent en débat les disciplines. En ce sens, ils se décentrent de leur discipline pour mieux intégrer celle portée par leurs pairs. Les étudiants, par le biais des postures prises par le binôme d'enseignants, expérimentent pour la première fois dans leur cursus un travail interdisciplinaire dans le sens

où ils articulent méthodiquement grâce au Rami fourrager (et plus précisément grâce au plateau de jeu) connaissances, points de vue, techniques de travail provenant de disciplines différentes (JOLLIVET et LEGEAY, 2005). Au regard de leurs commentaires et avis, cette démarche d'apprentissage leur convient dans le sens où ils évoquent une meilleure compréhension des notions de base de pilotage du système fourrager (approche holistique, interactions entre systèmes, notion temporelle, qualité d'un système fourrager (sécurité, souplesse, simplicité)).

La séquence pédagogique correspond à une transposition de ce qui se joue habituellement dans l'utilisation du Rami fourrager : le binôme d'enseignants prend le rôle de l'animateur/conseiller ; les étudiants, celui du groupe d'élèves. **Par transposition se joue donc ici une première expérimentation d'une facette du métier de conseiller agricole** : celle d'un expert qui mobilise le questionnement par les pairs pour réaliser des diagnostics et construire des actions à mettre en place à l'échelle de deux systèmes (cultures et élevage) sur les temps court (campagne) et long (plusieurs années, anticipation de l'aléa climatique). En effet, le conseiller évolue progressivement d'une posture d'appui technique (fondé sur une connaissance scientifique avérée portée par le conseiller et répondant à une question de l'agriculteur) à celle d'un catalyseur de la réflexion (fondée sur une connaissance non stabilisée et partagée avec l'agriculteur) (CERF *et al.*, 2009). Le binôme d'enseignants illustre ainsi ce qui se passe aujourd'hui dans l'évolution de la posture du conseiller et les étudiants le découvrent par réflexivité.

## Conclusion

Le Rami fourrager® constitue un outil adapté tant pour le conseil que pour l'enseignement autour du pilotage du système fourrager. Le travail mené avec les étudiants de l'École Supérieure d'Agricultures met en avant que le jeu de plateau, tout comme les modalités d'animation, sont particulièrement adaptés pour l'acquisition de connaissances sur le pilotage, de clefs de compréhension de la diversité mais aussi l'apprentissage de la complexité du système fourrager (approche holistique, dimensions temporelles, interdisciplinarité...). Tel que construite, nous considérons que la séquence pédagogique impliquant le Rami fourrager® constitue une première sensibilisation des étudiants à une famille de métiers et leur permet d'affiner leurs choix de projet professionnel.

Par la mise en place d'adaptations, il paraît tout à fait possible de transposer cette expérience dans le cadre de la formation d'autres profils d'étudiants (BTS, Licence Professionnelle par exemple) qui pour une grande partie d'entre eux sera confrontée, en tant qu'éleveurs ou conseillers, à ce type de méthode d'animation et de conseil.

Enfin, la séquence pédagogique n'a pas utilisé toutes les fonctions du Rami fourrager®. Au regard de la frustration évoquée par les étudiants, il paraît intéressant d'imaginer des modalités pédagogiques mettant ce *serious game* encore plus au cœur de la formation, par exemple

sous forme d'une session de plusieurs semaines dans laquelle les dimensions économiques, sociales et environnementales sont explorées à partir des simulations réalisées.

Accepté pour publication,  
le 14 février 2018

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALVAREZ J., DJAOUTI D. (2010) : *Introduction au serious game*, éditions Questions théoriques, Paris, 256 p.
- ANDRIEU N., JOSIEN E., DURU M. (2007) : «Relationships between diversity of grassland vegetation, field characteristics and land use management practices assessed at the farm level», *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 120, 359-369.
- ATTONATY J.M. (1980) : «Qu'est-ce que le système fourrager ?», *Perspectives agricoles*, n° spécial système fourrager, janvier 1980, 20-27.
- BANDURA A. (2003) : *Auto-efficacité : le sentiment d'efficacité personnelle*, éd. De Boeck Université, Paris, 859 p.
- BARATAUD F., AUBRY C., WEZEL A., MUNDLER P., FLEURY P. (2013) : «L'agriculture biologique pour préserver la qualité de l'eau ? Comparaison de trois cas emblématiques, en France et en Allemagne», *Innovations Agronomiques*, 32, 481-495.
- BOULET A. (2007) : «Maintenir et valoriser les habitats naturels prairiaux des marais du Parc naturel régional de Brière par l'élevage extensif», *Fourrages*, 189, 51-64.
- CERF M., OMON B., CHANTRE E., GUILLOT M.N., LE BAIL M., LAMINE C., OLRU P. (2009) : «Vers des systèmes économes en intrants : quelles trajectoires et quel accompagnement pour les producteurs en grandes cultures ?», *Innovations Agronomiques*, 8, 105-119.
- DEPRÉS C., GROLLEAU G., MZOUH N. (2008) : «Contracting for Environmental Property Rights: The Case of Vittel», *Economica*, 75, 412-434.
- DOISE W., MUGNY G. (1981) : *Le développement social de l'intelligence*, InterÉditions, Paris, 199 p.
- DURU M., HUBERT B. (2003) : «Management of grazing systems: from decision and biophysical models to principles for action», *Agronomie*, 23 (8), 689-703.
- DURU M., NOCQUET J., BOURGEOIS A. (1988) : «Le système fourrager : un concept opératoire ?», *Fourrages*, 115, 251-272.
- GIBON A. (2005) : «Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level», *Livestock Production Science*, 96, 11-31.
- GROLLEAU G., McCANN L.M.J. (2012) : «Designing watershed programs to pay farmers for water quality services: Case studies of Munich and New York City», *Ecological Economics*, 76, 87-94.
- HALL E.T. (1968) : «Proxemics», *Current Anthropology*, University of Chicago Press, 9, 2-3, 83-95.
- JOLLIVET M., LEGEAY J.M. (2005) : «Canevas pour une réflexion sur une interdisciplinarité entre sciences de la nature et sciences sociales», *Natures Sciences Sociétés*, 13, 184-188.
- KOZANITIS A., CHOUINARD R. (2009) : «Les facteurs d'influence de la participation verbale en classe des étudiants universitaires : une revue de la littérature», *Revue Internationale de Pédagogie de l'Enseignement Supérieur*, [En ligne, consulté le 19 octobre 2017], <http://ripes.revues.org/59>

- MABON F., RAIMBAULT T., MOREAU P., DEVIENNE S., DELABY L., DURAND P., RUIZ L., VERTÈS F. (2009) : «Concilier efficacité technico-économique et environnementale des exploitations agricoles en zone vulnérable : apport du diagnostic agraire», *Fourrages*, 199, 373-388.
- MAGNE M.A., MARTIN G., MOREAU J.C., SIMONNEAUX J. (2014) : *Intérêts du Rami fourrager® pour former à la gestion adaptative des systèmes d'élevage*, [En ligne] <https://www6.inra.fr/psdr-midi-pyrenees/VALORISATION/Rami-Fourrager/Ressources/Rami-fourrager-formation>
- MARTIN G., FELTEN B., MAGNE M.A., PIQUET M., SAUTIER M., THEAU J.P., THENARD V., DURU M. (2012) : «Le Rami fourrager : un support pour la conception de scénarios de systèmes fourragers avec des éleveurs et des conseillers», *Fourrages*, 210, 119-128.
- MATLIN M.W. (2001) : *La cognition. Une introduction à la psychologie cognitive*, De Boeck Université, Paris, 786 p.
- SOUSSANA J.F., TALLEC T., BLANFORT V. (2010) : «Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands», *Animal*, 4, 334-350.
- SYLVANDER B., DE FONTGUYON G., SANS P. (2008) : «Comment valoriser les quantités spécifiques des viandes bovines et ovines et des produits laitiers ?», C. Béranger et J. Bonnemaire coord., *Prairies, herbivores, territoires : quels enjeux ?*, éd. Quae, 188 p.
- VASSILEFF J. (2003) : *La pédagogie du projet en formation*, Chronique Sociale, Paris, 153 p.