



Revue AE&S 15-1 Nouveaux systèmes alimentaires territoriaux : Quels impacts pour l'agronomie ? Quels impacts pour les agronomes ? – juin 2025

Revue à comité de lecture et en accès libre éditée par l'Association Française d'Agronomie sous le numéro ISSN 1775-4240. Plus d'informations www.agronomie.asso.fr/aes

L'AFA est une association à but non lucratif qui publie des travaux en accès libre.

Pour soutenir cette démarche, faites connaître AE&S, adhérez à l'association et faites adhérer votre organisme et vos collègues !



ARTICLE

Traque aux stratégies innovantes de construction de chaînes de valeur d'espèces mineures pour soutenir l'adoption des cultures associées en Europe

Lene Kollmorgen, Margot Leclère*, Félipe Buendia**, Marie-Hélène Jeuffroy**

* INRAE, UMR Agronomie, ** INRAE, UMR Sayfood

Email : marie-helene.jeuffroy@inrae.fr, margot.leclere@inrae.fr

Résumé

Malgré les bénéfices agronomiques et environnementaux bien connus des cultures associées, leur développement est notamment freiné par la faible valorisation dans des filières existantes, des espèces mineures, qui les composent. Cependant, quelques chaînes de valeur intègrent des procédés de transformation d'espèces mineures pouvant être cultivées en mélanges pluri-spécifiques. L'objectif de notre étude était de repérer et d'analyser ces pratiques innovantes afin de soutenir le développement des associations en Europe. En adaptant la méthode de traque aux innovations, des entretiens ont été menés avec différents acteurs de la transformation dans quatre pays. Cinq types de stratégies de développement de chaînes de valeur ont été ainsi mis en lumière. En soulignant les liens entre production, transformation, et commercialisation d'espèces mineures, nous contribuons plus largement à la question du développement des systèmes alimentaires territoriaux.

Mots-clés : traque aux innovations, procédé de transformation alimentaire, mélange d'espèces, farine, innovation couplée

Abstract

Despite the well-documented agronomic and environmental benefits of intercropping systems, often involving minor crop species, their development is hindered by the limited integration of minor species into existing value chains. However, certain value chains have begun to incorporate processing methods for multi-species crop mixtures. This study aimed to identify and analyse these innovative practices to support the development of intercropping systems across Europe. Using an adapted innovation-tracking methodology, comprehensive interviews were conducted with various stakeholders in the processing sector across four countries. Five distinct strategies for value chain development were identified. By emphasizing the connections between production, processing, and marketing of minor crop species, this work provides valuable feedback for project leaders aiming to develop value chains that support species grown in multi-species mixtures and foster territorial food systems.

Keywords: innovation tracking, food processing, multi-species crop mixtures, flour, coupled innovation

Introduction

Les cultures associées, incluant des mélanges pluri-spécifiques de type céréales-légumineuses, présentent plusieurs avantages : réduction de l'usage des pesticides, meilleure fixation de l'azote, amélioration des rendements et de la qualité (Bedoussac et al., 2022). Cependant, ces pratiques, principalement développées en agriculture biologique (Verret et al., 2020), restent peu fréquentes en Europe. Ceci s'explique par différents freins, comme la gestion post-récolte (tri, stockage) (Bedoussac et al., 2013) ou le manque de débouchés pour des matières premières diversifiées et/ou mélangées dans les filières existantes (Lamé et al., 2015). En effet, dans les systèmes dominants, pour des raisons majoritairement économiques, les procédés industriels actuels imposent des critères normés aux matières premières, influençant ainsi la sélection des variétés, les pratiques agricoles (fortement dépendantes d'intrants), ainsi que les propriétés des produits finis (Meynard et al., 2017). Ces procédés sont peu flexibles et donc peu aptes à intégrer des matières premières diversifiées et peu homogènes, comme celles issues de cultures associées, en raison des défis de tri, de stockage, et du manque de connaissances techniques (Verret et al., 2020). De plus, des obstacles sociotechniques freinent les cultures de légumineuses et de céréales secondaires, comme une sélection lente, une logistique configurée par des économies d'échelle, et le manque de coordination entre acteurs (Meynard et al., 2018). Ainsi, des innovations coordonnées à toutes les étapes de la chaîne de valeur (ou 'innovations couplées', Meynard et al., 2017, Leclère et al., 2025) sont nécessaires pour faciliter la transition vers des systèmes agro-alimentaires durables et soutenir l'adoption des cultures associées.

La traque aux innovations est une méthode visant à repérer et analyser des innovations rares, adaptées aux conditions de la vie réelle. Elle a été mise au point pour des pratiques agricoles innovantes au champ (Salembier et al., 2021). Cet article a pour objectif d'adapter cette méthode pour (i) explorer la diversité des pratiques innovantes que des agriculteurs, artisans et acteurs industriels ont développées et mises en œuvre pour transformer les matières premières issues d'espèces mineures, cultivables en associations pluri-spécifiques, et (ii) mieux comprendre comment des acteurs se coordonnent, et développent des stratégies de construction de chaînes de valeur pour ces espèces. Cette analyse vise à proposer des connaissances utiles pour des porteurs de projets territoriaux souhaitant développer de nouvelles chaînes de valeur, valorisant les espèces mineures cultivées en mélange pluri-spécifiques.

Ce travail s'est inscrit dans le projet Européen IntercropVALUES (<https://intercropvalues.eu/>; 2022-2026), qui a pour objectif d'étudier et de créer des conditions favorables au développement des associations d'espèces. Ce projet s'organise notamment autour de la conception et la mise en œuvre de diverses innovations couplées pour créer des chaînes de valeur (modes de conduite, agro-équipements, commercialisation, transformation, et innovations organisationnelles), dans 13 cas d'études (CE) répartis sur 10 pays européens et en Afrique (<https://intercropvalues.eu/co-innovation-case-studies/#13co-innovationcasestudies>). Au sein de ces CE, une diversité d'associations sont testées pour une diversité de valorisation (principalement pain et pâtes mais également biscuits, huile, etc.) en réponse à une diversité de problématiques agronomiques (par ex. réduction des intrants, santé des sols, gestion des adventices) ou territoriales (par ex. approvisionnement de la restauration scolaire en produits issus de l'agriculture biologique).

1 Matériels et méthodes

La traque aux innovations, mobilisée dans cette étude, comporte cinq étapes, que nous avons adaptées à nos objectifs concernant l'identification de procédés de transformation alimentaire innovants et de stratégies de développement de chaînes de valeur (Figure 1).

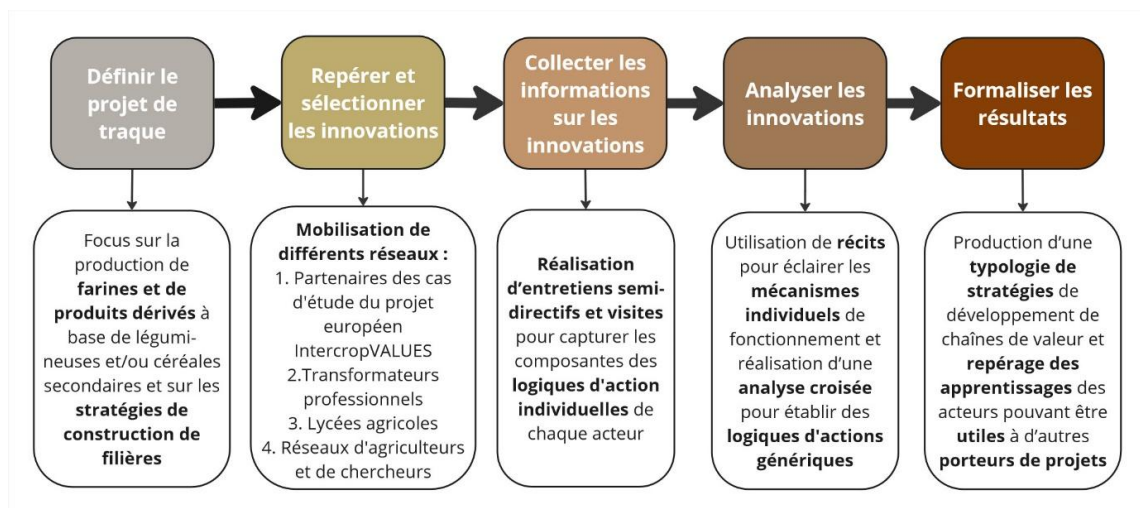


Figure 1 : Les 5 étapes communes d'une traque aux innovations selon Salembier et al. (2021) et adaptées à la question de recherche des procédés de transformation et stratégies de développement de chaînes de valeur.

Étape 1 : Définition du projet de traque

En considérant les produits alimentaires que les CE du projet européen souhaitaient développer, la traque aux innovations a été focalisée sur la fabrication de farine (mouture), et de produits dérivés comme le pain (panification), les pâtes (pastification), les pâtisseries ou les plats préparés à partir d'espèces mineures, telles que les légumineuses, les céréales secondaires (seigle, épeautre, variétés anciennes de blé, avoine) ou d'autres espèces (millet, sarrasin, sorgho). Les procédés de transformation alimentaire de ces produits ont été le point de départ de la traque, et nous avons ensuite cherché à identifier et à caractériser les diverses stratégies de construction de chaîne de valeur que les acteurs avaient pu mettre au point en interaction avec d'autres acteurs.

Étape 2 : Repérage des acteurs innovants

Pour repérer et sélectionner les acteurs innovants, nous avons mobilisé plusieurs réseaux *a priori* impliqués dans la transformation d'espèces mineures : les partenaires des CE, des artisans transformateurs professionnels (repérés sur Internet), des lycées agricoles et des réseaux professionnels incluant agriculteurs et chercheurs. Sur l'ensemble des acteurs repérés (une trentaine), seize acteurs dans quatre pays différents (8 en France, 4 en Italie, 1 en Serbie et 3 en Allemagne) ont été sélectionnés en raison du type de transformation réalisée (nous avons par exemple exclus ceux réalisant des plats à base de légumineuses), de leur statut juridique (échantillon équilibré et diversité) et de leur disponibilité et intérêt pour le projet. Ces acteurs ont été classés en trois groupes : (1) des agriculteurs réalisant des transformations à la ferme, dont 2 lycées agricoles, (2) des entreprises type « start-up » ayant développé leurs propres marques, et (3) des entreprises type « artisanale » de transformation alimentaire (Tableau 1). La plupart des acteurs transforment des espèces mineures cultivées en agriculture biologique (14/16). De plus, une majorité a investi dans des machines et équipements capables de traiter des volumes relativement petits de matières premières (< 10 t/an), produites sur leurs propres exploitations. D'autres traitent de plus gros volumes (entre 10 et 2000 t/an) provenant de la région environnante. Les clients directs de ces acteurs sont divers : des particuliers, des restaurants, la restauration collective, des transformateurs artisanaux (meuniers, boulangers et agriculteurs poursuivant la transformation et la commercialisation sur ou près de leurs exploitations) et/ou des entreprises de transformation industrielle. La plupart de ces acteurs cultivent, sur de petites surfaces à des fins expérimentales pour la production et la transformation, des mélanges incluant des légumineuses comme les lentilles (8/16) associées à de la caméline, du seigle, de l'avoine, du blé tendre ou de l'orge ou des fèves associées à de l'épeautre, du blé, de la coriandre et de la vesce (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques des acteurs innovants sélectionnés

Acteur	Type d'acteur	Type d'activité	Pays	Système de prod.	Espèces transformées	Origine MP	Produits finaux	Volumes	Débouché	Périmètre de vente	Détails des mélanges
A1	Agriculteur	Paysan-meunier	FR	CV	Lentilles, pois chiches, pois jaunes, avoine, orge, sorgho	Production de sa ferme	Farine	7 t de farine/an	Particuliers, restaurateurs, boulangeries	Régional	Pas de mélange d'espèces
A2	Agriculteur	Paysan-meunier	FR	AB	Blé, seigle, petit épeautre et grand épeautre,	Production de sa ferme	Farine	55-65 t de farine/an (30% de sa production)	Boulangeries artisanales	Régional	Lentille-cameline, Orge-pois, Féverole-petit épeautre
A3	Agriculteur	Paysan-meunier, transformateur diversifié	FR	AB	Blé, lentilles, pois chiches, millet blanc, sorgho	Production de sa ferme	Farine	30% de sa production	Particuliers, restaurateurs, boulangeries, PME de transformation	Régional	Lentille-cameline, Lin-cameline Blé-féverole
A4	Agriculteur	Paysan-meunier	IT	AB	Légumineuses (pois jaune, pois chiche, lentilles), millet, variétés anciennes de blé	Production de sa ferme	Farine et pâtes	Pas d'information	Particuliers, restaurateurs, boulangeries	Local et régional	Associations sans gluten : Féverole-coriandre, féverole-vesce, lentille-avoine, pois jaunes-avoine, lin-sarrasin
A5	Agriculteur	Paysan-meunier-boulangier-pâtisier	IT	AB	Pois chiches, lentilles, variétés anciennes de blé	Production de sa ferme	Farine et pâtes, pain	Farine 180 t/an, pâtes 130 t/an	Particuliers, boulangeries, restaurants	Régional	Céréales anciennes sous couvert (sainfoin italien)
A6	Agriculteur	Paysan-meunier-pâtisier	SB	CV, AB	Blé tendre et blé dur (mélange de blé tendre + 15% de pois en test)	Production de sa ferme, producteurs de la région	Farine et pâtes	Farine de blé tendre 1000 t/an, pâtes de blé dur 4-5 t/an	Particuliers, boulangeries, restaurants	Régional	Mélange expérimental : pois-blé tendre
B1	Agriculteur	Lycée agricole	FR	AB	Féverole (purée)	Production de sa ferme	Biscuits, tartinales, glaces, soupes	Marginaux	Particuliers	Local	Féverole-épeautre Pois-orge
B2	Agriculteur	Lycée agricole	FR	CV, AB	Légumineuses (lentilles corail, pois chiches) et de sarrasin, féverole	Production de sa ferme	Farine, grains, pâtes	Marginaux	Particuliers	Local	Lentille-cameline, lentille-blé tendre, lentille-orge de printemps, lentille-seigle, lentillon-seigle
A7	Entreprise (marque, start-up)	Moulin et usine de pâtes	IT	AB	Lentilles, pois chiches et épeautre, variétés anciennes de blé	Production sur la ferme et dans le département	Farine et pâtes	70 t/an de blé dur (pâtes), 50t/an de blé tendre (farine), petits volumes de légumineuses 15t/an (5% de leur production)	Consommateurs particuliers, artisans, restaurants	Régionale (particuliers et artisans) : 50% dans leur zone, 48% en Italie, 2% à l'étranger	Expérimentation : Lentille-blé
C1	Entreprise (marque, start-up)	Marque de produits sucrés	FR	AB	Haricot blanc	Production en Charente et sud-Ouest de la France	Cookies et moelleux à base de purée	Volumes à la demande (exemple 2t)	Grandes et moyennes surfaces, salles indoor pour viser les enfants, leurs parents et sportifs	France et Belgique	Pas de mélange d'espèces
C2	Entreprise (marque, start-up)	Meunerie spécialisée	FR	CV	Pois jaune et féverole	Production de plusieurs coopératives du département	Farine et concentrats de protéine	1700-1800t/an	Vendu en grands volumes aux entreprises IAA	France et Benelux	Pas de mélange d'espèces
C3	Entreprise (marque,	Accompagnement	FR	AB	Féverole	Production de plusieurs	Recettes à base de	2-3 t/an	Vente de savoir-faire en	France	Pas de mélange

	start-up)	R&D pour IAA				fermes de la région	farine, semoule, grains décortiqués, extrait de protéine, pâte à tartiner		transformation et approvisionnement à des grandes et petites entreprises de l'industrie agro-alimentaire		d'espèces
D1	Entreprise (marque, start-up)	Prestation (tri, nettoyage, mouture)	DE	AB	Céréales, légumineuses et cultures spéciales	Production des agriculteurs de plusieurs régions	Farine	1800t/an	Agriculteurs, particuliers, restaurateurs	Régional	Pois-cameline, pois-blé, féverole-avoine, pois-avoine
D2	Entreprise « artisanale »	Expert technique de mouture	DE	AB	Fabricant d'agrégat de mouture pour petits volumes et multi-espèces	Production des agriculteurs de plusieurs régions	Farine	Volumes variables	Meuniers, boulangers, transformateurs à la ferme	National, international	Possibilité de moudre de mélange d'espèces ensemble
D3	Entreprise « artisanale »	Boulangerie artisanale	DE	AB	Seigle, épeautre, mélanges de variétés anciennes de blé	Production dans la région	Pain	Volumes variables	Consommateurs particuliers	Local	Expérimentation avec des mélanges de farine de blé et pois
D4	Entreprise « artisanale »	Moulin artisanal	IT	CV, AB	Variétés anciennes de blé, légumineuses, millets, sarrasins	Production dans la région	Farine	500 kg/an	Agriculteurs, boulangers, restaurateurs	Régional	Féverole-coriandre, féverole-vesce, lentilles-avoine, pois jaunes-avoine, lin-sarrasin

AB : Agriculture biologique, CV : Agriculture conventionnelle, FR : France, ID : identifiant, IT : Italie, DE : Allemagne, MP : matière première, SB : Serbie

Étape 3 : Collecte d'informations sur les innovations

Des entretiens semi-directifs ont été réalisés avec les acteurs sélectionnés, afin de comprendre comment ils avaient mis au point les procédés de transformation innovants et construit leur chaîne de valeur. Plus particulièrement, nous avons mobilisé le cadre de la logique d'action pour formaliser les liens systémiques, décrits par les acteurs au cours de l'entretien, entre (i) leurs choix techniques, (ii) les caractéristiques de leur situation, qui sont déterminantes sur ces choix (espèce transformée, débouché choisi), (iii) leurs motivations, (iv) leurs critères de satisfaction et (v) les conditions de réussite.

Étape 4 : Analyse des innovations

Dans un premier temps, les données ont été analysées de manière individuelle. Pour chaque acteur enquêté, les procédés innovants mis en œuvre ont été caractérisés, pour comprendre leurs mécanismes de fonctionnement, ainsi que les stratégies de construction de chaînes de valeur associées (ou logiques d'action individuelles de construction de chaînes de valeur). En d'autres termes, au cours de cette étape, l'ensemble des actions (y compris de coordination) mises en œuvre par les acteurs pour permettre la transformation et la commercialisation d'une espèce mineure ont été analysées, ainsi que leurs motivations et les critères qu'ils utilisent pour améliorer la chaîne de valeur construite ou pour la stabiliser.

Dans un second temps, une analyse croisée des logiques d'action individuelles (différences et points communs) a été réalisée pour établir des logiques d'action génériques.

Étape 5 : Formalisation des résultats

Les résultats de l'analyse croisée ont été formalisés en 3 thèmes pour favoriser leur appropriation à la fois par les Cas d'Etude du projet IntercropVALUES, mais également par d'autres porteurs de projets alimentaires territorialisés autour des associations de culture :

- (i) La création d'une typologie de stratégies de construction de chaînes de valeur, mettant en avant les caractéristiques communes des logiques d'action individuelles,
- (ii) L'étude des dynamiques d'évolution entre ces différents types de stratégie en fonction

- (iii) des critères de satisfaction des acteurs suite à leur mise en œuvre,
L'identification de conditions de réussite à ces différentes stratégies de construction de chaînes de valeur.

Résultats

Diversité des procédés innovants repérés

Les innovations repérées portent sur trois grands types de procédés : la mouture (pour obtenir de la farine), le broyage humide (pour obtenir de la purée) et l'extraction de protéines (concentrat de protéine) (Tableau 2). Dans ce cadre, les innovations des acteurs interrogés touchent différentes catégories techniques. Certaines innovations concernent l'équipement utilisé, qui est adapté aux espèces transformées et aux produits visés (1). D'autres acteurs ont intégré une étape supplémentaire au procédé existant (2), innové dans l'agencement des unités opératoires (3) ou mis en œuvre un nouveau procédé (4).

Concernant les **innovations d'équipement** (1), un modèle innovant de moulin a été rencontré chez 6 acteurs (Tableau 2) : le moulin de type Astrié, équipé d'un ressort entre les deux meules de pierre pour pouvoir régler la pression de la meule mobile sur la meule fixe (Figure 2). La principale motivation des acteurs qui l'utilisent est la facilité d'usage pour la mouture de céréales, et la préservation des qualités du grain. De plus, les acteurs expriment qu'ils ont choisi d'utiliser ce type de moulin, car il est facilement adaptable à différentes espèces en transformation mono-spécifique, par exemple en diminuant le débit et en augmentant l'écartement des pierres pour les graines de légumineuses qui sont plus dures et grosses que les céréales. Une seconde innovation en termes d'équipement est l'utilisation d'un broyeur à impact (Tableau 2) adaptable à une diversité d'espèces (séparées ou en mélange, après nettoyage) pour des petits volumes sans émission de poussière, car la mouture et le tamisage sont intégrés dans un même espace (Treffler, 2024).

Concernant les innovations sur les procédés par **ajout d'une étape** (2), l'objectif principal est de garantir une rentabilité économique à l'espèce mineure transformée, soit en lui conférant un caractère original, soit en permettant son utilisation dans des schémas standards de production. Par exemple, une innovation repérée porte sur la réalisation d'une torréfaction des graines de céréales (d'une espèce rencontrée dans certaines associations d'espèces des cas d'étude) avant la mouture afin d'apporter un goût original pour se différencier des concurrents (Tableau 2). A l'inverse, certains acteurs ont thermisé la farine de légumineuses pour neutraliser un goût désagréable, et mieux correspondre aux standards des procédés des clients industriels (Tableau 2).

Un exemple d'innovation via **l'agencement des unités opératoires** (3) est celui de l'acteur C2, qui a conçu une chaîne de transformation pour pouvoir produire des grands volumes de concentrat de protéines à base de légumineuses, destinés à l'industrie agro-alimentaire. Pour cela, il a positionné des équipements connus, dans une configuration synergique innovante impliquant un broyeur à minéral (pas utilisé en meunerie habituellement) en amont d'un broyeur à impact et suivi d'un turbo-séparateur (Tableau 2). Un principe similaire est utilisé par l'acteur D1 pour fabriquer des petits volumes de farine très fine de légumineuses, destiné à l'usage en boulangerie et pâtisserie en mélange avec des farines de céréales (Tableau 2).

Enfin, un acteur a développé un **nouveau procédé** d'extraction de protéines par voie humide à partir de féveroles décortiquées et cuites, produisant, par exemple, un substitut moussant aux blancs d'œufs, destiné à l'industrie agro-alimentaire (Tableau 2). Son intention est de vendre le brevet du procédé afin d'accompagner ses clients industriels à utiliser la féverole dans diverses recettes, et ainsi de générer des demandes en grands volumes pour redynamiser la filière sourcée dans une production régionale.

Tableau 2 : Diversité des innovations observées dans les procédés de transformation et leur lien aux stratégies de valorisation

	Stratégie de transformation	Techniques de procédé innovant	Espèces	Motivation, satisfaction et valorisation	Acteurs
Équipement	Adaptation d'un moulin à meule de pierre traditionnelle (procédé existant) pour la mouture de céréales	<u>Mouture</u> : moulin à meule de pierre de type Astrié : déroulement lent du grain via un système de ressort pour pouvoir régler la pression de la meule mobile sur la meule fixe (moins de passages, la matière chauffe moins qu'avec la meule de pierre traditionnelle, germe et enveloppe conservé)	Céréales secondaires : épeautres, blés anciens, orge, avoine (aussi utilisée pour le blé moderne)	Modèle répandu, car facile à utiliser (un seul passage), permet l'autonomie de transformation sur la ferme en petits volumes et une valorisation de produits locaux et le procédé conserve l'ensemble des apports nutritionnels	A1, A2, A5, A7, D4, D3
	Adaptation à d'autres espèces	<u>Mouture</u> : moulin à meule de pierre de type Astrié : adaptation de réglage (débit plus lent et écartement plus grand) pour les LAG : dont les graines sont plus dures et plus grandes que des céréales	LAG : lentilles, pois chiches, millet, sorgho	Facile à utiliser (un seul passage) et adaptables à d'autres espèces que des céréales, permet l'autonomie de transformation sur la ferme en petits volumes d'espèces diversifiées et une valorisation de produits locaux	A3, A4, A7, D4
	Utiliser et investir dans un procédé existant, moins répandu	<u>Mouture</u> : Broyeur à impact pour obtenir une farine très fine : plusieurs lames de scie sont utilisées pour couper l'enveloppe et le corps d'amidon est râpé à travers du tamis via un fort flux d'air (procédé de couper - râper), lames et tamis intégrés dans un même espace pour éviter le développement de poussière	Après nettoyage : plusieurs espèces (céréales et LAG) peuvent être moulues (séparées ou ensemble)	Matériel adapté à de multiples espèces, des petites et moyennes quantités et des espaces restreints (sans poussière) pour faciliter la transformation à la ferme, dans des boulangeries et chez des petits meuniers	D1, D2
	Changer l'usage d'un procédé existant	<u>Mouture</u> : Broyeur de minéral utilisé pour broyer des LAG en semoule (pré-broyage facilite le broyage suivant en farine plus fine)	Féverole et pois jaunes	Possibilité de pré-broyer des grands volumes pour fournir l'industrie agro-alimentaire	C2
	Matériaux existants et disponibles sur place	<u>Broyage humide</u> : pour de nouvelles espèces : (chaudron de cuisson, raffineuse pour broyer finement les légumineuses cuites en purée)	Féverole	Procédé simple, habituel, sans investissement ; petits volumes (soupes), vente directe, recettes expérimentales de gâteaux, biscuits, glaces	B1
	Revenir au matériel ancien	<u>Pétrissage</u> : procédé conçu avant les années 1960, adapté aux variétés anciennes de blé (pâte à pain plus friable que celle de blé moderne, doit être travaillé délicatement)	Céréales (variétés anciennes de blé)	Simple à piloter, pour des petits volumes (boulangeries), machine adaptée aux propriétés fonctionnelles du produit intermédiaire (pâte à pain de céréales anciennes)	A5
Ajouter une étape	Innover dans une partie du procédé (ajouter une étape) simple à un procédé existant	- <u>Torréfaction</u> de farine pour apporter un goût original (A1, D1), - <u>Thermisation</u> de farine après premier broyage, pour enlever le goût désagréable (C2) - <u>Broyage humide ajouté à un procédé innovant existant</u>, créé par d'autres acteurs (en prestation) pour fabriquer de la farine de haricots précuits et décongelés, création de recettes en pâtisserie (C1)	Sorgho, orge (A1), avoine (D1), féverole, pois jaune (C2), haricot lingot blanc (C1)	Pour se différencier des produits concurrents (goût original, recettes) (A1, D1) ; Correspond aux demandes de l'IAA à avoir des produits standardisés (goût neutre, recettes diverses (C2)) ; Profiter du savoir-faire d'un acteur local innovant, vendre en circuit court à l'échelle régionale et nationale, en grands volumes (C1)	A1, C1, C2, D1

Agencement des unités opératoires	Innover dans l'agencement des unités opératoires	<u>Mouture combinée</u> : un moulin à meule de pierre, type Astrié avec un tamiseur 'plansichter', qui est habituellement associé à des moulins à cylindres (procédés dominants) (A5) <u>Mouture avec 2 broyeurs n°1</u> : (1er pour minéral et 2ème à impact) devant un turbo-séparateur dans une chaîne de transformation sans revenir en arrière dans le procédé (C2). <u>Mouture avec 2 broyeurs n°2</u> : pré- broyage (multi-crusher) et le broyeur à impact (D1)	Mélange de variétés de céréales anciennes (A5), LAG : féverole, pois jaune (C2) Multi-espèces et mélanges possibles : céréales secondaires : seigle, avoine, épeautres et LAG : lupin, féverole, pois chiche, soja, pois, chanvre, sarrasin (D1)	Pour varier les différents types de farines et les adapter à la demande des clients (A5). Obtention d'un semoule grossière, prête pour la mouture en granularité très fine suivie d'extraction de protéines (turbo-séparation) pour des grands volumes pour créer de la demande auprès des entreprises industrielles agro-alimentaires pour divers usages (C2). Obtention d'un semoule grossière, prête pour la mouture en granularité très fine (sans poussière) utilisable à petite échelle, afin d'obtenir une farine utilisable en boulangerie et pâtisserie (D1)	A5, C2, D1
Nouveau procédé	Innover dans le procédé	Extraction (humide) de protéines (procédé confidentiel)	Féverole	Vente de brevet et accompagnement des entreprises de l'IAA dans l'attente de générer des grands volumes et de redynamiser la filière régionale	C3

IAA : Industrie agro-alimentaire, LAG : Légumineuses à graines

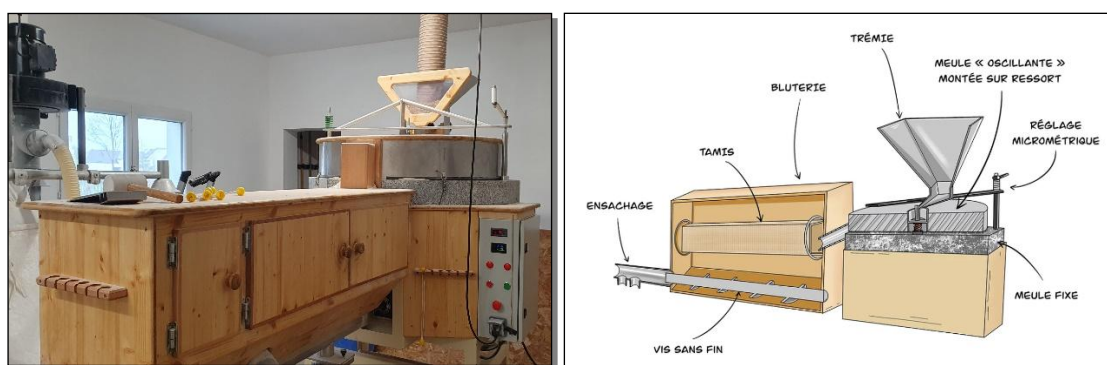


Figure 2 : Moulin à meule de pierre, type Astrié. À droite chez A2, crédit : L. Kollmorgen 2024. À gauche : schéma de moulin du même type (Ximena, 2023).

Exemple de formalisation des logiques d'action individuelles sous-jacentes à chaque chaîne de valeur

La Figure 3 représente les composantes d'une logique d'action individuelle de construction de chaîne de valeur pour un agriculteur (A2) transformant 30 % de sa production de céréales en farine. Dans cet exemple, l'agriculteur a besoin de pouvoir stocker ses grains propres pendant un an. Il a ainsi investi dans un espace de stockage et acheté un séparateur et un moulin à meule de pierre pour fabriquer de la farine de blé, seigle, petit et grand épeautre, qu'il vend à des boulangeries artisanales. Son autonomie en nettoyage et stockage de sa récolte lui permet de tester des associations de céréales (utilisées pour produire la farine) et légumineuses (grains vendus à la restauration collective). Malgré la charge de travail accrue, la valorisation économique est satisfaisante pour l'agriculteur, car il vend à proximité d'une grande ville (Paris), où se trouvent des clients nombreux à fort pouvoir d'achat. Ce type de représentation a été réalisé pour l'ensemble des acteurs et pour chaque chaîne de valeur.

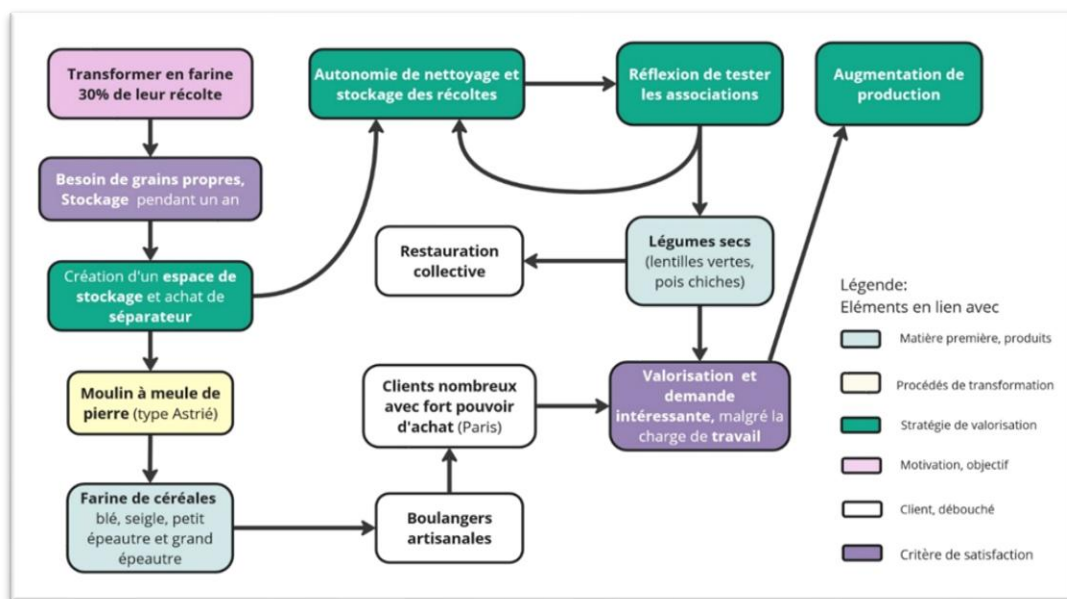


Figure 3 : Logique d'action individuelle pour un agriculteur (A2) transformant 30 % de sa production de céréales en farine : espèces et produits (vert clair), pratiques de transformation alimentaire et machines (jaune), critères de satisfaction et conditions pour une stratégie de chaîne de valeur réussie (violet), stratégie de valorisation (vert foncé), canal de distribution et débouché (blanc) et motivation (rose).

Identification de cinq types de stratégies de construction de chaînes de valeur

Par l'analyse croisée des 16 entretiens et des logiques d'action individuelles, nous avons défini cinq types de stratégies de construction de chaîne de valeur (ou logique d'action générique de construction de chaîne de valeur) (Figure 4).

Type 1 : Relocaliser (A1, A2, A3, A5, A6, A7, D1). Motivés par plus d'autonomie pour valoriser leurs productions (infrastructures industrielles inadaptées aux espèces mineures), des agriculteurs effectuent la transformation à la ferme des matières premières provenant de leur propre production, en petits volumes, avec des machines simples et flexibles. Ils vendent avec succès à de nombreux clients (boulangeries, restaurants, vente directe) proches des grandes villes, et prêts à payer un prix plus élevé pour des produits innovants locaux. Via des visites de leurs fermes, ils favorisent le développement participatif de produits (partage de recettes), et transmettent des connaissances sur les variétés et la qualité nutritionnelle de leurs produits à leurs pairs et à leurs clients. Pour réussir, ces acteurs prêtent attention au retour sur investissement de l'activité de transformation, en tenant compte du temps de travail supplémentaire, des coûts d'équipement et de la contrainte de traiter des petits volumes pour la vente locale et régionale.

Type 2 : Régionaliser via la prestation (A6, A7, C2, D1). Les agriculteurs traitent (tri, nettoyage, mouture) de grands volumes et se positionnent comme prestataires de services pour d'autres agriculteurs, prenant en charge une étape de transformation intermédiaire entre les collecteurs des produits récoltés et des transformateurs artisanaux à l'échelle régionale ou des entreprises agro-alimentaires. En partageant des expériences concernant des aspects techniques, économiques et environnementaux et leurs réseaux à différents acteurs de la chaîne de valeur (agriculteurs, transformateurs, consommateurs et acteurs publics), ils visent à créer des infrastructures régionales manquantes pour valoriser des plus grands volumes destinés à divers débouchés.

Type 3 : Déléguer pour mieux développer (A4, C1). En ayant recours à des prestataires de service pour la production, le tri et la transformation pour des raisons économiques (impossibilité d'investir dans du matériel), les acteurs se concentrent sur l'approvisionnement, le développement de

produits innovants et les activités commerciales. Ils portent ainsi une attention particulière à sensibiliser les clients aux avantages nutritionnels et environnementaux des espèces mineures (pures ou en association), ainsi qu'à la qualité de transformation (importance des partenaires compétents et fiables). Leur réussite est aussi liée à la présence de clients avertis en nutrition et à fort pouvoir d'achat près des grandes villes.

Type 4 : Accompagner les acteurs clés (B1, B2, C3). Dans ce type, les acteurs abandonnent les activités de transformation et de commercialisation de leurs produits et se positionnent sur des activités intermédiaires en collaborant avec des agriculteurs, des acteurs publics (enseignement, animation territoriale) ou industriels (vente de brevet et accompagnement R&D) afin d'explorer les possibilités de structurer des chaînes de valeur innovantes. Leur réussite est liée à la transmission de leurs connaissances en transformation, en formulation de produits et en marketing, acquises au fil des années de travail en Recherche et Développement, par l'expérimentation avec différentes espèces. Ainsi, ils concentrent leurs efforts sur la stabilisation de l'équilibre économique des acteurs de nouvelles chaînes de valeur, dont ils soutiennent les activités et sur la sensibilisation des consommateurs pour les convaincre de tester des nouveaux produits.

Type 5 : Engager les transformateurs artisanaux (D2, D3, D4). Dans ce type, des transformateurs professionnels, tels que des meuniers et des boulangers sont associés dans des réseaux professionnels pour tester des pratiques de transformation innovantes d'espèces multiples en petits volumes. Les ateliers de démonstration qu'ils développent visent à encourager les consommateurs et d'autres acteurs de la transformation indépendante à s'engager dans la transition de la transformation alimentaire pour développer des filières territorialisées et favoriser la production, la transformation et la consommation régionale d'espèces mineures. Ces acteurs acceptent d'investir du temps dans les expérimentations et la promotion de procédés et de produits innovants, dans l'objectif d'évoluer dans leurs pratiques sans déstabiliser leur équilibre économique.

Type	Pratiques et approvisionnement	Stratégie de valorisation, débouchés	Motivation	Satisfaction globale
1 Relocaliser les chaînes de valeur (A1, A2, A3, A5, A6, A7, D1)	Transformation sur la ferme d'une production locale	Produits innovants, chaînes de valeurs courtes (boulangeries, restaurants, ventre directe)	Autonomie (manque d'infrastructure adaptée), besoin de valorisation	Consommateurs nombreux à fort-moyen pouvoir d'achat
2 Régionaliser la chaîne de valeur via la prestation (A6, A7, C2, D1)	Prestation de transformation pour des producteurs régionaux	Création d'infrastructures de transformation (agriculteurs, meuniers, boulangers, restaurants, industrie agro-alimentaire)	Revitaliser une production alimentaire locale et durable	Produits et services divers pour des clients divers, début de l'activité
3 Déléguer pour mieux développer (A4, C1)	Développement de produits, approvisionnement/ vente (production locale ou rég.)	Focus sur activités d'aval, sensibilisation des consommateurs, clients	Revenues stables, éducation des consommateurs pour les bénéfices nutrition et environnement	Partenaires fiables et compétents, client à fort-moyen pouvoir d'achat
4 Accompagner les acteurs clés (B1, B2, C3)	Enseignement, impliquer des acteurs privés, public accompagnement R&D (production régionale)	Valoriser les connaissances acquises (lycées agricoles, recherche territoriale, dév. de produits et de procédés de transformation pour et avec IAA)	Aider les acteurs clés (public et industriel) à développer des infrastructures et générer de la demande	Expérience en transformation, relations avec des acteurs publics et réseau approvisionnement existant (B1, B2) Début d'activité (C3)
5 Engager les transformateurs artisanaux (D2, D3, D4)	Pratiques de transformation innovantes, mouture, boulangerie avec des matières premières diversifiées (production rég.)	Sensibiliser les transformateurs professionnels pour raccourcir les chaînes de valeur et encourager le développement des produits innovants	Encourager des artisans indépendants de maintenir /développer des activités artisanaux durables et rémunératrices	Accepter standard/innovative production, promouvoir des procédés innovants (D2,D4) Début d'activité (D3)

Figure 4 : Cinq types de stratégies de construction de chaînes de valeur, décrits par la logique d'action générique, incluant les pratiques et sources d'approvisionnement, la stratégie de valorisation et les principaux débouchés, la motivation et le niveau de satisfaction globale (vert : satisfait, jaune : expérience insuffisante)

Dynamiques d'évolution entre les stratégies de construction de chaîne de valeur

Dans l'ensemble des cinq types de stratégies de construction de chaînes de valeur, certains acteurs enquêtés étaient satisfaits, car elle fonctionnait bien dans leur contexte particulier (voir tableau 3, satisfaction globale). D'autres ont modifié leur stratégie au cours de la maturation des projets. Au cours de nos enquêtes nous avons identifié trois dynamiques d'évolution possible :

- (1) Certains acteurs (A6, A7, D1) ont acquis suffisamment d'expérience en termes de transformation à la ferme de leur production agricole et en vente directe (type 1) pour réfléchir à mettre leurs compétences agronomiques (culture d'espèces mineures, mélanges pluri-spécifiques), de traitement post-récolte (tri, stockage) et leurs réseaux de débouchés au service d'autres agriculteurs et des acteurs de la transformation comme des meuniers, boulangers, restaurateurs et aussi des entreprises de l'industrie agro-alimentaire (prestations de services, type 2).
- (2) Les deux lycées agricoles (B1, B2) ont changé de stratégie suite à une expérience non-satisfaisante : initialement de type 1, ils étaient insatisfaits à cause de débouchés insuffisants et de volumes marginaux transformés sur la ferme. Cette activité a été mise en arrêt pour privilégier les activités d'accompagnement et la transmission des connaissances acquises en enseignement, en impliquant des acteurs publics (type 4) de leur réseau professionnel, afin de travailler sur les activités de l'aval, incluant la construction de prix et de débouchés attractifs sur le territoire.
- (3) Enfin, l'acteur C3 avait initialement développé des procédés pour des produits à base de féverole et déléguait la transformation à des entreprises professionnelles (type 3). Ces prestataires ne respectaient pas ses consignes sur le procédé et les modes opératoires (recettes) et les débouchés étaient insuffisants. En conséquence, il a changé de stratégie et s'est orienté vers le type 4, afin de valoriser principalement le savoir-faire acquis pendant plusieurs années d'expérimentation à petite échelle sous forme de vente de brevet et de contrats d'accompagnement des entreprises de l'industrie agro-alimentaire.

Enseignements des acteurs : conditions de réussite des stratégies de construction de chaînes de valeur

Nous avons identifié huit conditions de réussite à la construction de chaîne de valeur, certaines étant transversales aux différents types et d'autres plus spécifiques à certains types.

- **Recherche d'un soutien technique et financier dès que possible** : Les acteurs recommandent de ne pas commencer un projet seul, mais avec l'aide d'experts en développement et formulation de produits capables de transmettre un savoir-faire technique. Des formations avec des transformateurs professionnels ont été suggérées, ainsi que l'insertion d'un temps supplémentaire pour apprendre et expérimenter avec les consommateurs et les professionnels, ou avec les agriculteurs impliqués dans la transformation alimentaire et les artisans.
- **Développement d'un marché et sensibilisation** : La recherche de clients est une activité essentielle avant d'envisager la diversification de la production (des cultures, des produits et des activités) et d'investir dans des matériels et machines de transformation. Il est essentiel de former les consommateurs (particuliers et professionnels) et de les sensibiliser sur les nouvelles espèces et produits en termes de qualité nutritionnelle et de bénéfices environnementaux, pour les encourager à changer leur mode de consommation (nouvelles saveurs, nouveaux produits).
- **Commercialisation des nouveaux produits dès que possible** : Même s'il s'agit encore d'un prototype, cela permet d'acquérir des liquidités tout en affinant progressivement le produit par la suite. Adapter la valorisation au niveau d'expérience : certains acteurs produisent et vendent leurs produits au début puis, avec l'expérience, certains vendent l'expertise acquise et proposent un soutien en R&D pour de plus grandes entreprises.

- **Diversification** : Pour s'adapter à des conditions de production incertaines et des rendements pouvant varier d'une année à l'autre, certains acteurs proposent de diversifier les espèces et les activités (production, transformation, distribution directe) pour compenser les variations de production et de rendement.
- **Utilisation des compétences disponibles** : Valoriser les réseaux et compétences existants pour encourager d'autres acteurs à s'engager dans le développement de chaînes de valeur innovantes.
- **Adaptabilité** : Pour rendre l'activité rentable, il est préférable de choisir des machines flexibles et adaptables à différentes espèces et à des volumes variés. Certains acteurs suggèrent de commencer par de petites quantités et d'augmenter progressivement l'activité, pour limiter les risques financiers (type 1, 2).
- **Réduction du nombre d'intermédiaires** : La réduction de la taille de la chaîne de valeur et particulièrement le nombre d'intermédiaires est un facteur clé pour capter la valeur ajoutée.
- **Choix de partenaires engagés** : Une considération essentielle est d'identifier des associés, partenaires et clients qui partagent une même volonté d'innovation et d'expérimentation et qui sont enthousiastes à l'idée de favoriser une transition dans le système alimentaire, tout comme les promoteurs du projet, pour soutenir les initiatives d'innovation dans la construction de la chaîne de valeur (type 3).

Discussion et perspectives

Ce travail de traque a permis d'identifier une diversité d'innovations dans l'étape de transformation d'espèces mineures, pouvant être cultivées en association. De manière similaire à ce qui a été proposé sur la transformation des systèmes agricoles notamment en lien avec les produits phytosanitaires (Estevez et al., 2000), ces innovations peuvent être conçues dans des logiques d'efficacité, de substitution ou de re-conception des procédés existants. L'étude des logiques d'action associées à ces innovations techniques ou organisationnelles, nous a conduit à (i) définir cinq types de stratégies de construction de chaînes de valeur qui sont cohérentes avec de précédents travaux sur des trajectoires de diversification en Europe (Revoyron, 2022) et (ii) lister des conditions de réussite à la construction de chaînes de valeur, également cohérentes avec ce qui a été observé pour des dynamiques d'innovation au sein de filières territorialisées (Renault et al., 2025 dans ce même numéro). Si ces connaissances pourraient contribuer à outiller des acteurs dans les territoires car elles donnent à voir des retours d'expérience analysés au prisme des logiques d'action (Quinio et al., 2022), cette première traque gagnerait toutefois à être enrichie.

En effet, si une diversité de mélanges d'espèces étaient cultivées chez les acteurs agricoles enquêtés, globalement, très peu d'entre eux transformaient effectivement les matières premières issues de ces associations d'espèces, à part de manière expérimentale. De plus, le focus sur la mouture, la farine et ses dérivés a pu limiter l'identification d'innovations dans d'autres produits et procédés. Enfin, étudier plus précisément les coordinations au sein des collectifs impliqués dans la transformation et chez les acteurs offrant des services (types 2 et 4) pourrait permettre de mettre en évidence la conception d'innovations couplées entre secteurs agricole et alimentaire lors des dynamiques de construction de chaînes de valeur (Brun et al., 2021 ; Meynard et al., 2017).

Du point de vue méthodologique, en proposant d'adapter la traque aux innovations en ferme à un nouvel objet (les procédés de transformation), cette étude témoigne que les approches, méthodes et outils de l'agronomie-système peuvent être pertinents pour travailler à l'échelle des systèmes alimentaires dans une perspective de soutenir leur transition, à condition de les adapter aux situations d'usage.

Remerciements

La présente étude a été financée par l'Union européenne et soutenue par le Conseil européen de la recherche dans le cadre du programme de recherche et d'innovation Horizon Europe de l'Union européenne, dans le cadre d'IntercropVALUES, numéro de subvention 101081973. Les opinions et points de vue exprimés sont toutefois ceux de l'auteure uniquement et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou de l'Agence exécutive européenne pour la recherche (REA). Ni l'Union européenne ni la REA ne peuvent en être tenues responsables. Ce travail contribue à la dynamique du réseau IDEAS.



Funded by
the European Union

Bibliographie

- Bedoussac, L., Lisa, A., Elina, D., Salembier, C., & Jeuffroy, M.-H. (2022). *DE LA THÉORIE À LA MISE EN PRATIQUE DES MÉLANGES D'ESPÈCES : Re-concevoir les systèmes de culture européens avec des mélanges d'espèces*.
- Bedoussac, L., Triboulet, P., Magrini, M.-B., G., R., D., F., & Corre-Hellou, G. (2013). Conséquences de l'introduction des cultures associées dans les filières. Analyse du point de vue des agriculteurs et des coopératives. *Innovations agronomiques*, 32, 199-212.
- Estevez, B., Domon, G., & Lucas, E. (2000). Le modèle ESR (efficacité-substitution-reconceptualisation), un modèle d'analyse pour l'évaluation de l'agriculture durable applicable à l'évaluation de la stratégie phytosanitaire au Québec. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 41, 97-104.
- Lamé, A., Jeuffroy, M.-H., Pelzer, E., & Meynard, J.-M. (2015). Les agriculteurs sources d'innovations : Exemple des associations pluri-spécifiques dans le grand Ouest de la France. *Agronomie, Environnement & Sociétés*.
- Leclère, M., Salembier, C., Casagrande, M., Revel, A., Meynard, J.-M., Navarrete, M., 2025. Innovation couplée : Définition. Dictionnaire d'agroécologie. <https://doi.org/10.17180/r90v-1zwv>
- Meynard, J.-M., Jeuffroy, M.-H., Le Bail, M., Lefèvre, A., Magrini, M.-B., & Michon, C. (2017). Designing coupled innovations for the sustainability transition of agri-food systems. *Agricultural Systems*, 157, 330-339. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2016.08.002>
- Quinio, M., Guichard, L., Salazar, P., Détéienne, F., & Jeuffroy, M.-H. (2022). Cognitive resources to promote exploration in agroecological systems design. *Agricultural Systems*, 196, 103334. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2021.103334>
- Revoyron, E. (2022). *Des leviers pour accompagner les trajectoires de diversification des cultures dans les exploitations agricoles et les territoires. Cas de trois régions européennes* [These de doctorat, université Paris-Saclay]. <https://theses.fr/2022UPASBo44>
- Salembier, C., Segrestin, B., Weil, B., Jeuffroy, M.-H., Cadoux, S., Cros, C., Favrelière, E., Fontaine, L., Gimaret, M., Noilhan, C., Petit, A., Petit, M.-S., Porhiel, J.-Y., Sicard, H., Reau, R., Ronceux, A., & Meynard, J.-M. (2021). A theoretical framework for tracking farmers' innovations to support farming system design. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(5), 61. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00713-z>
- Treffler. (2024). Moulin commercial et à grains complets | Mühlomat Treffler. <https://www.treffler.net/fr/technique-de-mouture/produits/mulhomat/>
- Verret, V., Pelzer, E., Bedoussac, L., & Jeuffroy, M.-H. (2020). Tracking on-farm innovative practices to support crop mixture design : The case of annual mixtures including a legume crop. *European Journal of Agronomy*, 115, 126018. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126018>
- Ximena, J.-M. (2023). 2023 : Comparateur Moulin à meules de pierre Vs Moulin Astrié. Astreïa. <https://www.moulin-astreia.com/post/comparateur-moulin-a-meules-de-pierre-vs-moulin-astrie>



Les articles sont publiés sous la licence Creative Commons 2.0. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.