

Évaluation et ajustement chemin faisant de la mobilisation de jeux sérieux afin d'accompagner les éleveurs dans leurs changements de pratiques★

Rébecca Etienne^{1,*}, Sylvain Derrat², Cyrille Rigolot³ et Stéphane Ingrand⁴

¹ Agroécologie, INRAE, UMR Territoires, Aubière, France

² Sciences sociales, INRAE, UMR Territoires, Aubière, France

³ Zootechnie, INRAE, UMR Territoires, Aubière, France

⁴ Zootechnie, INRAE, département PHASE, Saint Genès Champanelle, France

Résumé – Cet article propose une méthode d'évaluation chemin faisant d'une démarche mobilisant des jeux sérieux pour accompagner des agriculteurs. Cette démarche a été proposée à un groupe d'éleveurs de la filière AOP Fourme de Montbrison pour adapter leurs pratiques fourragères face au changement climatique. Quatre jeux ont été combinés à différentes échelles (exploitation, territoire) avec d'autres modalités d'animation (formations, expérimentations et visites sur les fermes) pendant deux ans. Le modèle d'évaluation de Kirkpatrick a été adapté et mobilisé pour évaluer la démarche sur quatre niveaux (réactions, apprentissages, comportements et résultats). Plusieurs séquences de suivi-ajustement au cours du processus sont mises en évidence et permettent d'améliorer la pertinence et la mise en application. La perspective de ce travail est d'évaluer les effets *a posteriori* de l'ensemble de la démarche en identifiant des changements de perception et de pratiques agricoles. Le champ d'application de la méthode concerne le conseil agricole.

Mots-clés : accompagnement agricole / modèle d'évaluation / jeu sérieux / processus participatif / élevage bovin laitier

Abstract – **Ongoing evaluation and adjustment of the use of serious games to support farmers in changing their practices.** This article offers a method for the ongoing evaluation of an approach to support farmers, based on a combination of serious games. This approach was proposed to a group of farmers in a French cheese PDO area producing the Fourme de Montbrison, to adapt their fodder management practices to climate change. Four games (Lauracle, Rami fourrager, Aeole, Dynamix) were combined on different scales (farm, territory) with other forms of animation (training, on-farm experimentation, farm visits) for two years. The Kirkpatrick's evaluation model was adapted and used to assess this approach on four levels of evaluation (reactions, learning, behaviour and results). We use a combination of different tools before, during and after game sessions such as participant observation; in-game observations and debriefings of game sessions; interviews and technical diagnosis. Several monitoring and adjustment sequences during the design of the process are highlighted allowing to improve its adequacy and applicability. The adjustments concern the choice of the games, their animation, and the support process on the field. They highlight the importance of integrating the evaluation along the way to design and improve a support process based on serious games. The perspective of this work is to evaluate the effects of the whole approach, by identifying effective changes in perceptions and practices, and to make this theoretical model operational for agricultural extension.

Keywords: agricultural support / evaluation model / serious games / participative process / dairy farming

★ Voir dans ce numéro le [texte d'introduction](#) du dossier par S. Derrat, M. Grillot, F. Guerrier, G. Martel, N. Salliou et M. Terrier-Gesbert, ainsi que les autres contributions qui le composent.

*Auteur correspondant : rebecca.etienne@outlook.fr

Parmi les outils permettant l'accompagnement des agriculteurs dans les transitions agricoles, notamment agroécologique, les « jeux sérieux » occupent une place grandissante (Flood *et al.*, 2018 ; Hernandez-Aguilera *et al.*, 2020). Ils engagent l'utilisateur et contribuent à la réalisation d'un objectif défini autre que le divertissement pur (Engström et Backlund, 2022)¹.

Ces outils sont particulièrement adaptés pour traiter de la durabilité et initier des changements (Rodela *et al.*, 2019), en particulier en agriculture (Dernat *et al.*, 2025). En effet, les spécificités de la thématique agricole, à la fois subjective, entrepreneuriale, complexe et systémique, en font un bon support pour les jeux. Le second degré, la frivolité et l'incertitude qui caractérisent les jeux sérieux sont aussi un moyen de minimiser les conséquences et de privilégier l'expérience vécue (Brougère, 2012). De plus, le système de décision et les mécanismes de décision qui en découlent motivent et engagent les joueurs dans le déroulé du jeu, justifiant ainsi leur usage plutôt qu'un autre support d'accompagnement. Leur représentation simplifiée de la réalité est également un atout pour réaliser des projections ou simuler de nouvelles pratiques, tout en réduisant la prise de risque (Hernandez-Aguilera *et al.*, 2020 ; Plass *et al.*, 2015). Pratiqués en groupe, les jeux amènent à expliciter le point de vue des parties prenantes, tout en gommant les asymétries décisionnelles entre acteurs (Dernat *et al.*, 2018 ; Barnaud et Van Paassen, 2013). Sous la forme de jeu de rôle (Boulestreau *et al.*, 2023), de jeu de plateau (Martel *et al.*, 2022) ou encore de jeu informatisé (Jouan *et al.*, 2021), ils induisent ainsi une réflexion partagée dans le cadre de démarches participatives (Rodela *et al.*, 2019 ; Stanitsas *et al.*, 2019).

Toutefois, l'intégration de jeux dans des démarches d'accompagnement représente un coût en temps et en ressources (Ryschawy *et al.*, 2022) et les impacts de l'utilisation des jeux sont encore trop peu mis en évidence (Rodela et Speelman, 2023).

Dans la littérature, les travaux se limitent souvent à l'utilisation d'un seul et même jeu (Dolinska, 2017).

¹ Cet article a été écrit dans le cadre d'un travail de doctorat et s'inscrit dans le projet Trans[Fourm]ation (2018-2022). Ces travaux ont fait l'objet d'une présentation aux colloques EAAP (Lyon) et ESEE (Toulouse) en 2023 : Etienne R., Dernat S., Rigolot C., Ingran S., 2023. Combining serious games contributes to changes of farmers' practices. Case study in a French cheese PDO. Communication au 74th EAAP annual meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), August 26th-September 1st, Lyon, France.

Etienne R., Dernat S., Rigolot C., Ingrand S., 2023. Combining serious games contributes to changes of farmers' practices. Case study in a French cheese PDO. Communication au 26th European Seminar on Extension & Education (ESEE), 10-13 July, Toulouse, France.

Plusieurs auteurs ont toutefois démontré l'intérêt de l'itération d'un même jeu afin de concevoir plusieurs scénarios successivement (Martin *et al.*, 2018), ou de la combinaison de plusieurs jeux afin de dépasser les limites d'un jeu unique (Ryschawy *et al.*, 2022). Certaines démarches proposent aussi de les associer à d'autres méthodes telles qu'un coaching individuel agricole (Moojen *et al.*, 2022), des ateliers participatifs (Morris *et al.*, 2020) ou la coconception d'innovations (Boulestreau *et al.*, 2023). Le jeu ne représente cependant qu'une étape au sein d'un processus d'accompagnement et n'est pas utile en toute situation.

Afin d'analyser ce que le jeu produit dans la réalité, l'évaluation est indispensable. Celle-ci peut être menée *ex ante*, *ex post* et *in itinere*² et porter sur le jeu en lui-même, son intérêt pédagogique ou la mise en action (Dernat *et al.*, 2023). Notre contribution s'inscrit dans ce dernier objectif. Des modèles d'évaluation existent (Flood *et al.*, 2018 ; Rodela *et al.*, 2019) mais ils se restreignent à un jeu unique et aux effets à court terme (Hassenforder *et al.*, 2020). Par ailleurs, on trouve peu d'évaluations chemin faisant, c'est-à-dire au cours de la démarche d'accompagnement et sur le temps long, afin de l'améliorer, notamment avec différents jeux et d'autres formes d'intervention. Une exception est l'étude de García-Barríos *et al.* (2017), qui relate des ajustements entre deux ateliers permis par l'évaluation. Enfin, peu d'études s'appuient sur une méthode d'évaluation systématique, adaptable et opérationnelle, qui soit facilement intégrable à la conception de démarches basées sur les jeux sérieux en agriculture (Mislevy *et al.*, 2012).

Dans cet article, une méthode d'évaluation chemin faisant d'une démarche d'accompagnement agricole combinant différents jeux sérieux est présentée. Cette démarche a été utilisée pour accompagner des changements de pratiques agricoles d'éleveurs faisant face à des enjeux de changement climatique. La démarche repose sur différentes étapes, chacune ayant un objectif précis, porté par un jeu ou d'autres formes d'accompagnement. Un modèle d'évaluation adapté de la littérature est présenté ainsi que les outils mobilisés. Le déroulement de la démarche d'accompagnement est ensuite explicité, en mettant en évidence les étapes de suivi et les ajustements successifs au cours du processus. Les points forts et les limites de cette évaluation participative et qualitative, ainsi que son utilisation pratique pour l'accompagnement agricole, sont enfin discutés.

² Ces évaluations correspondent à différentes temporalités par rapport à la démarche mobilisant des jeux : avant la démarche (*ex ante*), à la fin de la démarche (*ex post*) ou chemin faisant, au cours de la démarche (*in itinere*).

Matériel et méthode

Description du cas d'étude et des jeux

L'étude de cas concerne un collectif d'éleveurs bovins laitiers sous signe de qualité fromagère d'appellation d'origine protégée (AOP) de la Fourme de Montbrison, située dans la Loire (42). À l'issue d'un processus de réflexion collective, décrit par [Dernat *et al.* \(2022a\)](#), cette filière AOP s'est impliquée, avec une équipe de recherche interdisciplinaire, dans le projet de recherche-action Trans[Fourm]ation, de 2018 à 2022. L'un des axes de travail concerne l'adaptation future des systèmes fourragers face au changement climatique, notamment le manque de disponibilité en fourrage lié aux sécheresses, à l'échelle des fermes et du territoire. Pour cela, un groupe d'une quinzaine d'éleveurs, le « groupe Fourrages », a été constitué début 2021 sur la base du volontariat. Il vise à échanger collectivement et à tester des solutions d'adaptation innovantes sur le terrain par les agriculteurs eux-mêmes. Il a été coanimé par quatre personnes (l'animatrice du syndicat d'AOP, deux éleveurs administrateurs de l'AOP et une chercheuse coautrice du présent article) et repose sur un processus participatif articulé autour de jeux sérieux et d'autres modalités d'animation (formations, expérimentations sur les fermes, visites de fermes) nécessitant l'intervention ponctuelle d'autres acteurs locaux (conseiller indépendant). L'objectif d'accompagnement du groupe est complexe et renvoie à des enjeux multiples, c'est pourquoi une combinaison de différents jeux avec d'autres modalités d'animation a semblé pertinente.

Tous les jeux qui ont eu un rôle dans la conception sont présentés ici, y compris l'un d'entre eux qui n'a finalement pas été utilisé. Ils ont été identifiés en raison de leur lien avec la thématique de l'adaptation des élevages et des systèmes fourragers en contexte de changement climatique. Les spécificités de chaque jeu sont résumées ici ([Tab. 1](#)):

- Le jeu collaboratif Lauracle (Lever d'Autonomie pour Résister aux Aléas CLimatiquEs) permet de choisir parmi une quarantaine de cartes décrivant succinctement des leviers d'autonomie fourragère, suivant une stratégie d'anticipation ou de réaction, mobilisables face aux aléas climatiques, à l'échelle de la parcelle, de l'assolement, ou de la filière ([Célerier *et al.*, 2018](#)). Après un processus de choix, un plan d'action est élaboré en fin de session en fonction de l'objectif de départ afin de mettre en œuvre les leviers identifiés par les joueurs ;
- Le Rami fourrager est constitué d'un plateau de jeu relié à un support informatique, permettant la conception itérative et collective de scénarios de

systèmes fourragers sur une année, adaptés au changement climatique ([Martin *et al.*, 2011](#)). Il a eu de nombreuses utilisations reconnues ([Martin *et al.*, 2011](#) ; [2016](#) ; [Sautier, 2013](#)). Au cours des phases de conception, la simulation informatique, gérée par l'animateur, permet de visualiser rapidement les impacts des modifications réalisées par les joueurs ;








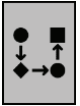
- Le jeu Aeole permet d'améliorer les connaissances des joueurs sur l'intérêt de la complémentarité des types de prairies au sein d'une exploitation ou d'un territoire, en réponse à des aléas notamment climatiques ([Carrère *et al.*, 2021](#)). Les joueurs peuvent choisir différents types de prairies, en fonction de leurs potentialités, les intégrer à leur exploitation matérialisée par un plateau de jeu individuel, puis ajuster leurs choix en fonction d'une stratégie collective. Il permet d'appréhender à l'échelle collective et territoriale les conséquences à long terme de décisions individuelles ;
- Le jeu Dynamix permet de concevoir collectivement des scénarios d'intégration culture-élevage au-delà de l'exploitation agricole ([Ryschawy *et al.*, 2022](#)). Dans sa version proposée ici, des scénarios d'échanges de fourrages sont simulés entre acheteurs et vendeurs, puis représentés sur une carte du territoire. Les joueurs peuvent ensuite gagner collectivement le jeu en fonction d'un score déterminé par un système de points ([Robiou du Pont, 2022](#)).

Méthode d'évaluation chemin faisant et d'ajustement

Adaptation du modèle de Kirkpatrick

Afin d'ajuster la démarche chemin faisant, le modèle d'évaluation de Kirkpatrick ou New World Kirkpatrick's Model (NWKM) a été adapté et mobilisé ([Kirkpatrick et Kirkpatrick, 2016](#)). Initialement conçu pour l'analyse de programmes de formation et d'éducation, il a déjà permis d'évaluer des méthodes d'accompagnement agricole ([Murphrey *et al.*, 2018](#) ; [Dernat *et al.*, 2022b](#)), des jeux sérieux digitaux à but pédagogique ([Emmerich et Bockholt, 2016](#)) ou encore des jeux de simulation ([Peters *et al.*, 2014](#)). Ce modèle a été choisi car il est tourné vers la mise en action et ne se limite pas à l'évaluation des réactions et de l'expérience des joueurs contrairement à d'autres modèles. Il s'appuie sur un processus ouvert d'évaluation systémique multiniveaux, *in itinere* et *a posteriori* : quatre niveaux d'évaluation sont proposés, individuels à court terme (niveaux 1 : réactions ; niveau 2 : apprentissages) et collectifs à moyen terme (niveaux 3 : comportements ; niveau 4 : résultats). Le modèle repose également sur le suivi et l'évaluation des

Tab. 1. Présentation synthétique des quatre jeux identifiés pour la conception de la démarche.

	LAURACLE 	RAMI FOURRAGER 	DYNAMIX 	AEOLE 
OBJECTIF	Décision	Simulation, conception collective	Conception collective, concertation	Stratégie individuelle et collective
TEMPORALITÉ	Court à long terme	Moyen-long terme	Moyen-long terme	Moyen-long terme
NIVEAU D'ORGANISATION	Individuel et collectif	Individuel	Individuel et collectif	Individuel et collectif
ÉCHELLE D'ANALYSE	Parcelle, exploitation, filière	Exploitation, système fourrager	Territoire	Exploitation, territoire
MATÉRIEL	Cartes de leviers d'adaptation 	Plateau de jeu d'un calendrier fourrager relié à une simulation informatique 	Plateau de jeu du territoire, système de scoring 	Plateau de jeu d'exploitations agricoles, cartes de types de prairies 
SORTIES DU JEU	Choix de leviers, plan d'action	Résultats des simulations	Scénarios d'achat, vente de fourrages	Actions de jeu, compromis individuel/collectif

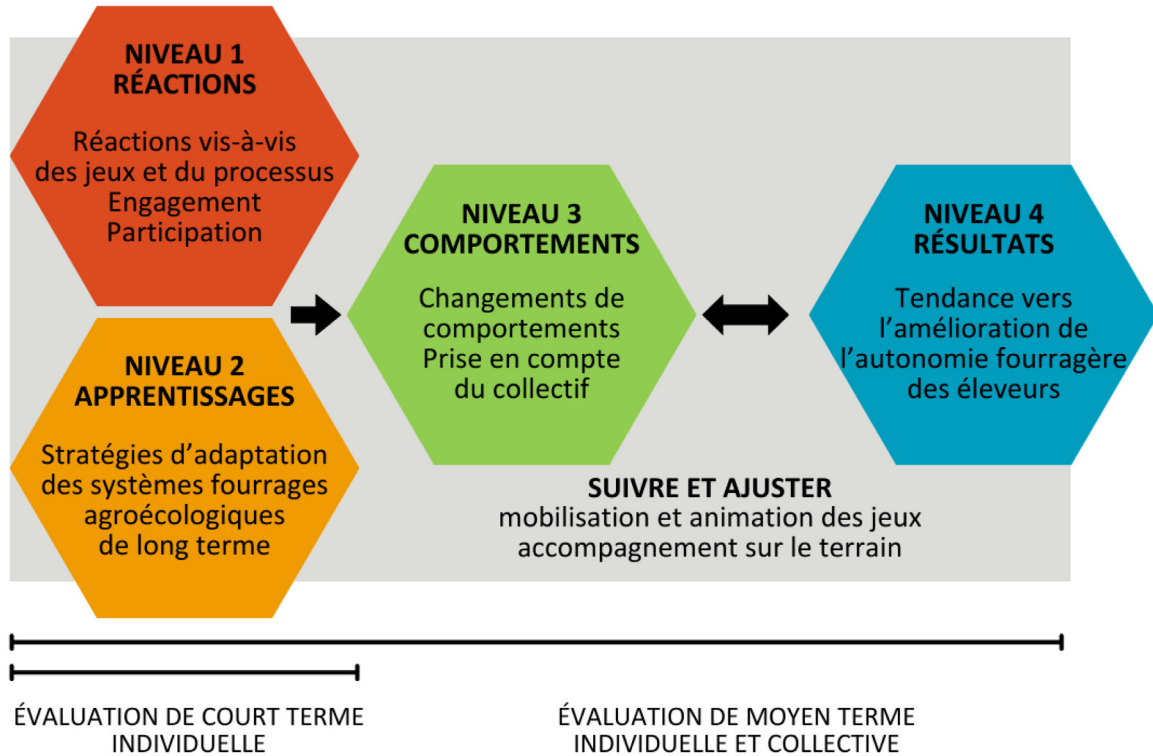


Fig. 1. Modèle d'évaluation de l'accompagnement par les jeux sérieux (d'après Kirkpatrick et Kirkpatrick, 2016).

niveaux 3 et 4 et l'ajustement au cours de la démarche si les actions ne tendent pas vers l'objectif initial.

En repartant de la proposition de [Dernat *et al.* \(2022b\)](#), le NWKM est adapté à l'évaluation de jeux sérieux ([Fig. 1](#)). Les quatre niveaux sont d'abord évalués à chaud, pendant les sessions de jeux (réactions et apprentissages) puis à froid hors des sessions de jeux (comportements et résultats). Le niveau 3 (comportements) est notamment considéré ici comme une étape intermédiaire de changement qui a lieu au cours de la démarche d'accompagnement, tandis que le niveau 4 (résultats) correspond à un impact plus global à l'issue de la démarche, à l'échelle individuelle ou collective. Les quatre niveaux sont suivis en continu et l'ajustement a lieu entre les sessions de jeux. L'utilisation du NWKM pour mesurer les impacts de la démarche à moyen terme n'est pas traitée ici. Le détail du contenu des niveaux est présenté ([Annexe 1³](#)) en indiquant leurs évolutions par rapport à ses utilisations précédentes.

Outils de suivi-évaluation

Pour évaluer les quatre niveaux du modèle, des outils d'observation dans le jeu (*debriefing cards*, grille d'observation et de résultats) sont combinés à une observation continue dans le réel (observation partici-

pante, entretiens individuels). Ils se basent sur des travaux existants et ont été adaptés au cas d'étude. Dans le jeu et juste après :

- Une grille d'enregistrement des résultats ([Annexe 2](#)) adaptée de [Célerier *et al.* \(2018\)](#) permet de tracer les sorties des jeux telles que les choix de leviers du jeu Lauracle ou les résultats des simulations de scénarios conçus avec le Rami fourrager (niveau 2). Les indicateurs sont propres à chaque jeu et la grille est complétée par l'animateur ou les joueurs au cours de la session ;
- Les sessions de jeux sont également suivies à l'aide d'une grille d'observation descriptive libre, remplie par un observateur, inspirée de [Hassenforder *et al.* \(2020\)](#) en veillant, par exemple, à distinguer les éléments verbaux des éléments non verbaux ([Annexe 3](#)). Elle permet de tracer chronologiquement la satisfaction et la participation active des joueurs (niveau 1) ainsi que les stratégies choisies dans le jeu (niveau 2). Cette observation permet d'objectiver les résultats et fournit une vision différente et complémentaire des animateurs de la session de jeu. Elle enrichit l'analyse permise par la vidéo et la retranscription quasi intégrale de la session de jeu ;
- Les *debriefing cards* ([Quach, 2019](#)) permettent enfin de mesurer la satisfaction à chaud (niveau 1) des agriculteurs, à la fin des sessions de jeux, ainsi qu'une expression sur les niveaux 2 à 4 et sur les supports de jeu et l'animation ([Crookall, 2014](#) ; [Hassenforder](#)

³ Pour consulter les annexes, voir dans la section « Matériel supplémentaire ».

Tab. 2. Niveaux évalués par outil et modalités d'évaluation.

Méthode et outils d'évaluation	Période d'évaluation	Objectifs et modalités d'évaluation	1	2	3	4	suivi
Grille d'enregistrement des résultats	Pendant le jeu	Grille spécifique à chaque jeu afin d'enregistrer les résultats à chaque session		•			•
Grille d'observation de la session de jeu	Pendant le jeu	Grille descriptive chronologique des éléments verbaux et non verbaux complétée par un observateur pour objectiver l'observation de l'animateur	•	•	•		•
Capture vidéo	Pendant le jeu	Interactions, postures de chaque joueur, facilitation de la retranscription audio	•	•	•		
Capture audio	Pendant le jeu	Verbatim de chaque joueur, retranscription partielle	•	•	•		
Debriefing cards	Juste après le jeu	Évaluation de la satisfaction à chaud des joueurs selon les quatre niveaux	•	(•)	(•)	(•)	•
Observation participante	Suivi en continu	Observation participante lors des réunions, suivi du nombre de participants, suivi du groupe Whatsapp	•	•	•	•	•
Entretiens individuels <i>ex ante</i>	Avant accompagnement	Entretiens individuels compréhensifs réalisés <i>ex ante</i> (mai 2021) auprès des éleveurs permettant d'évaluer la situation de départ : sensibilité aux aléas climatiques, adaptations des pratiques fourragères déjà mises en place ou testées, connaissances des jeux sérieux, lien au collectif et à la filière AOP	•	•	•	•	•

et al., 2020). À la fin de la session, chaque joueur tire une carte de débriefing et répond à la question indiquée, dans l'ordre des niveaux du NWKM (Annexe 4). Cette étape est cruciale pour faire un pont entre le jeu et la vie réelle (Falk *et al.*, 2023);

Suivi en continu :

- Tout au long de l'accompagnement, des outils d'observation participante (DeWalt et DeWalt, 2011) facilitent le suivi chemin faisant de l'ensemble des niveaux, notamment des niveaux 3 et 4, qui ne peuvent pas être observés pendant les sessions de jeux. Pour cette observation, il n'y a pas d'indicateurs

prédéfinis, il s'agit d'une prise de notes libres et d'une retranscription partielle des échanges au cours des rencontres intermédiaires menées avec le syndicat d'AOP dans le cadre de l'accompagnement du groupe Fourrages (formations, visites de fermes, tests sur les fermes) ou avec d'autres organismes techniques locaux. Le nombre de participants est également compilé au fil de l'eau (niveau 1). Le suivi d'un groupe de discussion Whatsapp, créé pour faciliter les échanges entre les éleveurs, agrmente également ce recueil d'informations, tels que les retours d'expériences partagés par les agriculteurs et la dynamique collective. Tous ces éléments contribuent à mieux

appréhender la place des jeux dans l'accompagnement proposé et dans le contexte local de conseil agricole.

- Des entretiens individuels compréhensifs menés auprès des agriculteurs (n=14) au début de l'accompagnement visent à caractériser la situation de départ. Des entretiens ont également été menés en fin d'accompagnement avec les éleveurs, l'animatrice et le conseiller, mais ne sont pas détaillés ici.

Les différentes méthodes et outils de l'évaluation, ainsi que leur période d'utilisation et les modalités d'évaluation en lien avec les quatre niveaux du NWKM et le suivi-ajustement, sont synthétisés ci-dessous (Tab. 2). Les éléments observés pour chaque niveau sont analysés de manière qualitative, au fur et à mesure, afin de vérifier l'adéquation de la démarche aux objectifs du groupe et aux attentes des agriculteurs. L'ajustement consiste à prendre en compte cette évaluation et à adapter la version initiale de la démarche d'accompagnement pour aboutir à une version améliorée chemin faisant. L'analyse complète de ce matériau a été réalisée pour l'évaluation *a posteriori* mais n'est pas développée dans cet article.

Résultats

Les résultats du suivi-évaluation et des ajustements de la démarche d'accompagnement sont présentés ici. La chronologie finale de l'accompagnement est explicitée dans un premier temps (Fig. 2) avant de présenter les différents ajustements réalisés, numérotés de i à vii.

Chronologie de l'accompagnement

Dans la version initiale de l'accompagnement, avant ajustement (haut de la Fig. 2), il était prévu de combiner les jeux Lauracle, Rami fourrager et Aeole, sans anticiper précisément le nombre de sessions, leur ordre de mobilisation ou d'autres formes d'intervention intermédiaires. Le jeu Dynamix n'avait pas encore été identifié.

Dans la version réelle de l'accompagnement, après ajustement (bas de la Fig. 2), le groupe Fourrages est tout d'abord créé auprès des éleveurs portés volontaires. Après plusieurs rencontres et formations en salle ou sur le terrain, une stratégie collective est définie à l'aide du jeu Lauracle (i). À l'issue d'un test du jeu Aeole avec deux agriculteurs du groupe, celui-ci n'est finalement pas mobilisé dans l'accompagnement (ii). Certains des leviers à l'échelle de l'exploitation, identifiés grâce à Lauracle, sont ensuite simulés avec le jeu Rami fourrager sur une première ferme support d'un éleveur volontaire, et d'autres leviers sont testés expérimentalement sur des fermes du groupe (iii). Il est décidé de remobiliser le Rami fourrager lors d'une deuxième

session améliorée sur une autre ferme du groupe (iv). Enfin, l'optimisation des stratégies d'achat et de vente de fourrages à l'échelle du territoire AOP est une voie d'adaptation pour la filière proposée par les participants de Lauracle. L'utilisation du jeu Dynamix après son adaptation semble alors pertinente pour traiter cette question (v). Les expérimentations sur les fermes sont également accompagnées par un conseiller technique indépendant (vi). Dans la continuité de ces réflexions, une « brosseuse à graines » (machine permettant de récolter des graines de prairies), considérée comme une des voies possibles d'adaptation (vii), est construite à l'initiative des éleveurs et de l'AOP. Des journées intermédiaires aux sessions de jeux sont aussi mises en place tout au long de la démarche.

Description du suivi-évaluation et des ajustements

Le suivi-évaluation des quatre niveaux du NWKM, mené en continu et/ou dans le jeu, permet de collecter un faisceau d'informations qui sont ensuite rediscutées avec les coanimateurs du groupe. En fonction de ces résultats, plusieurs types d'ajustements sont ensuite réalisés. Ils portent d'une part sur le choix des jeux et leur animation (ajustements i. à v.) et d'autre part sur l'accompagnement de terrain qui ne concerne pas directement les jeux (ajustements vi. et vii.). Détaillés ici, ils s'appuient sur quelques verbatim sélectionnés.

Résultats des ajustements pour la mobilisation et l'animation des jeux

Lors de la première rencontre du groupe Fourrages, les éleveurs citent de nombreux leviers d'adaptation des systèmes fourragers (niveau 2) mais ont du mal à les prioriser (techniques de pâturage, modifications d'assolement...). Le jeu Lauracle (Fig. 3) semble alors pertinent pour répondre à ce besoin et sa mobilisation constitue le premier ajustement de la démarche (i.). L'observation participante lors des premières rencontres du groupe et les entretiens menés avec les éleveurs permettent d'adapter le jeu en amont de la session. Les *debriefing cards* et l'observation de la session montrent que le jeu est bien reçu et l'ensemble des éleveurs présents participe activement à la session (niveau 1). Ils choisissent collectivement cinq leviers à tester potentiellement au niveau des exploitations (semis de prairies longue durée, cultures fourragères annuelles, méteil double fin, techniques de fauche et de semis) et du territoire (achat-vente de fourrages sur la zone AOP) puis ils construisent collectivement un plan d'action comme l'exprime un joueur ci-dessous (i) :

« Ça nous a permis d'échanger et de savoir ce sur quoi on aimerait échanger plus tard. »

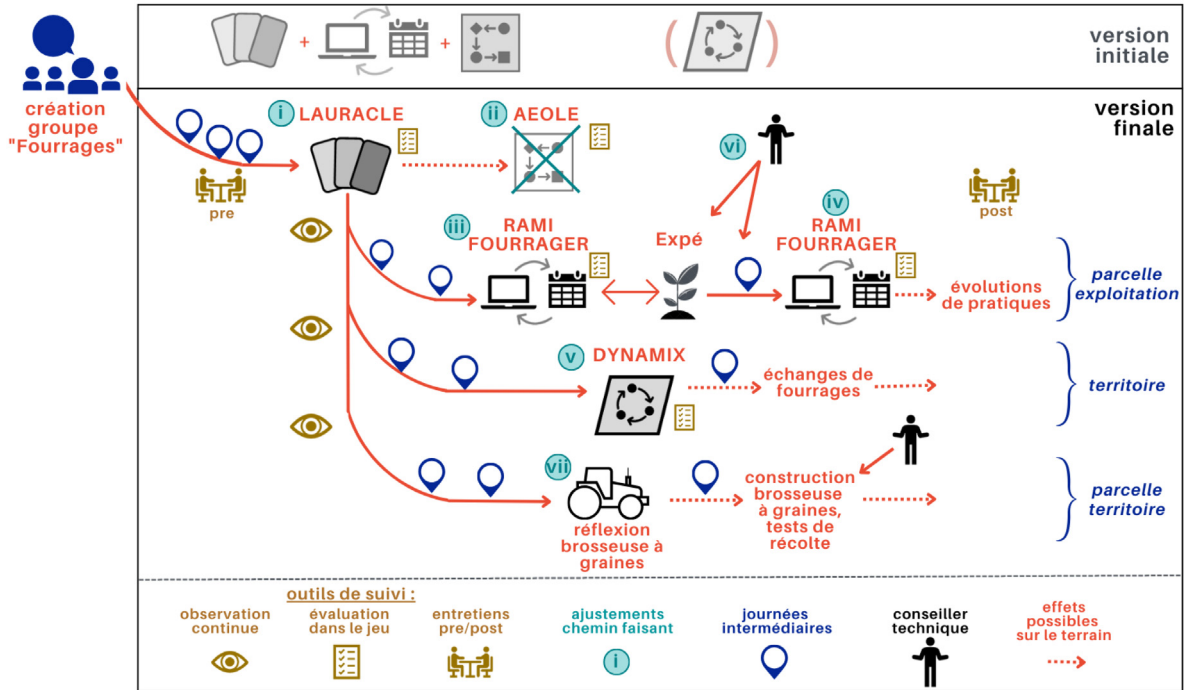


Fig. 2. Résultats du suivi-ajustement chemin faisant de la démarche. La version initiale de la démarche apparaît en haut et la version finale ajustée en bas de la figure. Les outils d’observation figurent à chaque étape. Les ajustements réalisés chemin faisant sont numérotés de i à vii.

(Verbatim extrait des réponses des joueurs aux *debriefing cards* de la session Lauracle)

Une session test du jeu Aeole avec les deux agriculteurs référents du groupe et l’animatrice de l’AOP est organisée et révèle que, selon eux, le jeu manque de précision et de réalisme (niveau 1) et semble peu adapté aux besoins du groupe. Les agriculteurs notent de plus qu’ils n’ont pas acquis des connaissances par le jeu (niveau 2) et souhaitent une mise en pratique concrète (niveau 3), ce qu’Aeole ne permet pas directement.

« Je n’ai pas l’impression d’avoir appris grand-chose. »
« Je me suis surtout demandé quel était l’intérêt pour le groupe Fourrages. »
« Le jeu gagnerait à être plus précis. »
(Verbatim des joueurs extraits de l’évaluation à froid du jeu Aeole)

Ce constat est aussi confirmé suite aux premières rencontres, à l’utilisation du jeu Lauracle et par les premiers entretiens exploratoires. Le jeu Aeole n’est alors pas intégré dans la suite de l’accompagnement (ii.).

Au cours du jeu Lauracle, les agriculteurs ont identifié quatre leviers pouvant être testés à l’échelle de l’exploitation (niveau 2). Toutefois, *via* le débriefing à chaud et l’observation participante dans le jeu et lors des différentes rencontres du groupe, les agriculteurs expriment un besoin d’échanges techniques entre eux. Le Rami fourrager est donc validé comme support

pertinent de conception de scénarios, mais il est proposé de le combiner à des expérimentations et des visites sur les fermes volontaires du groupe (niveau 3). Après la coconstruction collective en salle d’un protocole expérimental, des premiers tests sont menés, quelques mois plus tard, par les éleveurs et observés en collectif lors de plusieurs journées de terrain (iii.).

« Il faut privilégier des essais locaux sur la zone fourme. Certaines fermes ont proposé des surfaces pour réaliser des essais. »
(Verbatim extrait de la première rencontre du groupe)
« Il faudra aller voir sur le terrain, qu’il y ait d’autres journées derrière. »
« J’aimerais voir des résultats pour tester et voir si ça vaut le coup ou pas. »
(Verbatim extraits des réponses des joueurs aux *debriefing cards* de la session Lauracle)

Grâce aux *debriefing cards* utilisées à chaud suite à la première session du Rami fourrager, les agriculteurs ont indiqué qu’ils n’étaient pas entièrement satisfaits du déroulé de la session, notamment du temps consacré à la conception de leviers d’adaptation et de certains éléments de jeu (niveau 1). Une seconde session du Rami fourrager est alors mise en place dans une version optimisée quelques mois plus tard (Fig. 3) [iv.].

Pour répondre au levier visant l’optimisation des stratégies d’achat et de vente de fourrages à l’échelle du territoire (niveau 2), le jeu Dynamix est proposé afin de



Fig. 3. Photos de sessions de jeux Lauracle à gauche (une table de 4 éleveurs, 1 chercheur-observateur et 1 animatrice) et Rami fourrager à droite (3 éleveurs participants et 2 coanimatrices) [© R. Etienne].

simuler des échanges entre des acheteurs, éleveurs participant au groupe, et des vendeurs, agriculteurs présents sur la zone AOP. Les résultats et le débriefing de Lauracle permettent notamment de préparer son adaptation au cas d'étude (v.).

« Il faut savoir qui a du fourrage disponible d'un côté et qui a un besoin d'achat » ;
 « [...] il faudrait identifier les exploitants intéressés, leur écrire. »
 (Verbatim des joueurs extraits de l'observation du jeu Lauracle)

Résultats des ajustements pour la démarche d'accompagnement sur le terrain

Un besoin de connaissances extérieures et d'apports techniques (niveau 2) est exprimé par les agriculteurs lors des entretiens et des premières rencontres. Un conseiller technique indépendant est alors associé plus étroitement à l'accompagnement et intervient lors des formations ou du suivi des expérimentations sur le terrain (vi.).

Par ailleurs, des ajustements de la démarche sont également issus des acteurs eux-mêmes. Soucieux de la rapidité de mise en œuvre d'actions concrètes, le syndicat d'AOP a impulsé, avec un petit groupe d'éleveurs, un projet de construction et d'utilisation d'une « brosseuse à graines ». Plusieurs fermes du groupe ont mené des premiers tests de brossage de leurs prairies en 2022 dont les résultats ont été suivis et discutés au sein du groupe Fourrages avec le conseiller indépendant (vii.). Enfin, des effets possibles de la démarche sur le terrain, à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation ou du territoire, tels que des évolutions de pratiques, des premiers échanges de fourrages entre les fermes et les tests de la

brosseuse à graines (Fig. 2) sont pour certains déjà visibles mais non détaillés ici.

Discussion

Intégrer l'évaluation au cours d'une démarche d'accompagnement agricole basée sur les jeux pour l'améliorer : une preuve de concept

Les résultats montrent qu'une évaluation menée chemin faisant, en fonction des objectifs définis clairement au départ, permet d'ajuster et d'améliorer une démarche d'accompagnement agricole reposant sur des jeux sérieux au cours de sa conception. Ils sont ici associés à d'autres modalités d'accompagnement (formations, visites de fermes, tests sur les fermes) sur une période de deux ans. La combinaison des outils d'évaluation facilite l'évaluation rapide à chaud et en continu et l'ajustement de la démarche au fur et à mesure. La méthode d'évaluation proposée est systémique, menée dans l'action et ne repose pas sur un outil d'évaluation unique mais fournit, au contraire, un ensemble de traces (Sanchez *et al.*, 2015). Parmi les éléments-clés du suivi de la démarche, le test de chaque jeu en amont de sa mobilisation réelle avec les acteurs est essentiel. Le débriefing avec les participants est aussi un outil indispensable d'évaluation à chaud des sessions de jeux, facilitant l'ajustement rapide de la démarche (Crookall, 2014). L'observation continue et les entretiens aident quant à eux à affiner le suivi de l'accompagnement.

Des ajustements sont ensuite mis en place au cours de la démarche et concernent le choix de jeux pertinents, leur animation et leur adaptation entre deux sessions, ou

encore la mise en place d'autres formes d'accompagnement sur le terrain (expérimentations, intervention d'un conseiller technique). Ces ajustements révèlent la nécessité d'articuler les jeux à d'autres rencontres intermédiaires telles que des formations, en salle et sur le terrain, suffisamment espacées entre elles. Elles sont un espace d'acquisition et de partage de connaissances, de mise en pratique des résultats des jeux, ou encore d'expérimentations à la ferme, afin d'observer des applications concrètes demandées par les agriculteurs. L'implication d'un conseiller fournissant une expertise technique et un regard extérieur au groupe a également semblé essentielle pour diversifier et nuancer les points de vue (Dernat *et al.*, 2022b). L'innovation agricole dépend notamment de l'implication de nouveaux acteurs « passeurs de frontières » tels que des consultants spécialisés qui facilitent les solutions (Klerkx *et al.*, 2010) et maintiennent l'engagement des agriculteurs dans la dynamique (Ryschawy *et al.*, 2022). Certains ajustements ne règlent toutefois pas tout, comme le montrent des évaluations négatives parfois difficiles à améliorer en cours de route, mais visent une amélioration continue de l'accompagnement.

Ce cas d'étude montre aussi que des innovations techniques (brosseuse à graines) et sociales (échanges de fourrages) émanent du terrain et viennent compléter les ajustements proposés par l'équipe de recherche. Ces résultats, non envisagés au départ, sont liés à la démarche d'accompagnement qui a favorisé des interactions, entre pairs et avec le conseiller indépendant, à l'origine de ces initiatives. Il s'agit de résultats essentiels car impulsés par les acteurs eux-mêmes. D'autres effets de la démarche existent probablement mais ne sont pas encore perceptibles.

L'adaptation du NKWM, une méthode d'évaluation innovante

Pour réaliser cette évaluation multidimensionnelle et systémique, le modèle NKWM a été adapté pour ce cas d'étude. Suffisamment simple par rapport à d'autres méthodes d'évaluation, il permet un suivi-ajustement efficace et dans l'action de la démarche d'accompagnement. Cette méthode a été proposée en situation réelle d'accompagnement d'un petit groupe d'agriculteurs et ne repose donc pas sur un protocole expérimental avec groupe témoin (Emmerich et Bockholt, 2016). Certains niveaux (réactions et apprentissages) sont plus faciles à évaluer et livrent beaucoup d'informations mais semblent moins importants pour les acteurs accompagnés. À l'inverse, les niveaux les plus intéressants pour les acteurs, ceux liés à l'action (comportements et résultats), sont plus complexes à évaluer à chaque étape et sont agrégés au fur et à mesure de l'accompagnement. Cette nouvelle version du modèle d'évaluation NKWM aide

ainsi à choisir des jeux adaptés et à ajuster l'accompagnement de terrain en fonction des objectifs définis au départ. Il ne s'agit pas d'un processus linéaire mais d'un apprentissage itératif et adaptatif, bien adapté à la transition des systèmes agricoles dans un contexte incertain (Lacombe *et al.*, 2018). En effet, l'analyse repose non pas sur une analyse approfondie et exhaustive qui nécessiterait plus de temps, mais pour beaucoup sur l'intuition et la discussion régulière au sein du collectif d'animation du groupe d'éleveurs pour faire des choix au fur et à mesure de l'accompagnement.

Limites de l'étude

L'évaluation chemin faisant prend en compte différents éléments observés à chaque étape. Cependant, l'évaluation en continu indique seulement une tendance vers des résultats, mesurables à moyen et long termes, qui dépassent le cadre du présent article. Une analyse complète de l'ensemble du matériau collecté sera alors réalisée afin de détecter les retombées *a posteriori* de la démarche, en les reliant directement (attribution) ou indirectement (contribution) à celle-ci (Bakker *et al.*, 2021). Cette analyse reposera notamment sur des entretiens finaux menés deux ans après la création du groupe, avec les éleveurs ayant participé, pour repérer de potentielles évolutions de perception, de pratiques et de lien au collectif. Ils seront complétés par des entretiens menés avec l'animatrice du syndicat d'AOP et le conseiller technique indépendant (Etienne, 2023). Cette analyse complète permettra de confirmer ou non la pertinence de la démarche d'accompagnement.

Enfin, notre étude a été menée auprès d'un groupe d'éleveurs déjà impliqués dans un processus de réflexion collective depuis plusieurs années et qui ont bénéficié d'un accompagnement étroit, avec une animatrice et une chercheuse, pendant plus de deux ans. Ce contexte spécifique, la proximité géographique entre les fermes ou encore la familiarité des participants avec des jeux sérieux, ont pu favoriser la dynamique collective et ainsi faciliter les ajustements au cours de la démarche (Dernat *et al.*, 2022b).

Perspectives

La méthode de suivi-évaluation-ajustement décrite ici et adaptée à ce cas d'étude n'est pas une méthode clé en main standardisée. L'appropriation de cette méthode dans d'autres contextes ne concernera pas les jeux mobilisés tels quels mais plutôt la logique et le dispositif de suivi-évaluation. L'objectif de la démarche d'accompagnement doit aussi être clairement défini au départ, avec les agriculteurs, et toujours rester au cœur de l'évaluation (Emmerich et Bockholt, 2016).

Les ajustements ne peuvent se faire sans un suivi méticuleux de la démarche, réalisé ici grâce à des outils issus de la recherche. Une simplification pour un contexte réel d'accompagnement, en dehors d'un cadre de recherche, est donc nécessaire (temps de mise en œuvre, simplification de la démarche, mobilisation d'autres jeux...) pour permettre aux praticiens de se l'approprier (Le Gal *et al.*, 2011). L'observation continue peut notamment reposer sur la bonne connaissance préalable du contexte de terrain par l'accompagnateur (ici une chercheuse et une animatrice) et un contact étroit avec les agriculteurs. Le nombre de jeux combinés peut aussi être réduit en se concentrant sur des jeux sans modélisation, ce qui facilite leur mise en place et leur suivi-évaluation.

Les ajustements, quant à eux, dépendent fortement du contexte d'accompagnement mais aussi des ressources disponibles (temps, moyens humains, moyens financiers...) et des besoins en termes d'évaluation et d'accompagnement (objectifs d'acquisition de connaissances, de sensibilisation, de collaboration, de changements de pratiques...). Ils ne sont dans tous les cas pas prédictibles à l'avance et font appel à une forte capacité d'adaptation des animateurs et des chercheurs. Cette méthode requiert également une temporalité adaptée, permettant une visibilité de moyen terme et des sessions articulées entre elles et suffisamment espacées pour garantir leur ajustement.

La méthode d'évaluation proposée pourrait alors être remobilisée afin de concevoir à la carte et équiper des programmes d'accompagnement agricole, en ayant recours notamment à des jeux, en commençant par la définition des résultats attendus et en se concertant davantage avec les agriculteurs : quels résultats souhaitez-vous atteindre (niveau 4) ? Par quels changements de pratiques ces résultats peuvent-ils être atteints (niveau 3) ? Quels apprentissages vous manquent pour réaliser ces changements (niveau 2) ? Quelle ambiance, et quel format d'accompagnement souhaitez-vous (niveau 1) ? Plus largement, des ressources devraient être allouées à des projets d'accompagnement agricole pour rendre possible leur évaluation et leur adaptation avec des indicateurs pertinents.

Conclusion

Nous avons proposé un dispositif d'évaluation chemin faisant, systémique et multiniveaux, d'une démarche d'accompagnement d'agriculteurs, intégrant une combinaison de jeux sérieux lors de sa construction, afin de l'ajuster. Cette évaluation, qualitative et participative, s'appuie sur un modèle théorique rendu opérationnel par une articulation d'outils d'observation, dans le jeu et en continu. En complément de l'évaluation en cours d'accompagnement développée ici, une évaluation *a posteriori* sera réalisée pour assurer une

analyse globale et rigoureuse de la mobilisation des jeux. Le modèle multiniveaux adapté ici du NWKM semble être à la fois prometteur, innovant et facilement mobilisable sur le terrain pour mener ces différentes évaluations. Cet article contribue ainsi à la recherche sur l'évaluation des jeux sérieux et donne des perspectives quant à l'outillage des acteurs de l'accompagnement agricole mobilisant des jeux, moyennant une adaptation à chaque contexte de transition agricole.

Matériel supplémentaire

Le matériel supplémentaire, constitué des 4 annexes listées ci-dessous, est accessible par ce lien : <https://hal.science/hal-04846068>.

Annexe 1 : Description des quatre niveaux du New World Kirkpatrick Model (NWKM) dans la littérature et de leur adaptation.

Annexe 2 : Grille d'enregistrement des résultats adaptée de Célièrier *et al.* (2018). Exemple du jeu Lauracle.

Annexe 3 : Grille d'observation descriptive et chronologique des sessions de jeu inspirée de Hassenforder *et al.* (2020). Exemple du Rami Fourrager.

Annexe 4 : Grille d'observation des débriefings à chaud des sessions de jeux et exemples de *debriefing cards* utilisées, construites à partir des quatre niveaux du nouveau modèle de Kirkpatrick (Quach, 2019).

Déclaration éthique

Un consentement écrit a été obtenu des personnes pour la publication de toutes les images ou données potentiellement identifiables incluses dans cet article.

Remerciements

Nous remercions l'ensemble des agriculteurs participants au groupe Fourrages et le syndicat de l'AOP Fourme de Montbrison pour leur implication continue dans ce projet. Nous remercions également la région Auvergne-Rhône-Alpes pour le soutien financier de la thèse de doctorat de l'auteur principal via le Contrat de Plan État-Région CPER « Services rendus par l'élevage herbager dans le contexte du changement climatique-Défi Symbiose 2020 » (Interactions entre changement global, biodiversité et fonctionnement des systèmes environnementaux).

Références

- Bakker T., Dugué P., de Tourdonnet S., 2021. Assessing the effects of Farmer Field Schools on farmers' trajectories of change in practices, *Agronomy for Sustainable Development*, 41, 2, 18, <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00667-2>.
- Barnaud C., Van Paassen A., 2013. Equity, power games, and legitimacy: dilemmas of participatory natural resource management, *Ecology and Society*, 18, 2, <https://doi.org/10.5751/ES-05459-180221>.
- Boulestreau Y., Casagrande M., Navarrete M., 2023. A method to design coupled innovations for the agroecological transition. Implementation for soil health management in Provencal sheltered

- vegetable systems, *Agricultural Systems*, 212, 103752, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103752>.
- Brougère G., 2012. Le jeu peut-il être sérieux? Revisiter Jouer/ Apprendre en temps de serious game, *Australian Journal of French Studies*, 49, 2, 117-129, <https://doi.org/10.3828/AJFS.2012.10>.
- Carrère P., Galliot J.-N., Perera S., Le Henaff P.M., Faure P., Rocher C., Colin A., Chabalière C., 2021. AEOLE-le-jeu – Un Jeu pour tout comprendre sur les prairies du Massif central, *Fourrages*, 247, 87-95.
- Célièrier A., Vallas M., Thénard V., Martin G., Lubac S., Madeline L., 2018. *Lauracle: 40 leviers pour l'autonomie fourragère*, Communication aux 24^{es} Rencontres Recherches Ruminants, 5-6 décembre, Paris.
- Crookall D., 2014. Engaging (in) gameplay and (in) debriefing, *Simulation & Gaming*, 45, 4-5, 416-427, <https://doi.org/10.1177/1046878114559879>.
- Dernat S., Rigolot C., Vollet D., Cayre P., Dumont B., 2022a. Knowledge sharing in practice: a game-based methodology to increase farmers' engagement in a common vision for a cheese PDO union, *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 28, 2, 141-162, <https://doi.org/10.1080/1389224X.2021.1873155>.
- Dernat S., Etienne R., Hostiou N., Pailleux J.-Y., Rigolot C., 2022b. Ex-post consequences of participatory foresight processes in agriculture. How to help dairy farmers to face outcomes of collective decisions planning?, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 776959, <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.776959>.
- Dernat S., Angeon V., Michelin Y., 2023. Évaluer le jeu, in Dernat S., Michelin Y., Blache N. (Eds.), *Jeux de plateau pour l'agriculture et le paysage*, Versailles, Quæ, 17-55.
- Dernat S., Grillot M., Andreotti F., Martel G., 2023. A sustainable game changer? Systematic review of serious games used for agriculture and research agenda, *Agricultural Systems*, 222, 104178, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104178>.
- Dernat S., Verchère A., Johany F., Simeone A., Lardon S., 2018. Évaluer l'effet de professionnels dans une activité collaborative au service de l'accompagnement de l'orientation des étudiants. Une entrée en animatique des groupes par l'étude des conflits socio-cognitifs, *Phronesis*, 7, 1, 24-44.
- Dolinska A., 2017. Bringing farmers into the game. Strengthening farmers' role in the innovation process through a simulation game, a case from Tunisia, *Agricultural Systems*, 157, 129-139, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.07.002>.
- Emmerich K., Bockholt M., 2016. Serious games evaluation: processes, models, and concepts, in Dörner R., Göbel S., Kickmeier-Rust M., Masuch M., Zweig K. (Eds), *Entertainment computing and serious games. Lecture notes in computer science*, Cham, Springer, 265-283, https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6_11.
- Engström H., Backlund P., 2022. Serious games design knowledge – Experiences from a decade (+) of serious games development, *EAI Endorsed Transactions on Serious Games*, <https://doi.org/10.4108/eai.27-5-2021.170008>.
- Etienne R., 2023. *Accompagner des agriculteurs à l'aide d'une combinaison de jeux sérieux: quelles contributions aux changements de pratiques?* Thèse de doctorat en agro-écologie, Paris, AgroParisTech, <https://pastel.hal.science/tel-04532244>.
- Falk T., Zhang W., Meinzen-Dick R., Bartels L., Sanil R., Priyadarshini P., Soliev I., 2023. Games for experiential learning: triggering collective changes in commons management, *Ecology and Society*, 28, 1, 30, <https://doi.org/10.5751/ES-13862-280130>.
- Flood S., Cradock-Henry N.A., Blackett P., Edwards P., 2018. Adaptive and interactive climate futures: systematic review of 'serious games' for engagement and decision-making, *Environmental Research Letters*, 13, 6, 063005, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac1c6>.
- García-Barrios L., Cruz-Morales J., Vandermeer J., Perfecto I., 2017. The Azteca chess experience: learning how to share concepts of ecological complexity with small coffee farmers, *Ecology and Society*, 22, 2, 20.
- Hassenforder É., Dray A., Daré W., 2020. *Manuel d'observation des jeux sérieux*, Montpellier, CIRAD, https://agritrop.cirad.fr/596224/1/Manuel_ComMod_Observation_Jeux_2020_WEB.pdf.
- Hernandez-Aguilera J.N., Mauerman M., Herrera A., Vasilaky K., Baethgen W., Loboguerrero A.M., Diro R., Tekeste Y.T., Osgood D., 2020. Games and fieldwork in agriculture: a systematic review of the 21st century in economics and social science, *Games*, 11, 4, 47, <https://doi.org/10.3390/g11040047>.
- Jouan J., Carof M., Baccar R., Bareille N., Bastian S., Brogna D., Burgio G., Couvreur S., Cupiał M., Dufrène M. *et al.*, 2021. SEGAE: An online serious game to learn agroecology, *Agricultural Systems*, 191, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103145>.
- Kirkpatrick J.D., Kirkpatrick W.K., 2016. *Kirkpatrick's four levels of training evaluation*, Alexandria (VA), USA, ATD Press, 238.
- Klerkx L., Aarts N., Leeuwis C., 2010. Adaptive management in agricultural innovation systems: the interactions between innovation networks and their environment, *Agricultural Systems*, 103, 6, 390-400, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.012>.
- Lacombe C., Couix N., Hazard L., Gressier E., 2018. L'accompagnement de la transition agroécologique: un objet en construction, *Pour*, 234-235, 2, 217-223.
- Le Gal P.-Y., Dugué P., Faure G., Novak S., 2011. How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review, *Agricultural Systems*, 104, 9, 714-728, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.07.007>.
- Martel G., Alignier A., Meslin E., 2022. PayZZage. Communication à la 26^e édition des *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, 7-8 décembre, Paris, <https://hal.science/hal-03948615>.
- Martin G., Felten B., Duru M., 2011. Forage rummy: a game to support the participatory design of adapted livestock systems, *Environmental Modelling & Software*, 26, 12, 1442-1453, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.08.013>.
- Martin G., Moraine M., Ryschawy J., Magne M.-A., Asai M., Sarthou J.-P., Duru M., Therond O., 2016. Crop-livestock integration beyond the farm level: a review, *Agronomy for Sustainable Development*, 36, 3, 53, <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0390-x>.
- Martin G., Allain S., Bergez J.-E., Burger-Leenhardt D., Constantin J., Duru M., Hazard L., Lacombe C., Magda D., Magne M.-A. *et al.*, 2018. *How to address sustainability transition of farming systems?* A position paper presented at the 13th European IFSA Symposium, International Farming Systems Association (IFSA), 1-5 July, Chania (Crete, Greece), <https://doi.org/10.3390/SU10062083>.
- Mislevy R.J., Behrens J.T., Dicerbo K.E., Frezzo D.C., West P., 2012. Three things game designers need to know about assessment, in Ifenthaler D., Eseryel D., Ge X. (Eds), *Assessment in game-based learning: foundations, innovations, perspectives*, New York, NY, Springer, 5981, https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3546-4_5.

- Moojen F.G., Ryschawy J., dos Santos D.T., Barth Neto A., Vieira P. C., Portella E., de Faccio Carvalho P.C., 2022. The farm coaching experience to support the transition to integrated crop-livestock systems: from gaming to action, *Agricultural Systems*, 196, 103339, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103339>.
- Morris J., Ensor J.E., Pfeifer C., Marchan R., Mulatu D.W., Soka G., Ouedraogo-Kone S., Wakeyo M.B., Topi C., 2020. Games as boundary objects: charting trade-offs in sustainable livestock transformation, *International Journal of Agricultural Sustainability*, <https://doi.org/10.1080/14735903.2020.1738769>.
- Murphrey T., Koswatta T., Dooley K., Edgar L., 2018. An analysis of evaluation methods implemented in studies published in the *Journal of International Agricultural and Extension Education* from 1994 to 2018: a 25 Year Review, *Journal of International Agricultural and Extension Education*, 25, 27-39, <https://doi.org/10.5191/jiaee.2018.25402>.
- DeWalt K.M., DeWalt B.R., 2011. *Participant observation. A guide for fieldworkers*, Lanham (MD), Rowman & Littlefield.
- Peters V., Everwijn H., van de Westelaken M., 2014. The evaluation of a discipline: a framework for evaluating simulation games, in Duke R.D., Kriz W.C., *Back to the future of gaming*, Bielefeld, W. Bertelsmann, 168-186, <https://isaga.com/wp-content/uploads/2021/04/The-evaluation-of-a-discipline-a-framework.pdf>.
- Plass J.L., Homer B.D., Kinzer C.K., 2015. Foundations of game-based learning, *Educational Psychologist*, 50, 4, 258-283, <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>.
- Quach A., 2019. Debriefing cards, #OpenSeriousGames, <https://openseriousgames.org/>.
- Robiou du Pont Z., 2022. *Jeux sérieux et adaptation des systèmes fourragers au changement climatique: la mobilisation de Dynamix dans le territoire AOP Fourme de Montbrison*. Mémoire de fin d'études d'ingénieur agronome, Rennes, Institut Agro Montpellier.
- Rodela R., Ligtenberg A., Bosma R., 2019. Conceptualizing serious games as a learning-based intervention in the context of natural resources and environmental governance, *Water*, 11, 2, 245, <https://doi.org/10.3390/w11020245>.
- Rodela R., Speelman E.N., 2023. Serious games in natural resource management: steps toward assessment of their contextualized impacts, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 65, 101375, <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101375>.
- Ryschawy J., Grillot M., Charneau A., Pelletier A., Moraine M., Martin G., 2022. A participatory approach based on the serious game Dynamix to co-design scenarios of crop-livestock integration among farms, *Agricultural Systems*, 201, 103414, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103414>.
- Sanchez E., Martinez-Emin V., Mandran N., 2015. Jeu-game, jeu-play, vers une modélisation du jeu. Une étude empirique à partir des traces numériques d'interaction du jeu Tamagocours, *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 22, 1, 9-44, <https://doi.org/10.3406/stice.2015.1685>.
- Sautier M., 2013. *Outils de l'adaptation des élevages herbagers au changement climatique: de l'analyse de la vulnérabilité à la conception participative de systèmes d'élevage*. Thèse de doctorat en agrosystèmes, écosystèmes et environnement, Toulouse, INPT.
- Stanitsas M., Kirytopoulos K., Vareilles E., 2019. Facilitating sustainability transition through serious games: a systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, 208, 924-936, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.157>.

Citation de l'article : Etienne R., Dernas S., Rigolot C., Ingrand S., 2024. Évaluation et ajustement chemin faisant de la mobilisation de jeux sérieux afin d'accompagner les éleveurs dans leurs changements de pratiques. *Nat. Sci. Soc.* 32, 3, 293-305. <https://doi.org/10.1051/nss/2025004>