

Mémoire

présenté par

Lucie Bodey

Master Agros sciences, Environnement, Territoires, Paysage, Forêt

Parcours « De l'Agronomie à l'Agroécologie »

Le tri : une diversité de pratiques pour cultiver et valoriser des associations d'espèces

Étude de cas et propositions notionnelles

Pour l'obtention du diplôme de

Master Agros sciences, Environnement, Territoires, Paysage, Forêt

Encadrante de stage : Chloé Salembier (UMR SAD-APT) et Annabelle Revel (FN CUMA)

Enseignante tutrice du stage : Elodie Yan

Soutenu le 31 août 2026

Engagement de non plagiat

① Principes

- Le plagiat se définit comme l'action d'un individu qui présente comme sien ce qu'il a pris à autrui.
- Le plagiat de tout ou parties de documents existants constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée
- Le plagiat concerne entre autres : des phrases, une partie d'un document, des données, des tableaux, des graphiques, des images et illustrations.
- Le plagiat se situe plus particulièrement à deux niveaux : Ne pas citer la provenance du texte que l'on utilise, ce qui revient à le faire passer pour sien de manière passive. Recopier quasi intégralement un texte ou une partie de texte, sans véritable contribution personnelle, même si la source est citée.

② Consignes

- Il est rappelé que la rédaction fait partie du travail de création d'un rapport ou d'un mémoire, en conséquence lorsque l'auteur s'appuie sur un document existant, il ne doit pas recopier les parties l'intéressant mais il doit les synthétiser, les rédiger à sa façon dans son propre texte.
- Vous devez systématiquement et correctement citer les sources des textes, parties de textes, images et autres informations reprises sur d'autres documents, trouvés sur quelque support que ce soit, papier ou numérique en particulier sur internet.
- Vous êtes autorisés à reprendre d'un autre document de très courts passages in extenso, mais à la stricte condition de les faire figurer entièrement entre guillemets et bien sur d'en citer la source.

③ Sanction

En cas de manquement à ces consignes, le département SIAFEE se réserve le droit d'exiger la réécriture du document, dans ce cas la validation de l'Unité d'Enseignement ou du diplôme de fin d'études sera suspendue.

④ Engagement

Je soussigné (e) Lucie Boduez

Reconnaît avoir lu et m'engage à respecter les consignes de non plagiat

A St Lambert s/ Dive le 13 août 2026

Signature :



Résumé

Le développement des cultures associées, en tant que méthode de diversification, est un levier majeur de la transition agroécologique des systèmes agricoles. Néanmoins, l'adoption de cette pratique reste encore limitée, compte tenu de verrouillages systémiques à son développement. En particulier, pour soutenir la diffusion de cette pratique, plusieurs travaux soulignent l'importance de s'intéresser aux agroéquipements et notamment aux matériels de tri utilisés pour la séparation des espèces.

Ce travail propose d'étudier les usages par des agriculteur·rices de systèmes de tri pour cultiver et valoriser des associations d'espèces destinées à l'alimentation humaine. Au travers d'une étude de 7 cas, combinant entretiens avec des agriculteurs et des salariés, responsables ou usagers de trieurs, ce travail a permis d'instruire trois champs de résultats.

1/ Après avoir proposé une définition de la notion de *système de tri*, nous avons décrit six systèmes ainsi que des modalités de leur agencement dans les exploitations étudiées. 2/ En nous focalisant sur les systèmes de tri en Cuma, nous avons ensuite renseigné la diversité des usages et des usagers de chacun, pour éclairer leur adaptabilité. 3/ Enfin, nous avons construit trois idéaux-types de logiques de recours aux systèmes de tri pour cultiver des associations d'espèces destinées à l'alimentation humaine.

Ce travail exploratoire montre la diversité des pratiques de tri et leurs logiques, adaptées à différentes pratiques culturales et débouchés. Il révèle différents itinéraires de gestion de la qualité des grains dans lesquels l'usage de trieurs joue un rôle clé. Notre étude ouvre des perspectives de recherches sur l'usage de trieurs pour la pratique des associations d'espèces, et pour l'accompagnement des agriculteur·rices dans sa mise en place dans une diversité de situations.

Mots clés : cultures associées ; systèmes de tri ; Cuma ; étude des pratiques ; itinéraires de gestion de la qualité des grains

Abstract

The development of intercropping (or crop mixtures), as a diversification method, is a major lever for the agroecological transition of farming systems. However, the adoption of this practice remains limited due to systemic lock-ins affecting its development. In particular, to support the spread of this practice, several studies highlight the importance of examining agricultural equipment, notably the grain sorting and cleaning machinery used for species separation.

This study examines farmers' uses of grain sorting systems for cultivating and processing intercropped species intended for human consumption. Based on a 7-case study combining interviews with farmers, employees, managers, and operators of grain sorters, this work yields three main findings:

1/ After proposing a definition for the concept of a "sorting system", we describe six distinct systems as well as their spatial and operational layout within the studied farms. 2/ By focusing on sorting systems within machinery cooperatives (Cuma), we document the diversity of uses and users for each system to highlight their adaptability. 3/ Finally, we establish three ideal types representing the rationales behind relying on sorting systems to grow crop mixtures for human food.

This exploratory work demonstrates the diversity of grain sorting practices and their underlying rationales, adapted to different cropping practices and market outlets. It reveals various grain quality management pathways in which the use of sorters plays a key role. Our study opens up research perspectives on the use of grain sorters for intercropping, as well as on supporting farmers in adopting this practice across a diversity of farming contexts.

Key words : intercropping ; sorting systems ; machinery cooperatives ; farmers' practices ; grain quality management pathways

Remerciements

Mes premiers remerciements vont à mes encadrantes, Chloé Salembier et Annabelle Revel. Un grand merci à vous deux de m'avoir fait confiance pour ce projet et de m'avoir accompagné pendant ces six mois. Toujours disponibles pour m'aider et de bons conseils, vous avez été des encadrantes formidables. Merci pour nos moments passés ensemble qui ont permis d'aboutir à ce travail et m'ont donné envie de poursuivre mon parcours en recherche.

Merci aux membres du comité de suivi du stage, Laurent Bedoussac, Esther Fouillet, Nassim Hamiti, Mourad Hannachi et Hadrien Pham, qui ont accompagné ce travail de recherche en suivant régulièrement mes avancées et m'ont encouragé dans ma réflexion grâce à leurs précieuses recommandations.

Merci à l'UMR SAD-APT de l'INRAE pour son accueil, aux membres de la direction et de la gestion d'unité qui font un super travail pour nous accueillir dans les meilleures conditions. Merci à tous les membres de l'unité avec qui j'ai échangé et qui m'ont partagé avec passion leur quotidien dans la recherche. Mention spéciale à mes collègues stagiaires avec qui j'ai partagé ma passion pour les plantes, une compétition de pronostics sur le foot et des dégustations farfelues.

Merci à toutes les personnes du Réseau Cuma qui m'ont aidé à m'y retrouver dans la structure de réseau fédératif et surtout à trouver les informations nécessaires à la réalisation de mes enquêtes. Tout particulièrement à la FN Cuma pour son accueil dans ses locaux lors de mes journées de travail avec Annabelle et à la FR Cuma Ouest et aux partenaires du projet Opti-Asso pour leur partage de connaissances autour du tri.

Enfin, mille mercis aux agriculteurs et salariés de Cuma rencontrés au cours de ces six derniers mois sans qui ce mémoire n'aurait pas la même consistance. Vous m'avez beaucoup appris et accordé de votre temps, que l'on sait précieux. J'ai une pensée particulière pour les agriculteurs dont les cultures ont souffert de conditions météo particulièrement sévères cette année qui nous rappellent la résilience que requiert votre métier. Votre bienveillance face à mes lacunes et le partage de votre passion pour ce métier ont fait de cette étude une expérience professionnelle et humaine mémorable.

Table des matières

Résumé / Abstract.....	2
Remerciements	3
1. Introduction : s'intéresser aux pratiques de tri pour soutenir l'appropriation des associations d'espèces	5
1.1. Origine du sujet de stage	5
1.2. Enjeux sociétaux et scientifiques.....	5
1.3. Construction de la question de recherche	8
2. Cadre conceptuel	9
3. Méthode : une étude de cas multiple.....	10
3.1. Construction du panel de cas	10
3.2. Méthode de collecte des données	11
3.3. Méthode d'analyse des données selon 3 axes	12
4. Résultats	14
4.1. Diversité des systèmes de tri rencontrés et modalités de leur agencement dans les exploitations 14	
4.1.1. Caractérisation de 6 systèmes de tri contrastés	14
4.1.2. Modalités d'agencement des systèmes de tri dans les exploitations	18
4.2. Diversités des usages et usager·ères dans des systèmes de tri en Cuma	19
4.2.1. Des systèmes de tri en Cuma spécialisés ou multi-usages.....	21
4.2.2. La polyvalence des systèmes de tri en Cuma pour les associations d'espèces.....	21
4.2.3. Des systèmes de tri en Cuma adaptés à leurs usager·ères.....	22
4.3. Idéaux-types de logiques de recours aux systèmes de tri pour cultiver des associations d'espèces destinées à l'alimentation humaine.....	23
4.3.1. Le système de tri, clé de voûte de la production et valorisation d'1 culture à haute valeur sociale ou patrimoniale.....	23
4.3.2. Le système de tri pour être en mesure de cultiver des associations d'espèces et de les transformer	26
4.3.3. Vendre à un bon prix grâce au système de tri	28
5. Discussion	30
5.1. Défricher un champ de recherche : l'usage des trieurs pour la pratique des associations d'espèces 30	
5.2. Avancées notionnelles et méthodologiques pour aborder un nouvel objet d'étude	31
5.3. Focus sur les Cuma : leurs caractéristiques et rôles pour un tri en collectif	31
5.4. Perspectives de recherche et pour l'action	32
6. Conclusion.....	34
Bibliographie.....	35
Annexes	38

Ce mémoire a été rédigé dans le cadre de mon stage de fin d'études réalisé à l'UMR SAD-APT et a été financé par le projet IntercropVALUES dont l'implication a rendu possible la concrétisation de cette étude.

1. Introduction : s'intéresser aux pratiques de tri pour soutenir l'appropriation des associations d'espèces

1.1. Origine du sujet de stage

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet IntercropVALUES¹ (2022-2026), un programme multidisciplinaire et multi-acteur·rice, financé par l'Union Européenne. Ce projet rassemble 27 organisations, issues de 15 pays dans l'objectif d'identifier les avantages des associations de cultures pour concevoir et gérer des systèmes de cultures diversifiés, résilients, productifs, respectueux de l'environnement, et adaptés aux agriculteur·rices et aux acteur·rices des filières de production (IntercropVALUES, 2026). Ce stage s'insère en continuité de travaux déjà menés dans le cadre de ce projet. D'abord, par Esther Fouillet en 2023, sur l'identification d'une diversité de logiques de gestion des agroéquipements pour les associations d'espèces (Fouillet et al. 2026). Puis par Hadrien Pham en 2024 (Pham 2024), sur les trajectoires de conception de parcs d'agroéquipements par les agriculteur·rices au cours de l'appropriation de la pratique des associations d'espèces. La thématique du tri des associations, identifiée comme centrale à l'issue de ces deux études, et le constat d'un manque de connaissances sur ce sujet ont donné lieu à l'élaboration de ce stage.

D'autres projets menés par le réseau Cuma, à l'instar des projets Tri'AGE² et plus récemment Opti-Asso³, soulignent l'intérêt pour les Cuma de mieux connaître les agroéquipements utiles à la pratique des associations d'espèces, et dans l'optique de créer et valoriser de nouvelles références sur le semis, la récolte et le tri des cultures associées.

1.2. Enjeux sociétaux et scientifiques

La nécessité d'une transition agroécologique (TAE) des systèmes agri-alimentaires est aujourd'hui promue par de nombreux scientifiques (ex : IPES Food, 2016), acteur·rices de la société civile (ex : FADEAR, Via Campesina) et pouvoirs publics (ex : European Green Deal, 2020). En particulier, les impacts agri-environnementaux et sociaux de la spécialisation des exploitations agricoles et des territoires, aujourd'hui largement démontrés (Meynard et al. 2013), appellent à une diversification des cultures, présentée comme l'une des conditions de la TAE. Définie comme l'augmentation du nombre d'espèces cultivées, dans le temps et dans l'espace, elle renforce la résilience des espaces agricoles en favorisant la biodiversité, en améliorant la qualité de l'eau et la qualité du sol par exemple (Vialatte et al. 2025).

Les associations d'espèces sont une des méthodes de diversification. Différents travaux ont montré que ces associations présentent divers avantages parmi lesquels : i) une meilleure utilisation des ressources (lumière, eau, nutriments) lorsque les architectures des espèces sont complémentaires

¹ Projet IntercropVALUES : <https://intercropvalues.eu/>

² Projet Tri'AGE : <https://ouest.cuma.fr/triage-autonomie-groupes-echanges/>

³ Projet Opti-Asso : <https://ouest.cuma.fr/opti-asso/>

et associées à différentes niches écologiques, ii) une hausse des rendements et de leur stabilité, iii) une plus grande résilience aux bio-agresseurs (ex : aux maladies en rendant plus difficile la diffusion des spores, aux ravageurs en perturbant leurs déplacements dans le couvert et aux adventices en couvrant mieux le sol) permettant de réduire l'usage de pesticides et iv) l'obtention de taux de protéines plus élevés sur céréales, avec une meilleure disponibilité de l'azote en association avec des légumineuses (Pelzer et al. 2014 ; Bedoussac et al. 2015 ; Yan et al. 2025 ; Vialatte et al. 2025). Les cultures associées peuvent être conduites de deux manières : soit toutes les espèces cultivées sont récoltées, soit une espèce seulement, tandis que les autres assurent une fonction dite de « plantes de service » (ex : les couverts végétaux) (Gardarin et al. 2022). Par ailleurs, les cultures destinées à être récoltées ont des débouchés variés. Elles peuvent servir à la production de semences de fermes, à l'alimentation animale (en grain ou en fourrage) ou à l'alimentation humaine (Pelzer et al. 2014 ; Verret et al. 2020). L'analyse qui suit portera sur les associations où au moins deux espèces sont récoltées et dont au moins une est destinée à l'alimentation humaine.

Cette technique, en dépit de ses avantages, peine à s'ancrer dans les pratiques des agriculteur-rices (Meynard et al. 2018 ; Magrini et al. 2016 ; Vialatte et al. 2025). La notion de verrouillage socio-technique éclaire ce paradoxe. Elle est définie par Meynard et al. (2013) comme un ensemble de mécanismes d'auto-renforcement qui se créent autour d'une situation. Plus un système est adopté, plus il devient attractif et performant, du fait de ces mécanismes d'auto-renforcement liés à des effets de réseau, d'apprentissage, de norme ou à des économies d'échelle. Il apparaît ainsi qu'un phénomène de dépendance au sentier s'installe autour du verrouillage (Meynard et al. 2018 ; Cholez et Magrini 2014 ; Bedoussac 2018 ; Lucas et Gasselin 2016). Dès lors, les systèmes innovants, qui nécessitent une évolution de l'organisation des systèmes en place, sont écartés. Ainsi, « l'adoption de modes de production agricoles alternatifs, tels que ceux fondés sur une plus grande diversification, se heurte à une organisation très structurée des systèmes productifs, agricoles et agro-industriels » (Meynard et al. 2013). Ce verrouillage fait écho aux difficultés que rencontrent les agriculteur-rices pratiquant les associations d'espèces (Verret et al. 2020).

Différentes difficultés propres à la conduite des associations d'espèces ont été identifiées dans la littérature. Les agriculteur-rices identifient par exemple des manques de références sur le semis (choix des variétés, densité de chaque espèce, taille de graine et profondeur d'enfouissement), sur la récolte (architecture et dates de maturité différentes) et sur le tri des espèces cultivées en association (Bedoussac 2018 ; Pelzer et al. 2014 ; Fouillet et al. 2026). Aussi, l'adaptation des agroéquipements à la pratique de associations d'espèces est également présentée comme une difficulté (Morel et al., 2020). En effet, la majorité des agroéquipements conçus actuellement par l'agro-industrie sont standardisés et destinés à être utilisés dans le système agricole dominant, c'est-à-dire, dans des exploitations agricoles cultivant un nombre restreint de cultures (en monospécifique), sur de grandes surfaces, souvent en ayant recours aux intrants de synthèse (Salembier et al. 2020). Cette thématique a aussi été longtemps absente des travaux de recherche, mais connaît, grâce à des études récentes, un nouvel intérêt (Pham 2024 ; Fouillet et al. 2026). Un enjeu majeur réside dans la compréhension des usages et intérêts des agriculteur-rices en termes d'agroéquipements pour la mise en place de pratiques agroécologiques, et notamment d'associations d'espèces. Une compréhension plus fine de ces usages permettrait de voir comment les agroéquipements peuvent devenir des leviers de changements de pratiques. Les études menées par Fouillet et al. (2026) et Pham (2024) dans le cadre du projet IntercropVALUES, relient la pratique des associations d'espèces des agriculteur-rices aux agroéquipements qu'elle nécessite. Les agroéquipements neufs, construits par les fabricants, peuvent

être inadaptés à ces pratiques et aux situations de leur usage. Des agriculteur·rices développent eux-mêmes des alternatives, au travers d'activités d'auto-construction ou de bricolage du matériel existant, en ayant souvent recours à des procédés low-tech ou à des plans en libre accès (à l'instar de ce que propose l'Atelier Paysan). Ces méthodes sont un moyen, pour les agriculteur·rices, de faire face aux difficultés que peut représenter la conduite de cultures associées. Par ailleurs, comme le montrent les travaux de Fouillet et al. (2026) et Pham (2024), l'itinéraire technique appliqué aux associations de cultures nécessite parfois une diversité d'agroéquipements spécifiques : pour mélanger les semences, pour le semis, pour la récolte et pour le tri des grains. Au travers d'une traque aux innovations, Fouillet et al. (2026) a proposé une catégorisation des logiques de gestion des équipements des agriculteur·rices pour les associations d'espèces. En analysant les modalités de semis d'une part, et les modalités de récolte et de tri d'autre part, ses résultats mettent en avant trois logiques différentes des agriculteur·rices, révélant l'importance de la re-conception du matériel à leur disposition, le rôle clé du choix des espèces et l'influence des ressources présentes localement. Le mémoire de Pham (2024), met en lumière une co-évolution de la pratique des associations et des parcs d'agroéquipements des agriculteur·rices. Ainsi, les modalités de conduite des cultures associées sont liées aux évolutions des agroéquipements, et réciproquement. Les agriculteur·rices, en élaborant conjointement de nouvelles pratiques culturales et de nouveaux outils, mettent en œuvre des « innovations couplées » et trouvent eux-mêmes les leviers leur permettant de travailler dans des situations souvent qualifiées d'impasses techniques (Salembier et al. 2020, Malanski et al. 2026). Ces études sur les liens spécifiques entre associations d'espèces et agroéquipements, en mettant en évidence les logiques d'action des agriculteur·rices, éclairent des leviers pour l'agroécologie jusqu'alors méconnus. Cependant, ils n'abordent que partiellement les enjeux associés au tri et ne permettent pas une vision complète des difficultés associées à ces pratiques.

La question du tri, centrale dans les associations d'espèces, constitue souvent un blocage dans le changement de pratiques (Bedoussac et al. 2013 ; Cholez et Magrini 2014 ; Pelzer et al. 2014 ; Pham 2024 ; Fouillet et al. 2026). Elle introduit des contraintes supplémentaires comme un coût additionnel, des contraintes logistiques et implique des précautions particulières dans la conduite de la culture et à la récolte (Bedoussac 2018). Plusieurs travaux indiquent qu'il existe une diversité d'options pour trier et que ces dernières dépendent des ressources présentes localement (Fouillet et al. 2026) et de l'exigence imposée par les débouchés. Selon Bedoussac (2018), les coopératives agricoles ont une logistique adaptée au traitement des cultures associées mais, dans les faits, certaines refusent les associations ou facturent le tri à l'agriculteur·rice à un prix élevé, ce qui peut dissuader leur mise en place (Pelzer et al. 2014). La propriété individuelle d'un trieur est la méthode qui assure le plus d'autonomie mais c'est un investissement coûteux à l'échelle d'une exploitation. Le trieur en collectif apparaît, pour de nombreux·ses agriculteur·rices, comme une solution intéressante. L'acquisition d'un trieur en Cuma permet par exemple de disposer de matériel performant, de réduire les coûts d'investissement et de rentabiliser l'usage du matériel (Cholez et Magrini 2014 ; Pelzer et al. 2014). Les Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole (Cuma), ont été créées en 1945 dans le but de faciliter l'accès au machinisme agricole de toutes les exploitations. Elles impliquent près d'un agriculteur·rice sur deux et permettent non seulement le partage d'agroéquipements mais également de main d'œuvre, de salarié·es et de bâtiments.

L'usage collectif de trieurs en Cuma pourrait être un levier à l'appropriation des pratiques d'associations d'espèces. En effet, l'adhésion à une Cuma, en permettant aux agriculteur·rices d'accéder à du matériel spécifique et en leur offrant la possibilité de partager leurs expériences entre

pairs, peut encourager le développement de pratiques agroécologiques (Lucas et Gasselin, 2019). Plus qu'une structure permettant de partager un parc d'agroéquipement, les Cuma sont aujourd'hui des lieux de coopération, des espaces de rencontre entre agriculteur·rices et de partage d'expériences et de connaissances, intégrés dans un réseau plus vaste de coopération de proximité (Capitaine et al. 2008 ; Lucas et Gasselin 2018).

Ainsi, ces structures coopératives mettent en avant l'idée que l'agriculteur·rice appartient à « un système dans lequel il se détermine, mais aussi que, par ses actions, il détermine : ce système est appelé le système social local » (Jannot et Vaquie 1997). Cela contribue à dessiner ce que Landais et al. (1988) appelaient « l'espace social des pratiques », c'est à dire, un espace dans lequel l'innovation - donc la différenciation - est très contrôlée socialement et où l'évolution des pratiques d'un·e agriculteur·rice va favoriser leur diffusion auprès de ses pairs. L'étude des pratiques des agriculteur·rices est une façon d'analyser qualitativement les techniques agricoles. Cette approche, conceptualisée notamment par Landais et al. (1988), considère « les agriculteurs et les agricultrices comme "décideurs et acteurs" » et « s'intéresse de manière privilégiée aux pratiques agricoles, c'est-à-dire à la manière dont les techniques sont concrètement mises en œuvre dans le contexte de l'exploitation, mais aussi dans celui d'une société locale, caractérisée par son histoire, son territoire, son fonctionnement ». Ainsi, le/la chercheur·euse est amené·e à se demander ce que fait l'agriculteur·rice, comment il/elle le fait, quels sont les résultats de ses actions et pourquoi il/elle les réalise. Mais il convient aussi d'intégrer dans cette réflexion la dimension collective des pratiques, en tant qu'objet social, qui peut couvrir des activités gérées de manière collective à différentes échelles (Landais et al. 1988).

Les recherches récentes sur les cultures associées se sont souvent centrées sur leurs performances agronomiques (Corre-Hellou 2012 ; Bedoussac 2018). Les travaux sur les pratiques sont plus rares (Verret et al. 2020). Le tri, bien qu'étant une étape indissociable de cette pratique et une condition nécessaire à la valorisation des graines en alimentation humaine, reste peu étudié. Nous proposons de nous intéresser au tri via l'étude des pratiques des agriculteur·rices, des agroéquipements de tri qu'ils utilisent et à leur usage collectif, dont l'intérêt a été mis en avant par plusieurs études (Yan et al. 2025 ; Lucas et Gasselin 2016). De fait, le lien entre le développement des associations d'espèces et les agroéquipements de tri partagés n'a jamais été au cœur d'un travail de recherche et l'objectif de cette étude est d'en dresser une première analyse.

1.3. Construction de la question de recherche

Nous avons fait le choix d'affiner la question de recherche de manière participative, pour que l'étude menée rencontre les intérêts de scientifiques et d'acteur·rices de terrain, potentiel·les usager·ères des résultats. La question de recherche découle d'une série de dix entretiens exploratoires d'environ une heure avec des personnes ayant travaillé, de plus ou moins près, sur le tri des cultures associées, en tant que chercheur·euse, salarié·e du réseau Cuma ou d'autres structures de conseil. L'objectif de ces entretiens était de renseigner la diversité des pratiques de tri, d'identifier des cas précis, d'éclairer les motivations des groupes d'agriculteur·rices à investir collectivement dans le tri et de documenter les attentes des personnes rencontrées en termes de production de connaissances et de formats de valorisation des résultats. A ces retours se sont ajoutées une étude bibliographique et

de littérature grise sur le tri en collectif des cultures associées pour identifier un scénario d'intérêt à la fois scientifique et pratique pour le réseau Cuma.

Cette étude propose de répondre à la question suivante « **Quels sont les usages des systèmes de tri par des agriculteur-rices pour cultiver et valoriser des associations d'espèces pour l'alimentation humaine ?** ». Pour cela, plusieurs approches ont été retenues.

Dans un premier temps, nous étudierons « Quels sont les systèmes de tri mobilisés par les agriculteur-rices et comment les agencent-ils dans leurs exploitations pour différentes finalités ? ». Avant de s'intéresser au trieur en collectif, il est important de voir en quoi le tri fait système, quels sont les systèmes de tri que mobilisent les agriculteur-rices et comment cela leur permet de répondre à des débouchés différents. Le but est de définir un cadre d'analyse des situations enquêtées (ex : qu'est-ce qu'un système de tri ?) pour poser un regard sur les pratiques des agriculteur-rices tout en affinant notre connaissance du tri des cultures associées pour l'alimentation humaine tel que pratiqué par les agriculteur-rices.

Dans un second temps, nous étudierons « De quelles manières et à quelles conditions les systèmes de tri en Cuma permettent-ils de répondre à une diversité d'usages et d'usager-ères ? ». En regardant ici les cas sous l'angle du ou des trieurs de la Cuma on cherche à comprendre quelle diversité d'usages et d'usager-ères ils permettent et à quelles conditions cette diversité est rendue possible. L'objectif est de renseigner, à partir des situations rencontrées, la diversité autour des agroéquipements de tri en Cuma afin d'appuyer l'activité de conseil du réseau Cuma.

Dans un troisième temps, nous analyserons « Quelles sont les logiques de recours aux systèmes de tri pour cultiver des associations d'espèces destinés à l'alimentation humaine ? ». Il ressort de l'échantillon constitué que certains cas présentent des logiques similaires en ce qui concerne le recours au tri. L'intérêt de nommer et décrire ces différentes logiques est de mieux comprendre les motivations des agriculteur-rices à l'usage de trieurs pour la mise en place de cultures associées pour l'alimentation humaine afin d'accompagner des changements de pratiques en considérant la singularité des personnes et situations.

2. Cadre conceptuel

Pour répondre à ces questions, nous mobilisons un ensemble de concepts et notions issus de l'agronomie. D'abord en s'intéressant aux associations d'espèces, définies par Willey (1979) comme la « culture simultanée de deux espèces ou plus sur une même parcelle pendant une période significative de leur cycle de croissance mais sans nécessairement être semées et récoltées au même moment ». Puis en choisissant d'étudier les pratiques des agriculteur-rices en continuité des travaux de Landais et al. (1988) et plus particulièrement en renseignant les logiques d'actions des agriculteur-rices conceptualisées par Salembier et al. (2024). Cette notion qui renvoie à « la formalisation, par l'agronome, du sens que donnent des agriculteur-rices à leurs actions dans leurs situations » est un concept intéressant pour l'étude des pratiques. En effet, il permet de rendre compte de la manière dont les agriculteur-rices expliquent les relations systémiques entre leurs pratiques, ce qui les motive dans le choix de ces pratiques, les situations dans lesquelles ils/elles agissent, les résultats qu'ils/elles en attendent et leur degré de satisfaction (Salembier et al. 2024 ; Salazar et al. 2025 ; Fouillet et al. 2026).

Toutefois, le manque de travaux consacrés au tri a rendu nécessaire la formalisation de notions permettant l'analyse de notre objet d'étude. La notion de « système de tri » a été construite de manière inductive à partir de l'analyse de données et face au besoin de nommer des fonctionnements particuliers décrits dans la littérature grise ou lors des entretiens. Ainsi, nous proposons de considérer qu'un système de tri (Figure 1) se réfère aux relations entre i) des dimensions matérielles, des agroéquipements (ex : caractéristiques techniques, localisation, propriété, fonctions), ii) des dimensions d'usage, en référence aux procédés qu'il permet de réaliser (i.e. les actions qui composent le processus de tri, leurs modalités et conditions de mise en œuvre) et iii) des dimensions organisationnelles (i.e. modèle économique, parties prenantes, organisation du travail, mobilité et stockage du matériel, logique de cette organisation). Ces relations entre les trois composantes « agroéquipements, procédés et organisation » ont une logique dans une situation d'action particulière.

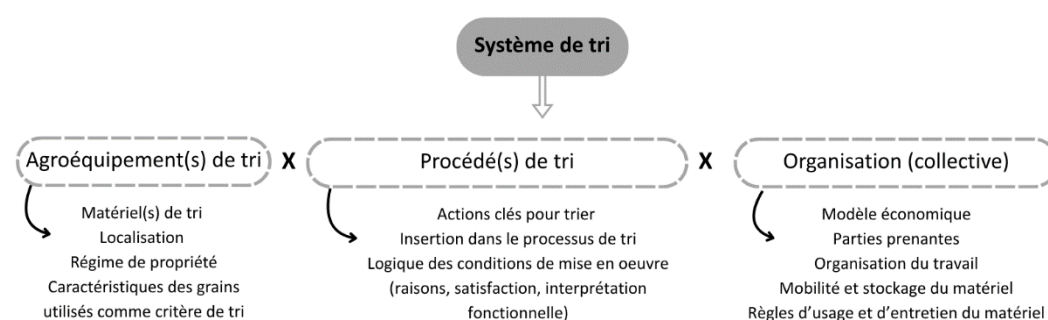


Figure 1 : schéma représentant les trois dimensions (matérielle, d'usage, organisationnelle) du système de tri

Parallèlement, nous avons aussi formalisé la notion d'« itinéraire de gestion de la qualité des grains » pour rendre compte des logiques d'évaluation de la qualité des grains à quatre stades clés du cycle de la culture : au champ, à la récolte, au tri et après le tri. Cette notion nous permet de voir comment les agriculteur·rices définissent la qualité, selon quels indicateurs et l'évaluation qui en est faite de façon cohérente avec leurs critères de satisfaction. Elle nous permet aussi d'identifier des similitudes, entre les cas, dans les modalités de conduites des associations d'espèces et leurs voies de valorisation.

3. Méthode : une étude de cas multiple

En nous appuyant sur ce cadre conceptuel et en nous inspirant des méthodes d'étude de cas multiple nous avons construit la méthodologie de ce travail (Yin, 2009). L'étude des pratiques des agriculteur·rices repose sur la réalisation d'entretiens semi-directifs et leur analyse qualitative.

3.1. Construction du panel de cas

Le premier enjeu était la constitution de notre échantillon. Nous avons décidé de partir du réseau Cuma en tant qu'organisation collective pour identifier les cas à enquêter. A partir d'une base de données comptable recensant les acquisitions par type de matériel nous avons extrait tous les investissements s'apparentant au tri. Cette première sélection a fait ressortir 380 investissements. Ensuite, une lecture de ces 380 lignes a permis de supprimer les données mal saisies et les agroéquipements de tri associés exclusivement à des semences tout en mettant en évidence les données faisant spécifiquement référence à du matériel de tri pour les cultures associées ou pour

l'alimentation humaine, mais aussi les Cuma avec plusieurs matériels de tri ou avec des montants d'investissement très élevés. Au total 84 lignes ont été conservées après cette première sélection représentant 50 Cuma différentes. Ces données ont été comparées aux Cuma évoquées dans les articles de littérature grise étudiés ainsi qu'aux Cuma citées par les conseiller·ères du réseau comme étant connues localement pour leur activité de tri. Ainsi, 12 Cuma ont été ajoutées pour un total de 62 Cuma.

Nous avons choisi de restreindre le nombre de Cuma en appliquant des critères plus restrictifs. Ainsi les Cuma retenues correspondent à au moins un des critères suivants : la Cuma possède plus de 2 lignes dans la base de données (donc plus de deux agroéquipements de tri ou bien elle a renouvelé son matériel de tri) ; les informations sur le matériel présentes dans la base de données font référence spécifiquement à du tri de cultures associées ou à de l'alimentation humaine ; la Cuma est citée dans les articles de littérature grise étudiés ou par les membres du réseau. Cette sélection nous permet d'aboutir à un total de 42 Cuma recensées dans un tableau associant pour chacune d'entre elles les informations dont nous disposons (localisation, motif de sélection, source) et les coordonnées des fédérations auxquelles elles sont rattachées. Nous avons échangé (par mail ou téléphone) avec les chargé·es de mission des fédérations régionales pour obtenir les coordonnées des animateur·rices des fédérations de proximité (échelon départemental ou inter-départemental). Une prise de contact avec ces derniers nous a permis de confirmer ou d'infirmer les informations à notre disposition, de valider l'intérêt de rencontrer ces Cuma dans le cadre de notre travail voire d'identifier d'autres Cuma pertinentes et de recueillir les coordonnées de membres de ces Cuma, idéalement les agriculteur·rices ou salarié·es responsables des trieurs ou à défaut des membres du bureau. Enfin, une prise de contact avec les personnes recommandées dans l'ordre de réception de leurs coordonnées a permis de planifier des rendez-vous avec celles qui étaient disponibles au fur et à mesure en regroupant les entretiens par région pour faciliter leur organisation.

Au total nous avons enquêté 9 agriculteurs et 1 salarié, issus de 7 Cuma différentes, répartis dans deux régions (4 Cuma en Grand-Est et 3 Cuma en Pays de la Loire). Le panel de cas ainsi constitué (Annexe 1) ne poursuivait pas un objectif de représentativité statistique ou d'exhaustivité mais plutôt une volonté de donner à voir une diversité de situations de tri dans le but d'alimenter une analyse qualitative à partir de différents cas.

3.2. Méthode de collecte des données

Les rencontres avec les agriculteurs et les salariés de Cuma⁴ ont pris la forme d'entretiens semi-directifs suivis d'observations du matériel associé à la conduite et au tri des cultures associées. Pour préparer ces échanges, nous avons construit un guide d'entretien incluant des dimensions clés à renseigner (Annexe 2). Ces dernières s'appuient sur le cadrage conceptuel retenu (Willey 1979 ; Landais et al. 1988 ; Salembier et al. 2024) comme la situation d'action de l'agriculteur, le fonctionnement global de la Cuma et de l'activité de tri, la conduite des cultures associées, le tri des grains, la valorisation des productions et l'évaluation de la qualité des grains. De plus, le guide

⁴ À partir de cette section, le masculin est employé de manière stricte pour se référer aux enquêtés, l'ensemble des personnes évoquées étant des hommes.

d'entretien inclut des éléments d'ouverture comme les conseils que les enquêtés donneraient à d'autres agriculteur-rices et leur intérêt pour les résultats et le format de leur valorisation.

Les entretiens semi-directifs avec les agriculteurs et salariés de Cuma, menés en présentiel à l'exception d'un agriculteur, ont duré entre 40 minutes et 2 heures. Le guide d'entretien a constitué un support pour engager la conversation et relancer la discussion. Pendant l'échange, la réalisation de schémas et de frises a constitué un support d'interactions avec les enquêtés. Les entretiens étaient suivis d'observations des agroéquipements utilisés pour la conduite et le tri des cultures associées. Ces observations, accompagnées de prises de vues et d'explications techniques ont permis de compléter les retranscriptions des entretiens enregistrés. Pendant la phase d'analyse qui a suivi, la récolte de données s'est poursuivie par des appels téléphoniques avec les enquêtés visant à clarifier et compléter certains éléments.

3.3. Méthode d'analyse des données selon 3 axes

L'analyse des enquêtes a été réalisée en deux temps. Une première phase, individuelle, a consisté à retranscrire les entretiens et à les coder. Nous avons construit une grille de codage multithématique (Annexe 3) faisant apparaître les dimensions clés du guide d'entretien. A partir des retranscriptions codées nous avons rédigé, pour chaque cas, une fiche récit. A ce stade, l'ensemble des cas a été anonymisé et nous avons choisi de pseudonymiser les enquêtés pour conserver la dimension humaine et fluidifier la lecture tout en garantissant leur anonymat. Décomposée en six parties, la fiche récit a pour objectif de retravailler le matériau afin d'en donner à voir une version organisée et exhaustive incluant des photos et de nombreux verbatims et mettant en évidence nos premiers axes de résultats. Ces fiches récits, allant de 10 à 22 pages, ont été envoyées aux personnes rencontrées, pour leur donner la possibilité de faire des modifications en cas d'informations erronées ou ne devant pas apparaître, et pour leur partager le premier fruit de notre analyse.

La seconde phase d'analyse, transversale, s'est appuyée sur les fiches récits pour les mettre en perspective et monter en généralité. Nous sommes repartis des trois questions de recherche associées à notre problématique et avons construits trois axes d'analyse pour ces résultats de manière itérative (Figure 2).

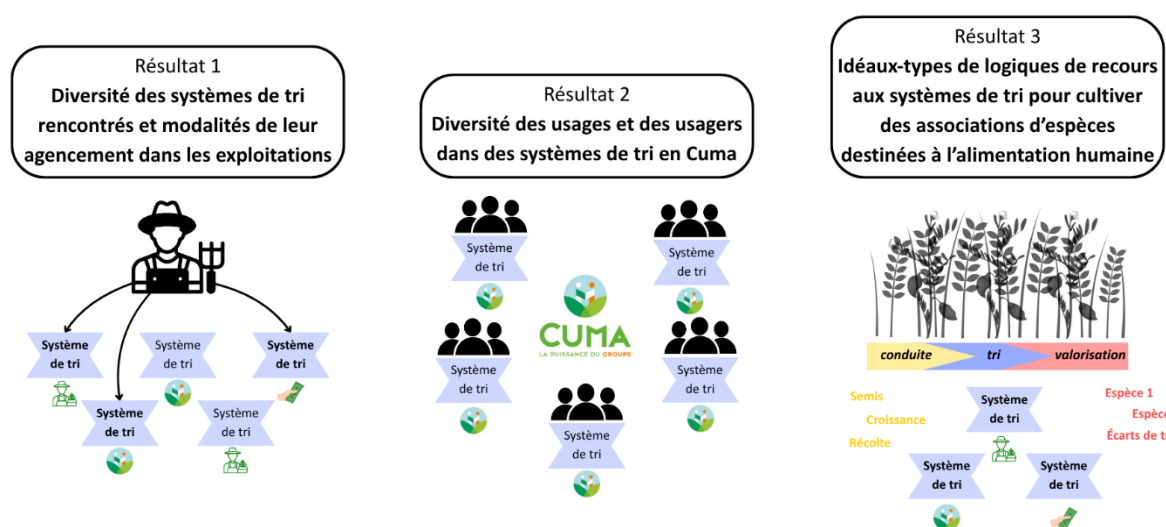


Figure 2 : schéma représentant les trois résultats découlant des axes d'analyses mobilisés

Dans un premier temps, nous avons cherché à définir ce qu'est un système de tri et la diversité des formes que cela revêt, puis à étudier l'agencement dans une exploitation de plusieurs de ces systèmes. Ici, ce qui fait « cas » c'est un agriculteur et les systèmes de tri qu'il mobilise dans son exploitation. Pour analyser notre matériau de sorte à instruire ces éléments, nous avons regardé les informations renseignées pendant l'entretien lorsque l'agriculteur a décrit le processus de tri d'une association. D'autres informations, présentées dans la liste des systèmes de tri mobilisés par l'exploitation dans la fiche récit mettent en avant la logique des procédés et de l'organisation collective. Nous sommes repartis, dans la fiche récit, de la diversité des systèmes de tri évoqués par l'agriculteur pour la conduite de l'ensemble des cultures, et pas seulement des cultures associées pour l'alimentation humaine, afin de caractériser chacun de ces systèmes sous l'angle des agroéquipements, des procédés de tri et de l'organisation. Cela nous a permis d'aboutir à l'identification de six systèmes de tri, construits de manière inductive et permettant de formaliser une définition générale de la notion de « système de tri ».

Dans un second temps, nous avons cherché à renseigner la diversité des usages et des usager-ères qui existent dans les différents systèmes de tri en Cuma et dans quelles conditions elles sont permises. Ici, ce qui fait « cas » c'est un système de tri en Cuma. Pour aller chercher dans notre matériau ces informations nous avons prêté une attention particulière à la description faite par le responsable du tri du matériel de tri de la Cuma et de l'organisation qui y est associée. D'autres informations, présentées dans la partie sur les niveaux et degrés de diversité permis par le système de tri de la Cuma de la fiche récit mettent en évidence la diversité des associations triées par le matériel de la Cuma et notamment les possibilités et impossibilités de tri du système actuel (exemple : manque de jeu de manteau limitant les associations pouvant être triées par un trieur alvéolaire (1.2)). Nous sommes repartis, dans la fiche récit, de ce que permet ou non le système de tri de la Cuma tel que décrit par l'agriculteur responsable du tri ou par le salarié lorsqu'il a présenté le matériel de tri, les procédés qu'il permet de réaliser et l'organisation associée ainsi que les usages qui en sont faits, les associations triées et les usager-ères de ce matériel. La description de ces éléments par l'enquête éclaire les conditions qui permettent cette diversité.

Dans un troisième temps, nous avons cherché à distinguer des idéaux-types de logiques de recours aux systèmes de tri pour cultiver des associations d'espèces destinées à l'alimentation humaine. Les situations rencontrées se différencient également du point de vue de leurs logiques d'action dans le choix des systèmes de tri et la manière d'intégrer le tri dans un ensemble plus vaste allant du semis à la vente des cultures associées. Ces informations sont présentes dans notre matériau du fait de la description de l'itinéraire de gestion de la qualité des grains par l'agriculteur retraçant la conduite, le tri et la valorisation de l'association. La partie de la fiche récit dédiée à la description de cet itinéraire met aussi en avant les éléments relevant de la logique d'action et des méthodes d'évaluation de la qualité des grains. La comparaison des cas entre eux sous l'angle de cet itinéraire de gestion de la qualité des grains a permis de rassembler des cas mobilisant des systèmes de tri différents mais ayant des logiques proches du point de vue de ce que le tri leur permet de réaliser.

4. Résultats

4.1. Diversité des systèmes de tri rencontrés et modalités de leur agencement dans les exploitations

4.1.1. Caractérisation de 6 systèmes de tri contrastés

Nom du système de tri	Agroéquipement(s)	Procédé(s) de tri	Organisation	Cas
Chaîne de tri en Cuma pour réaliser un tri de finition d'une espèce avec un responsable qui centralise les procédés de tri	Au moins deux trieurs dont un trieur optique (tri des grains selon la couleur par éjection) Fixe dans le bâtiment du responsable de tri ou dans un bâtiment de la Cuma Sous statut Cuma	Retirer les impuretés de tailles, densités et couleurs différentes et les déchets légers ou poussières Séparer les espèces	Le coût du tri comprend une rémunération du matériel et de la main d'œuvre car une personne centralise les compétences de tri et trie pour l'ensemble des adhérent-es	1.1 2.1 2.2
Trieur fixe en propre pour retirer une partie des impuretés et séparer les cultures associées	Un trieur à grilles à plat ou rotatif (tri des grains selon la taille avec des grilles) Fixe dans une exploitation En propre	Retirer les impuretés de tailles différentes et les déchets légers ou poussières Séparer les espèces	L'exploitation investit pour le tri de ses cultures L'agriculteur réalise lui-même le tri et le matériel est installé sur son exploitation	1.1 1.2 1.4 2.1
Trieur(s) mobile(s) en Cuma pour retirer une partie des impuretés et séparer les cultures associées	Un ou deux trieurs dont un trieur à grilles (tri des grains selon la taille avec des grilles) Mobile Sous statut Cuma	Retirer les impuretés de tailles différentes et les déchets légers ou poussières Séparer les espèces	Le coût du tri comprend l'utilisation du matériel Chaque adhérent-e réalise lui-même le tri et le trieur se déplace sur les exploitations capables de l'accueillir	1.2 1.3 1.4 2.2 2.3
Chaîne de tri privée pour réaliser une prestation de tri de finition d'une espèce	Plusieurs trieurs dont un trieur optique (tri des grains selon la couleur par éjection) Fixe dans les locaux d'une entreprise Sous statut privé	Retirer les impuretés de tailles, densités et couleurs différentes et les déchets légers ou poussières	Entreprise privée qui emploie des salariés spécialisés dans l'usage de trieurs et dispose d'un bâtiment où est installé le matériel	1.2 1.4
Trieur(s) fixe(s) en propre pour réaliser un tri de finition d'une espèce	Un ou deux trieurs pour des petits volumes (tri des grains selon la taille avec des grilles, la forme avec des manteaux, la densité par vibration, ou la couleur par éjection) Fixe dans une exploitation En propre	Retirer les impuretés de tailles et densités différentes et les déchets légers ou poussières	L'exploitation investit pour le tri de ses cultures L'agriculteur réalise lui-même le tri et le matériel est installé sur son exploitation	1.1 1.3 1.4 2.2
Trieur semi-mobile en Cuma pour réaliser un tri de finition avec un responsable qui réalise les procédés de tri	Trieur optique (tri des grains selon la couleur par éjection) Semi-mobile dans deux lieux définis Sous statut Cuma	Retirer les impuretés de couleurs différentes	Le coût du tri comprend l'utilisation du matériel Un responsable de tri est désigné et prend en charge le tri sur chaque site qui accueille le trieur	2.3

Tableau 1 : chaque ligne représente un système de tri avec son nom (colonne 1), les agroéquipements qui le constituent (colonne 2), les procédés de tri qu'il permet de réaliser (colonne 3), l'organisation qui y est associée (colonne 4) et les cas qui mobilisent ce système (colonne 5)

Les systèmes de tri tels que définis précédemment recouvrent des dimensions matérielle, d'usage et organisationnelle (Tableau 1). Du point de vue des agroéquipements de tri, ils se distinguent sur quatre dimensions principales : i) nous avons observé une multiplicité de matériel : trieur à plat 2 grilles (Figure 3, c), trieur rotatif 4 grilles, trieur rotatif 5 grilles (Figure 3, a), trieur rotatif 2*2 grilles (Figure 3, b), trieur alvéolaire (Figure 3, b), trieur aérodynamique, trieur toboggan, table densimétrique (Figure 3, d), épierreur, aimant, trieur optique (Figure 3, e). ii) Nous avons également observé des localisations différentes : trieur mobile, semi-mobile, fixe ; iii) divers régimes de propriété tel que : en propre, en copropriété, en Cuma, privé d'entreprise et iv) plusieurs caractéristiques des grains comme critère de tri : selon la taille ou la forme, la densité, la couleur. Concernant les procédés de tri nous en avons identifié cinq : i) retirer les impuretés de taille différente, i.e. autres grains que ceux cultivés, grains cassés, cailloux, mottes de terre, ii) séparer les espèces, iii) retirer les poussières et déchets légers par aspiration i.e. poussière, pailles, téguments, iv) retirer les impuretés de densité différente, par exemple les grains bruchés ou vides et v) retirer les impuretés de couleur différente, i.e. grains tachés et graines d'adventices de taille et densité similaires. Enfin, les éléments d'organisation qui diffèrent entre les systèmes de tri relève du modèle économique avec différentes modalités de facturation et de détermination du coût du tri ; du point de vue des parties prenantes intervenant dans le tri et la répartition des tâches ; de la mobilité et des lieux de stockage du matériel ; enfin des règlements associés à l'usages et à l'entretien du matériel.



Figure 3 : a) trieur rotatif 5 grilles mobile (en haut à gauche, cas 2.3) ; b) trieur rotatif 2x2 grilles et alvéolaires mobiles (en haut à droite, cas 1.2) ; c) trieur à plat 2 grilles fixe (en bas à gauche, cas 2.1) ; d) table densimétrique (en bas, au centre, cas 2.1) ; e) trieur optique (en bas, à gauche, cas 2.1)

A partir de cette diversité, parmi les cas étudiés, nous pouvons distinguer 6 systèmes de tri différents :

Le système de tri nommé « Chaîne de tri en Cuma pour réaliser un tri de finition d'une espèce avec un responsable qui centralise les procédés de tri » est mobilisé par quatre agriculteurs (cas 1.1 avec deux agriculteurs ; 2.1 ; 2.2, Tableau 1). Ce système comprend au moins deux trieurs dont un trieur optique. Le trieur optique, par un système de caméras et de jet d'air ciblé permet d'éjecter des impuretés d'une couleur différente de la culture (Figure 3). Dans certains cas, il est précédé d'un trieur à grilles à plat (1.1 et 2.2), d'un calibreur (1.1), d'un trieur alvéolaire (1.1), d'une table densimétrique (2.1 et 2.2 – Figure 3) ou d'un épierreur (2.2) permettant de trier selon la taille ou la densité des grains afin de retirer les impuretés des cultures. Ces agroéquipements sont situés en poste fixe dans un bâtiment appartenant au responsable du tri (1.1 et 2.1) ou à la Cuma (2.2). Ils peuvent être installés en cascade, c'est-à-dire relié entre eux pour enchaîner les étapes de tri (trieurs hors optique 1.1 et 2.2), ou bien dissociés (cas 2.1 et trieur optique installé séparément dans les cas 1.1 et 2.2). Tous ces agroéquipements sont mutualisés sous statut Cuma. Ce système de tri permet le retrait des impuretés de couleurs différentes des cultures principales (ex : grains tachés et graines d'adventices de taille et densité similaires). Et dans certains cas de séparer les espèces (1.1 et 2.2) et de retirer des impuretés de densités (2.1 et 2.2) et de tailles (1.1 et 2.2) différentes (ex : grains cassés, grains bruchés ou vides, graines d'adventices, mottes de terre, cailloux) en jouant sur le choix des grilles et des manteaux et sur les réglages des trieurs. Dans tous les équipements, un système d'aspiration permet de retirer les déchets légers (ex : pailles, téguments) et les poussières. Concernant l'organisation collective, dans les trois cas, les compétences de tri sont centralisées par un opérateur qui réalise le tri pour l'ensemble des adhérent-es. Selon Mathieu (1.1), cette centralisation des compétences est nécessaire : « *Il faut vraiment qu'il y ait une personne référente là-dessus et qu'il y ait qu'elle qui s'en occupe* » car c'est surtout l'expérience du tri qui permet d'acquérir ces compétences « *Là il n'y a pas de bouquin qui peut vous apprendre à trier. C'est l'expérience du conducteur de l'installation qui fait que ça se passe bien* » (Mathieu, 1.1). Le coût du tri facturé par la Cuma comprend une rémunération du matériel et de la main d'œuvre. La rémunération du matériel est calculée selon le volume de grains à trier (1.1 ; 2.1 ; 2.2) ou selon un engagement en surface (1.1) avec parfois un montant forfaitaire (2.1). Les adhérent-es fixent une date avec les responsables du tri pour déposer les lots à trier de sorte à faciliter la logistique et le stockage de l'ensemble des lots à trier. L'opérateur du tri s'organise comme il le souhaite pour trier les lots et prévenir l'adhérent-e qu'il ou elle peut les récupérer quand c'est fait. Il peut moduler son organisation en fonction des besoins des adhérent-es « *On essaie de voir aussi s'il y en a, c'est plus urgent que d'autres. Parce que s'il y en a qui n'ont plus de stock pour vendre. [...] Des fois, on essaie de s'arranger pour en faire passer d'autres avant* » (Mathieu, 1.1) ou des espèces à trier « *Normalement, le planning, il se fait selon les annonces, les appels. Mais j'essaie quand même d'en grouper par espèces. Notamment pour les contaminations* » (Nicolas, 2.1).

Le système de tri nommé « Trieur fixe en propre pour retirer une partie des impuretés et séparer les cultures associées » est mobilisé par 5 agriculteurs (cas 1.1 avec deux agriculteurs ; 1.2 ; un agriculteur du cas 1.4 ; 2.1, Tableau 1). Ce système comprend systématiquement un trieur à grilles (rotatif ou à plat – Figure 3) permettant de trier les grains selon leur taille et de séparer les espèces associées. Cet agroéquipement, installé en poste fixe dans un bâtiment de l'exploitation est acquis en propre par l'agriculteur. Ce système de tri permet le retrait des impuretés de tailles différentes des cultures principales (ex : grains cassés, graines d'adventices, mottes de terre, cailloux) et la séparation des associations d'espèces en jouant sur le choix de grilles. Ces trieurs sont le plus souvent équipés d'une aspiration permettant de retirer les impuretés légères (ex : pailles, téguments) et les poussières.

L'agriculteur réalise lui-même le tri sur son exploitation et l'achat d'un trieur en propre lui permet de disposer librement et à tout moment du matériel.

Le système de tri nommé « Trieur(s) mobile(s) en Cuma pour retirer une partie des impuretés et séparer les cultures associées » est mobilisé par six agriculteurs (cas 1.2 ; 1.3 ; 1.4 avec deux agriculteurs ; 2.2 ; 2.3, Tableau 1). Ce système comprend un ou deux trieurs : systématiquement un trieur rotatif à grilles permettant de trier les grains selon leur taille (Figure 3), et, dans certains cas, un trieur alvéolaire permettant de trier selon la forme des grains (1.2). Ces agroéquipements ont la particularité d'être mobiles car ils sont montés sur une remorque, fournie par le constructeur (1.3 ; 1.4 ; 2.2 ; 2.3) ou achetée séparément (1.2). Tous sont mutualisés sous statut Cuma. Ce système de tri permet le retrait des impuretés de tailles différentes des cultures principales (ex : grains cassés, graines d'adventices, mottes de terre, cailloux) et la séparation des associations d'espèces en jouant sur le choix de grilles ou de manteaux. Dans tous les équipements, un système d'aspiration permet de retirer les déchets légers (ex : pailles, téguments) et les poussières. Concernant, l'organisation collective, dans les cinq cas, chaque adhérent-e réalise lui-même le tri en accueillant le matériel sur son exploitation et le coût du tri facturé par la Cuma comprend l'utilisation du matériel, calculé à partir de la surface engagée (1.3), du volume trié (1.2) ou du temps d'utilisation (1.4 ; 2.3). L'installation du trieur prend souvent du temps et demande un espace important et certain-es adhérent-es se coordonnent pour venir trier chez d'autres : « *elle [une adhérente] vient trier chez moi. Elle vient avec sa benne et comme ça, c'est en place. Et puis, on marque juste les heures. Ça se fait, ça aussi* » (Philippe, 1.4). Le matériel est stocké chez le/la dernier-ère adhérent-e à l'avoir utilisé, qui doit l'avoir nettoyé au compresseur après utilisation et l'adhérent-e suivant-e qui en a besoin vient le chercher directement chez le précédent : « *dès qu'on a fini, on le souffle, on vidange tous les boîtiers. On le met prêt à partir. Mais il faut qu'il soit propre après chaque départ de ferme* » (Fabrice, 2.3). Dans le cas 1.2, l'organisation est un peu différente car il y a peu d'usager-ères : le plus souvent c'est directement le responsable de tri qui déplace le matériel chez les adhérent-es.

Le système de tri nommé « Chaîne de tri privée pour réaliser une prestation de tri de finition d'une espèce » est mobilisé par deux agriculteurs (cas 1.2 et un agriculteur du cas 1.4, Tableau 1). Ce système comprend plusieurs trieurs : nécessairement un trieur optique permettant de trier les grains selon leur couleur, et, dans certains cas d'autres trieurs comme un trieur à grilles à plat, une table densimétrique, un épierreur et un trieur alvéolaire (1.4) permettant de trier les grains selon leur forme, leur taille ou leur densité. Ces agroéquipements ont un statut privé et leur installation relève du fonctionnement de l'entreprise tout comme l'organisation. Les espèces sont déjà séparées et les grains d'une seule culture sont acheminés pour le tri, ils sont soit livrés par l'agriculteur à l'entreprise (1.4) soit réceptionnés par camion sur l'exploitation (1.2).

Le système de tri nommé « Trieur(s) fixe(s) en propre pour réaliser un tri de finition d'une espèce » est mobilisé par quatre agriculteurs (cas 1.1, un agriculteur ; 1.3 ; 1.4 avec un agriculteur ; 2.2, Tableau 1). Ce système comprend un ou deux trieurs parmi lesquels des trieurs alvéolaires (1.3 et 2.2), toboggan (1.3), optique (Mathieu, 1.1), aérodynamique (Marc, 1.4) ou une table densimétrique (2.2). Ces agroéquipements sont installés en poste fixe dans un bâtiment de l'exploitation et l'agriculteur les a achetés en propre ou parfois en copropriété (trieur alvéolaire, cas 1.3). Ils ont la particularité de servir à trier des petits volumes car ils ne sont pas utilisés pour la séparation d'espèces mais seulement pour le retrait des impuretés de formes différentes comme les graines d'adventices (alvéolaire 1.3 et 2.2), de densités différentes comme les grains vides ou bruchés (toboggan 1.3 ;

aérodynamique, Marc, 1.4 ; table densimétrique, 1.2) ou de couleurs différentes comme les grains tachés (optique, Mathieu, 1.1). Ces agroéquipements, à l'exception du trieur toboggan, sont équipés d'un système d'aspiration permettant de retirer les déchets légers (ex : pailles, téguments) et les poussières. L'agriculteur réalise lui-même le tri sur son exploitation et l'achat d'un trieur en propre lui permet de disposer librement et à tout moment du matériel en triant par exemple les grains en flux tendus, tout au long de l'année, selon les débouchés.

Le système de tri nommé « Trieur semi-mobile en Cuma pour réaliser un tri de finition avec un responsable qui réalise les procédés de tri » est mobilisé par un agriculteur (cas 2.3, Tableau 1). Ce système comprend un seul trieur optique, permettant de trier les grains selon leur couleur par un système de caméras et d'éjection. Il est mutualisé sous statut Cuma. Ce système de tri permet le retrait des impuretés de couleurs différentes des cultures principales (ex : grains tachés et graines d'adventices de taille et densité similaires). Cet agroéquipement à la particularité d'être semi-mobile, c'est-à-dire que deux points fixes sont déterminés avec une personne référente du tri nommée pour chacun. Le coût du tri facturé par la Cuma se rapporte l'utilisation du matériel, calculé à partir d'un engagement en volumes et du temps d'utilisation.

4.1.2. Modalités d'agencement des systèmes de tri dans les exploitations

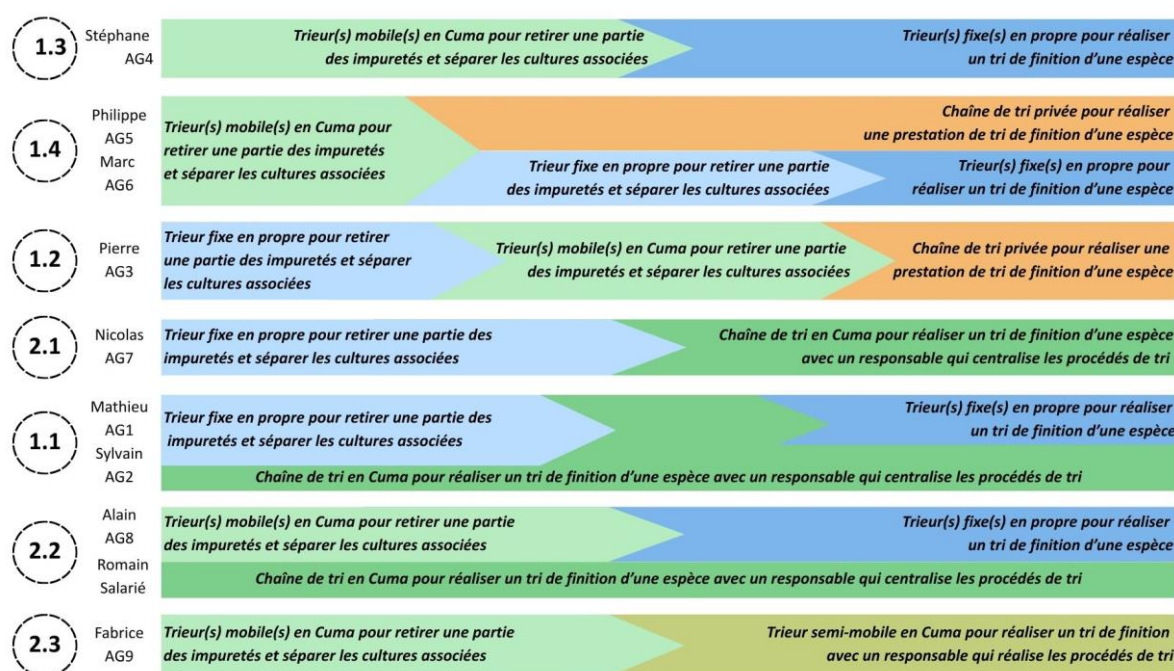


Figure 4 : schéma représentant les systèmes de tri mobilisés par chaque agriculteur

Les agriculteurs enquêtés ont recours à plusieurs systèmes de tri (Figure 4) qu'ils agencent différemment en fonction de ce que chacun permet de réaliser et de sorte à atteindre une qualité de grains correspondant à leurs débouchés.

Cinq agriculteurs (1.3 ; Philippe et Marc, 1.4 ; 2.2 ; 2.3, Figure 4) mobilisent en premier le système nommé « Trieur(s) mobile(s) en Cuma pour retirer une partie des impuretés et séparer les cultures associées ». Ils l'utilisent pour la séparation des espèces associées et le retrait des impuretés qui ont

une taille différente des cultures avant de les vendre en partie en circuits longs. L'autre partie est triée par un second système qui permet de retirer les impuretés de densité ou de couleur différente d'une des deux cultures. Il peut être en Cuma, dans la continuité du premier, à l'instar de ce que fait Fabrice (2.3) en utilisant le système de tri « Trieur semi-mobile en Cuma pour réaliser un tri de finition avec un responsable qui réalise les procédés de tri ». Soit avec du matériel en propre, Stéphane (1.3), Marc (1.4) et Alain (2.2) utilisent leur « Trieur(s) fixe(s) d'une exploitation pour réaliser un tri de finition d'une espèce ». Ou bien en faisant appel à un prestataire privé comme Philippe (1.4) qui trie via une « Chaîne de tri privée pour réaliser une prestation de tri de finition d'une espèce ». Ces seconds systèmes de tri permettent aux agriculteurs d'effectuer d'autres procédés de tri afin d'atteindre une qualité de grain cohérente avec leurs débouchés. La vente en circuits longs et l'autoconsommation (en semence ou en alimentation animale) exigent une qualité de grains inférieure à de la vente en circuits courts pour de l'alimentation humaine qui a l'exigence la plus élevée. Par exemple, dans le cas de Fabrice qui cultive du blé transformé en farine : *« le meunier, ça, il ne veut pas de vesse. C'est ça, ça apporte un goût particulier à la farine »* (Fabrice, 2.3).

Alain (2.2, Figure 4), qui combine deux systèmes pour une partie de ses cultures, fait aussi trier certaines associations intégralement dans une « Chaîne de tri en Cuma pour réaliser un tri de finition d'une espèce avec un responsable qui centralise les procédés de tri ». Tandis que Sylvain (1.1, Figure 4) fait uniquement appel à ce même système pour trier l'intégralité de ses cultures associées.

Trois autres agriculteurs (1.2 ; 2.1 ; Mathieu, 1.1, Figure 4) mobilisent dans un premier temps le système de « Trieur fixe en propre pour retirer une partie des impuretés et séparer les cultures associées » pour retirer les impuretés de tailles différentes des cultures séparer les espèces associées (1.2 et 2.1) avant qu'elles soient triées par un second système. Pour Mathieu (1.1) et Nicolas (2.1), ce second système est une « Chaîne de tri en Cuma pour réaliser un tri de finition d'une espèce avec un responsable qui centralise les procédés de tri » qui leur permet de retirer les impuretés de densités et couleurs différentes (Figure 5), pour des grains destinés à l'alimentation humaine transformés ou vendus en direct (c'est via ce système que Mathieu, cas 1.1, sépare les espèces associées). Pour Pierre (1.2), les systèmes mobilisés permettant l'obtention de cette qualité alimentaire sont le « Trieur(s) mobile(s) en Cuma pour retirer une partie des impuretés et séparer les cultures associées » suivi d'un tri par une « Chaîne de tri privée pour réaliser une prestation de tri de finition d'une espèce ».



Figure 5 : cas 2.1, à gauche du sarrasin en sortie de trieur optique et de table densimétrique et à droite les écarts de tri en sortie de ces mêmes trieurs (impuretés de densité et de couleurs différentes, i.e. grains vides, pailles, téguments)

4.2. Diversité des usages et usager·ères dans des systèmes de tri en Cuma

Les agriculteurs font appel à plusieurs systèmes de tri comme l'a montré le résultat précédent dont certains relèvent d'un fonctionnement en Cuma. Dans les systèmes de tri en Cuma que nous avons étudiés, on observe une variabilité dans le nombre et le type d'usager·ères, dans la diversité des usages possibles des trieurs et des associations d'espèces triées (Tableau 2). Nous décrivons en suivant cette diversité pour révéler le caractère adaptable de certains systèmes de tri.

Cas	Diversité des usages	Diversité des associations	Diversité des usager·ères
1.1	Retrait des impuretés de taille et couleur différentes, retrait des déchets légers et séparation des espèces associées Volumes triés : 100 à 150 tonnes brutes par an	Associations lentillons champenois et céréales	Agriculteurs grandes cultures et en polyculture élevage tous en bio Nombre d'usager·ères : 4 sur 4 adhérent·es Périmètre d'action : 3 départements Le responsable du matériel de tri porte les compétences pour tous les adhérents de la Cuma
1.2	Retrait des impuretés de taille différente, retrait des déchets légers et séparation des espèces associées Volumes triés : 30 tonnes brutes par an	Associations lentille-beluga avoine, blé-féverole, triticales-pois, seigle-lentillon et cameline-lentille	Agriculteurs grandes cultures et en polyculture élevage en bio ou en conventionnel Nombre d'usager·ères : 2 sur 25 adhérent·es Périmètre d'action : inter-communal Chaque adhérent·e a acquis des compétences en triage avec l'aide du responsable du matériel de tri
1.3	Retrait des impuretés de taille différente, retrait des déchets légers et séparation des espèces associées Volumes triés : environ 1000 tonnes brutes par an	Associations de cultures avec des tailles de graines différentes et cultures fragiles qui nécessitent un tri rapide (cameline)	Agriculteurs grandes cultures et en polyculture élevage tous en bio Nombre d'usager·ères : 11 sur 70 adhérent·es Périmètre d'action : inter-communal Chaque adhérent·e a acquis des compétences en triage avec l'aide du vendeur du matériel de tri
1.4	Retrait des impuretés de taille différente, retrait des déchets légers et séparation des espèces associées Volumes triés : 2000 tonnes brutes par an	Associations luzerne-blé, blé-féverole, féverole-triticales, lentille-cameline et orge de printemps-pois	Agriculteurs grandes cultures et en polyculture élevage en bio ou en conventionnel Nombre d'usager·ères : 15 sur 83 adhérent·es Périmètre d'action : inter-communal Chaque adhérent·e a acquis des compétences en triage
2.1	Retrait des impuretés de densité et couleur différentes et retrait des déchets légers Volumes triés : 90 tonnes brutes par an	Associations lentille-céréale, lentille-cameline, sarrazin	Agriculteurs grandes cultures et en polyculture élevage tous en bio Nombre d'usager·ères : environ 30 sur 400 adhérent·es Périmètre d'action : département Le responsable du matériel de tri porte les compétences pour tous les adhérents de la Cuma
2.2	Retrait des impuretés de taille, densité et couleur différentes, retrait des déchets légers et séparation des espèces associées Volumes triés : 2000 tonnes brutes par an	Associations lentille-céréale, lentille-cameline, lentille-lin	Agriculteurs grandes cultures et en polyculture élevage en bio ou en conventionnel Nombre d'usager·ères : 250 sur 250 adhérent·es Périmètre d'action : inter-régional Les salarié·es de la Cuma portent les compétences de tri pour tous les adhérents de la Cuma
2.3	Retrait des impuretés de taille et couleur différentes, retrait des déchets légers et séparation des espèces associées	Associations blé-féverole, orge-lupin, triticales-pois	Agriculteurs grandes cultures et en polyculture élevage tous en bio Nombre d'usager·ères : 8 sur 20 adhérent·es Périmètre d'action : département Chaque adhérent·e a acquis des compétences en triage

Tableau 2 : chaque ligne représente une Cuma avec le numéro du cas (colonne 1) et la diversité d'usages (colonne 2), d'associations (colonne 3) et Nombre d'usager·ères (colonne 4) qui y sont associées

4.2.1. Des systèmes de tri en Cuma spécialisés ou multi-usages

Les usages qui sont faits des trieurs en Cuma sont multiples (Tableau 2), notamment en raison de la diversité des systèmes de tri qui impliquent du matériel sous statut Cuma.

Premièrement, le tri des grains pour la production de semences est un usage commun à tous les trieurs en Cuma. Peu importe le(s) procédé(s) de tri, la production de semences est un débouché commun. Le trieur en Cuma permet ainsi aux agriculteurs enquêtés de s'autonomiser vis-à-vis des semenciers en reproduisant d'une année sur l'autre les semences dont ils ont besoin. C'est souvent cette motivation qui a initié l'investissement dans le matériel de tri « *on avait des vieux trieurs à grains. En fait, la Cuma elle a démarré comme ça : elle a commencé avec des stations de semences* » (Philippe, 1.4).

Deux autres usages concernent la séparation des associations d'espèces et le nettoyage des cultures pour en retirer des impuretés de différentes natures. Ces opérations impliquent de pouvoir trier selon la taille des graines des espèces associées et de retirer les impuretés de tailles, de densités ou de couleurs différentes par un système de grilles ou d'alvéoles (cas 1.1 ; 1.2 ; 1.3 ; 1.4 ; 2.2 ; 2.3), de vibration (cas 2.1 ; 2.2) ou d'éjection (cas 1.1 ; 2.1 ; 2.2 ; 2.3). Aussi, les déchets légers et poussières sont extraites des graines par aspiration. Ces usages des trieurs impliquent des agroéquipements de tri et des procédés de tri contrastés. Par exemple, l'élimination des impuretés de taille et de densité semblable à la culture mais de couleur différente, n'est possible qu'avec un trieur optique (cas 1.1 ; 2.1 ; 2.2 ; 2.3) alors que le « *trieur de base* » (Alain, 2.2) qu'est le trieur à grilles, rotatif ou à plat - aussi appelé nettoyeur séparateur - permet de retirer les impuretés de tailles différentes et de séparer les grains (cas 1.1 ; 1.2 ; 1.3 ; 1.4 ; 2.2 ; 2.3). L'organisation associée aux trieurs permet d'avoir, dans certains cas, des chaînes de tri, dissociées (1.1 ; 1.2 ; 2.1 ; 2.3) ou en cascade (2.2), et ainsi combiner différentes technologies de tri.

Les usages qui sont faits des trieurs en Cuma et la possibilité, dans certains cas, d'utiliser plusieurs trieurs permettent d'atteindre des qualités de tri différentes pour chaque culture. Cette qualité attendue est liée aux débouchés et elle est cohérente avec le matériel à disposition et les modalités de conduite au champ. Par exemple, si la culture est vendue en alimentation humaine alors l'objectif de la combinaison de trieurs est d'« *arriver à un produit fini commercialisable* » (Mathieu, 1.1). Pour cela, plusieurs options sont possibles, certaines Cuma offrent un tri complet des cultures incluant la séparation des espèces et le retrait de toutes les impuretés « *le chemin de base, c'est l'agriculteur nous emmène son produit, on le tri, il le récupère chez lui et ça part après* » (Romain, 2.2). D'autres se focalisent sur le retrait des dernières impuretés de densité et de couleurs différentes, donc les cultures doivent être amenées « *dans des big bag solides, propres, bien nettoyés séparés, et des grains secs, enfin, stables* » (Nicolas, 2.1), ce qui nécessite que le retrait des impuretés de tailles différentes soit réalisé en amont, via d'autres systèmes de tri.

Les volumes triés par les trieurs en Cuma sont variables d'un cas à l'autre. Cette variabilité dépend à la fois du nombre d'usager-ères et des procédés de tri que permet de réaliser le matériel. En effet, les trieurs qui trient selon la forme des graines ont un débit plus élevé que ceux triant selon la couleur. Par exemple dans le cas 1.2, les trieurs rotatifs à grilles et alvéolaire mobiles rassemblent peu d'usager-ères et servent à faire des petits volumes de semences ce qui explique que le volume total de grains triés chaque année soit d'environ 30 tonnes brutes. Alors que dans le cas 1.4, le trieur rotatif à grilles mobile sert à trier 2000 tonnes brutes de grains chaque année car les agriculteurs utilisent ce trieur pour la quasi-totalité de leurs récoltes, peu importe leurs débouchés.

4.2.2. La polyvalence des systèmes de tri en Cuma pour les associations d'espèces

Les trieurs en Cuma permettent de trier une plus ou moins grande diversité d'associations selon les cas (Tableau 2). Parmi les cultures associées triées on trouve des associations céréales-légumineuses (à graines ou

fourragères) et oléagineux-légumineuses. Plusieurs raisons peuvent expliquer les différences observées entre les cas.

Les caractéristiques des agroéquipements déterminent ce qui peut être trié. Dans la majorité des cas, les agriculteurs mettent en avant la polyvalence du matériel. Selon Nicolas « *on peut tout trier avec tout le matériel* » car « *tant qu'on a les grilles, on peut tout trier. Mais absolument tout, de la semence de carotte jusqu'au pois chiche, haricot. Y a pas de raison. Même des cacahuètes, si on veut. On ne le fait pas ici, mais ça pourrait dans l'absolu* » (Nicolas, 2.1). Toutefois, dans certaines Cuma, les possibilités d'associations sont limitées par les caractéristiques techniques des trieurs. Par exemple, dans le cas 1.2, Pierre se trouve dans l'impossibilité de séparer la lentille verte des céréales avec lesquelles il l'associe car la Cuma n'a qu'un jeu de manteau pour le trieur alvéolaire et celui-ci n'est pas adapté : « *il manquait des manteaux pour l'alvéolaire, par exemple les lentilles vertes elles sont plus grosses que les lentilles beluga donc j'ai pas le manteau* » (Pierre, 1.2). Dans la Cuma du cas 2.2, Romain, l'opérateur du tri salarié de la Cuma précise que la chaîne de tri initialement conçue pour les haricots est peu adaptée aux graines de petites tailles : « *Les quinoas, les camelines, les chias, on n'a pas une chaîne adaptée à ça. On le fait, mais on arrive à des pourcentages de pertes assez forts. Donc il faudrait qu'on s'équipe. [...] Parce qu'on a beaucoup de mal sur ces petites graines-là. Et mine de rien, on en a de plus en plus* » (Romain, 2.2).

L'organisation de la Cuma joue aussi un rôle dans les associations qui sont triées. Par exemple, la Cuma du cas 1.1 trie seulement des associations lentillons-céréales donc lorsqu'un agriculteur veut trier d'autres espèces, Mathieu refuse le plus souvent car ce sont des petits volumes qui impliqueraient quoi qu'il en soit un nettoyage complet de l'installation.

Les motivations individuelles des agriculteur·rices adhèrent·es déterminent également la diversité des associations triées par le matériel de la Cuma. Par exemple, dans les cas 1.2 et 1.4, les agriculteurs cultivent de nombreuses espèces associées (lentille beluga-avoine, blé-féverole, triticales-pois, seigle-lentillon, cameline-lentille pour Pierre, cas 1.2 et luzerne-blé, blé-féverole, féverole-triticales, lentille-cameline orge de printemps-pois pour Philippe et Marc, cas 1.4). Stéphane, quant à lui, insiste sur le rôle du trieur dans l'augmentation de la pratique des associations d'espèces et dans la diversification des cultures « *il y a plein de cultures, maintenant qu'on est équipé avec le tri, où on va se lancer un peu dedans : graines de chia, qu'est-ce qu'on peut essayer encore ? Enfin qu'on peut essayer maintenant, du fait qu'on peut les trier [...] c'est le trieur qui fait qu'on les a mis en place ces cultures. Parce que sans le trieur, je ne l'aurais jamais fait la cameline, tout ça, l'association. Je serais plutôt parti sur des choses beaucoup plus simples* » (Stéphane, 1.3). A contrario, dans certains cas, les trieurs en Cuma jouent peu sur le développement des associations. C'est le cas par exemple pour Fabrice (2.3), qui ne voit pas dans le trieur une opportunité de cultiver de nouvelles espèces ou pour Mathieu et Sylvain qui utilisent les trieurs de la Cuma seulement pour un type d'association.

Enfin, la place des associations dans l'utilisation des trieurs en Cuma est différente. En effet, dans les exemples cités ci-dessus, les trieurs des Cuma 1.1 et 2.1 ne trient que des cultures associées tandis que les autres trient relativement peu de cultures associées au profit des cultures pures.

4.2.3. Des systèmes de tri en Cuma adaptés à leurs usager·ères

Les usager·ères des trieurs en Cuma ont différents profils, lesquels se retrouvent aussi parmi les adhèrent·es des Cuma étudiées (Tableau 2).

Plusieurs Cuma avec du matériel de tri réservent l'utilisation de ces agroéquipements aux adhèrent·es en agriculture biologique (1.1 ; 1.3 ; 2.1 ; 2.3). Cela facilite, de leurs points de vue, le partage de l'équipement qui doit dans tous les cas être nettoyé après chaque usage, mais évite les risques de contamination de grains issus d'exploitations en agriculture conventionnelle. Nicolas (2.1) précise toutefois la possibilité de trier des grains provenant d'agriculteurs conventionnels si certains étaient intéressés par le matériel de la Cuma « *dans les*

faits y'en a pas. Y'en a eu un l'année dernière » (Nicolas, 2.1). Dans les autres cas (1.2 ; 1.4 ; 2.2), le matériel de tri de la Cuma est partagé entre des adhérent-es en agriculture biologique et conventionnelle, en prenant quelques précautions comme une attention particulière portée au nettoyage des trieurs ou l'ouverture de la saison de tri par les lots de grains bios.

Tous les agriculteurs rencontrés sont en agriculture biologique et la majorité d'entre eux a aussi un atelier d'élevage, soit bovin (1.2 ; les deux agriculteurs 1.4 ; 2.1 ; 2.3) soit ovin (Sylvain, 1.1 ; 1.3) qui leur permet de valoriser en alimentation animale les écarts de tri.

Dans toutes les Cuma, une personne est nommée responsable du matériel de tri et dans la plupart des cas chaque adhérent-e réalise lui-même le tri (1.2 ; 1.3 ; 1.4 ; 2.3). Chacun-e acquiert des compétences, à condition d'y consacrer du temps *« il y en a certains qui tolèrent, qui mettent la main dans le cambouis et qui font les réglages. Il y en a d'autres bon du coup ça leur a un peu dégoûté alors ils ont préféré dire “bah non on préfère prendre un prestataire” »* (Pierre, 1.2). Dans les autres cas, la personne responsable du trieur, qui peut être un agriculteur adhérent ou salarié de la Cuma, centralise les compétences et réalise le tri pour l'ensemble des usager-ères. Ce fonctionnement peut simplifier l'utilisation d'agroéquipement parfois complexes *« Il faut vraiment qu'il y ait une personne référente là-dessus et qu'il y ait qu'elle qui s'en occupe »* (Mathieu, 1.1).

Le nombre d'usager-ères du matériel de tri et la part que ces derniers représentent dans le nombre d'adhérent-es à la Cuma est assez variable tout comme le périmètre d'action de la Cuma. Une partie des Cuma (cas 1.2 ; 1.3 ; 1.4 ; 2.3) regroupe un petit nombre d'adhérent-es (respectivement 25 ; 70 ; 83 ; 20) sur un territoire restreint - de l'ordre de plusieurs communes - dont quelques-uns seulement utilisent le trieur (respectivement 2 ; 11 ; 15 ; 8). Selon les enquêtés, cela peut s'expliquer par le caractère mobile du matériel de tri. Selon Stéphane, pour des raisons logistiques, il est nécessaire limiter le périmètre de déplacement du trieur : *« on a fait le choix de ne pas les intégrer parce qu'on leur a expliqué, et ils l'ont entendu, que c'était trop compliqué d'aller jusqu'à 50, 60 km pour rechercher le trieur et eux venir le chercher et le ramener parce qu'ils étaient trop éloignés »* (Stéphane, 1.3). Une autre partie des Cuma (cas 2.1 ; 2.2) attire un nombre plus important d'adhérent-es (respectivement 400 ; 250) répartis à l'échelle de plusieurs départements, et un grand nombre d'entre eux, si ce n'est la totalité, utilisent le trieur (respectivement 30 ; 250). Ces deux Cuma proposent du matériel de tri plus rare (trieur optique notamment) ce qui explique le large périmètre d'action. De plus, comme ces installations sont souvent coûteuses, il faut des volumes importants ce qui encourage les Cuma à étendre leur aire d'influence. Le cas 1.1 fait figure d'exception en regroupant quatre adhérent-es usager-ères du matériel de tri répartis sur trois départements. Toutefois, pendant l'entretien, Mathieu (1.1) a mentionné l'arrivée de trois nouveaux adhérent-es prochainement.

4.3. Idéaux-types de logiques de recours aux systèmes de tri pour cultiver des associations d'espèces destinées à l'alimentation humaine

4.3.1. Le système de tri, clé de voûte de la production et valorisation d'1 culture à haute valeur sociale ou patrimoniale

Ce premier idéal-type rassemble cinq agriculteurs (Mathieu et Sylvain, 1.1 ; Philippe et Marc, 1.4 ; Fabrice, 2.3 – Figure 6). Ces derniers cultivent quelques espèces associées qu'ils vendent en circuits longs. Ils font le choix, pour une seule espèce, de maîtriser l'ensemble des étapes de production, de la conduite de l'association à la valorisation. Le système de tri joue un rôle central dans leurs pratiques, puisque le tri de finition leur permet de vendre en circuits courts, voire en direct, un produit directement consommable (farine ou lentilles dans les exemples rencontrés). Dans tous les cas, cette culture est choisie pour sa valeur sociale et/ou patrimoniale.

2.3 - Fabrice - association blé-féverole 2025

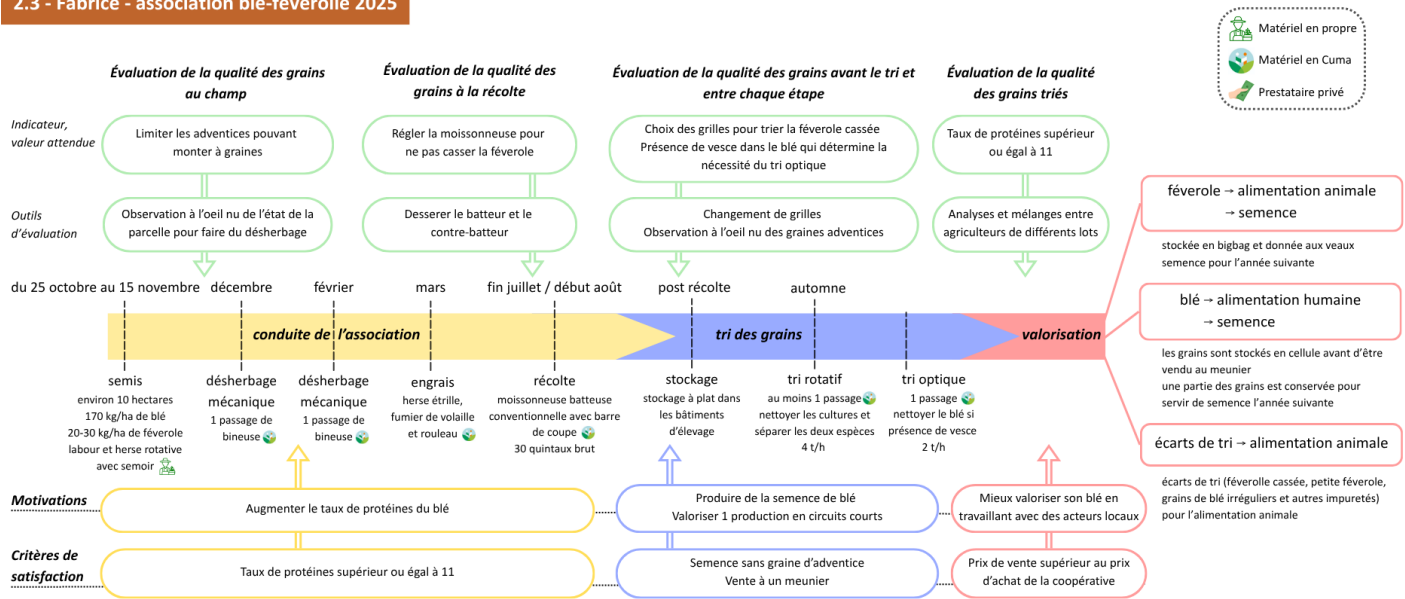


Figure 6 : Frise de l'itinéraire de gestion de la qualité des grains de l'association blé-féverole cultivée par Fabrice en 2025 (cas 2.3)

En effet, Mathieu et Sylvain (1.1) justifient leur attachement à la culture du lentillon en se référant au patrimoine agricole de la région et à l'histoire de sa conduite « *le lentillon-seigle, c'est historique, hein. Il a toujours été cultivé comme ça* » (père de Mathieu, 1.1). Tous les enquêtés concernés mettent aussi en avant l'importance pour eux des liens humains favorisés par la commercialisation en circuits courts ou en vente directe « *au moins y a un produit sur la ferme qu'on amène de A à Z, quasiment dans l'assiette des clients* » (Sylvain, 1.1). Enfin, Philippe (1.4) et Fabrice (2.3) soulignent, en complément, l'intérêt de diversifier ses débouchés et l'avantage économique de cette maîtrise complète du produit de la production à la vente « *l'agricole, si tu vas pas jusqu'au bout de la filière, bah tu gagnes pas ta vie* » (Philippe, 1.4).

Les espèces cultivées par ces agriculteurs sont des associations céréales-légumineuses ou oléagineux-légumineuses avec des mélanges lentillon-seigle (1.1), lentille-cameline (1.4) et blé-féverole (2.3). Elles sont semées sur des surfaces comprises entre 10 et 15 hectares avec des matériels différents (ex : semoir à disque 1.1 et Philippe, 1.4 ou semoir combiné à une herse étrille, 2.3 et Marc, 1.4) mais toujours sur le même rang et à la même profondeur. Parfois la priorité est donnée à la légumineuse, comme dans les cas de Mathieu et Sylvain (1.1) qui privilégient le lentillon (espèce patrimoniale) en le semant à 75kg/ha contre 35kg/ha de seigle. Chez Fabrice (2.3), par contraste, c'est la céréale qui est privilégiée – commercialisée en direct en farine – avec une densité de semis de l'ordre de 100kg/ha pour le blé contre 20 à 30 kg/ha pour la féverole. Comme le soulignait Mathieu « *il y a plusieurs façons de faire les mélanges. C'est soit on fait une dominante céréale et on met un petit peu de légumineuse avec pour faire un petit plus. Ou soit on fait une dominante légumineuse et on met une céréale pour accompagner la légumineuse* » (Mathieu, 1.1).

Certains agriculteurs (Mathieu et Sylvain, 1.1 et Fabrice, 2.3) font du désherbage mécanique en faisant au moins un passage de bineuse ou de herse étrille à l'hiver ou au printemps par exemple. Cette étape leur permet de limiter la présence d'adventices pour faciliter les conditions de récoltes et de tri. D'autres ne peuvent pas accéder aux parcelles qui sont trop humides à cette saison et se passent de cette étape.

La récolte est faite par Mathieu et Sylvain (1.1) avec une moissonneuse batteuse conventionnelle à secoueurs, par Philippe (1.4) avec une moissonneuse à barre de « coupe flex » et par Marc (1.4) en décomposée, avec d'abord du fauchage andainage puis une récolte avec un pickup remplaçant la barre de coupe. L'utilisation d'une barre de coupe flexible par Philippe (1.4) permet de récolter tous les grains, même ceux proches du sol,

tout en évitant la montée de cailloux dans la trémie. Le choix de la moisson décomposée permet à Marc (1.4) de faciliter le battage, de limiter les bruches et d'amener les grains à la même maturité. Ces techniques de récolte peuvent faciliter le tri aval : « *la qualité du tri commence à la récolte* » comme le soulignait Mathieu (1.1).

Les grains sont triés assez rapidement, après la moisson, pour éviter les risques d'échauffement liés à la présence éventuelle de verdure ou d'humidité dans les grains récoltés. Un premier passage dans un trieur à grille (rotatif mobile ou à plat fixe) permet de nettoyer les cultures et de les séparer (sauf dans le cas 1.1, où Mathieu, qui réalise le tri pour tous les adhérent-es et sépare les deux espèces en les passant dans un trieur alvéolaire). Les étapes qui suivent sont assez variables selon les agriculteurs qui mobilisent des systèmes de tri différents pour atteindre la qualité souhaitée (ex : « Chaîne de tri en Cuma pour réaliser un tri de finition d'une espèce avec un responsable qui centralise les procédés de tri » dans le cas 1.1 ; « Trieur(s) fixe(s) en propre pour retirer une partie des impuretés et séparer les cultures associées » pour Marc (1.4) ; « Chaîne de tri privée pour réaliser une prestation de tri de finition d'une espèce » pour Philippe (1.4) et « Trieur semi-mobile en Cuma pour réaliser un tri de finition avec un responsable qui réalise les procédés de tri » dans le cas 2.3).

Seule la culture valorisée en circuits courts en alimentation humaine poursuit son itinéraire de tri jusqu'à être « propre à la consommation ». Elle est vendue en grain (lentillon et lentille) ou transformée en farine (blé) à destination de grandes ou moyennes surfaces (GMS), de magasins de producteurs, de cuisines centrales ou d'artisans par exemple. Cette qualité alimentaire est permise par le passage dans un système de tri de finition, incluant un trieur optique (Figure 7), parfois réalisé en Cuma (cas 1.1 et 2.3) ou chez un prestataire privé (1.4). L'autre culture associée est soit vendue en circuits longs (Mathieu et Sylvain, 1.1), soit autoconsommée sur la ferme sous forme d'alimentation animale (Fabrice 1.3) ou de semence (Philippe et Marc, 1.4) même si, selon les enquêtés, le seigle ou la cameline pourraient aussi avoir des débouchés en alimentation humaine. En effet, comme l'explique Philippe (1.4), la cameline « n'est pas vendue, en fait. On s'en sert comme tuteur. Après, il y en a qui font de l'huile, mais il faut avoir un débouché » et le seigle meunier est, selon le père de Mathieu (1.1) plus difficile à commercialiser « des fois la qualité n'est pas là, ça part en fourrager » bien qu'il se vende plus cher que du seigle fourrager. Les écarts de tri sont toujours valorisés : par les éleveurs en tant qu'alimentation animale (Sylvain, 1.1 ; Philippe et Marc, 1.4 ; Fabrice 1.3), en semence (Marc, 1.4) ou par la méthanisation pour les agriculteurs sans troupeau (Mathieu, 1.1).



Figure 7: cas 1.1, lentillons en qualité « alimentation humaine » (en haut) et écarts de tri en sortie de trieur optique (en bas)

Pour ces agriculteurs, l'intérêt agronomique de l'association est important. Elle permet de bénéficier d'un effet tuteur (lentillon-seigle et lentille-cameline, cas 1.1 et 1.4), d'augmenter le taux de protéines des céréales (blé-féverole, cas 2.3) et de couvrir le sol pour lutter contre les adventices (lentille-cameline, cas 1.4) en plus de

sécuriser le rendement en cas de mauvaise année pour l'une des deux cultures (lentille-cameline, cas 1.4). Réaliser le tri de ces espèces, au moins en partie avec du matériel en Cuma permet de valoriser une des deux espèces en circuits longs qui n'aurait pas été acceptée en mélange (lentillon-seigle et lentille-cameline, cas 1.1 et 1.4) et de conserver les écarts de tri pour l'autoconsommation (lentille-cameline et blé-féverole cas 1.4 et 2.3).

4.3.2. Le système de tri pour être en mesure de cultiver des associations d'espèces et de les transformer

Ce second idéal-type rassemble trois agriculteurs (Pierre, 1.2 – Figure 8 ; Nicolas, 2.1 ; Alain 2.2). Ils cultivent tous un grand nombre d'associations qui sont majoritairement vendues en circuits courts, sous formes de graines ou après transformation (meunerie, huilerie). Ils accordent de l'importance à la maîtrise de l'ensemble des étapes de production, de la conduite des associations au champ à leur valorisation. Les systèmes de tri sont indispensables dans leur fonctionnement puisqu'ils leur permettent d'atteindre une qualité alimentaire et de vendre en circuits courts voire en direct un produit directement consommable (pain, farine ou lentilles dans les exemples rencontrés). Dans tous les cas, ces cultures sont choisies pour la diversification qu'elles apportent à l'assolement et à la gamme de produits vendus.

1.2 - Pierre - association avoine-lentille beluga 2025

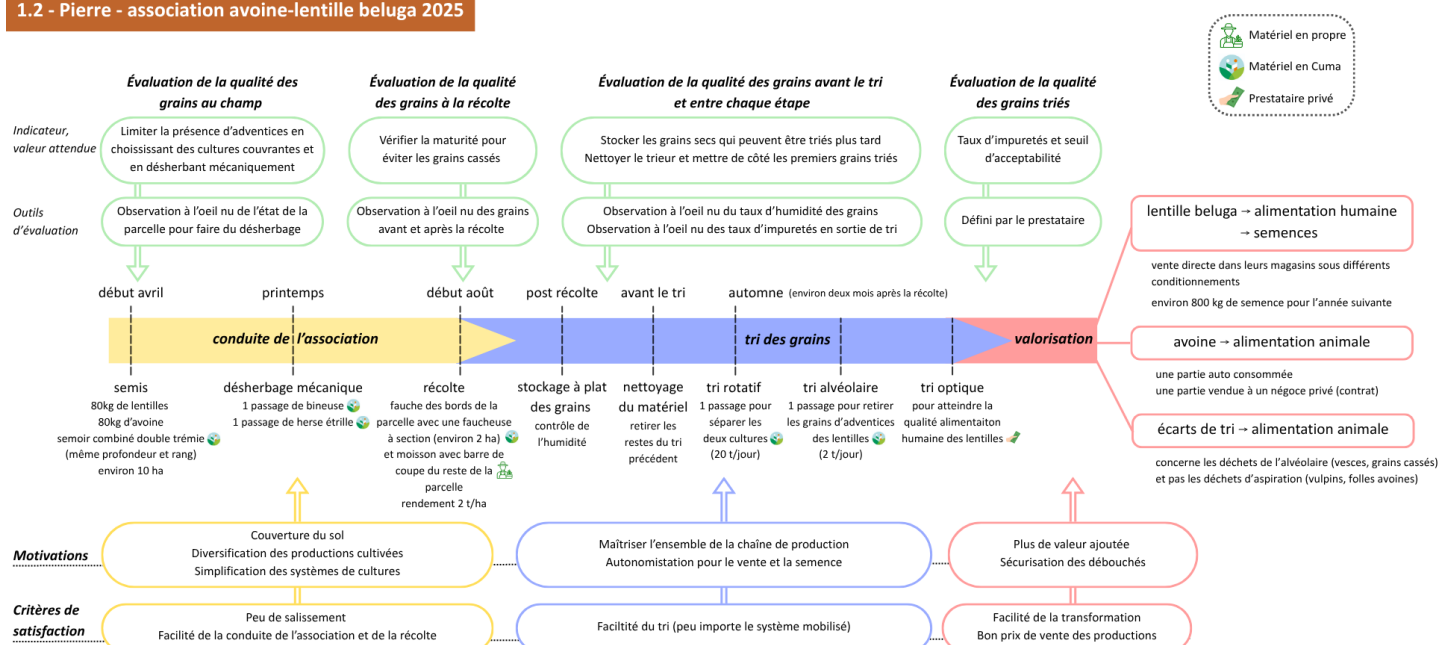


Figure 8 : Frise de l'itinéraire de gestion de la qualité des grains de l'association avoine-lentille beluga cultivée par Pierre en 2025 (cas 1.2)

Ces trois agriculteurs cultivent de nombreuses associations, à l'instar de Pierre (1.2) dont $\frac{3}{4}$ des surfaces sont cultivées en associations. Cette diversité se retrouve dans les produits qu'il vend en direct « Je produis à la ferme [...] des huiles : colza, tournesol, cameline. Et on vend aussi des farines. Donc farine de céréales, farine de blé, farine de petit épeautre, grand épeautre. Et puis dans les blés, je fais encore plusieurs types de blés : blés classiques, modernes on va dire, des variétés anciennes, des blés un peu plus spécifiques, des blés poulard, des choses comme ça, de l'amidonniér » (Pierre, 1.2). Le tri s'impose comme une condition nécessaire à la valorisation des produits. Nicolas (2.1) explique le rôle central du tri dans son exploitation : « Dès le début de mon installation, j'ai eu besoin de trier pour utiliser mes céréales pour les passer en farine et puis petit à petit j'ai fait d'autres céréales pour diversifier » (Nicolas, 2.1). C'est souvent une condition nécessaire à la valorisation de leurs produits en circuits courts « Je ferais pas de céréales ici, si je pouvais pas les trier quoi. Parce que je pourrais pas les vendre en circuit court. Ça sert surtout à ça en fait, les trier, c'est pour les vendre en circuit court. Pas à l'industrie » (2.1). Par ailleurs, tous les enquêtés expriment cette envie de reprendre la

main sur la commercialisation de leurs produits, en privilégiant les circuits courts, comme Alain (2.2), selon lui *« c'est un état d'esprit, moi je voulais être acteur de ma commercialisation et pas juste subir ce qu'on nous donne, puisque la logique c'est toujours de donner des miettes aux producteurs et puis il faut qu'ils se taisent [...] ». Donc ça me paraissait essentiel d'avoir, au moins en partie, de l'autonomie sur les ventes pour au moins avoir... comment dire... la satisfaction de maîtriser un peu ce qu'on fait, et de pas être juste dépendant de tout le monde »*.

Les associations cultivées par ces agriculteurs et que nous avons étudiées sont des associations céréales-légumineuses : avoine-lentille beluga (1.2), blé-féverole (2.1) et orge-lentille corail (2.2).

Tous les agriculteurs utilisent des semences de fermes et des mélanges de variétés pour les céréales. Selon eux, la réutilisation des grains d'une année sur l'autre permet une plus grande résilience des cultures : *« il y a des semences de blé je conserve depuis plus de dix ans parce que je pense qu'il y a une adaptation à mon terroir et à ma façon de faire de ces variétés »* (Pierre, 1.2).

Elles sont semées sur 4 à 10 hectares avec du matériel différent (ex : semoir à disque pour Nicolas, 2.1, semoir à disque combiné avec herse étrille pour Alain, 2.2, et semoir à disque avec herse rotative et double trémie pour Pierre, 1.2). Dans tous les cas, les cultures sont semées sur le même rang et à la même profondeur, le semoir de Pierre avec la double trémie permet seulement de simplifier le mélange des semences qui *« se mélange très mal déjà pour commencer et ça peut se dé-mélanger dans le semoir parce que t'as une qui va couler plus vite que l'autre »*. La priorité est donnée à la culture transformée ou valorisée en direct avec la plus haute valeur ajoutée. Donc tantôt à la légumineuse, comme dans le cas d'Alain qui privilégie la lentille en la semant à 100 kg/ha contre 17 kg/ha d'orge, tantôt à la céréale, comme chez Nicolas, qui sème 150 à 180 kg/ha de blé et 50 kg/ha de féverole.

Certains agriculteurs (Pierre, 1.2 et Alain, 2.2) font du désherbage mécanique en réalisant un ou deux passages de bineuse ou de herse étrille au printemps. Cette étape leur permet de réduire la présence d'adventices afin de faciliter les conditions de récoltes et de tri. Nicolas (2.1) ne peut pas accéder aux parcelles qui sont souvent trop humides au printemps et se passe de cette étape *« Ça m'est déjà arrivé de faire de la herse étrille au printemps mais c'est une année sur trois quoi »* (Nicolas, 2.1).

Les récoltes ont lieu entre la mi-juillet et début août. Nicolas (2.1) fait appel au matériel et au chauffeur de la Cuma pour la moisson. Pour récolter l'association blé-féverole il intervient dans les réglages en demandant *« de desserrer le batteur souvent un peu. Mais de battre tout le blé quand même »* de sorte *« à ne pas casser la féverole »* pour faciliter le tri qu'il va opérer ensuite. Alain (2.2) utilise la moisson décomposée. C'est-à-dire qu'il fauche et met en andain la culture pour la faire sécher avant de moissonner avec un pick-up qui remplace la barre de coupe sur la moissonneuse batteuse. Cela permet de faciliter le battage en amenant les grains à la même maturité. Pierre (1.2) combine ces deux techniques. Aux abords de la parcelle, il y avait plus d'adventices donc il a fauché avant la récolte et il a récolté le reste de la parcelle avec une moissonneuse batteuse équipée d'une barre de coupe classique.

Pierre (1.2) stocke les grains, en s'assurant qu'ils sont bien secs, et trie à l'automne, quand il a plus de temps tandis que Nicolas (2.1) et Alain (2.2) trient juste après la récolte. Plusieurs passages dans un ou plusieurs trieurs à grilles (rotatif ou à plat, mobile ou fixe) permettent à la fois de nettoyer les cultures en retirant les impuretés de tailles différentes par un système de grilles (ex : menu grain, grains cassés, chardons) et les impuretés légères par aspiration (ex : poussière, folles avoines, vulpin) et de séparer les espèces associées. Cette étape est déjà incluse dans le système de tri mobilisé par Alain (2.2 *« Chaîne de tri en Cuma pour réaliser un tri de finition d'une espèce avec un responsable qui centralise les procédés de tri »*) et elle est suivie d'autres systèmes de tri pour Nicolas (2.1 *« Chaîne de tri en Cuma pour réaliser un tri de finition d'une espèce avec un*

responsable qui centralise les procédés de tri ») et pour Pierre (1.2 « Chaîne de tri privée pour réaliser une prestation de tri de finition d'une espèce »).

Seule la culture valorisée en circuits courts en alimentation humaine poursuit son itinéraire de tri jusqu'à être propre à la consommation. Elle est vendue en grain (lentille corail, lentille beluga) ou transformée en farine (blé) soit en direct (pain sur des marchés, pâtes et lentille beluga dans un magasin de la ferme) ou en circuits courts à des grandes ou moyennes surfaces (GMS), des cuisines centrales ou des restaurateurs par exemple. Cette qualité alimentaire est permise par le passage dans un système de tri de finition, incluant un trieur optique, parfois réalisé en Cuma (cas 2.1 et 2.2) ou chez un prestataire privé (1.2). L'autre culture associée est soit vendue en circuits longs (Pierre 1.2, Alain, 2.2), soit autoconsommée sur la ferme sous forme d'alimentation animale (Pierre 1.2, Nicolas 2.1) ou de semence (Nicolas 2.1, Alain 2.2). Les écarts de tri sont toujours valorisés : par les éleveurs en tant qu'alimentation animale (Pierre 1.2, Nicolas 2.1) et en compost pour les déchets d'aspiration (Pierre 1.2, Nicolas 2.1) ou par la méthanisation pour les agriculteurs sans élevage (Alain, 2.2).

Pour ces trois agriculteurs, l'intérêt agronomique de l'association est important tout comme sa valorisation. Elle permet de bénéficier d'un effet tuteur (orge-lentille corail, cas 2.2), d'augmenter la fixation de l'azote et sa disponibilité pour la céréale (blé-féverole et orge-lentille corail, cas 2.1 et 2.2) et de couvrir le sol pour lutter contre les adventices (avoine-lentille beluga et orge-lentille corail, cas 1.2 et 2.2) en plus de sécuriser le rendement en cas de mauvaise année pour l'une des deux cultures (orge-lentille corail, cas 2.2). Réaliser le tri de ces espèces, au moins en partie avec du matériel en Cuma permet de valoriser une des deux espèces en circuits longs qui n'aurait pas été acceptée en mélange (avoine-lentille beluga et orge-lentille corail, cas 1.2 et 2.2) et aussi de conserver les écarts de tri pour l'autoconsommation (avoine-lentille beluga et blé-féverole, cas 1.2 et 2.1).

4.3.3. Vendre à un bon prix grâce au système de tri

Ce troisième idéal-type concerne un agriculteur (Stéphane, 1.3 – Figure 9). Il cultive quelques espèces associées qu'il vend en circuits longs à l'instar des espèces cultivées en pure. Le système de tri joue un rôle central dans sa pratique, car il lui permet de séparer les espèces et retirer la plupart des impuretés pour vendre en circuits longs des cultures acceptées par la coopérative sans pénalité. En effet, des cultures associées ou chargées en impuretés seront payées moins cher par la coopérative à l'agriculteur. En réduisant le taux d'impureté « *à moins de 3%, en le triant, en fait c'est une base, comme ça il n'y a pas de pénalité, et ça me permet de... ça me fait de l'écart de tri, et ça me permet d'avoir de l'alimentation pour mes animaux* » il maximise le prix de vente des deux cultures principales vendues en circuits longs et valorise les écarts de tri (qui ne lui seraient pas payés) en alimentation pour son troupeau ovin « *La coop ne le payera pas, donc on peut le garder pour l'écart de tri pour les animaux* ». Le choix des cultures associées est déterminé par leur débouché et par les tailles de graines de chacune pour faciliter le tri.

1.3 - Stéphane - association lentille-cameline 2025

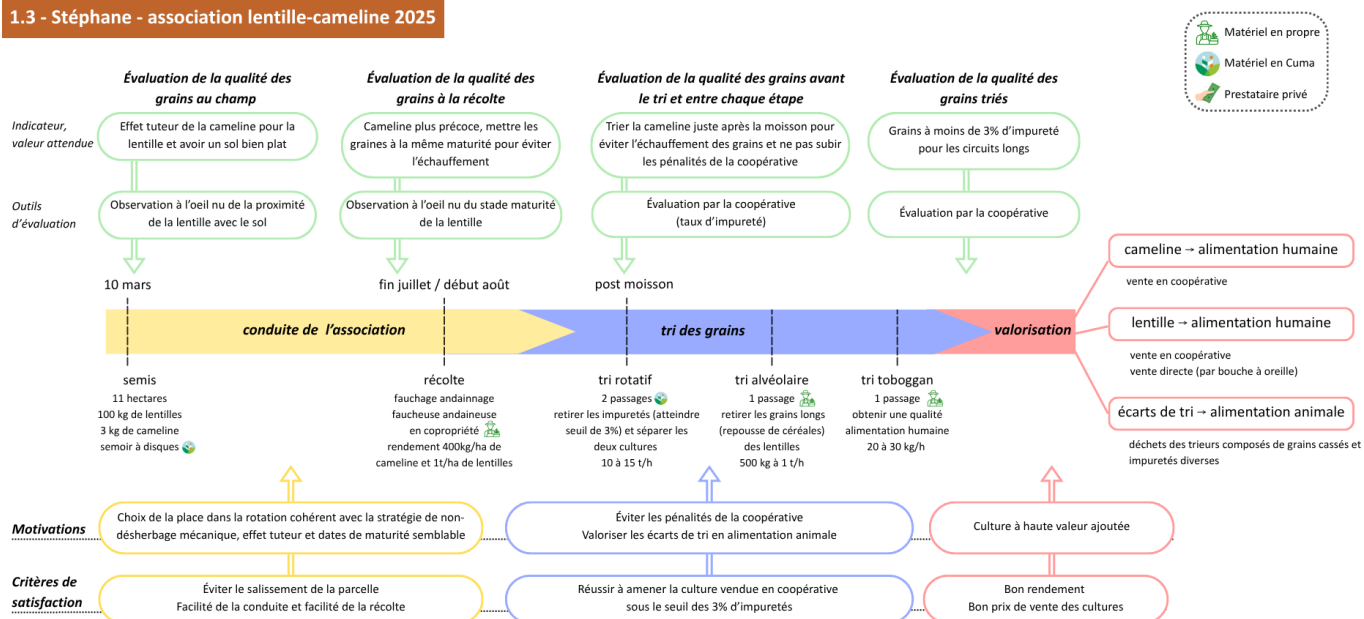


Figure 9 : Frise de l'itinéraire de gestion de la qualité des grains de l'association lentille-cameline cultivée par Stéphane en 2025 (cas 1.3)

L'association semée par Stéphane et étudiée ici est lentille-cameline. Elle est semée sur 11 hectares avec un semoir à disque : les deux cultures sont implantées sur le même rang et à la même profondeur. La priorité est donnée à la lentille, qui est la culture avec la plus forte valeur ajoutée, semée à 100 kg/ha contre 3kg/ha pour la cameline. Stéphane ne réalise pas de désherbage mécanique, il préfère jouer sur la place de l'association dans la rotation (plutôt au début) pour bénéficier du faible salissement de la parcelle.

Pour la récolte, Stéphane pratique une moisson décomposée en fauchant et mettant en andain la culture avant de la récolter avec un pickup placé à l'avant de la moissonneuse batteuse en substitution de la barre de coupe. Selon lui, l'avantage de cette technique est de mettre « toutes les graines à même maturité, donc on a en théorie plus de problèmes d'échauffement des tas » (Stéphane, 1.3).

Néanmoins, il trie les grains rapidement après la moisson, car la cameline est une culture fragile « on ne peut pas la stocker. La cameline, c'est quelque chose qu'il faut traiter tout de suite » (Stéphane, 1.3). Un premier passage dans un trieur rotatif permet de séparer les deux cultures et de retirer les impuretés de tailles différentes. La cameline passe une deuxième fois dans ce trieur avant d'être envoyée à la coopérative. La lentille passe dans un trieur alvéolaire pour en retirer les grains de formes différentes (les grains longs) avant d'être vendue à la coopérative. Stéphane en garde une petite partie pour faire de la semence et vendre par bouche à oreille. Il trie cette dernière partie avec un trieur toboggan, permettant plus de précision pour le retrait des impuretés de formes différentes dans des petits volumes de grains. Les premières étapes de tri se font avec le système « Trieur(s) mobile(s) en Cuma pour retirer une partie des impuretés et séparer les cultures associées » et les dernières étapes de tri de la lentille sont réalisées avec le système « Trieur(s) fixe(s) d'une exploitation pour réaliser un tri de finition d'une espèce ».

Pour cet agriculteur, du point de vue agronomique, l'association lentille-cameline permet de bénéficier d'un effet tuteur « on récolte une culture qui est plus droite, donc plus facile à moissonner ». Elle présente aussi un avantage économique car ce sont des cultures à forte valeur ajoutée « au niveau de produits à l'hectare, si on est déjà à 1 tonne de lentille, donc 1 400 euros de la tonne. La cameline [...] si on rajoute 280 euros de l'hectare en plus, on arrive à pas loin entre 1 600 et 1 700 euros de produits à l'hectare ». Selon lui, les difficultés qu'il peut rencontrer dans la conduite de l'association ou dans le tri en valent la peine car « il y a quand même un petit peu d'argent à aller chercher. Donc, il faut se donner le mal ». Le tri apparaît ainsi comme une condition

nécessaire à la maximisation du prix de vente des cultures et à l'autonomisation de l'exploitation pour l'alimentation animale.

5. Discussion

5.1. Défricher un champ de recherche : l'usage des trieurs pour la pratique des associations d'espèces

Ce travail exploratoire a permis de poser les jalons d'un sujet jamais traité jusqu'alors : l'usage de trieurs en Cuma pour la pratique des associations d'espèces destinées à l'alimentation humaine.

La littérature existante avait esquissé l'importance du tri dans le développement de la pratique des associations d'espèces sans jamais y consacrer une étude (Bedoussac, 2018). Notre travail a confirmé le rôle central du tri pour la valorisation des cultures associées tout en faisant ressortir la pluralité des façons de trier. En distinguant 6 systèmes de tri jamais décrits jusqu'alors nous avons donné à voir une diversité des manières de pratiquer le tri, adaptée à différentes situations. L'étude de cas a mis en avant la complémentarité de ces systèmes en montrant que les agriculteurs font au moins appel à deux systèmes de tri pour une association d'espèces (partie 4.1). De ce fait, ils bénéficient des complémentarités en termes d'agroéquipements, de procédés ou d'organisation. Cette vision du tri, comme un agencement de systèmes plus que comme une étape isolée implique un accompagnement qui intègre davantage la filière et ses parties prenantes (Cholez et Magrini 2014). Cela influence aussi les décisions d'appui à l'investissement qui peuvent être prises en soutenant davantage les systèmes collectifs ou permettant de nombreux procédés de tri.

En proposant de partir des pratiques des agriculteurs (Landais et al. 1988) plutôt que d'une description factuelle des agroéquipements de tri, nous avons éclairé trois logiques contrastées de recours au tri (partie 4.3). Pour certains agriculteurs, le système de tri est la condition nécessaire à la production et à la valorisation d'une culture à haute valeur sociale ou patrimoniale quand pour d'autres c'est un levier indispensable à la culture et à la transformation des associations d'espèces, ou un moyen privilégié de vendre ses cultures à un bon prix. Cette approche nous a donc permis de rapprocher des cas qui mobilisaient des systèmes de tri différents mais se ressemblaient du point de vue de leurs logiques.

Nous avons réaffirmé la place essentielle des agroéquipements dans le développement de la pratique des cultures associées (Bedoussac 2018 ; Pelzer et al. 2014) dans la continuité des travaux menés par Pham (2024) et Fouillet et al. (2026).

La focale sur le tri permet d'aborder une pratique à la jonction et interférant avec les pratiques culturales et les pratiques de commercialisation. Notre étude révèle des interactions entre le système de tri et ces pratiques, et les choix que réalisent des agriculteurs, dans leurs situations, pour obtenir des qualités de grain qui les satisfont (ex : choisir une méthode de récolte qui limite la casse des grains pour faciliter le tri). Nous avons focalisé notre étude sur l'usage des systèmes de tri durant la campagne 2025 ; une perspective pourrait être d'étudier les trajectoires d'évolution des systèmes de tri pour comprendre comment ils sont conçus, par qui, dans quels buts et d'éclairer les freins et leviers à leur développement et transformation dans différentes situations (à l'instar des travaux de Salembier et al. 2020 ou Albert et al. 2021, par exemple).

En complément des travaux déjà menés, notre méthode de travail a consisté à jouer sur les échelles (une exploitation, plusieurs exploitations et une Cuma) et sur la richesse du matériau (entretien et observation d'agroéquipements avec des agriculteurs qui utilisent le trieur, avec des agriculteurs responsables du matériel de tri et avec des opérateurs de tri salariés de Cuma), pour donner à voir un aperçu global des usages qui sont faits des systèmes de tri par des agriculteurs pour cultiver et valoriser des associations d'espèces destinées à l'alimentation humaine.

5.2. Avancées notionnelles et méthodologiques pour aborder un nouvel objet d'étude

Ce travail propose également des notions utiles à la description et à l'analyse de notre objet d'étude. Pour nommer les combinaisons que nous observons des agroéquipements, des procédés de tri et de l'organisation qui y est associée nous avons défini la notion de système de tri. Elle a été construite de manière inductive, pour appuyer notre analyse transversale des cas (partie 4.1) et pourrait être remobilisée et enrichie dans des travaux ultérieurs.

Les entretiens ont également mis en évidence l'importance de considérer les relations entre « conduite des cultures », « récolte », « tri » et « enjeux de qualité des grains » pour aborder notre objet d'étude. En constatant la place centrale de la gestion de la qualité des grains dans les logiques des agriculteurs, du champ à la commercialisation, nous avons proposé de manière inductive la notion d'« itinéraire de gestion de la qualité des grains » (partie 4.3), inspirée des notions d'itinéraires techniques (Sebillote 1990), de *action pathways* (Tessier et al. 2020) et de qualité des grains (Le Bail et Meynard 2003). Notre matériau nous a permis d'observer qu'au champ, la qualité des grains est surtout associée à l'absence d'adventices dont les grains peuvent se mêler « *aux bons grains* » lors du semis et de la récolte. A la récolte, la qualité des grains s'apparente à la maturité et à l'humidité des grains et/ou à l'absence d'impuretés pendant la moisson (ex : montée de terre ou de cailloux dans la trémie). Au tri, la qualité des grains fait référence à une multitude d'aspects comme le taux d'humidité, les grains cassés, flétris, tâchés, les poussières ou encore les taux d'impuretés (ex : taux d'insectes, de cailloux, de graines d'autres espèces). A la sortie du tri, la qualité des grains se rapporte exclusivement aux taux d'impuretés qui doivent être les plus bas possibles. Dans les cas étudiés, nous observons que les logiques de ces itinéraires sont intimement liées aux débouchés (ex : circuits longs, circuits courts, vente directe) aux capacités de tri des systèmes à disposition ou développés par l'agriculteur (différents selon les territoires) et aux pratiques et conditions de conduite au champ des cultures (ex : choix des semences, intervention de désherbage mécanique, conditions météorologiques, technique de récolte). Nous montrons quels systèmes de tri ont un rôle majeur dans la gestion de cette qualité.

5.3. Focus sur les Cuma : leurs caractéristiques et rôles pour un tri en collectif

La constitution du panel de cas en lien avec le réseau Cuma et l'étude des systèmes de tri en Cuma a contribué à mettre plus particulièrement en avant leur rôle dans cette activité. D'après notre analyse, le tri en Cuma revêt quatre avantages, qui corroborent des travaux sur le sujet au-delà de la question du tri (Lucas et Gassel 2016, 2018, 2019 ; Yan et al. 2025)

D'abord, il permet aux agriculteurs d'avoir accès à du matériel performant dont le prix d'achat initial est élevé en favorisant son partage et son renouvellement régulier en dépit du fait que ce soit du matériel spécialisé qui ne serve pas quotidiennement : « *on ne pourrait pas se permettre d'acheter du matériel comme ça, tout seul, pour faire une culture* » (père de Mathieu, 1.1).

Ensuite, il leur permet d'abaisser les coûts de mécanisation en facturant à l'utilisation le matériel. Par exemple, Philippe (1.4) souligne l'avantage d'avoir « *du matériel pour rien pendant toute l'année* » (Philippe, 1.4), de pouvoir être facturé pour le matériel après avoir vendu ses récoltes, et le fait de répartir les frais de réparation ou d'entretien du matériel, parfois élevés, car « *La Cuma avance tout. C'est quand même un confort* » (Philippe, 1.4).

Le tri en Cuma peut aussi encourager certains adhérent·es à utiliser des agroéquipements pour lesquels ils ou elles ne seraient pas équipé·e individuellement. La disponibilité du matériel de tri et les échanges entre pairs peuvent contribuer à des évolutions de pratiques. Stéphane, par exemple, met avant ces atouts du tri en Cuma

« quand [les adhérent·es] font des mélanges, ils voient que la coop, avant [...] prenait 10-15 balles pour trier. Aujourd'hui, c'est 30-40 balles. Donc, à la tonne, à l'hectare, ça commence à amener de la réflexion. Parce qu'ils se disent, j'ai le trieur, si j'avais passé une journée à trier, j'aurais gagné 1 500 balles. [...] Là, il est là. Il faut juste mettre en œuvre » (Stéphane, 1.3)

Enfin, la possibilité de faire appel à de la main d'œuvre qualifiée et de mutualiser les compétences par l'intermédiaire d'un salarié de la Cuma ou de la banque d'entraide peut favoriser la mise en place de pratiques pour lesquels ils n'ont pas les compétences ou l'envie d'y consacrer du temps. En effet, dans les Cuma où chaque adhérent·e doit trier lui-même, par exemple dans le cas 1.2, Pierre explique que certains sont découragés *« au début il y a eu aussi un peu des couacs techniques quoi, le temps d'avoir les réglages [...] il y en a certains qui tolèrent qui mettent la main dans le cambouis et qui font les réglages il y en a d'autres bon du coup ça leur a un peu dégoûté alors ils ont préféré dire "bah non on préfère prendre un prestataire" »* (Pierre, 1.2). Alors que dans le cas 1.1, Mathieu, concentre le savoir-faire du tri pour la Cuma, ce qui, selon lui, facilite grandement le tri *« il n'y a pas de bouquin qui peut vous apprendre à trier. C'est l'expérience du conducteur de l'installation qui fait que ça se passe bien »* (Mathieu, 1.1). Cette expérience s'acquiert à l'usage, Nicolas (2.1) qui centralise les compétences de tri pour tous les adhérent·es, met en avant le temps nécessaire à l'acquisition des compétences de tri et relative aux réglages du trieur *« en le réparant, en le nettoyant, en l'utilisant, j'ai appris comment ça marchait un peu plus finement »* (Nicolas, 2.1).

Cette diversité d'usages et d'usager·ères dans des systèmes de tri en Cuma décrite à partir de notre étude de cas (partie 4.2) a mis en lumière la multiplicité des situations liées au tri. Chacune révèle des capacités de flexibilité contrastées entre les systèmes, centrales pour la TAE (ex : adaptabilité aux évolutions de cultures, à la place des cultures associées dans les systèmes de cultures, aux dynamiques sociales ; Revoyron et al. 2022). Certains systèmes pourraient accueillir une plus grande diversité mais préfèrent par exemple concentrer leur activité sur un type d'association (cas 1.1) ou réserver l'usage du trieur aux adhérent·es en agriculture biologique pour éviter les risques de contamination (cas 2.3).

5.4. Perspectives de recherche et pour l'action

Au-delà des manques de connaissances que cette étude visait à éclairer, sa volonté initiale était également d'appuyer le réseau Cuma dans leur activité d'accompagnement. Les résultats - se voulant aussi pratiques - ont vocation à inspirer les animateur·rices des fédérations de proximité dans leur travail d'accompagnement de groupes d'agriculteur·rices qui souhaiteraient investir dans du matériel du tri. En donnant un aperçu du tri en Cuma, en éclairant les motivations des agriculteurs à y recourir et la manière dont ils articulent ces systèmes avec d'autres, nos résultats permettent de mieux saisir cet objet. Dans les mois à venir, nous envisageons de les partager au sein du réseau Cuma en réalisant des webinaires et fiches techniques mettant en avant la diversité des cas étudiés, des références pratiques le tout en s'appuyant sur les attentes des enquêtés concernant ce travail et sur les conseils que les agriculteurs souhaiteraient partager à d'autres voulant se lancer.

Les résultats de ce travail s'inscrivent en prolongement de travaux déjà conduits sur les agroéquipements et sur le rôle des collectifs d'agriculteurs pour les cultures associées et ouvrent de nouvelles perspectives de recherche. Cette étude, menée sur six mois, pourrait être enrichie de plusieurs façons.

De nombreux cas identifiés n'ont pas pu être enquêtés et le premier prolongement possible de ce travail serait d'aller rencontrer les agriculteur·rices des Cuma avec du matériel du tri identifié·es comme pertinente lors de la phase de repérage des cas. Cela pourrait enrichir la liste des systèmes de tri définie à ce jour, donner à voir une plus grande diversité d'usages et d'usager·ères, et étoffer les idéaux-types identifiés avec davantage d'exemples voire en cerner de nouveaux. Ce panel de sept cas a permis de couvrir une partie des situations

existantes, laquelle gagnerait à être enrichie par des entretiens avec d'autres agriculteur·rices. De même, au sein des cas étudiés, certaines Cuma ont du matériel de tri qui n'est utilisé que par une partie des adhérent·es et il serait intéressant de questionner ceux qui font le choix de pas de ne pas utiliser le matériel à leur disposition.

Nous avons choisi de sélectionner les cas à partir du réseau Cuma. Cette entrée nous a permis d'accéder facilement aux coordonnées d'agriculteurs qui utilisaient des trieurs en collectifs. Cependant, cette décision a eu pour conséquence de représenter fortement les systèmes collectifs en Cuma quand bien même d'autres systèmes collectifs peuvent exister (ex : GEDA, GIEE, Civam, copropriété, collectifs informels). De même, en choisissant de s'intéresser aux associations d'espèces pour l'alimentation humaine, nous n'avons pas rencontré d'agriculteur·rices qui utilisent les trieurs seulement pour la production de semences, or cela représente un usage conséquent du matériel du tri. Ces deux pistes d'ouverture dans la sélection des cas semblent être intéressantes à instruire pour améliorer notre compréhension du tri des cultures associées et les verrouillages qui y sont liés.

Enfin, nos enquêtes ont mis en avant des modes d'organisation en Cuma qui ne semblent pas toujours être compatibles avec ce que le statut de Cuma autorise effectivement. Certaines limites de ce statut sont mises à l'épreuve par les activités observées sur le terrain et mériteraient d'être reconsidérées en cas d'évolution juridique dans le réseau Cuma.

6. Conclusion

En conclusion, ce mémoire complète les travaux existants sur les agroéquipements et les structures collectives pour la pratique des cultures associées en caractérisant les usages des systèmes de tri qui sont faits par des agriculteur·rices pour cultiver et valoriser des associations d'espèces destinées à l'alimentation humaine. Le tri est le plus souvent envisagé à travers les agroéquipements et rarement associé aux pratiques agricoles et aux débouchés, bien qu'ils en résultent et le conditionnent. A partir d'une étude de cas fondée sur l'analyse qualitative d'entretiens semi-directifs et d'observations, ce travail aboutit à trois champs de résultats, définis de manière itérative. Dans le premier, nous avons défini plusieurs systèmes de tri et identifié la manière dont des agriculteurs les agencent. Ces agencements sont différents dans chaque cas et reflètent des logiques propres aux enquêtes. Nous avons aussi étudié les diversités internes aux systèmes de tri en Cuma, en termes d'usages ou d'usager·ères, et en éclairant les conditions qui favorisent cette diversité. Nous avons montré que les systèmes de tri en Cuma peuvent être plus ou moins spécialisés et s'adaptent aux besoins de leurs usager·ères. Enfin, nous avons identifié trois idéaux-types concernant les logiques de recours au système de tri en nous intéressant aux liens entre « la conduite, le tri, les débouchés » des cultures associées destinées à l'alimentation humaine. Ces différentes logiques donnent à voir le rôle que joue le tri pour des exploitations avec des fonctionnements différents. En définitive, ces résultats confirment que le tri est une condition nécessaire à la pratique des cultures associées pour l'alimentation humaine et mettent en avant la pluralité de situations que recouvre cette pratique.

En proposant une étude sur le tri en tant que sujet exploratoire, ce travail de recherche de six mois poursuit une dynamique de travaux sur les agroéquipements et sur le rôle du collectif dans la pratique des cultures associées. Nos résultats ont aussi vocation à faciliter l'accompagnement de groupes d'agriculteur·rices qui souhaiteraient investir dans du matériel de tri. Finalement, ce mémoire ouvre la voie à d'autres travaux sur le tri : un sujet majeur pour soutenir la diversification des cultures.

Bibliographie

- ALBERT, Marion, JUDON, Nathalie, FOLCHER, Viviane, BOURMAUD, Gaëtan, PUEYO, Valérie, LARBAIGT, Jean et GARRIGOU, Alain. Apport des approches instrumentale et ergotoxicologique pour la conception : le cas du matériel de pulvérisation des pesticides en viticulture. Le travail humain [en ligne]. Presses Universitaires de France, Septembre 2021, Vol. 84, n°3, p. 197-232. DOI 10.3917/th.843.0197
- BEDOUSSAC, Laurent. De l'analyse des performances et du fonctionnement des associations d'espèces à leur insertion dans les systèmes de culture et les filières. 2018
- BEDOUSSAC, Laurent, JOURNET, Etienne-Pascal, HAUGGAARD-NIELSEN, Henrik, NAUDIN, Christophe, CORRE-HELLOU, Guénaëlle, JENSEN, Erik Steen, PRIEUR, Loïc et JUSTES, Eric. Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. Agronomy for Sustainable Development [en ligne]. Juillet 2015, Vol. 35, n° 3, p. 911-935. DOI 10.1007/s13593-014-0277-7
- BEDOUSSAC, Laurent, TRIBOULET, Pierre, MAGRINI, Marie-Benoît, RAMBAULT, Gilles, FOISSY, Damien et CORRE-HELLOU, Guénaëlle. Conséquences de l'introduction des cultures associées céréale-légumineuse à graines dans les filières Analyse du point de vue des agriculteurs et des coopératives. [en ligne]. INRA, 2013. DOI 10.17180/C3Y3-B679
- CAPITAINE, Mathieu, BENOÎT, Marc et BAUDRY, Jacques. Mutualisation du travail et développement de compétences territoriales [en ligne]. Février 2008. Les entreprises coopératives agricoles, mutations et perspectives. Disponible à l'adresse : <https://hal.inrae.fr/hal-02758362>
- CHOLEZ, Célia, MAGRINI, Marie-Benoît. Cultiver des légumineuses à graines en pure ou en association avec des céréales : points de vue d'acteurs du système sociotechnique agricole. Innovations Agronomiques [en ligne], Décembre 2014, n°40, pp.43-59. DOI 10.17180/d71a-mz60
- CORRE-HELLOU, Guénaëlle. Fonctions des légumineuses et interactions biotiques pour des systèmes de culture annuels plus durables. 2012
- FOUILLET, Esther, BEDOUSSAC, Laurent, HAMITI, Nassim, REVEL, Annabelle et SALEMBIER, Chloé. Exploring the logics of farmers' equipment management for species mixtures: case studies from France. Agronomy for Sustainable Development [en ligne]. Juin 2026, Vol. 46, n°3, p. 36. DOI 10.1007/s13593-026-01110-0
- GARDARIN, Antoine, CELETTE, Florian, NAUDIN, Christophe, PIVA, Guillaume, VALANTIN-MORISON, Muriel, VRIGNON-BRENAS, Sylvain, VERRET, Valentin et MÉDIÈNE, Safia. Intercropping with service crops provides multiple services in temperate arable systems: a review. Agronomy for Sustainable Development [en ligne]. Mai 2022, Vol. 42, n° 3, p. 39. DOI 10.1007/s13593-022-00771-x
- INTERNATIONAL PANEL OF EXPERTS ON SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS. From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems [en ligne]. 2016. Disponible à l'adresse : https://www.ipes-food.org/_img/upload/files/UniformityToDiversity_FULL.pdf
- JANNOT, Philippe et VAQUIE, Pierre-François. Les conditions d'adoption d'une solution innovante d'équipement : le groupe tracteur. Ingénieries eau-agriculture-territoires, 1997, 11, p. 17 - p. 26.
- LANDAIS, Etienne, DEFFONTAINES, Jean-Pierre et BENOÎT, Marc. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. Études rurales [en ligne]. 1988, Vol. 109, n° 1, p. 125-158. DOI 10.3406/rural.1988.3226
- LUCAS, Véronique et GASSELIN, Pierre. Farm machinery cooperatives: a new arena for agroecological innovation? International Symposium on Work in Agriculture, Novembre 2016, Maringá, France. 10 p.

LUCAS, Véronique et GASSELIN, Pierre. Gagner en autonomie grâce à la Cuma. Expériences d'éleveurs laitiers français à l'ère de la dérégulation et de l'agroécologie. *Économie rurale* [en ligne]. Juin 2018, n° 364, p. 73-89. DOI 10.4000/economierurale.5554

LUCAS, Véronique, GASSELIN, Pierre et VAN DER PLOEG, Jan Douwe. Local inter-farm cooperation: A hidden potential for the agroecological transition in northern agricultures. *Agroecology and Sustainable Food Systems* [en ligne]. Taylor & Francis, Février 2019, Vol. 43, n° 2, p. 145-179. DOI 10.1080/21683565.2018.1509168

MAGRINI, Marie-Benoit, ANTON, Marc, CHOLEZ, Célia, CORRE-HELLOU, Guenaëlle, DUC, Gérard, JEUFFROY, Marie-Hélène, MEYNARD, Jean-Marc, PELZER, Elise, VOISIN, Anne-Sophie et WALRAND, Stéphane. Why are grain-legumes rarely present in cropping systems despite their environmental and nutritional benefits? Analyzing lock-in in the French agrifood system. *Ecological Economics* [en ligne]. Juin 2016, Vol. 126, p. 152-162. DOI 10.1016/j.ecolecon.2016.03.024

MALANSKI, Priscila Duarte, THIOLLET-SCHOLTUS, Marie, CHAUVEL, Bruno, REVEL, Annabelle et SALEMBIER, Chloé. On-farm systemic innovations to overcome dead-end situations and support glyphosate-free agriculture in France. *Agronomy for Sustainable Development* [en ligne]. Avril 2026, Vol. 46, n° 3, p. 32. DOI 10.1007/s13593-026-01105-x

MEYNARD ET AL. Freins et leviers à la diversification des cultures. Etude au niveau des exploitations agricoles et des filières. Synthèse du rapport d'étude. INRA [en ligne]. 2013, p. 52. DOI 10.1051/ocl/2013007

MEYNARD, Jean-Marc, CHARRIER, François, FARES, M'hand, LE BAIL, Marianne, MAGRINI, Marie-Benoît, CHARLIER, Aude et MESSÉAN, Antoine. Socio-technical lock-in hinders crop diversification in France. *Agronomy for Sustainable Development* [en ligne]. Octobre 2018, Vol. 38, n° 5, p. 54. DOI 10.1007/s13593-018-0535-1

MOREL, Kevin, REVOYRON, Eva, CRISTOBAL, Magali San et BARET, Philippe V. Innovating within or outside dominant food systems? Different challenges for contrasting crop diversification strategies in Europe. *PLOS ONE* [en ligne]. Public Library of Science, Mars 2020, Vol. 15, n° 3, p. e0229910. DOI 10.1371/journal.pone.0229910

PELZER, Elise, BEDOUSSAC, Laurent, CORRE-HELLOU, Guénaëlle, JEUFFROY, Marie-Hélène, METIVIER, Thierry, NAUDIN, Christophe. Association de cultures annuelles combinant une légumineuse et une céréale : retours d'expériences d'agriculteurs et analyse. *Innovations Agronomiques*, Décembre 2014, n°40, pp.73-91. DOI 10.17180/83mt-jz86

PHAM, Hadrien. Appropriation des mélanges d'espèces par des agriculteurs : quelles dynamiques des agroéquipements ? AgroParisTech, 2024

REVOYRON, Eva, LE BAIL, Marianne, MEYNARD, Jean-Marc, GUNNARSSON, Anita, SEGHETTI, Marco et COLOMBO, Luca. Diversity and drivers of crop diversification pathways of European farms. *Agricultural Systems* [en ligne]. Août 2022, Vol. 201, p. 103439. DOI 10.1016/j.agsy.2022.103439

SALAZAR, Paola, BOURDIN, Louis, ANGEVIN, Frédérique, ANDRÉ, Julie, BERNE, Clémence, MÉROT, Emmanuel et JEUFFROY, Marie-Hélène. Valoriser les savoirs des agriculteurs pour accompagner la transition agroécologique : analyser, formaliser et partager leurs logiques d'action. *Agronomie, Environnement & Sociétés* [en ligne]. Décembre 2025, Vol. 15-2

SALEMBIER, Chloé, JEUFFROY, Marie-Hélène et MEYNARD, Jean-Marc. Le concept de logique d'action en sciences agronomiques : définitions et usages. 2024

- SALEMBIER, Chloé, SEGRESTIN, Blanche, SINOIR, Nicolas, TEMPLIER, Joseph, WEIL, Benoit et MEYNARD, Jean-Marc. Design of equipment for agroecology: Coupled innovation processes led by farmer-designers. *Agricultural Systems* [en ligne]. 2020, Vol. 183, p. 102856. DOI 10.1016/j.agsy.2020.102856
- VERRET, Valentin, PELZER, Elise, BEDOUSSAC, Laurent et JEUFFROY, Marie-Hélène. Tracking on-farm innovative practices to support crop mixture design: The case of annual mixtures including a legume crop. *European Journal of Agronomy* [en ligne]. Avril 2020, Vol. 115, p. 126018. DOI 10.1016/j.eja.2020.126018
- VIALATTE, Aude, TIBI, Anaïs, ALIGNIER, Audrey, ANGEON, Valérie, BEDOUSSAC, Laurent, BOHAN, David, BOUGHERARA, Douadia, CORDEAU, Stéphane, COURTOIS, Pierre, DEGUINE, Jean-Philippe, ENJALBERT, Jérôme, FABRE, Frédéric, FRÉVILLE, Hélène, GRIMONPREZ, Benoît, GROSS, Nicolas, HANNACHI, Mourad, LAUNAY, Marie, LEMARIÉ, Stéphane, MARTEL, Gilles, NAVARRETE, Mireille, PLANTEGENEST, Manuel, RAVIGNÉ, Virginie, RUSCH, Adrien, SUFFERT, Frédéric, THOYER, Sophie et MARTINET, Vincent. Protecting crops with plant diversity: Agroecological promises, socioeconomic lock-in, and political levers. *One Earth* [en ligne]. Elsevier, Juillet 2025, Vol. 8, n° 7. DOI 10.1016/j.oneear.2025.101309
- WILLEY, Robert W. Intercropping - its importance and research needs. *Field crop abstracts* [en ligne]. Commonwealth bureau of pastures and field crops, 1979, Vol. 32. DOI 10.5555/19790783327.
- YAN, Elodie, MARTIN, Philippe et CAROZZI, Marco. Main characteristics of French farms adopting cereal–legume intercropping: A quantitative exploration at the national and local levels. *Agricultural Systems* [en ligne]. 2025, Vol. 223, p. 104196. DOI 10.1016/j.agsy.2024.104196
- YIN, Robert K. Case study research - Design and Methods. Dans : *Case study research: design and methods*. 4. ed., [Nachdr.]. Los Angeles, Calif. : Sage, 2009. Applied social research methods series, 5. ISBN 978-1-4129-6099-1

Annexes

Annexe 1 : Tableau de présentation des cas

N° du cas	Pseudonymisation	Région	Atelier de production	AB	Association étudiée
1.1	Agriculteur 1, Mathieu, responsable du matériel de tri Père agriculteur 1, Claude, président de la Cuma	Grand-Est	Grandes cultures	X	Seigle – lentillon champenois
	Agriculteur 2, Sylvain, trésorier de la Cuma	Grand-Est	Grandes cultures Élevage ovin allaitant Élevage bovin (préservation de la race)	X	Seigle – lentillon champenois
1.2	Agriculteur 3, Pierre, président de la Cuma et responsable du matériel de tri	Grand-Est	Grandes cultures Élevage bovin allaitant	X	Avoine – lentille beluga
1.3	Agriculteur 4, Stéphane, président de la Cuma et responsable du matériel de tri	Grand-Est	Grandes cultures Élevage ovin allaitant	X	Lentille – cameline
1.4	Agriculteur 5, Philippe trésorier de la Cuma et responsable du matériel de tri	Grand-Est	Grandes cultures Élevage bovin allaitant	X	Lentille – cameline
	Agriculteur 6, Marc, secrétaire de la Cuma	Grand-Est	Grandes cultures Élevage bovin allaitant	X	Lentille – cameline
2.1	Agriculteur 7, Nicolas, responsable du matériel de tri	Pays-de-la-Loire	Grandes cultures Élevage bovin allaitant	X	Blé – féverole
2.2	Agriculteur 8, Alain, adhérent de la Cuma Salarié 1, Romain, salarié de la Cuma	Pays-de-la-Loire	Grandes cultures	X	Orge – lentille corail
2.3	Agriculteur 9, Fabrice, adhérent de la Cuma	Pays-de-la-Loire	Grandes cultures Élevage bovin allaitant Élevage poulet de chair	X	Blé – féverole

Guide d'entretien agriculteur·ice responsable du matériel de tri de la Cuma

Me présenter et présenter le stage et le projet.

A l'issue de ce travail d'enquête nous souhaitons renseigner la diversité des manières de trier les cultures associées pour l'alimentation humaine des exploitations agricoles rencontrées, pour éclairer celles et ceux qui se lanceraient.

L'objectif de cet entretien est donc de caractériser vos pratiques d'association d'espèces et les systèmes de tri que vous mobilisez en collectif pour valoriser les graines en alimentation humaine et l'organisation qu'il y a autour.

- Êtes-vous d'accord pour que j'utilise ce que vous me direz dans le cadre de ce travail ?
- Êtes-vous d'accord pour que j'enregistre ? L'enregistrement ne sera pas diffusé mais seulement retranscrit pour que j'utilise les informations pertinentes (je serai la seule à le réécouter).
- A la fin de notre échange je vous demanderai de compléter et signer une fiche RGPD
- La durée estimée de cet entretien est d'environ 1h30
- A ce stade, avez-vous des questions ?

Présentation de la personne interrogée et de son exploitation

- Pouvez-vous vous présenter ?
- Pouvez-vous présenter votre exploitation ? (main d'œuvre, SAU, ateliers de production, historique, contexte pédoclimatique, matériel, conversion AB...)
Pouvez-vous lister la ou les Cuma auxquelles vous adhérez et présenter la/les Cuma où vous réalisez le tri en collectif (nombre d'adhérent·e·s, historique, salarié·e·s, bâtiments, activités, mobilité du matériel) ?

Cultures associées

- Quelles associations avez-vous cultivé lors de la campagne précédente (c'est-à-dire en 2025) et dans quelles proportions ?
- Pour quelles raisons cultivez-vous des mélanges d'espèce, en particulier ceux de 2025 ?
- Comment choisissez-vous les espèces à associer ?

Présentation détaillée d'une association d'espèces destinées à l'alimentation humaine : renseigner l'évaluation de la qualité des grains et les motivations / satisfaction des 3 blocs (conduite, tri, valorisation)

Itinéraire technique

- Comment avez-vous conduit ces associations l'année dernière ? (précédent cultural, travail du sol et interventions réalisées du semis à la récolte)
- Qui a décidé et qui a réalisé ces interventions ?
- Parmi ces interventions, lesquelles ont été réfléchi en lien avec le tri ? Comment ? (exemple : lien entre les adventices et la récolte / le tri pour l'évaluation de la qualité des grains)
- Comment évaluez-vous, au champ, la qualité des grains des cultures ?

Récolte

- Quel équipement avez-vous utilisé pour la récolte de ces associations ? Qui est intervenu ?
- Comment s'est passée la récolte de ces associations en 2025 (satisfaction, rendements) ?
- Comment s'est effectué le choix des réglages de la moissonneuse batteuse ?
- Comment évaluez-vous la qualité des grains récoltés ? Ce résultat oriente-t-il la manière de trier ensuite ?

Tri

- Pouvez-vous me décrire l'ensemble des matériels de tri que vous utilisez (Cuma et hors Cuma) ?
- Pouvez-vous me détailler l'ensemble du procédé de tri pour ces associations ? Et les personnes impliquées ?
- Comment s'effectue le choix des réglages des trieurs ?
- Comment avez-vous acquis vos compétences / connaissances sur le tri des cultures associées ?
- Comment évaluez-vous la qualité des grains triés entre chaque étape ?
- Combien vous coûte le tri et comment vous est-il facturé ?
- Comment a été décidé l'investissement dans le matériel de tri de la Cuma (choix des caractéristiques des trieurs) et combien il a coûté ?
- Comment a évolué le parc de matériel de tri ? Pour quelles raisons ?
- Comment cela s'est répercuté sur la nature des associations à trier ?
- Quelle est l'organisation de votre collectif pour l'usage du matériel de tri ? Y a-t-il des règles particulières (pour l'utilisation ou le partage de l'équipement) ?
- Comment est organisé un chantier de tri (en termes de logistique et de temporalité) ?
- Avez-vous une gestion collective du stockage des grains ?
- Êtes-vous satisfait de votre système de tri actuel ?
- Avez-vous rencontré des difficultés à trier certaines associations ?

Valorisation en alimentation humaine

- Quels sont les débouchés des productions triées ?
- Quelles qualités et autres attentes imposent ces débouchés ?

Autres cultures associées et campagnes précédente ou actuelle

- Est-ce que vous avez une organisation similaire pour les autres mélanges d'espèces pour l'alimentation humaine que vous cultivez (en termes de conduite, de tri et de valorisation) ?
- Est-ce que l'année 2025 est une année représentative ?
- Quel niveau de flexibilité vous permet le tri en Cuma ? (notamment par rapport au niveau de rendement et à la qualité de grains d'une année à l'autre ou d'un lot à l'autre)
- Quelles associations le matériel de la Cuma peut / ne peut pas trier ?

Diversité des systèmes de tri

- A quelles associations sont associés à quels systèmes de tri ? Pourquoi ?
- Quels usages sont faits des systèmes de tri mobilisés ? Est-ce que les agriculteur·ice·s qui utilisent les trieurs de la Cuma ont des pratiques similaires ou différentes ?
- Comment faites-vous en sorte qu'une chaîne de tri unique convienne à cette diversité de pratiques ?
- Quels sont les atouts et inconvénients du tri en Cuma par rapport à d'autres organisations ?

Cohérence gestion de la qualité des grains

- Comment le tri impacte-t-il vos choix d'associations de cultures ?
- Comment percevez-vous la nécessité de tri dans votre pratique des associations ?

Questions pour conclure l'entretien

- Qu'est-ce qui vous a manqué et qu'est-ce qui vous a été utile dans vos expériences de tri des cultures associées pour l'alimentation humaine ?
- Si vous aviez un conseil à donner ?
- Est-ce-que vous souhaitez ajouter quelque chose qui vous semble important et dont nous n'aurions pas parlé ?
- Avez-vous connaissance d'autres personnes qui auraient des systèmes de tri en collectif contrastés, et pouvant être d'accord pour un échange ?
- Avez-vous des attentes particulières concernant les résultats de cette étude, ou d'autres informations qui vous intéresseraient sur cette thématique ?
- Sous quel(s) format(s) préféreriez-vous que vous soient présentés les résultats de ce travail ?
- Êtes-vous d'accord pour que je vous recontacte lors de l'analyse des entretiens pour préciser quelques éléments si cela est nécessaire ?

Annexe 3 : Grille de codage multithématique

Thèmes	Code
Exploitation agricole et situation d'action	#FFC7A1
Conduite et récolte des cultures associées	#FFE066
Processus de tri des cultures associées	#99ABFF
Autre système de tri (matériel, règles d'organisation collective et modèle économique)	#D399FF
Système de tri de la Cuma (matériel, règles d'organisation collective et modèle économique)	#99DDFF
Processus de valorisation des cultures associées	#FF8C94
Evaluation de la qualité des grains (indicateurs d'évaluation et satisfaction, méthode d'observation)	#CDF5A9
Fonctionnement général de la Cuma (adhérent-es, activités...)	#7AEADF
Diversité permise par le système de tri de la Cuma	#7DFFB3
Conseil et valorisation des résultats	#D0CECE