

LES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES DES VALORISATIONS AGRICOLES NON ALIMENTAIRES (VANA) POUR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES

27 JUILLET 2023

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
1. OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE.....	6
1.1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE ET PÉRIMÈTRE.....	6
1.2. CHOIX DES ETUDES DE CAS.....	6
1.3. METHODOLOGIE.....	9
2. ETUDE DE CAS – PAILLE DE GRANDES CULTURES.....	11
2.1. CADRE METHODOLOGIQUE.....	11
2.1.1. Analyse documentaire et entretiens de cadrage.....	11
2.1.2. Enquête auprès d'agriculteurs.....	12
2.2. CONTEXTE – LA FILIERE PAILLE EN FRANCE.....	13
2.2.1. Poids de la filière céréalière française.....	13
2.2.2. La production de paille.....	15
2.2.3. Organisation de la filière.....	18
2.3. LES CARACTERISTIQUES / ASPECTS TECHNIQUES IMPACTANT LA PRODUCTION DE PAILLE....	19
2.3.1. Les différentes espèces de céréales valorisées en paille.....	19
2.3.2. Le rendement en paille.....	19
2.3.3. Les fréquences d'exportation et motivations des agriculteurs.....	20
2.3.4. Les aspects techniques pouvant impacter la production de paille.....	22
2.3.5. Les débouchés.....	24
2.4. LES COÛTS DE PRODUCTION ET VALORISATION DE LA PAILLE.....	30
2.4.1. Coûts de production.....	30
2.4.2. Valorisation de la paille.....	33
2.5. DIFFERENTS FACTEURS INFLUENCANT LES CHOIX DES AGRICULTEURS POUR LA VALORISATION DE LA PAILLE.....	36
2.5.1. Facteurs agronomiques, environnementaux et pédoclimatiques.....	36
2.5.2. Facteurs logistiques et humains.....	38
2.5.3. Facteurs de marché et externes.....	39
2.6. CONCLUSIONS ET SYNTHESSES.....	41
2.6.1. Schéma des flux de la filière.....	41
2.6.2. Synthèse des valorisations.....	41
3. ETUDE DE CAS – EFFLUENTS D'ELEVAGE.....	43
3.1. CADRE METHODOLOGIQUE.....	43
3.1.1. Analyse documentaire et entretiens de cadrage.....	43
3.1.2. Enquête auprès d'agriculteurs.....	43
3.2. CONTEXTE – LES EFFLUENTS D'ELEVAGE EN FRANCE.....	45
3.2.1. Les filières animales en France.....	45
3.2.2. La production d'effluents en France.....	45
3.2.3. Organisation de la filière.....	48
3.3. LA PRODUCTION D'EFFLUENTS SUR LES EXPLOITATIONS ET LES COÛTS ASSOCIÉS.....	50
3.3.1. Les différents effluents produits sur les exploitations et les litières utilisées.....	50
3.3.2. La récupération des effluents.....	53
3.3.3. Le stockage.....	53
3.3.4. L'épandage.....	55
3.4. LA VALORISATION DES EFFLUENTS SUR LES EXPLOITATIONS ET LES MOTIVATIONS DES AGRICULTEURS.....	58

3.4.1.	Intérêt des agriculteurs pour la valorisation des effluents	58
3.4.2.	Les différents débouchés	58
3.5.	DIFFERENTS FACTEURS INFLUENCANT LES CHOIX DES AGRICULTEURS POUR la VALORISATION deS EFFLUENTS	64
3.5.1.	Facteurs agronomiques, environnementaux et pédoclimatiques.....	64
3.5.2.	Facteurs logistiques et humains.....	66
3.5.3.	Facteurs de marché et externes	67
3.6.	CONCLUSIONS ET SYNTHESSES.....	68
3.6.1.	Schéma des flux de la filière.....	68
3.6.2.	Les perspectives d'évolution des éleveurs	70
4.	ETUDE DE CAS - METHANISATION	71
4.1.	CADRE METHODOLOGIQUE.....	71
4.1.1.	Analyse documentaire et entretiens avec les acteurs de la filière.....	71
4.1.2.	Déploiement d'une enquête auprès d'un échantillon d'agriculteurs	71
4.2.	CONTEXTE : LA FILIERE METHANISATION EN FRANCE	72
4.2.1.	Présentation du procédé de la méthanisation.....	72
4.2.2.	L'organisation de la filière.....	76
4.3.	CARACTERISTIQUES ET MOTIVATIONS DES AGRICULTEURS METHANISEURS.....	77
4.3.1.	Caractéristiques des entreprises.....	77
4.3.2.	Motivations et freins à l'exploitation d'une unité de méthanisation	77
4.4.	LA METHANISATION ET COUTS ASSOCIES.....	79
4.4.1.	Niveaux d'investissement	80
4.4.2.	Charges annuelles	81
4.5.	LES DIFFERENTS MODE DE VALORISATION DE LA METHANISATION	88
4.5.1.	La valorisation de l'électricité et de la chaleur.....	88
4.5.2.	La valorisation du gaz naturel	89
4.5.3.	Les redevances « déchet ».....	90
4.5.4.	La valorisation du digestat	90
4.6.	LES FACTEURS INFLUENCANT L'INSTALLATION OU L'EXPLOITATION D'UNE UNITE DE METHANISATION	91
4.6.1.	Les facteurs logistiques.....	91
4.6.2.	Les facteurs agronomiques.....	93
4.6.3.	Les facteurs humains	95
4.6.4.	Les facteurs financiers	97
4.7.	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	99
4.7.1.	Marge nette des unités de méthanisation.....	99
4.7.2.	Schéma de synthèse de la filière.....	100
4.7.3.	Perspectives pour les unités de méthanisation	101
5.	ETUDE DE CAS - MISCANTHUS.....	103
5.1.	CADRE METHODOLOGIQUE.....	103
5.1.1.	Analyse documentaire et entretiens avec les acteurs de la filière.....	103
5.1.2.	Déploiement d'une enquête auprès d'un échantillon d'agriculteurs	103
5.2.	CONTEXTE LA FILIERE MISCANTHUS EN FRANCE	104
5.2.1.	Le Miscanthus, une culture pérenne en développement	104
5.2.2.	Le poids de la filière Miscanthus française	106
5.2.3.	L'organisation de la filière.....	108
5.3.	LES CARACTERISTIQUES DES PRODUCTEURS DE MISCANTHUS ET MOTIVATIONS	110
5.3.1.	Caractéristiques des exploitations agricoles produisant du miscanthus.....	110

5.3.2.	Motivations et freins à l'implantation de miscanthus.....	111
5.4.	LES COÛTS DE PRODUCTIONS.....	113
5.4.1.	L'évolution des rendements	113
5.4.2.	L'implantation, une étape cruciale et onéreuse	115
5.4.3.	Les coûts de production en année de croisière	117
5.4.4.	Synthèse des coûts de production	118
5.5.	LES CHOIX DE VALORISATION DU MISCANTHUS.....	119
5.5.1.	Les différents débouchés du miscanthus.....	119
5.5.2.	Les circuits de distribution	124
5.5.3.	Les différents modes de conditionnement	125
5.5.4.	Les différences de valorisation par débouché et par conditionnement	126
5.6.	LES DIFFERENTS FACTEURS INFLUENCANT LA VALORISATION DU MISCANTHUS.....	129
5.6.1.	Les facteurs agronomiques, environnementaux et pédoclimatiques	129
5.6.2.	Les facteurs logistiques et humains	131
5.6.3.	Les facteurs de marché et externes.....	132
5.7.	CONCLUSIONS ET SYNTHESSES.....	135
5.7.1.	Les marges associées à la culture de Miscanthus	135
5.7.2.	Le schéma des flux de la filière Miscanthus française.....	135
5.7.3.	Les perspectives d'évolution des agriculteurs	136
6.	ETUDE DE CAS – LIN	138
6.1.	CADRE METHODOLOGIQUE.....	138
6.1.1.	Etude bibliographique et entretiens avec les acteurs de la filière	138
6.1.2.	Mise en place d'une enquête auprès des producteurs.....	138
6.2.	CONTEXTE DE LA FILIERE DU LIN EN FRANCE	139
6.2.1.	Histoire du lin et place de la filière française au niveau mondial.....	139
6.2.2.	Le Lin, une production en croissance sur la dernière décennie	140
6.2.3.	L'organisation de la filière.....	142
6.3.	CARACTERISTIQUES ET MOTIVATIONS DES PRODUCTEURS DE LIN	143
6.3.1.	Caractéristiques des exploitations agricoles	143
6.3.2.	Motivations et freins à l'implantation du lin.....	144
6.4.	LA PRODUCTION DE LIN ET LES COÛTS ASSOCIES.....	146
6.4.1.	Les coûts d'implantation et d'entretien du lin textile	147
6.4.2.	Les coûts d'arrachage et de rouissage du lin	148
6.4.3.	Synthèse des coûts de production.....	149
6.5.	LES DIFFERENTES VALORISATIONS DU LIN.....	150
6.5.1.	Commercialisation et contractualisation avec les unités de teillage	150
6.5.2.	Rendements, coproduits et valorisation	151
6.5.3.	Estimation des débouchés du lin à l'échelle nationale	156
6.6.	LES DIFFERENTS FACTEURS INFLUENCANT LA VALORISATION DU Lin.....	157
6.6.1.	Les facteurs agronomiques, environnementaux et pédoclimatiques	158
6.6.2.	Les facteurs logistiques et humains	160
6.6.3.	Les facteurs de marché et externes.....	161
6.7.	CONCLUSIONS ET SYNTHESE.....	162
6.7.1.	Les marges associées à la culture de lin textile.....	162
6.7.2.	Schéma des flux de la filière lin française	163
6.7.3.	Les perspectives de développement de la culture du lin	164
7.	ETUDE DE CAS – CHANVRE	165
7.1.	CADRE METHODOLOGIQUE.....	165

7.1.1.	Etude bibliographique et entretiens avec les acteurs de la filière	165
7.1.2.	Mise en place d'une enquête auprès des producteurs.....	165
7.2.	CONTEXTE DE LA FILIERE DU CHANVRE EN France.....	166
7.2.1.	Une culture ancienne remise aux goûts du jour	166
7.2.2.	Le chanvre français, leader européen en termes de production	167
7.2.3.	L'organisation de la filière.....	169
7.3.	CARACTERISTIQUES ET MOTIVATIONS DES PRODUCTEURS DE CHANVRE.....	170
7.3.1.	Caractéristiques des exploitations agricoles.....	170
7.3.2.	Motivations et freins à l'implantation de chanvre	171
7.4.	LA PRODUCTION DE CHANVRE ET LES COUTS ASSOCIES	174
7.4.1.	La variabilité des rendements	174
7.4.2.	Les coûts de production de la culture.....	175
7.4.3.	Synthèse des coûts de production.....	178
7.5.	LES DIFFERENTES VALORISATIONS DU CHANVRE	178
7.5.1.	Les modes de commercialisation du chanvre	179
7.5.2.	Des débouchés variés	181
7.5.3.	Les différences de valorisation par produit.....	184
7.6.	LES DIFFERENTS FACTEURS INFLUENCANT LA VALORISATION DU CHANVRE	187
7.6.1.	Les facteurs agronomiques, environnementaux et pédoclimatiques	187
7.6.2.	Les facteurs logistiques et humains	190
7.6.3.	Les facteurs de marché et externes.....	191
7.7.	CONCLUSIONS ET SYNTHESE.....	192
7.7.1.	Les marges associées à la culture de chanvre.....	192
7.7.2.	Le schéma des flux de la filière chanvre française	193
7.7.3.	Les perspectives de développement.....	193
8.	CONCLUSIONS.....	194

INTRODUCTION

La question des revenus est un enjeu de taille pour les agriculteurs et la création et le maintien de la valeur ajoutée sur l'exploitation sont au cœur des préoccupations. Pour favoriser la création de valeur, diverses stratégies sont déployées directement au niveau de la production agricole : diversification des exploitations, transformation et/ou commercialisation sur l'exploitation, développement de débouchés non alimentaires, intégration à des circuits courts etc.

Le développement de débouchés non-alimentaires passe soit par le développement de cultures dédiées non-alimentaires (lin, chanvre, miscanthus, etc.) ou bien par la valorisation des coproduits des productions agricoles. Ce développement répond à la fois à des enjeux économiques et des enjeux environnementaux, avec par exemple la valorisation de biomasse comme source d'énergie non fossile (méthanisation, biocarburant, combustible) et également comme matière première pour un certain nombre de matériaux biosourcés. Il participe également à l'optimisation de la gestion des coproduits et à la limitation des pertes et déchets agricoles. Par ailleurs, certaines cultures dédiées non alimentaires nécessitent peu ou pas d'intrants, et présentent un impact environnemental limité.

Les différents débouchés liés à ces cultures ou coproduits commencent à être bien connus et des premières estimations quantitatives existent, notamment grâce au travail mené dans le cadre de l'Observatoire National des Ressources en Biomasse (ONRB) de FranceAgriMer. Néanmoins, peu de données existent concernant la valorisation de ces débouchés non alimentaires et leur impact réel sur le revenu des exploitations.

FranceAgriMer a souhaité déployer une étude assez large sur les aspects économiques des valorisations agricoles non alimentaires (VANA), dans l'objectif d'éclairer aussi bien les professionnels que les pouvoirs publics. L'étude a été confiée au cabinet Agrex Consulting, sur appel d'offres.

1. OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

1.1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE ET PÉRIMÈTRE

Plusieurs types de productions permettent une valorisation non-alimentaire :

- Les cultures non alimentaires dédiées : chanvre, lin, miscanthus, taillis à rotation courte, silphie etc.
- Les coproduits agricoles : les résidus de grandes cultures, les résidus d'autres cultures (taille de vergers, paille de lavande, etc.) et les effluents d'élevage.
- Les cultures alimentaires dédiées à des usages non alimentaires : les cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) notamment, et les cultures principales destinées à divers usages (méthanisation, biocarburants, bioplastiques, etc).

Cette étude s'est focalisée sur des cultures et des coproduits pour lesquels les choix de valorisation sont arbitrés au niveau des exploitations agricoles, afin de comprendre les objectifs et les choix opérés par les exploitants. De ce fait, l'étude exclut les cultures utilisées pour la fabrication de biocarburants puisque le choix de valorisation est uniquement orchestré par l'industriel. Le périmètre de décision a pu cependant être étendu à un niveau un peu plus large (exemple : coopérative), pour prendre en compte le fonctionnement de certaines productions (chanvre, lin) pour lesquelles l'agriculteur livre la plante entière, et la coopérative valorise les différents segments (graine, fibres, etc.).

L'objectif de l'étude est de comprendre l'impact des débouchés agricoles non alimentaires sur les exploitations agricoles. Cet impact sera apprécié :

- De façon quantitative : Au niveau économique via une estimation de la valorisation économique des différents débouchés et de la valeur ajoutée éventuellement générée pour l'exploitation.
- De façon qualitative : À travers une analyse des différents facteurs influant sur ces différents débouchés et leur niveau de valorisation. Il pourra s'agir de facteurs humains, techniques et agronomiques, logistiques, géographiques ou financiers.

L'étude concerne uniquement les exploitations agricoles de France métropolitaine orientées vers les productions végétales et animales terrestres, ce qui exclut les productions aquatiques, ainsi que les territoires des DROM-COM.

Par ailleurs, le périmètre temporel vise à analyser les données des 5 dernières années (2017 à 2021). L'objectif est donc de se concentrer sur des exploitations ayant suffisamment de recul dans la valorisation de la culture / du coproduit.

1.2. CHOIX DES ETUDES DE CAS

L'étude s'est focalisée sur l'analyse d'un certain nombre de produits et coproduits agricoles, qui présentent des débouchés variés. Un premier travail de sélection des produits et coproduits à étudier, donnant lieu pour chacun d'eux à une étude de cas, a été réalisé, afin de définir le périmètre précis de l'analyse. À ce stade, une première analyse des débouchés des VANA présélectionnées a été menée.

Tableau 1 : Pré-sélection des VANA de coproduits / cas des pailles de grandes cultures

Pailles de grandes cultures	
Litière d'élevage	Volumes récoltés importants (entre 11 et 15 millions de tonnes de MS), principal débouché de la paille. Principalement des pailles de céréales, les résidus des autres grandes cultures sont moins valorisés (oléagineux, protéagineux, etc.)
Biogaz par méthanisation	Volumes assez faibles mais en croissance, au rythme du développement de la méthanisation.
Matériaux biosourcés	Peu de volumes identifiés, cependant la construction en paille se développe.
Production de chaleur par combustion	Peu de volumes identifiés. De nombreux projets ont été stoppés.
Autres valorisations non-alimentaires	Les menues-paille peuvent être utilisées en méthanisation et pour le paillage en élevage.

Les pailles de grandes cultures valorisées en France sont essentiellement des pailles de céréales (production entre 16 et 18 millions de tonnes de MS). Les autres types de pailles sont davantage destinés à un retour au sol. Les volumes valorisés sont plus anecdotiques en paille de maïs, paille d'oléagineux, et quasi-inexistants en paille de protéagineux, ou encore en fanes de betterave.

→ Il a donc été décidé de retenir une étude de cas « **Paille de grandes cultures** » en se focalisant sur les céréales à pailles (c'est-à-dire en excluant le maïs, les oléagineux, les protéagineux et la betterave), dans l'objectif d'étudier tous les débouchés de la paille : retour au sol, litière animale, énergie, construction, méthanisation, substrat pour champignon, etc.

Tableau 2 : Pré-sélection des VANA de coproduits / Cas des effluents d'élevage

Effluents d'élevage	
Engrais organique	Principal débouché des effluents valorisés sur l'exploitation
Biogaz par méthanisation	Débouché non-négligeable, en développement
Autres valorisations non alimentaires	Pas d'autres débouchés significatifs

La production d'effluent est évaluée à environ 87 millions de tonnes de fumier, et 40 millions de tonnes de lisier disponible (c'est-à-dire hors volume de lisier produit directement au champ, pendant les périodes de pâturage). Compte tenu des volumes très importants, une étude de cas « **Effluents d'élevage valorisés comme engrais organique** », a été retenue, sachant que le débouché en méthanisation sera également étudié, dans le cadre d'une étude de cas spécifique à la méthanisation.

Tableau 3 : Pré-sélection des VANA de culture dédiée / Cas du lin textile

Lin textile	
Matériaux biosourcés, paillage, litière	Premier débouché en volume (45 %)
Textile	Premier débouché en valeur
Energie	L'énergie constitue également un débouché pour le lin textile, plus précisément pour les anas.
Graine	Même si la graine a une utilisation alimentaire (humaine ou animale), elle est indissociable du reste de la plante, car récoltée en même temps que la paille.

→ La culture du lin représente en 2022 un peu plus de 131 000 hectares et 676 000 tonnes de lin. La récolte est constituée de plusieurs coproduits : 46 % d'anas, 36 % de fibres, 12% de chènevotte et 6 % de

graines. Chaque partie de la plante peut être orientée vers différents débouchés. Globalement, les premiers débouchés en volume correspondent à la valorisation des anas en matériaux biosourcés : panneaux de particules allégés, litière et paillage. Le textile représente le 2^{ème} débouché en volume, bien qu'il soit le 1^{er} en valeur. La graine de lin quant à elle, est notamment valorisée dans les débouchés alimentaires (graine ou huile) et a également été prise en compte dans l'étude puisque sa culture est indissociable de la paille de lin. Cependant, l'étude a exclu le lin oléagineux, qui constitue une filière bien distincte, avec peu d'interactions avec le lin textile.

Tableau 4 : Pré-sélection des VANA de culture dédiée / Cas du chanvre

Chanvre industriel	
Matériaux biosourcés	Papeterie (51 % du volume de fibre), isolation (22%) plasturgie (12 %)
Textile	11 % du volume de fibre
Litière d'élevage / paillage / Construction	Débouchés de la chènevotte
Alimentation animale et humaine	Débouchés de la graine (chènevis)

→ La France compte près de 18 000 hectares de chanvre pour une production d'environ 141 000 tonnes en 2021. Tout comme pour le lin, toute la plante est exploitable avec notamment : la chènevotte (50% du volume de paille), la fibre (30% du volume de paille), la poussière (20% du volume de paille) et le chènevis (la graine de chanvre). La papèterie est le débouché traditionnel de la fibre de chanvre et il représente environ 50 % des débouchés en volume. L'isolation et la plasturgie sont également des débouchés significatifs. La qualité des fibres permet également de pénétrer le marché du textile, de façon encore limitée, mais avec de bonnes perspectives de croissance.

La chènevotte quant à elle est utilisée en tant que paillage horticole, litière animale et pour la construction. La graine est valorisée pour l'alimentation humaine, animale (pêche ou oisellerie) ou éventuellement pour les cosmétiques.

Si certains débouchés sont prépondérants en volume, le fait que le chanvre soit valorisé dans sa totalité pousse à s'intéresser à tous ses débouchés, jusqu'à la valorisation de la poussière en compostage ou en méthanisation. L'ensemble des valorisations des différentes composantes de la plante entre en ligne de compte dans la rémunération que les chanvrières peuvent proposer aux producteurs.

Tableau 5 : Pré-sélection des VANA de culture dédiée / Cas du miscanthus

Miscanthus	
Paillage horticole	Débouché important du miscanthus, en développement
Litière d'élevage	Principal débouché du miscanthus
Production de chaleur par combustion	Débouché important et historique du miscanthus, principalement comme combustible utilisé en usine de déshydratation. Les autres usages en énergie sont plus marginaux
Rumination	Débouché peu significatif en volume et très concentré par un acteur leader.
Matériaux biosourcés	Débouché très marginal, uniquement à l'état de projet et lié à un très petit nombre d'acteurs.

→ Si la culture de miscanthus reste encore marginale en France, elle est en fort développement, on compte 9 500 hectares de miscanthus en 2022, contre 4 000 hectares en 2015. Cette dynamique importante a conduit à prévoir une étude de cas sur le miscanthus, en se focalisant sur les 3 principaux débouchés de la filière (paillage, litière et énergie). Des focus sur les autres débouchés ont également été inclus.

Tableau 6 : Pré-sélection des VANA en méthanisation

Autres cultures et coproduits en méthanisation	
CIVE en méthanisation	Fort développement des méthaniseurs en injection, avec un approvisionnement CIVE - cultures principales.
Cultures principales alimentaires en méthanisation	Intégrées à hauteur de 15% maximum en méthanisation. L'analyse se fera conjointement avec les CIVE, le développement se fait essentiellement sur un mode de double culture (CIVE/culture principale).
Effluents d'élevage	Très utilisés notamment en cogénération, aussi bien le lisier que le fumier
Autres coproduits	Différentes matières issues de l'agriculture sont également utilisées : paille, pulpes, déchets de cultures végétales, etc.
Silphie en méthanisation	Culture encore peu répandue, mais en développement, avec une utilisation importante en méthanisation, et de façon plus anecdotique en rumination animale

→ La méthanisation s'est largement développée ces dernières années, avec plus de 1 300 méthaniseurs en fonctionnement fin 2021. Les intrants utilisés en méthanisation sont nombreux. Si la méthanisation s'est, au départ, développée sur des modèles en cogénération, couplés avec des élevages et une large part d'effluents, l'injection se développe depuis quelques années, et les modèles laissent désormais une part grandissante aux CIVE et aux cultures principales. À ce titre, une étude de cas sur la méthanisation se justifie largement. L'analyse a été conduite de façon transversale. Elle s'est intéressée à l'ensemble des intrants utilisés en méthanisation.

Ainsi, l'étude s'articule autour de 6 études de cas :

Tableau 7 : Sélection des 6 études de cas

Etudes de cas	
VANA de coproduits	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pailles de grandes cultures ▪ Effluents d'élevage (valorisés comme engrais organique) ▪ Méthanisation
VANA de culture dédiée	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Miscanthus ▪ Lin textile ▪ Chanvre industriel ▪ Méthanisation

1.3. METHODOLOGIE

Chaque étude de cas a fait l'objet d'une analyse spécifique, et est donc basée sur une méthodologie propre. Cependant, les différentes études de cas déployées s'appuient sur des principes communs :

- **La réalisation d'une première phase de cadrage**

Cette phase a permis de recueillir la documentation existante sur les différentes filières, de définir les grandes lignes en termes de valorisation et de mettre au point des questionnaires adaptés à chaque culture/coproduit.

Elle intègre également quelques entretiens avec des professionnels clés de chaque filière, notamment pour approfondir certains aspects ou débouchés spécifiques. Les entretiens de cadrage sont notamment

importants pour appréhender les débouchés minoritaires, pour lesquelles peu de données statistiques existent.

- **Le déploiement d'enquêtes auprès des agriculteurs**

L'objectif des enquêtes a été de collecter l'ensemble des données économiques (valorisations, coût de production), mais également d'interroger les producteurs sur leurs motivations et les facteurs influençant leurs choix.

Pour chaque étude de cas, un échantillon a été construit de sorte à assurer une bonne représentativité de la production étudiée. Les critères d'échantillonnage prennent ainsi en compte plusieurs critères/facteurs :

- Une diversité géographique, avec des acteurs situés dans les différents bassins de production,
- Une diversité culturelle, pour les VANA « larges » type paille de grandes cultures ou cultures alimentaires principales valorisées comme intrants en méthanisation.
- Une diversité de débouchés
- Une diversité d'organisation (vente directe vs vente en coopérative, etc...)

Chaque échantillon a été adapté à la production ou l'étude de cas concernée. Des choix méthodologiques propres à chaque étude de cas ont été effectués. Ces choix, dont ceux concernant l'échantillonnage, sont décrits en introduction de chaque étude de cas.

2. ETUDE DE CAS – PAILLE DE GRANDES CULTURES

Les céréales à paille sont largement développées en France, principalement pour la récolte du grain. La paille est un des coproduits les plus utilisés en France, tant les besoins sont importants notamment pour l'élevage. Cependant, d'autres débouchés existent, et de nouvelles utilisations se développent. La filière paille fait l'objet de peu de suivi statistique, et si des données existent concernant les volumes de production, notamment via l'ONRB, il existe peu de données sur la valorisation et des retombées économiques de la paille.

2.1. CADRE METHODOLOGIQUE

Pour analyser la filière paille et identifier les facteurs impactant les flux et la valorisation pour chaque débouché, l'étude a été construite autour de trois phases méthodologiques principales :

- Une phase de cadrage et de structuration de l'étude. Son objectif était de recueillir l'ensemble des données statistiques et bibliographiques déjà existantes sur la filière, et notamment sur les différents débouchés de la paille. Elle s'appuie sur une analyse documentaire, et le déploiement d'entretiens de cadrage auprès d'acteurs clés.
- Une phase d'enquête auprès d'un échantillon d'agriculteurs
- Une phase de synthèse, qui a permis de répondre aux objectifs de l'étude en matière de retombées économiques des pailles pour les agriculteurs.

2.1.1. Analyse documentaire et entretiens de cadrage

Cette première phase a porté notamment sur :

- Une **étude statistique et quantitative** des données existantes sur la filière paille/céréales, notamment les statistiques de la filière céréalières (surfaces, volumes, rendements) en grain, et en paille, notamment dans le cadre de l'ONRB.
- Une **analyse bibliographique, plus qualitative, basée sur les études déjà réalisées**, qui a permis de collecter des informations et des données sur les différents débouchés.
- **14 entretiens de cadrage auprès d'acteurs de la filière**, pour bien appréhender les débouchés.

Tableau 8 : Entretiens de cadrage – acteurs interrogés

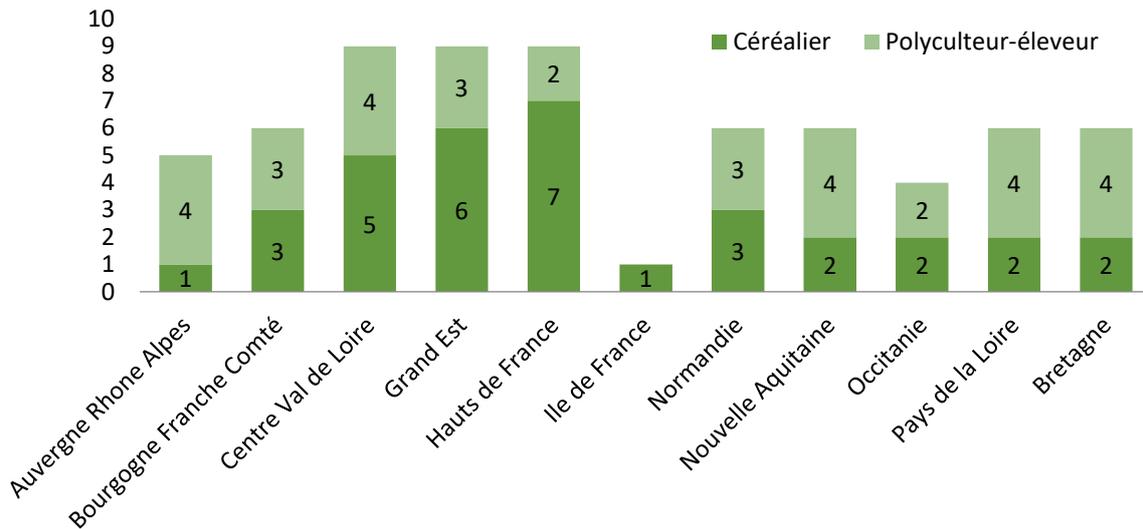
Société	Interlocuteur
AGPB	Patrice Auguste
RFCP- Réseau Français de la Construction Paille	Céline Bohers, Animatrice
COOP'ACTION / Eco-Etudes	Luc Floissac, Conseiller environnemental
Association Nebraska	Cédric Hamelin
SARL Jeanningros	Négoce en pailles et fourrages
Entreprise Reusiau	Négoce en pailles et fourrages
SARL Lot et Négoce	Négoce en pailles et fourrages
Dumont et Guillaume	Négoce en pailles et fourrages
Grand Poitiers communauté urbaine	Nicolas Boucher
Semernergie	Guillaume Rollat
Thiéart	Stephane Weisse
ANICC	Réjane Mazier, secrétaire générale
Luzéal/Cristal Union – Débouché Granulé Paille	Thierry Hamerel
Astredhor	Anais Marie

Source : Agrex Consulting

2.1.2. Enquête auprès d'agriculteurs

Une enquête a été déployée auprès d'un panel d'agriculteurs, afin de recueillir des informations sur les types de pailles valorisées, les niveaux de valorisation des pailles, les coûts de récolte, pressage et stockage, ainsi que les débouchés. Les agriculteurs ont également été interrogés sur les différents facteurs impactant la valorisation (humain, technique, logistique, géographique, agronomique, et financier). 67 agriculteurs ont été interrogés dans ce cadre.

Figure 1 : Répartition des différentes catégories d'agriculteurs selon les régions

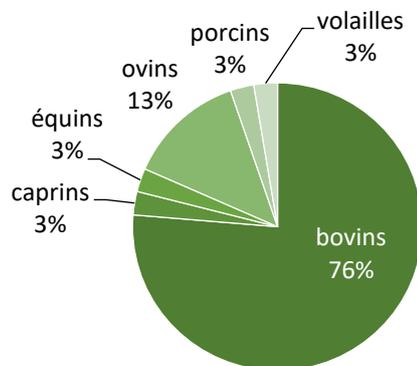


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

L'échantillon intègre pour moitié des céréaliers (34) et pour moitié des polyculteurs-éleveurs (33). Les différentes régions géographiques productrices de paille sont représentées, mais les principales régions (Grand-Est, Haut de France, Centre-Val de Loire) comptent pour plus de 40 % des enquêtes. Les zones déficitaires en paille ont également été intégrées à l'enquête, avec un poids plus important pour les éleveurs. La construction de l'échantillon s'appuie sur deux axes de représentativité :

- Les exploitations céréalieres ont été réparties géographiquement au prorata des volumes de paille de chaque région
- Les exploitations d'élevage ont été réparties en fonction des tonnages de fumier produits par les différentes régions

Figure 2 : Répartition des cheptels sur l'échantillon des polyculteurs-éleveurs



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Sur l'ensemble de l'échantillon, la SAU moyenne des exploitations s'élève à 206 ha et varie entre 69 ha et 650 ha. La surface céréalière (maïs exclus) des exploitations interrogées atteint en moyenne 84 ha et varie entre 23 ha et 350 ha. Pour les éleveurs, les cheptels présents sur l'exploitation sont majoritairement des bovins (76%), des ovins (13%) et on retrouve également des caprins, équins, porcins et volailles (chacun 3%).

2.2. CONTEXTE – LA FILIERE PAILLE EN FRANCE

2.2.1. Poids de la filière céréalière française

2.2.1.1. *Production céréalière française*

La France se positionne comme un des leaders, à l'échelle européenne et mondiale : en 2021, la production métropolitaine s'est élevée à 67,1 millions de tonnes de céréales, soit 16,6% de plus qu'en 2020. Sur l'ensemble du territoire, une dizaine de céréales sont cultivées, mais quatre d'entre elles dominent les surfaces et volumes produits : le blé tendre, l'orge, le maïs et le blé dur. En 2021, 9,3 millions d'hectares étaient consacrés à la culture des céréales (y compris semences et riz), soit la moitié des terres arables du territoire français.

Tableau 9 : Surfaces de céréales à paille - France métropolitaine en 2021 (en ha)

Culture	Superficie développée (ha)
Blé tendre	4 982 767
Maïs *	1 547 120
Escourgeon et orge d'hiver	1 180 045
Orge de printemps	794 110
Triticale	338 401
Blé dur	294 282
Mélange de céréales (hors méteil)	126 113
Avoine	107 219
Autres céréales non mélangées	69 987
Sorgho	67 931
Seigle et méteil	43 248
Riz	12 022
TOTAL	9 319 489

* Note : les surfaces de maïs n'intègrent pas le maïs ensilage et maïs doux.

Source : Agreste

Sur l'ensemble de la surface céréalière nationale, le blé tendre domine largement (53% des surfaces de céréales à paille). On retrouve ensuite l'orge et l'escourgeon (18%), le maïs (17%), puis le triticale (4%) et le blé dur (3%). Les 5% restants regroupent les autres types de céréales comme le seigle, méteil, avoine, sorgho, le riz et les mélanges.

Sur la dernière décennie, les surfaces en céréales sont globalement stables avec une moyenne de 9,33 millions d'hectares. Cependant, elles ont atteint un niveau particulièrement bas en 2020 (8,9 millions d'hectares), niveau le plus faible jamais atteint depuis plus d'une dizaine d'années.

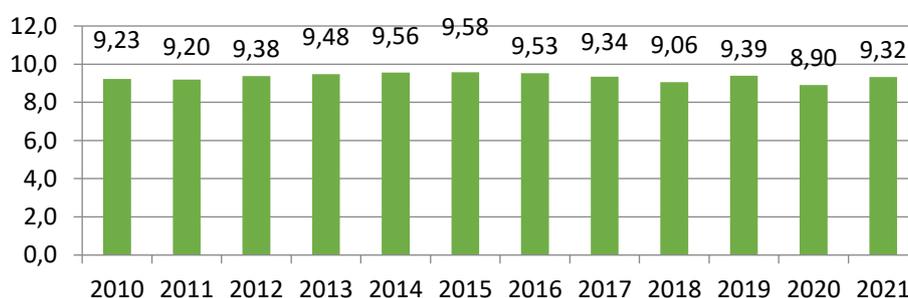
Les surfaces emblavées en céréales à paille sont le résultat d'un arbitrage des exploitants agricoles, qui peuvent faire évoluer leurs assolements. De nombreux paramètres peuvent influencer leurs choix :

- Les cours des céréales et autres grandes cultures, qui conduisent les agriculteurs à se reporter sur les cultures les plus rentables

- Les conditions climatiques : la sécheresse a pu causer par exemple ces dernières années une mauvaise implantation des colzas et a conduit les agriculteurs à le remplacer par une céréale de printemps.
- Les changements de pratiques : un allongement des rotations qui peut jouer en défaveur du blé
- La réglementation phytosanitaire qui interdit certaines molécules actives, engendrant des difficultés sur certaines cultures (exemple : colza dans certaines zones).
- Le coût des engrais : le blé et le maïs sont très consommateurs d'engrais azotés, et peuvent être remplacés par de l'orge, du tournesol, du pois ou du soja, en cas de hausse de prix.
- Les différentes politiques publiques ou aides qui peuvent inciter à la diversification.
- Etc...

Malgré ces nombreux facteurs, les surfaces de céréales françaises subissent une assez faible variabilité interannuelle, même si des variations de +/- 10 % peuvent avoir des impacts importants sur les volumes de paille disponibles.

Figure 3 : Surface de céréales à paille (riz inclus) - en millions d'ha



Source : Eurostat

Entre 2010 et 2015, les rendements en grain sont globalement stables entre 6,9 et 7,6 tonnes/ha. En revanche, la variabilité a été accrue sur les 5 dernières années, à l'image de la récolte 2016, qui s'est soldée par un rendement moyen de 5,7 tonne/ha suite à un excédent de pluviométrie au printemps. Les différentes espèces de céréales à paille présentent des caractéristiques différentes, notamment en termes de productivité de grains, mais également de paille. Le blé affiche le rendement grain le plus élevé, avec 7,12 tonne/ha sur les 5 dernières années (2017-2021), viennent ensuite les orges (6,28 tonnes/ha), le blé dur (5,47 tonnes/ha) et le triticales (5,01 tonnes/ha).

Tableau 10 : Rendements grains 2017 et 2021 (tMB/ha)

Variété de céréales	Rendement grain moyen entre 2017 et 2021 (tonnes/ha)
Blé et épeautre	7,12
Blé dur	5,47
Orge	6,28
Triticale	5,01

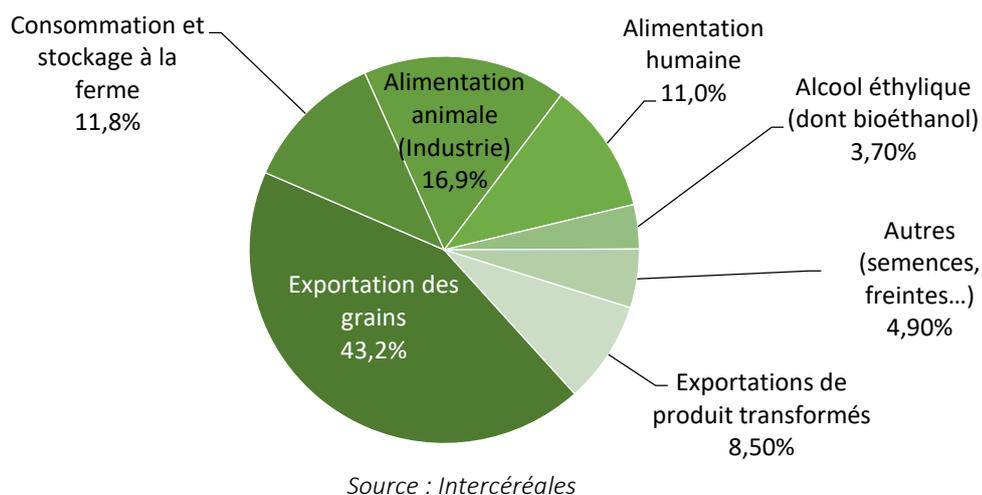
Source : Eurostat

Par ailleurs, le contexte international (Covid, guerre en Ukraine, difficulté d'approvisionnement en matières premières) est venu plus récemment impacter positivement les cours des céréales, mais conduit également à une hausse des facteurs de productions (engrais et carburants). Ces évolutions récentes se sont répercutées sur les raisonnements des agriculteurs en matière de fertilisation, et peuvent avoir un impact sur les pratiques concernant l'exportation de la paille.

2.2.1.2. Utilisation des céréales en France

La production céréalière française permet ainsi de satisfaire les besoins nationaux, mais également de se positionner sur les marchés exports. Sur la campagne 2020/21, près de 25 millions de tonnes de grains de céréales ont été exportés à travers le monde (43,2% de la production française), ainsi que 4,9 millions de tonnes sous la forme de produits transformés (8,5%). Les céréales sont également largement utilisées sur le territoire français, par l'industrie de l'alimentation animale (16,9% des volumes), la consommation et le stockage sur les exploitations (11,8%) ou encore l'alimentation humaine (11%). Une partie des volumes sont également utilisés pour la fabrication d'alcools éthyliques (bioéthanol).

Figure 4 : Utilisation des céréales françaises (hors riz, maïs doux et ensilage) sur la campagne 2020-21



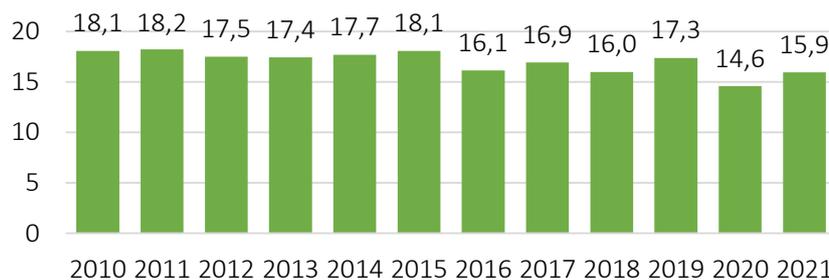
2.2.2. La production de paille

L'importance de la filière céréalière française permet au pays de disposer d'une ressource importante en paille. Cependant, toutes les pailles de céréales ne sont pas récoltées, et un volume important retourne au sol.

Il existe assez peu de données statistiques sur les volumes de paille disponibles et récoltées. On peut citer deux sources principales : Agreste et l'ONRB. Le bureau des pailles de l'AGPB réalise également des estimations pour chaque campagne.

Entre 2010 et 2020, la production de paille récoltée oscille entre 16 millions et 18 millions de tonnes de matière sèche, mais les deux dernières récoltes (2020 et 2021) se sont soldées par des niveaux de récolte particulièrement bas, selon Agreste (respectivement 14,6 millions et 15,9 millions de tonnes MS de paille).

Figure 5 : Paille de céréales récoltées (en millions de tMS)



Source : Agreste

Dans un contexte où il existe peu de données statistiques sur la production de paille, l'ONRB a mis en place une méthode permettant de quantifier les volumes des différents types de pailles.

L'ONRB travaille sur plusieurs notions :

- **Le Volume Total Produit (VTP)** correspond à la quantité brute de paille. Ce volume comprend toutes les pailles produites, y compris les volumes qui retournent au sol par choix de l'agriculteur (suite à un broyage), et les volumes qui ne sont techniquement pas récoltables (chaumes en dessous de la hauteur de coupe).
- **Le Volume Contrainte technique** correspond au volume de paille non récoltable (chaumes en dessous de la hauteur de coupe principalement).
- **Le Volume Contrainte agronomique** correspond au volume de paille qui doit théoriquement retourner au sol. Pour la bonne gestion de la qualité des sols, un retour au sol est souhaitable (mais pas systématique). La contrainte agronomique est donc variable en fonction des régions et des qualités de sol.
- **Le Volume Théorique Disponible (VTD)** correspond au volume total (VTP) auquel on déduit les volumes correspondants à la contrainte technique et à la contrainte agronomique.

Parmi les différents coproduits/paille de grandes cultures, les pailles de céréales sont largement majoritaires, notamment si on raisonne en volume total disponible. Les différents types de pailles disponibles ne sont pas forcément récoltés/utilisés.

Les cannes de maïs représentent un VTP de plus de 13 millions de tonnes, pour seulement 1,8 millions de tonnes disponibles. Cependant, elles sont très peu valorisées, on note quelques utilisations en Alsace, notamment pour les méthaniseurs. Les exploitants récoltent en deux temps : en premier lieu le maïs grain, puis ils ensilent les cannes de maïs. Les pailles d'oléagineux (notamment de colza, soja, lin, tournesol) sont assez rarement récoltées, la majorité des volumes retournent au sol. On note cependant quelques valorisations à la ferme (isolation de bâtiments, paillage...), industrielles ou en méthanisation. Les pailles de protéagineux sont à ce jour quasi-intégralement enfouies. Enfin, les fanes de betteraves sont issues du décolletage de la racine pendant la récolte des betteraves. Elles représenteraient environ 2 millions de tonnes de matière disponibles, mais elles sont quasiment toujours laissées au champ. On note cependant quelques récoltes pour les méthaniseurs (notamment en Alsace, où elles peuvent servir à couvrir des silos de cannes de maïs). Mais ces utilisations sont anecdotiques à l'échelle de la filière.

Tableau 11 : Volumes de paille produits et disponibles selon les types de pailles en 2021 (tMS)

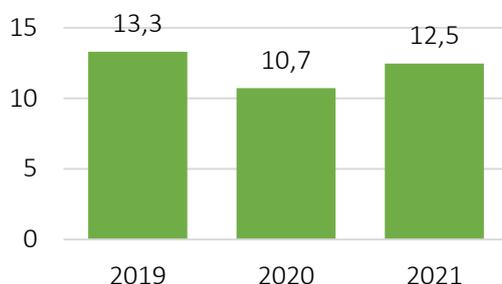
Culture	VTP	Volumes contraintes		VTD
		Contrainte technique	Contrainte agronomique	
Pailles de céréales	45 721 282	25 163 541	8 094 408	12 463 333
Cannes de maïs	13 203 348	6 678 871	4 673 974	1 850 502
Pailles d'oléagineux	15 194 020	10 936 628	3 286 981	970 411
Pailles de protéagineux	509 058	509 058	0	0
Fanes de betteraves	2 000 275	2 000 275	0	0

Source : ONRB

Ainsi, les données de l'ONRB diffèrent de celles d'Agreste, dans la mesure où les deux approches se basent sur des concepts différents. Agreste estime des « volumes récoltés », alors que l'ONRB estime des « volumes théoriquement récoltables », en prenant en compte les besoins théoriques de retour au sol pour un maintien de la bonne qualité du sol. Cette approche ne tient pas compte des pratiques réelles des agriculteurs. Les besoins ont été définis par des experts d'Arvalis en Région.

Ainsi, les données de l'ONRB disposent d'un recul de quelques années. Les volumes disponibles sont systématiquement inférieurs aux volumes récoltés, ce qui signifie que les volumes exportés par les agriculteurs sont plus élevés que les volumes théoriquement acceptables.

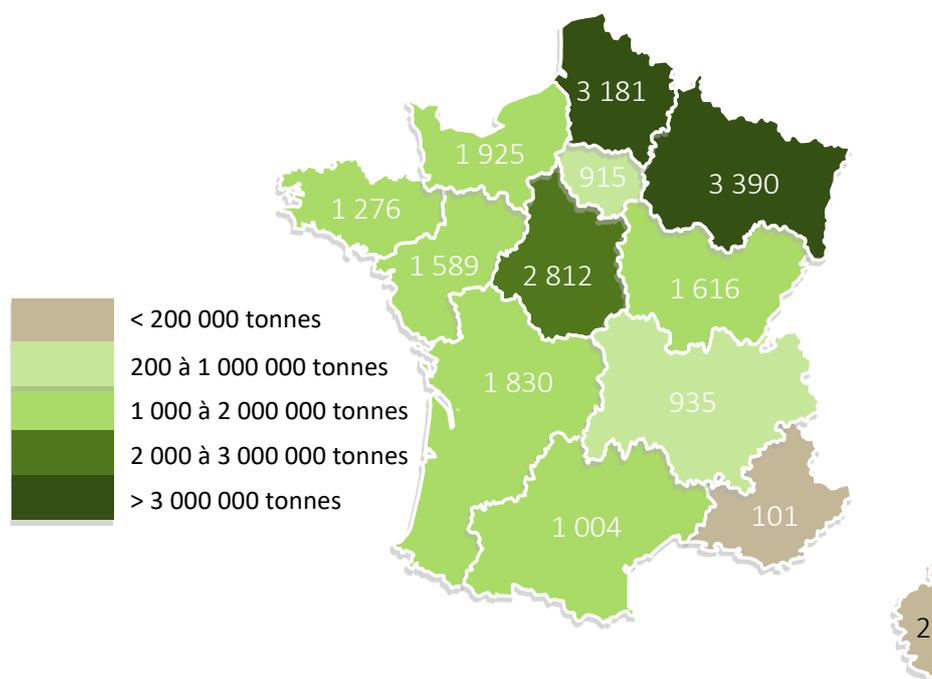
Figure 6 : Paille de céréales disponibles (VTP – VC1 – VC2) (en millions de tMS)



Source : ONRB

Pour la suite de l'étude, nous travaillerons sur les pailles de céréales uniquement (hors cannes de maïs), et sur un périmètre correspondant au **Volume de paille récoltable**. Ce volume correspond au volume total produit (VTP), auquel il faut déduire le volume de contrainte technique. Le volume contrainte agronomique n'est pas déduit, puisque le retour au sol sera considéré, dans le cadre de cette étude, comme un débouché/une utilisation potentielle de la paille disponible pour les agriculteurs.

Figure 7 : Volumes de pailles de céréales récoltables - en 2021 (VTP – VC1) (1 000 tMS)



Source : ONRB

La production de pailles de céréales s'étend sur l'ensemble du territoire français, même si l'on observe de fortes différences entre régions. Les premières régions productrices sont les Hauts-de-France (3,2 millions tonnes), le Grand-Est (3,4 millions de tonnes), et le Centre-Val de Loire (2,8 millions tonnes), regroupant sur trois régions, quasiment la moitié de la production disponible. On y retrouve des zones excédentaires, qui exportent la paille vers les zones déficitaires, en France ou même à l'étranger avec les pays frontaliers comme la Belgique, les Pays-Bas et la Suisse. Les volumes de pailles sont également

importants dans l'Ouest de la France, notamment dans les régions d'élevages, dont les besoins en paille sont importants (Bretagne, Normandie, Pays de la Loire), mais insuffisants dans certaines zones.

2.2.3. Organisation de la filière

2.2.3.1. Structuration de la filière

La filière céréalière est centrale pour l'économie française.

La filière est encadrée par l'interprofession Intercéréales et regroupe des membres de trois piliers : la production, la collecte/commercialisation et la transformation. Les producteurs de céréales disposent d'associations de producteurs (AGPB pour le blé et AGPM pour le maïs). La structuration de la collecte et l'approvisionnement repose en partie sur le modèle coopératif, ainsi que sur des négoce. La transformation s'appuie sur environ 500 entreprises de première transformation (farine, semoule, malt, alimentation animale...).

La filière paille est moins structurée que la filière céréale, cependant il existe un « Bureau Commun des Pailles et Fourrages » (BCPF) au sein de l'AGPB, qui regroupe des producteurs de grains et de pailles, des représentants de coopératives agricoles et des négoce de paille, ainsi que des utilisateurs comme les producteurs de champignons et les éleveurs. Le bureau des pailles s'intéresse aux bilans de campagnes et aux perspectives de la filière. Son objectif est de mieux appréhender et structurer le marché, et notamment anticiper les besoins/manques de paille en cas de faibles récoltes, et approvisionner les éleveurs en paille.

2.2.3.2. Les différents acteurs

Les producteurs de céréales

Ils sont environ près 256 000 en France. Les producteurs de céréales sont pour certains spécialisés sur les grandes cultures, sans besoin spécifique en paille, ou bien des éleveurs/polyculteurs qui autoconsomment en grande partie la paille de l'exploitation. Les tailles d'exploitations sont très variables de quelques hectares à plusieurs milliers d'hectares.

Les négoce de paille

Les négoce de paille sont nombreux en France, et prennent plusieurs formes :

- Des négoce spécialisés, dont la commercialisation de paille est l'activité principale
- Des négoce pour qui la paille est une activité annexe, souvent des agriculteurs ou des entreprises de travaux agricoles.

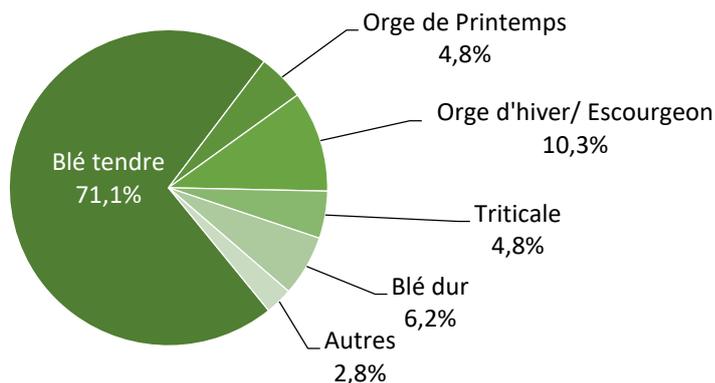
Il est difficile de caractériser cette activité, puisqu'il n'existe pas d'organisation professionnelle qui structure la filière. Il semblerait qu'il existe environ 2 500 commerçants de paille en France. Cependant, ce chiffre intègre des négoce de petite taille. De nombreux négociants de taille significative (5 000 à 10 000 tonnes) sont présents sur le territoire national et ont en général une clientèle à l'échelle régionale. Les plus grosses entreprises de négoce proposent à la vente une diversité de produits allant des bottes de pailles standards, aux granulés, farine de paille ou litières adaptées aux différents cheptels. Ces produits sont stockés sous abris pour garantir la meilleure qualité possible. Certaines entreprises disposent d'une flotte de camions permettant d'assurer la livraison, mais d'autres font appel à des transporteurs.

2.3. LES CARACTERISTIQUES / ASPECTS TECHNIQUES IMPACTANT LA PRODUCTION DE PAILLE

2.3.1. Les différentes espèces de céréales valorisées en paille

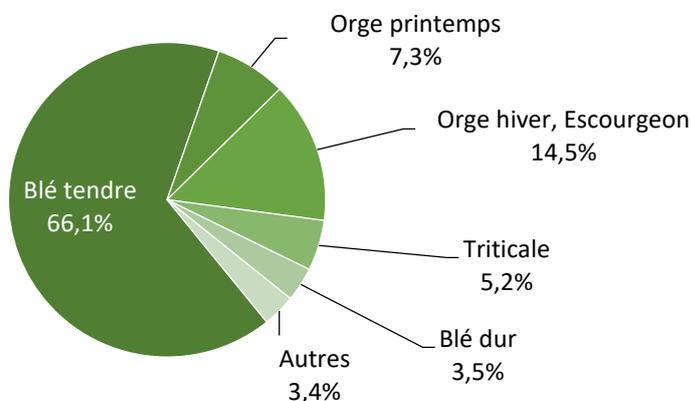
Différentes variétés de céréales peuvent être cultivées sur les exploitations pour obtenir des pailles. Sur l'échantillon interrogé, près des trois quarts des pailles sont issues de blé tendre (71,1 %). On retrouve ensuite l'orge d'hiver/escourgeon (10,3 %), l'orge de printemps (4,8 %), le blé dur (6,2 %) et le triticale (4,8 %). Parmi les volumes restants (2,8%), on note la présence d'une diversité de céréales comme le seigle, le méteil, l'avoine ou encore l'épeautre.

Figure 8 : Répartition des volumes de paille récoltable (sur l'échantillon)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Figure 9 : Répartition des volumes de paille récoltable (Extrapolation à l'échelle nationale)



A partir des rendements en paille des différentes espèces et des surfaces nationales en céréales, une estimation des volumes a été réalisée au niveau national. La répartition est proche de celle de l'échantillon : près de 2/3 des pailles sont des pailles de blé tendre (66 %). L'orge et l'escourgeon comptent pour 21,8 % des volumes. Le triticale (5,2 %) assure aussi un volume de paille non négligeable, grâce à un niveau de rendement un peu plus élevé que les autres espèces.

2.3.2. Le rendement en paille

Les rendements grain et paille varient selon les exploitations et les régions. Sur l'échantillon, le rendement grain moyen atteint de 5,9 tMB/ha* et le rendement paille moyen est de 3,3 tMB/ha. Les céréales qui affichent les plus hauts rendements en paille sont le triticale (4,4 tMB/ha), suivi par le blé tendre et le blé dur (3,9 tMB/ha). A noter que le nombre de répondants ne permet pas d'obtenir une

donnée suffisamment représentative pour le blé dur, le rendement de cette espèce a été ajusté avec la bibliographie.

Tableau 12 : Rendements grain et paille récoltée en moyenne sur 5 ans (tMB/ha)*

Espèce de céréales	Rendements Grains	Rendements Paille récoltée
Blé tendre	7,2	3,9
Orge de printemps	6,4	2,3
Orge d'hiver/Escourgeon	6,6	3,1
Triticale	6,3	4,4
Blé dur	5,4	3,5
Autre céréales	3,6	2,5

* tMB/ha = tonnes de matière brute par hectare

Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

On note également des différences de rendements assez significatives pour les producteurs bio et conventionnel (respectivement 3,4 tMB / ha en bio contre 3,95 tMB/ha en conventionnel pour un blé). Les rendements présentés ici correspondent aux volumes de paille récoltés par les agriculteurs, ils ne prennent pas en compte les volumes de paille correspondants aux chaumes qui sont systématiquement laissés au sol.

2.3.3. Les fréquences d'exportation et motivations des agriculteurs

On note trois types de pratiques sur l'échantillon :

- Les exploitants qui exportent 100 % de leurs pailles de céréales
- Les exploitants qui réalisent un broyage des pailles sur 100 % des parcelles
- Les exploitants qui ont recours à la fois à l'exportation et au broyage

Parmi les céréaliers, 23% des exploitants réalisent un broyage de la totalité de leurs pailles, 32% les exportent en intégralité et les 45% restants ont recours aux deux méthodes.

Pour les éleveurs, les pratiques diffèrent, puisque 67% les exportent la totalité de leur paille, 33% ont recours à l'exportation et au broyage.

Globalement sur l'ensemble de l'échantillon, 60,6% des volumes de paille sont exportés, avec des pratiques bien distinctes entre les éleveurs et les céréaliers :

- Pour les céréaliers, 38,2 % des volumes de paille produits sont exportés
- Pour les éleveurs, 80,6 % des volumes de paille produits sont exportés

Tableau 13 : Fréquence d'exportation des pailles – non pondéré (échantillon)

Espèces de céréales	Fréquence d'exportation (%)
Blé tendre	67,4 %
Orge de Printemps	62,2 %
Orge d'hiver/Escourgeon	81,2 %
Triticale	79,2 %
Blé dur	67,2 %
Autres céréales	81,1 %

Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Sur l'échantillon, les fréquences d'exportation des pailles varient selon les espèces de céréales. Les céréales les plus exportées sont le triticale (79,2%) et l'orge d'hiver/escourgeon (81,2%). Ces valeurs plus élevées que pour le blé tendre peuvent s'expliquer par le fait que ces espèces sont davantage cultivées par les éleveurs, qui ont plus tendance à exporter leurs pailles. Par ailleurs, les exploitants préfèrent récolter les pailles pour les cultures à potentiel de rendement élevé, ce qui explique une part un peu moins importante pour l'orge de printemps.

Les pailles de blé tendre ont tendance à être davantage récoltées dans les régions Auvergne-Rhône-Alpes, Bretagne, Normandie et Nouvelle-Aquitaine (plus de 90% pour chacune), alors qu'au contraire elles sont moins exportées dans les régions Ile de France, Occitanie et Grand-Est.

Parmi les agriculteurs qui procèdent au broyage de leurs pailles, 97% d'entre eux le justifient par un objectif agronomique. Le retour de la paille au sol permet de restituer la matière organique et de limiter les quantités de phosphore et potasse à apporter. Certains évoquent également une amélioration de la structure des sols ou un moyen de lutte contre la battance.

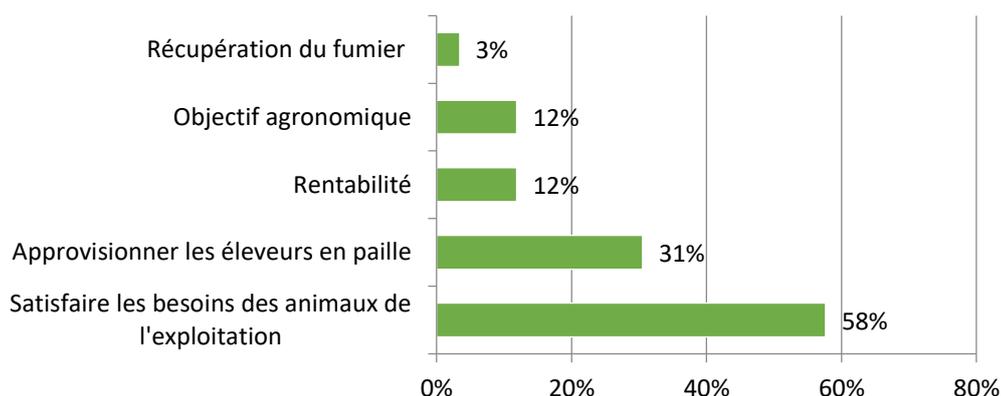
Une large majorité des exploitants broyant leurs pailles estiment que cette pratique n'a pas de réels inconvénients. Toutefois, quelques points négatifs sont évoqués : la dégradation de la paille est très consommatrice en azote et vient donc limiter les quantités disponibles dans le sol pour les cultures suivantes. Certains notent également une pression plus importante en adventices, ou la présence de nids de limaces, mais aussi le manque à gagner en termes économiques.

À l'inverse, les objectifs des exploitants qui exportent la paille sont plus partagés. L'élevage reste une priorité pour un grand nombre d'agriculteurs interrogés, car 58% de ces derniers exportent les pailles pour subvenir aux besoins des animaux de l'exploitation et 31 % les exportent pour approvisionner les éleveurs. D'autres raisons sont évoquées comme la rentabilité (12%), les aspects agronomiques (12 %), ou encore la récupération de fumier (3%).

Les aspects agronomiques évoqués portent sur :

- Faciliter l'implantation/le cycle de la culture suivante (exemple : colza ou lin)
- Faire tourner la matière organique (export de paille pour apporter du compost)
- Simplifier le travail du sol
- Nettoyer les sols des adventices et d'éventuels parasites comme les limaces.

Figure 10 : Objectifs des exploitants qui exportent les pailles (échantillon)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

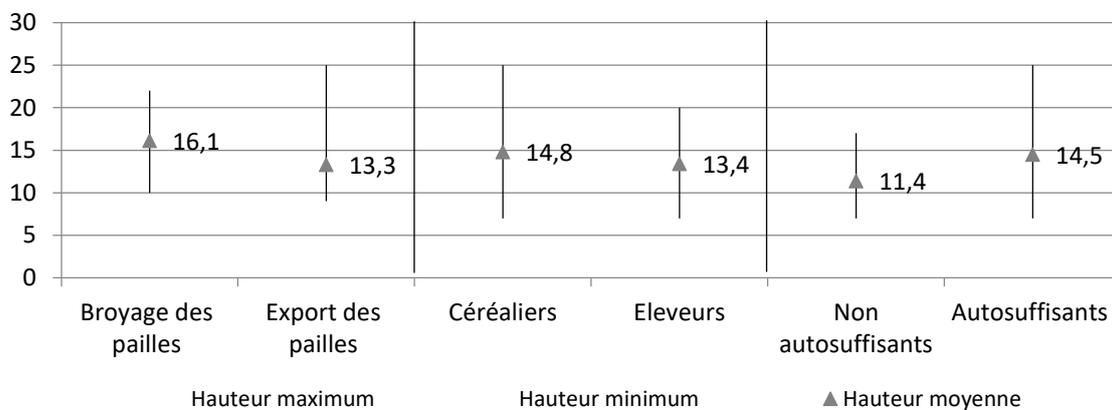
Quels que soient les objectifs des exploitants qui exportent les pailles, on note que tous semblent bien sensibilisés aux aspects agronomiques. En effet, les éleveurs apportent des effluents en compensation, et les céréaliers qui exportent dans un objectif économique, le font de manière raisonnée : soit ils apportent de la matière organique en compensation (échange paille-fumier, apport de compost, etc...), soit ils alternent exportation/broyage.

2.3.4. Les aspects techniques pouvant impacter la production de paille

2.3.4.1. Hauteur de coupe

La hauteur de coupe de la moissonneuse impacte directement le volume de paille récolté, et certains agriculteurs jouent sur les réglages de leurs machines, en fonction de leurs objectifs. La hauteur moyenne indiquée par les agriculteurs atteint 14,1 cm, et varie entre 7 et 25 cm. Les différences de pratiques sont assez faibles entre éleveurs (13,4 cm) et céréaliers (14,8 cm). Ces valeurs sont corrélées au fait qu'une hauteur de coupe inférieure à 15 cm est adaptée pour l'élevage. La différence est un peu plus marquée, entre les agriculteurs qui broient la paille (hauteur moyenne de coupe 16,1 cm) et ceux qui l'exporte (13,3 cm). Par ailleurs, les éleveurs qui ne sont pas autosuffisants en paille affichent des hauteurs de coupe plus basses (11,4 cm) pour récupérer un maximum de paille.

Figure 11 : Hauteur de coupe de la paille - selon les profils d'agriculteurs (en cm)

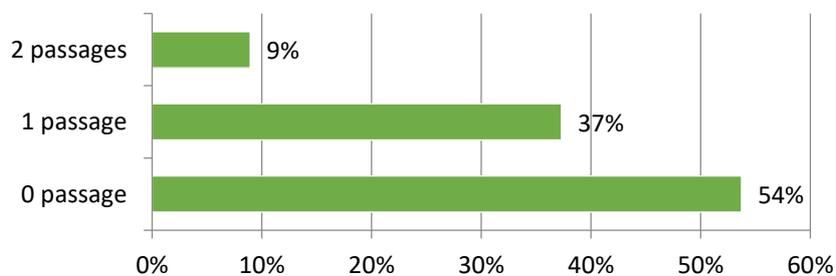


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Sur l'ensemble de l'échantillon, 10% des agriculteurs ont déclaré couper leur paille le plus bas possible parce qu'ils ont besoin de volumes de paille importants, mais également parce que cela rend le déchaumage plus simple et permet une meilleure décomposition de la paille au sol. Environ 6 % des agriculteurs ont dit adapter leur hauteur de coupe selon la présence de cailloux pour limiter le risque d'incendie. Par ailleurs, 58% des exploitants qui réalisent la moisson en prestation sont des éleveurs et ne maîtrisent pas forcément l'aspect hauteur de coupe.

2.3.4.2. Régulateur de croissance

Figure 12 : Nombre de passages de raccourcisseurs (échantillon)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Pendant la période de montaison des céréales, les conditions météorologiques peuvent favoriser la verse. Elle se caractérise par une faible résistance des tiges des céréales, qui se couchent au sol, ce qui limite le

remplissage des grains notamment. Pour limiter les pertes de rendements, les agriculteurs peuvent utiliser des régulateurs de croissance, mais leur usage n'est pas systématique.

Sur l'échantillon, 54% des exploitants ont déclaré ne pas utiliser de raccourcisseur pour les céréales à paille. Dans cette catégorie, on retrouve les producteurs bios (usage interdit), mais également la quasi-totalité des agriculteurs en HVE et des exploitants en conventionnel, éleveurs comme céréaliers.

37% des agriculteurs appliquent un seul régulateur de croissance, 9% réalisent deux passages.

Le nombre de passages dépend des conditions climatiques : certains agriculteurs n'utilisent les régulateurs de croissance qu'en cas d'année humide, ou bien adaptent le nombre de passages aux types de cultures (exemple : 2 passages sur orge et triticale, contre 1 seul sur blé).

Les exploitants n'utilisant pas de raccourcisseur sont majoritairement localisés dans les régions du Centre, Sud et Sud-Ouest, alors qu'à l'inverse dans des régions plus au Nord (Bretagne, Normandie ou encore Grand-Est), les agriculteurs ont plutôt tendance à utiliser les régulateurs.

L'analyse ne montre pas de différence significative entre éleveurs et céréaliers, ni de corrélation entre l'utilisation de régulateur de croissance et les rendements en paille. Ce paramètre ne sera donc pas intégré dans l'analyse des coûts.

2.3.4.3. Type de matériel de récolte

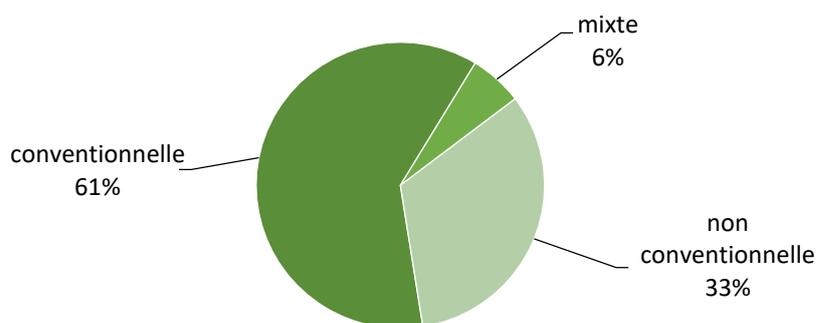
Plusieurs types de moissonneuses peuvent être utilisées pour récolter les céréales. Selon les besoins des exploitants, le choix de la moissonneuse est un paramètre important à prendre en compte dans les rendements grains et pailles. Mais au-delà du choix du matériel, ce sont surtout les réglages qui vont permettre d'optimiser les performances et la qualité de la paille.

Parmi les matériels cités par les exploitants interrogés :

- 61% utilisent des moissonneuses conventionnelles (à secoueurs),
- 33% des non-conventionnelles (à rotors ou axiale)
- 6% utilisent des machines agricoles mixtes.

La moissonneuse conventionnelle correspond au modèle standard, le plus utilisé, mais de plus en plus d'agriculteurs s'orientent désormais vers des modèles non-conventionnels ou mixtes. En effet, les moissonneuses à rotor présentent de nombreux avantages, comme un système mécanique plus simple, un meilleur débit de chantier en journée ou encore un grain d'une qualité supérieure par rapport à une moissonneuse à secoueurs. Cependant, la machine conventionnelle reste plus performante en soirée ou pendant la nuit, alors que la machine à rotors est très sensible aux différentes conditions de récolte (humidité) et nécessite un ajustement des réglages plusieurs fois dans la journée. Quant aux machines mixtes, elles sont arrivées sur les marchés, il y a une dizaine d'années, mais restent aujourd'hui moins répandues, car plus complexes à utiliser. Toutefois, ces machines sont plutôt polyvalentes et permettent de combiner les avantages des machines à rotors et à secoueurs.

Figure 13 : Type de moissonneuses-batteuses utilisées – échantillon (% en nombre d'exploitants)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les céréaliers de l'échantillon utilisent les machines conventionnelles et non-conventionnelles dans les mêmes proportions, alors que les éleveurs utilisent à 79% des moissonneuses conventionnelles. Cette nette différence s'explique par le fait que les machines conventionnelles sont moins chères et que les éleveurs apprécient la qualité de la paille qui en ressort (paille plus longue, moins broyée).

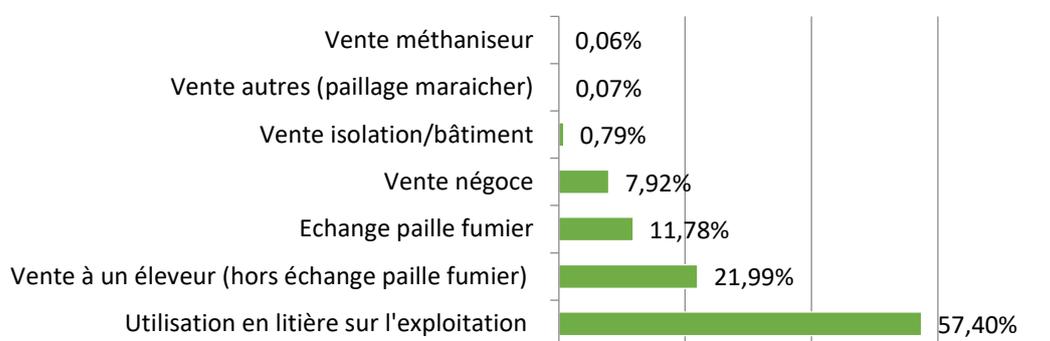
D'autre part, 87 % des agriculteurs qui procèdent au broyage des pailles utilisent une moissonneuse non-conventionnelle, alors que c'est l'inverse pour les agriculteurs qui exportent, où 70% d'entre eux utilisent des machines conventionnelles.

Les moissonneuses conventionnelles conviendraient donc davantage à des profils d'éleveurs ou de céréaliers qui exportent leurs pailles, alors que les moissonneuses non-conventionnelles semblent plus adaptées lorsque les pailles sont broyées.

2.3.5. Les débouchés

2.3.5.1. Répartition des volumes de paille selon les débouchés

Figure 14: Répartition des différents acteurs acheteurs de paille récoltée (% en volume)

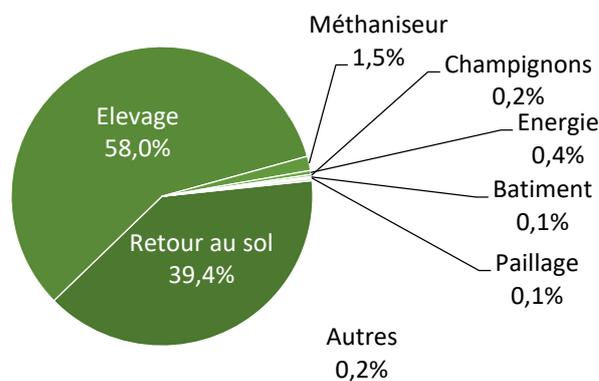


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Cette première approche basée sur l'enquête prend en compte uniquement les volumes de pailles récoltées, et n'intègre pas les volumes de paille qui retournent au sol. La paille est principalement utilisée par des éleveurs sur l'exploitation (57,4 %), ou sur une autre exploitation. L'essentiel des ventes aux éleveurs se font dans le cadre d'une vente de paille classique (22 %), mais on compte également de nombreux échanges paille-fumier (11,8 % des volumes). Près de 8 % des volumes de pailles transitent par les négoce, et quelques volumes plus anecdotiques sont destinés à d'autres débouchés (méthaniseur, paillage horticole, bâtiment, énergie, etc...).

L'enquête ainsi que les entretiens de cadrage ont permis de réaliser une approche sur les différents débouchés de la paille à l'échelle de la filière, le retour au sol étant ici considéré comme un débouché.

Figure 15 : Répartition des différents débouchés pour la paille (% en volume)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

L'élevage concentre l'essentiel des volumes (environ 58 %), et le retour au sol un peu plus de 39 %. Les autres utilisations intègrent des débouchés très divers : fabrication des substrats pour champignons de couche, le paillage horticole, la méthanisation, l'énergie, la construction ou l'isolation. Ces débouchés sont encore très anecdotiques (moins de 3 % pour l'ensemble), mais certains sont en développement.

2.3.5.2. *Retour au sol*

Environ 40 % des pailles récoltables sont broyées, soit parce qu'il n'existe pas de débouché localement, soit dans un objectif de valorisation agronomique. L'objectif principal des exploitants qui pratiquent le broyage des pailles, est de maintenir un niveau de matière organique dans le sol, et celui-ci a plusieurs impacts :

- La matière organique assure le stockage et la mise à disposition pour les cultures suivantes, d'éléments nutritifs par minéralisation. C'est le cas notamment pour la potasse et le phosphore contenu dans la paille. En revanche, les pailles consomment une grande quantité d'azote pour leur dégradation, l'azote qu'elle contient est donc peu ou pas valorisé.
- Elle stimule l'activité biologique du sol
- Elle joue un rôle important dans la structuration du sol et limite les impacts de facteurs extérieurs (érosion hydrique, tassement...).
- Elle favorise le réchauffement du sol (coloration plus sombre des matières organiques).
- Elle contribue à la perméabilité, l'aération du sol et la capacité de rétention en eau.

2.3.5.3. *Utilisation de la paille pour l'élevage (litière et alimentation)*

L'essentiel de la paille récoltée est utilisé en élevage (près de 60 %), pour la litière des animaux, en servant ainsi de base au fumier, ou pour venir compléter leur alimentation par exemple en cas de pénurie de fourrages. Une très large partie des pailles sont destinées à l'élevage bovin laitier ou allaitant. La filière porcine est très peu consommatrice de paille, puisque 90% des porcs français sont élevés sur caillebotis intégral (production de lisier uniquement), et environ 10% des truies et/ou porcs charcutiers sont élevés sur paille. Dans ce cas, la paille de céréales est majoritairement utilisée. En ce qui concerne la filière avicole, les besoins en paille viennent de l'élevage de chair, puisque les animaux sont en très large majorité élevés sur substrat. La paille broyée représente seulement 35 % des substrats utilisés, mais certains éleveurs utilisent d'autres litières : copeaux de bois (30 %) ou solutions alternatives qui se développent (chanvre, miscanthus, paille de riz, cosse de sarrasin, bouchons de paille compressées, etc...).

Une grande partie des besoins sont couverts par la production même de l'exploitation, puisque de nombreux éleveurs disposent de surfaces céréalières. Cependant, les éleveurs s'approvisionnent également auprès de leurs voisins céréaliers par des achats de paille ou bien par l'intermédiaire de négociants. Il existe également de nombreux partenariats entre les éleveurs qui ont besoin de paille et les céréaliers qui cherchent à récupérer du fumier pour fertiliser leurs terres et limiter l'achat d'intrants. De nombreux échanges « paille-fumier » sont ainsi mis en place.

Des outils de calcul d'équivalence entre la paille et le fumier sont disponibles et permettent aux agriculteurs d'établir les ratios d'échange (en fonction des paramètres : distance parcelle/exploitation, le partenaire en charge de l'épandage/pressage, la teneur en éléments fertilisants de la paille et du fumier, et leurs prix). A titre d'exemple, pour un fumier de bovins en litière accumulée, stocké plus de 6 mois, le ratio d'équivalence en éléments fertilisants ressort à 1 tonne de paille pour 1,06 tonne de fumier. Si toutes les prestations sont réalisées par l'éleveur (pressage et transport paille, ainsi que l'épandage du fumier), le ratio net s'élève à 1 tonne de paille pour 0,39 tonne de fumier. Dans les faits, parmi les éleveurs interrogés, 40 % ont indiqué utiliser la calculatrice d'Arvalis ou un outil équivalent, et 60 % utilise un ratio défini en concertation avec l'éleveur, qui conduit à des conditions d'échange plus favorables pour le

céréalière (en moyenne 1,56 tonne de fumier pour 1 tonne de paille). Pour la suite de l'étude, nous retiendrons une moyenne des deux pratiques, soit un ratio de 1,1 tonne de fumier, pour 1 tonne de paille.

Toujours dans le cadre d'une utilisation pour la filière animale, une partie des pailles sont transformées en granulés utilisés, soit en alimentation animale (incorporation dans des farines), soit en litières : pour des vaches laitières en logettes par exemple, mais également pour les volailles. Les volumes semblent en développement, et les qualités des granulés sont appréciés des éleveurs : cela limite la quantité de paille utilisée. Les volumes transformés en France pourraient dépasser les 100 000 tonnes de paille. Le développement est essentiellement porté par le débouché en litière (environ trois quarts du volume), la part destinée en alimentation animale semble anecdotique.

2.3.5.4. *Production de substrats pour champignons de couche*

La culture des champignons de couche nécessite des conditions de cultures optimales : ils sont cultivés sur un substrat fabriqué à partir de paille de blé (environ 25%) et de fumier de cheval et de volaille (environ 75 %). Une fois la phase croissance terminée, les champignons sont récoltés à la main, pour des raisons d'exigences de qualité, puis destinés à la transformation ou à la vente des produits frais.

La production totale de champignons de couche s'établit à environ 80 000 tonnes par an, et la France se positionne comme le quatrième producteur de l'UE après les Pays-Bas, la Pologne et l'Espagne. La filière française des champignons regroupe une cinquantaine de producteurs localisés sur l'ensemble du territoire métropolitain. Cependant, les principaux bassins de production sont situés dans les régions Pays-de-la-Loire et Centre-Val-de-Loire, ainsi que les Hauts de France. Ces trois régions représentent près des ¾ de la production française. Environ 60% des substrats utilisés sont fabriqués en France, mais la filière française recourt à des importations de substrats en provenance de Belgique ou des Pays-Bas (40 %). Le marché du substrat est relativement concentré, avec des fournisseurs tels que CNC, Monaghan, Sterckx en Belgique ou aux Pays-Bas, et Eurosubstrat, Dumona en France.

L'ANICC estime à 130 000 tonnes les volumes de paille nécessaires à la filière champignon de couche. Ce chiffre intègre les volumes de paille bruts, mais également les volumes de paille utilisés pour la production du fumier de cheval. L'essentiel des volumes correspondent à de la paille de blé tendre, qui dispose de caractéristiques bien adaptées à la production du substrat (degré de fibres, humidité ...). Compte tenu de la part importée, et des volumes de paille du fumier de cheval, nous retiendrons un volume de 50 000 tonnes de paille française utilisée pour les substrats à champignon.

Cette quantité représente de l'ordre de 0,3 % des volumes de paille produits en France, mais la filière champignon de couche reste tout de même un débouché important localement, puisque les besoins sont assez concentrés, et qu'il n'existe que 3 producteurs de substrats en France.

2.3.5.5. *Paillage horticole et viticole*

Le paillage des cultures avec de la paille de céréale est une pratique qui existe depuis de nombreuses années, mais qui a été petit à petit délaissée pour des techniques plus performantes (plastiques etc.). Aujourd'hui, l'utilisation de la paille de céréales en paillage végétal (hors culture de champignon) est relativement restreinte, mais quelques utilisations ou projets existent.

En maraîchage, l'utilisation de paille est assez limitée, puisque les paillages plastiques sont souvent préférés pour des questions de coût et de praticité. Les carottes d'hiver, conservées aux champs peuvent parfois être paillées avec de la paille en alternative au plastique. La paille a l'avantage de permettre un meilleur ressuyage du sol par rapport au plastique et de permettre une conservation en sol plus longue. En revanche, le coût peut être un élément bloquant au développement de cette pratique.

En horticulture, arboriculture ou viticulture, le paillage à partir de paille de céréales est une technique encore assez peu utilisée, mais qui commence à être envisagée par les producteurs. En effet, l'utilisation du paillage peut permettre de limiter le travail du sol et l'utilisation d'herbicides. La paille permet également d'enrichir les sols et de maintenir l'humidité. En contrepartie, elle peut induire une saturation du sol en eau dans des zones très pluvieuses en période hivernale.

Des expérimentations sur les vignes et quelques cultures fruitières sont en cours à travers le projet PITIVIH, fondé sur une collaboration entre Astredhor et l'IFV et financé par FranceAgriMer. Le même type d'essais avaient préalablement été conduits sur d'autres cultures fruitières et ornementales et avaient été plutôt concluant d'un point de vue agronomique. La principale difficulté à ce stade étant l'approvisionnement en matière. En effet, malgré l'abondance apparente de la ressource en paille sur le territoire national, l'approvisionnement des exploitations nécessite de mettre en place une logistique importante, et les volumes utilisés à l'hectare sont conséquents : de l'ordre de 8 tonnes/ha. Cette orientation nécessite de disposer de ressources en paille à proximité.

En jardinerie et auprès des particuliers, la paille de céréales ne semble pas très présente et le créneau du paillage végétal pour les jardiniers amateurs est davantage occupé par des produits tels que le miscanthus, le chanvre, le lin, les copeaux de bois, ou encore les fèves de cacao.

Le volume de paille de céréales utilisé en paillage horticole est estimé à moins de 25 000 tonnes, sur la base des résultats de l'enquête (cadrage et enquête agriculteurs).

2.3.5.6. Secteur de la construction et de l'isolation de bâtiments

Historiquement, la paille était très utilisée pour la construction des bâtiments, mais avec l'arrivée de nouveaux matériaux et techniques sur le marché de la construction, les pratiques ont évolué et l'utilisation de la paille s'est raréfiée. Or depuis quelques années, des techniques de construction, isolation ou de support de bâtiments à partir de paille de céréales recommencent à prendre de l'ampleur dans le contexte de la transition écologique. La France est actuellement le leader de la construction paille regroupant sur le territoire métropolitain plus de la moitié des bâtiments européens construits à partir de paille.

Les avantages de l'intégration de paille dans les constructions sont à la fois d'ordre techniques, économiques, environnementaux et sociaux. En effet, la paille de céréales présente de bonnes capacités en termes d'isolation thermique et d'acoustique. De plus, elle permet de limiter les émissions de CO₂ liées à la construction, puisqu'elle ne nécessite aucune transformation, hormis le pressage, et elle est sourcée relativement localement. Enfin, la construction en paille tend à favoriser les circuits courts et l'emploi puisqu'elle est relativement exigeante en main d'œuvre.

En France, le secteur de la construction s'appuie en grande partie sur la paille de blé tendre, car celle-ci est la seule caractérisée dans les règles professionnelles de construction en paille, mais d'autres pailles peuvent être utilisées. En effet, le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) a rédigé un cadre des règles professionnelles de construction en paille, qui constitue une référence pour l'utilisation du matériau paille comme isolant et support d'enduit. Elles permettent de caractériser le matériau à partir d'un cahier des charges précis, mais également de présenter les différentes techniques de construction autorisées (comme le remplissage d'ossature et de caissons). Actuellement, il semblerait que 5 000 à 10 000 bâtiments en paille existent en France, mais il faut noter que les chiffres sont pour le moment peu précis et que différents travaux de recensement sont en cours. D'après le panorama de la construction paille, les bâtiments construits à base de paille sont principalement des logements individuels, mais la paille est également utilisée pour des bâtiments administratifs, éducatifs, sociaux culturels etc.

Contrairement à la plupart des produits ou coproduits agricoles utilisés en construction, la paille de céréales n'a pas besoin d'être défibré pour être travaillée. Elle est directement utilisée sous forme de bottes. Les bottes de pailles sont principalement utilisées pour l'isolation avec différentes techniques :

- La paille de remplissage : Les bottes viennent en remplissage d'une structure porteuse (en bois par exemple).
- Les caissons préfabriqués : Le principe est similaire, les bottes sont utilisées pour remplir les caissons et améliorer leur capacité d'isolation, mais les caissons sont remplis en atelier et non sur le chantier.
- L'isolation thermique extérieur : Cette technique consiste à recouvrir l'extérieur d'un bâtiment de bottes de paille qui seront recouvertes par un parement. Cette technique est notamment utilisée pour améliorer l'isolation de bâtiments anciens.
- L'isolation des toitures : Les bottes sont positionnées directement sous les toitures, dans les combles etc.

La construction d'une maison de 100 m² nécessite environ 10 tonnes de paille.

La paille peut également être utilisée directement pour structurer un bâtiment (sans ossature en bois comme dans le cas du remplissage). Elle a donc à la fois un rôle d'isolation et de portance. L'Association Nebraska participe au développement et à la promotion de la paille porteuse, et la rédaction de Règles Professionnelles pourrait permettre un déploiement plus important de ces techniques de constructions à terme.

Pour la construction, les bottes de paille utilisées sont de forme carrée, en général de dimension 37x47cm (et 80 à 120 cm de long). Certains agriculteurs ont des presses adaptées à ce type de bottes, mais une partie des volumes utilisés proviennent de grosses bottes carrées et nécessitent d'être reconditionnée par les acheteurs ou des négoce spécialisés (Profibre en Vendée ou encore Iso' en paille dans le Maine et Loire). Pour l'isolation, les bottes sont de plus petites tailles (26 x 46 cm). Le prix de la paille conditionnée en petites bottes (conforme au cahier des charges du RFCP) est beaucoup plus élevé qu'en botte ronde/grosse botte carrée. Il est de l'ordre de 175 à 200 € / tonne.

2.3.5.7. Secteur de la méthanisation

Les pailles de céréales peuvent être utilisées pour la méthanisation : l'essentiel des volumes utilisés le sont après une utilisation en litière. La paille brute est beaucoup moins utilisée, mais certaines unités l'utilisent cependant sous forme de menue-paille, soit seule soit mélangée avec des brins courts de paille. L'utilisation de paille sous sa forme classique est peu fréquente, car elle pose des soucis techniques et d'autres matières sont privilégiées (effluents d'élevage, culture intermédiaires ou principales, déchets ou coproduits d'industries agro-alimentaires etc.).

Cependant, aujourd'hui, les unités de méthanisation se développent, et on compte 1308 unités recensées sur le territoire au 1^{er} janvier 2022, et les besoins en matières premières sont croissants. Certains agriculteurs évoquent une pression croissante de la demande en paille dans certaines zones du fait de l'implantation de méthaniseurs, cependant les volumes sont minimes à l'échelle nationale.

Les volumes de paille utilisés en méthanisation seront chiffrés dans le cadre de l'étude de cas méthanisation, nous les avons à ce stade, estimés à 350 000 tonnes, soit 1,5 % du volume de paille disponible.

2.3.5.8. Secteur de l'énergie et des chaufferies biomasse :

La paille est également utilisée comme source d'énergie en chaudière à biomasse. Il existe deux grands types de projets : des chaudières individuelles de petites tailles et des projets collectifs. Concernant les projets collectifs, le fonctionnement est basé sur l'utilisation de grosses bottes rectangulaires qui sont poussées devant la chaudière et tranchées pour faciliter la combustion. La paille utilisée doit être homogène, les chaufferies utilisent prioritairement des pailles de blé et d'orge, avec un taux d'humidité faible et une densité équivalente. On peut citer comme exemple les chaufferies collectives de Troyes ou encore de Poitiers. Une tonne de paille brute permet de générer 4 MWh. En général, les chaufferies s'approvisionnent très localement, auprès d'agriculteurs ou de négoce. Les prix d'achat correspondent

aux cours du marché local. Comparée au bois, la paille semble compétitive, mais son utilisation reste plus complexe (maintenance, difficultés techniques, homogénéité de la paille, logistique), ce qui semble le principal frein. Il existe également des chaudières individuelles : des particuliers se sont équipés, notamment certains agriculteurs, dans la mesure où ils disposent de ressources en paille à proximité. Ces modèles peuvent fonctionner avec des petites bottes, voire des bottes rondes. Les volumes de paille utilisée en énergie seraient de l'ordre de 100 000 à 200 000 tonnes en France.

2.3.5.9. *Les intermédiaires : Les négoce de paille*

De nombreux négociants de taille significative (5 000 à 10 000 tonnes) sont présents sur le territoire national et ont en général une clientèle à l'échelle régionale. Cependant, des flux de paille inter-régions existent pour gérer les excédents ou déficits de paille dans certaines zones, mais également avec l'étranger. Il semblerait ainsi que le bassin du Sud-Ouest s'approvisionne en partie en Espagne, où les agriculteurs sont moins nombreux à broyer la paille. A l'inverse, les régions Hauts-de-France, Beauce, Grand Est approvisionnent la Belgique et les Pays-Bas, et on note des flux de paille de la Bourgogne Franche Comté vers la Suisse, mais également vers la Belgique. Les exportations françaises sont de l'ordre de 300 à 400 000 tonnes ces dernières années, et les importations sont beaucoup plus limitées (moins de 100 000 tonnes en général).

Les négociants achètent la paille en andains ou en bottes essentiellement en grosses bottes carrées (environ 80 %). En effet, les bottes carrées permettent d'optimiser le coût du transport, qui constitue une charge importante pour l'activité. On trouve également des bottes rondes, ou des formats spécifiques notamment pour la construction. Les pailles de blé et d'orge sont majoritaires et les plus demandées, et certains négociants évoquent un manque de paille de blé à fibre longue, à cause des années sèches et des évolutions des types de moissonneuses. Les négociants travaillent également avec la paille de triticales, appréciée notamment par les éleveurs de chevaux. La paille d'orge est également appréciée en élevage ovin.

Les négociants peuvent stocker des volumes de paille, mais une grosse partie des volumes sont en réalité stockés chez les fournisseurs (agriculteurs), et dans ce cas, le négociant organise la logistique entre le site de l'agriculteur et son client. Cette pratique permet d'éviter des coûts logistiques (chargement + déchargement sur site du négoce) et d'optimiser les distances.

En termes de prix, les négociants achètent la paille en andain à environ 25/30 €/tonne dans les régions excédentaires, mais les prix peuvent être plus élevés dans les zones moins fournies (40/50 €/tonne). Les prix de vente en bottes varient très fortement en fonction de la zone d'approvisionnement et de la distance à parcourir pour acheminer la paille. A noter que certains négoce évoquent des prix proposés particulièrement élevés pour les acheteurs belges ou néerlandais, qui viennent impacter le marché français. D'autres constatent des difficultés d'approvisionnement plus récemment, avec une tendance de certains céréaliers de broyer davantage de paille.

On estime qu'environ 8 % de la paille française transite par un négoce, soit 1,4 million de tonnes à l'échelle nationale. Cette estimation a été réalisée sur la base des volumes déclarés par les agriculteurs de l'échantillon, et nécessiterait d'être confirmée.

2.4. LES COÛTS DE PRODUCTION ET VALORISATION DE LA PAILLE

2.4.1. Coûts de production

2.4.1.1. Coûts de récolte

Dans le cas de la paille, les coûts de récolte (moisson) sont imputés à la récolte du grain, et ne sont donc pas considérés dans l'analyse.

En revanche, les agriculteurs qui procèdent au broyage des pailles ont indiqué que le broyage conduit à un surplus de consommation de GNR, en moyenne 4,7 l/ha, ce qui conduit à un surcoût de 4 € /ha, soit 1 € / tonne.

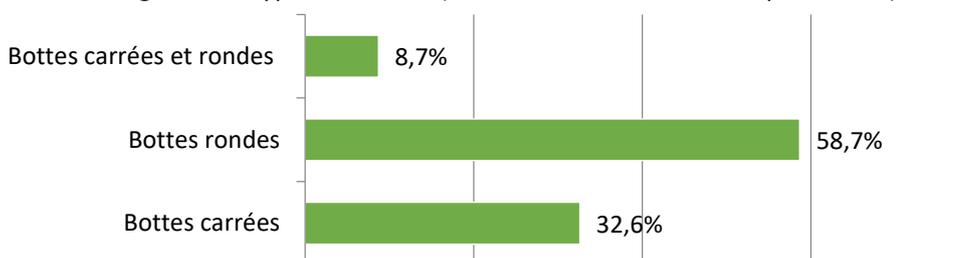
2.4.1.2. Coûts du pressage

Trois cas de figure sont possibles :

- Pour 39 % des exploitants interrogés, la paille n'est pas pressée par l'exploitant et est mise en bottes par l'acheteur (vente en andain).
- Pour 57 % des exploitants, la paille est mise en botte par l'agriculteur lui-même,
- Dans 4 % des cas, la paille est bottelée par un prestataire.

Sur l'ensemble des agriculteurs qui valorisent la paille en bottes, 59% d'entre eux utilisent une presse à bottes rondes, 33% une presse à bottes carrées et les 9% restants utilisent deux presses.

Figure 16 : Types de bottes (échantillon en nombre d'exploitations)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les balles cylindriques sont plus souvent utilisées pour l'élevage, car moins compactes et donc jugées plus pratiques pour le paillage, alors que les balles carrées sont plus denses et permettent donc une optimisation du stockage et du transport. Sur l'échantillon, les différences de poids sont importantes : le poids des bottes carrées atteint en moyenne 411,2 kg, contre 284,5 kg pour les balles rondes. Quelques agriculteurs conditionnent également en petites bottes carrées (19 kg), mais ils moins nombreux, il s'agit souvent de marchés de niches.

Figure 17 : Poids des bottes de paille (échantillon)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les agriculteurs ont été interrogés sur les types de matériel utilisés, et les coûts de chantier ont été calculés distinctement pour les balles rondes et les balles carrées, notamment à l'aide des barèmes d'entraide. Le coût moyen de pressage (traction et main d'œuvre inclus) atteint ainsi environ 4 à 6 € / balle, et il faut y ajouter le coût du filet ou de la ficelle, ce qui conduit à 4,35 € / balle ronde et 5,63 € / balle carrée.

Il y a quelques années, les agriculteurs utilisaient majoritairement de la ficelle pour le liage, mais désormais le filet a pris le dessus, même si certains agriculteurs préfèrent encore la ficelle. Le filet permet de lier les balles beaucoup plus rapidement (x 10), et de gagner sur les temps de pressage. Il permet par ailleurs de limiter les pertes pendant le pressage et d'obtenir ainsi des bottes de meilleure qualité. Certains agriculteurs notent toutefois que l'utilisation d'un filet a tendance à écraser la paille et donc à générer davantage de poussière. Le coût du filet est par ailleurs plus important que celui de la ficelle (0,42 €/balle pour un diamètre de 120, contre 0,31 €/balle pour la ficelle).

Compte tenu des poids moyens constatés sur l'échantillon, on obtient ainsi un coût de revient du pressage de 15,28 € / tonne en balle ronde, et 13,70 € / tonne en balle carrée.

Tableau 14 : Coûts de pressage (des bottes rondes et carrées)

	Balles rondes	Balles carrées
Coût de la presse (€/balle)	2,83	3,16
Coût du tracteur (€/balle)	0,70	0,90
Coût de main d'œuvre (€/balle)	0,45	0,57
Coût de chantier avec MO (€/balle)	3,98	4,63
Coût ficelle/filet (€/balle)	0,36	1,0
Coût total avec MO (€/balle)	4,35	5,63
Coût total à la tonne (€/tonne)	15,28	13,70

Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles et le Barème d'entraide 2020-21

Quelques agriculteurs font appel à un prestataire pour le pressage de la paille (seulement 4% de l'échantillon), et les prix constatés en prestation sont sensiblement similaires.

Les débits de chantiers annoncés sont de l'ordre de 42 balles/heure (en balles rondes), et légèrement plus faibles en balles carrées (35 balles/heure).

2.4.1.3. Coûts de manutention et stockage

Une fois la paille pressée, les balles sont ramenées sur le lieu de stockage. Pour la manutention au champ et le transport des bottes jusqu'au lieu de stockage, les exploitants utilisent un tracteur et un plateau, accompagné d'un télescopique ou d'un tracteur équipé d'une fourche, excepté les agriculteurs qui font des petites bottes carrées qu'ils chargent parfois à la fourche manuelle. Les coûts de manutention/transport ont été élaborés à partir des données des entretiens et des barèmes d'entraide. Le coût de manutention calculé ci-après intègre les frais de mécanisation (tracteur/plateau et télescopique) et les frais de main d'œuvre, il tient notamment compte des débits de chantiers indiqués par les exploitants.

Tableau 15 : Coût de la manutention et transport/déchargement au lieu de stockage

	Balles rondes	Balles carrées
Coût tracteur (€/heure)	19,8	19,8
Coût plateau (€/heure)	6,9	6,9
Coût télescopique (€/heure)	24,6	24,6
Coût de main d'œuvre (€/heure) - 2 chauffeurs	34,0	34,0
Coût tracteur + plateau + télescopique + MO (€/heure)	85,3	85,3
Débit de chantier moyen (Balles/heures)	19,5	21,4
Coût tracteur + plateau + télescopique + MO (€/balle)	4,4	4
Coût tracteur + plateau + télescopique + MO (€/tonne)	15,4	9,7

Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles et le Barème d'entraide 2020-21

Le coût de manutention est estimé à environ 4 à 4,5 €/balle, soit entre 10 et 15 €/tonne selon le type de balle.

La distance des parcelles jusqu'au site d'exploitation (ou de stockage) impacte les débits de chantier. Certains exploitants disposent de parcelles bien regroupées, mais d'autres parcourent plus de 30 km pour rapporter les bottes au site de stockage. En moyenne la distance à parcourir est de 8 km.

Une fois transportées jusqu'au site d'exploitation, les bottes sont stockées en bâtiment de type hangar ou grange, mais elles sont parfois laissées en extérieur, la plupart du temps sous bâche ou tunnel de stockage. Parmi les exploitants qui stockent la paille, 83% le font exclusivement sous bâtiment, 4% stockent la totalité en extérieur et 13% ont recours aux deux modes de stockage. Pour les exploitants qui stockent à la fois en extérieur et sous bâtiment, la majorité de la paille est stockée sous bâtiment et seul le surplus (environ 15 %, soit l'équivalent de deux mois de besoin en paille) est mis sous bâche, tunnel ou meule.

Dans une grande partie des cas, les bâtiments de stockage intérieurs ont un usage mixte et servent également à entreposer le fourrage et du matériel agricole, si bien qu'il est parfois complexe d'estimer le nombre de bottes de pailles exactes stockées dans les structures. Pour limiter le coût de stockage, certains exploitants optimisent l'espace en empilant jusque 7 bottes en hauteur, mais la moyenne de l'échantillon ressort à 5,5 bottes.

Afin d'estimer les coûts de stockage de la paille, les surfaces de bâtiment allouées à la paille ont été estimées avec les exploitants. En moyenne, le coût de stockage en bâtiment ressort à 8,3 €/tonne pour les balles rondes, et 6,6 €/tonne pour les balles carrées. Pour les exploitants qui stockent en extérieur, le coût est plus réduit, de l'ordre de 2 €/tonne.

En prenant l'hypothèse que le stockage extérieur ne représente que 6 % des volumes stockés, on obtient des coûts de stockage moyen de 7,9 €/tonne en balle ronde, et 6,3 €/tonne en balle carrée.

Tableau 16 : Coûts de stockage selon le type de bottes -

Type de bottes	Balles rondes	Balles carrées
Balles / m2	1,44	1,26
Poids des bottes (tonnes/balle)	0,285	0,411
Tonnes / m2	0,41	0,52
Coût du bâtiment (€/m2)	3,4	3,4
Coût stockage (€/tonne) - bâtiment	8,3	6,6
Coût stockage (€/tonne) – extérieur	2,0	2,0
Moyenne Coût de stockage (€/tonne)	7,9	6,3

Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles et le Barème d'entraide

Une grande majorité des exploitants interrogés stockent la paille de façon à ce que les besoins annuels de l'exploitation soient couverts. En général, les surfaces de stockage sont libérées progressivement tout au long de l'année, en fonction de la consommation pour les éleveurs ou des ventes pour les céréaliers qui vendent de la paille en bottes. Dans ce dernier cas également, les stocks sont lissés sur toute l'année.

2.4.2. Valorisation de la paille

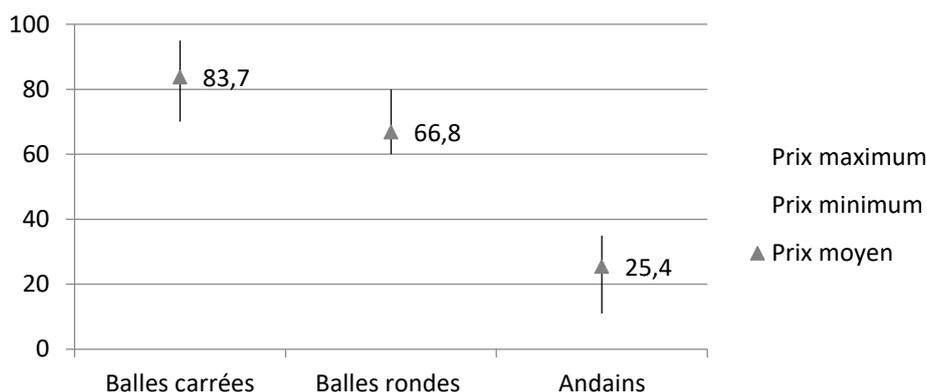
2.4.2.1. Prix de départ de la paille

Les prix départ de la paille varient selon le type de conditionnement choisi. Dans la majorité des échanges, c'est le client qui se déplace chez le fournisseur pour venir chercher la paille. Seulement quelques exploitants se déplacent pour livrer occasionnellement. Dans ce cas, ils ajoutent un surcoût dépendant du nombre de kilomètres à parcourir et du prix du carburant et d'autres appliquent un forfait comprenant le stockage et le forfait livraison.

Pour les bottes carrées, le prix moyen départ atteint 83,7 €/tonne et varie entre 70 €/tonne et 95 €/tonne, alors que celui des bottes rondes est légèrement plus faible (66,8 €/tonne), variant entre 60 €/tonne et 80 €/tonne. Quelques exploitants de l'échantillon conditionnent en petites bottes carrées et les prix de vente sont plus élevés (environ 120 €/tonne), dans la mesure où leurs coûts de production sont plus élevés, et qu'ils nécessitent davantage de main d'œuvre.

Enfin, les prix de vente en andain s'élèvent à environ 25 €/tonne.

Figure 18 : Variation des prix selon le type de conditionnement de la paille (€/tonne) - échantillon

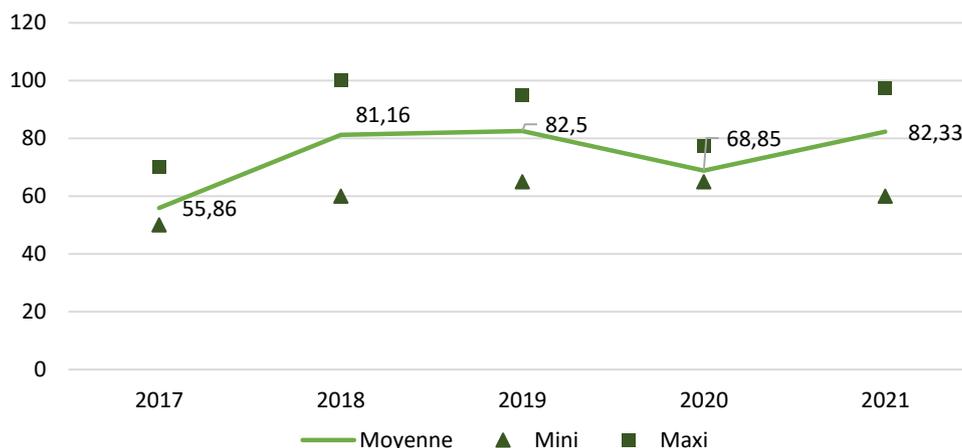


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Compte tenu de la forte disparité des prix de vente, les données ont été confrontées aux cotations mensuelles fournies par le bureau commun des pailles sur 5 ans (2017-2021). Les prix de la paille de blé en balles carrées, départ Centre / bassin parisien varient sur la période de 50 € à 100 €/tonne. Les prix étaient particulièrement bas en 2017, avec une moyenne des cotations mensuelles qui ressort à 56 €/tonne, mais depuis les prix se maintiennent à un prix niveau plus élevé : avec notamment 3 années à plus de 80 € / tonne. Pour la suite de l'étude, le prix des balles carrées retenu correspond à la moyenne entre les données obtenues en enquête (83,7 €/tonne) et les cotations mensuelles (71,1€/tonne), soit 78,9 €/tonne.

L'échantillon n'est pas suffisamment important pour distinguer les prix de vente entre agriculteurs et les prix de vente aux négociants. Cependant, les différences constatées au sein de l'échantillon sont limitées.

Figure 19 : Prix moyen paille de blé balle carrée (€/tonne) – départ centre / bassin parisien



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Pour une très large majorité d'exploitants, la qualité de la paille n'a pas d'impact sur le prix de vente. Cela s'explique par la très grande majorité des volumes qui sont destinés à l'élevage, et notamment l'élevage bovin. A noter que certains débouchés spécifiques exigent un niveau de qualité (chaufferie, construction, filière équine, etc...). Les exigences en termes de qualité portent sur : le taux d'humidité, la longueur des brins, la qualité du pressage, etc...

Les prix constatés pour la construction semblent plus élevés, notamment pour les petites bottes de 36 cm x 46 cm x 100 cm (environ 19 kg), qui se valorisent à 175-200 €/tonne, pour un niveau de qualité conforme au cahier des charges du RFCP. Certains prix affichés par les producteurs sont parfois encore plus élevés, notamment pour les petites bottes 26 cm x 46 cm, destinés à l'isolation.

2.4.2.2. Paille valorisée en broyage

La paille est composée d'éléments fertilisants, le phosphore (P), le potassium (K) et l'azote (N). En exportant les pailles, les exploitants devront compenser les quantités exportées par des amendements chimique ou organique. Cela génère un coût supplémentaire par rapport un broyage. Cependant, la fraction d'azote contenue dans la paille n'est pas ou peu valorisée, puisque la décomposition de celle-ci est consommatrice d'azote. Les économies engendrées par le broyage des pailles ont été calculées à partir des préconisations des chambres d'Agriculture, qui présentent les niveaux de N, P, K valorisables dans les pailles broyées. À partir de ces données, il est possible de calculer une économie de fertilisants associée à une paille broyée. Pour cela, nous avons retenu des hypothèses de prix des unités N, P, et K sur les cinq dernières années (entre 2017 et 2021), soit 0,87 €/unité pour l'azote, 0,84 €/unité pour le phosphore et 0,57 €/unité pour le potassium.

L'économie générée par le broyage ressort ainsi entre 7,5 et 8,5 €/tonne selon le type de paille considérée, avec une moyenne pondérée de 8,4 €/tonne, en prenant en compte les différents types de pailles disponibles en France.

Tableau 17 : Eléments N, P, K valorisables des pailles de blé, orge et triticale (€/tonne)

	Paille de blé	Paille d'orge	Paille de triticale	Autres pailles	Moyenne pondérée
N (kg/tonne)	0	0	0	0	0
P (kg/tonne)	1,7	1	2	1,6	1,6
K (kg/tonne)	12,3	12,9	10	11,7	12,3
Economie fertilisation (€/tonne)	8,5	8,2	7,4	8,0	8,4

Source : Agrex Consulting d'après des rapports des Chambres d'Agriculture
 2.4.2.3. Paille valorisée dans le cadre d'un échange paille-fumier

Dans le cadre d'échange paille-fumier, la paille exportée est compensée par l'apport de fumier. Sur l'échantillon total, 21% des agriculteurs exportent une part de leur paille dans le cadre d'un échange paille-fumier et une majorité d'entre eux (57 %) ont été en mesure de fournir les ratios paille et fumier échangés. Les autres (43%) expliquent se baser sur l'outil d'Arvalis qui permet d'obtenir les équivalences paille-fumier en fonction des valeurs fertilisantes, des coûts d'engrais minéraux, ainsi que des charges de mécanisation et de main d'œuvre. La plupart des agriculteurs concernés récupèrent du fumier de bovins. C'est donc le seul type de fumier qui a été considéré dans les calculs. À l'échelle de l'échantillon, on retrouve majoritairement ce type d'échange en Bourgogne-Franche-Comté et dans les Hauts-de-France.

Comme pour les pailles broyées laissées au sol, la valeur économique tirée par les exploitants qui réalisent un échange paille-fumier peut être approchée par la valeur des éléments fertilisants qui composent le fumier reçu en contrepartie. L'approche a été réalisée sur deux types de fumiers : bovin en logettes, et bovins en litières accumulées. Avec les mêmes hypothèses de prix que précédemment pour les éléments fertilisants NPK, l'économie générée par 1 tonne de fumier varie de 7 et 9 €/tonne. Compte tenu du ratio moyen retenu (1,1 tonne de fumier pour une tonne de paille), la valorisation de l'échange paille fumier aboutit une économie de fertilisants de 8 à 10 € / tonne de paille, soit une économie légèrement plus importante que pour un broyage. Attention, il est à noter que les ratios d'échange sont très variables (rapport de 1 à 3 pour le fumier de bovin), et que leur composition est également variable. Ces résultats sont donc à prendre avec beaucoup de précautions.

Tableau 18 : Composition du fumier de bovins en éléments N, P et K (kg/t)

	Fumier Bovin logettes	Fumier Bovin litière accumulée
N disponible (kg/t)	2,04	2,32
P (kg/t)	2,3	2,3
K (kg/t)	6,2	9,6
Economie d'éléments fertilisants (€/tonne de fumier)	7,26	9,45
Ratio Paille-fumier	1,1	1,1
Economie d'éléments fertilisants (€/tonne de paille)	7,98	10,35

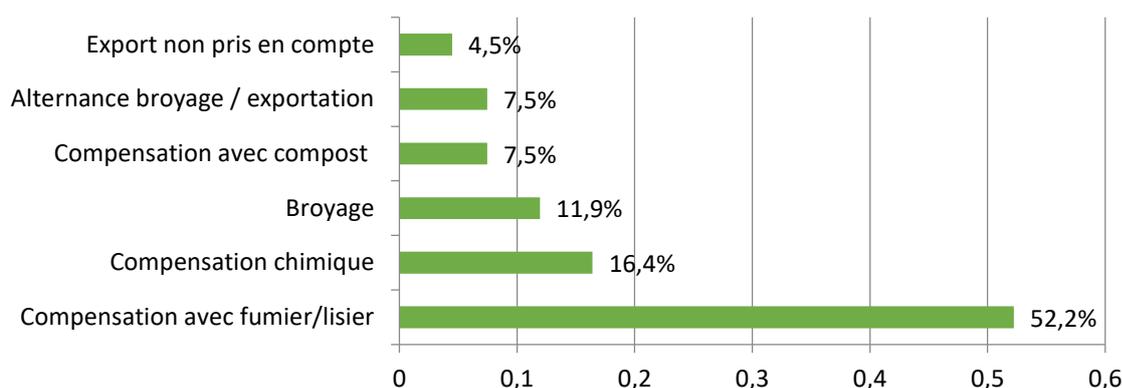
Sources : Agrex Consulting d'après données des chambres d'Agriculture et enquêtes

2.5. DIFFERENTS FACTEURS INFLUENCANT LES CHOIX DES AGRICULTEURS POUR LA VALORISATION DE LA PAILLE

2.5.1. Facteurs agronomiques, environnementaux et pédoclimatiques

Le type de sol et les facteurs climatiques font partie des facteurs qui influencent les exploitants dans leurs choix de valorisation de la paille.

Figure 20 : Pratiques des agriculteurs / apports d'engrais chimiques ou organiques



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Ainsi, 40% des agriculteurs interrogés affirment que le type de sol conditionne leurs choix de valorisation des pailles. Parmi eux (40 % d'agriculteurs), 67 % exploitent un sol argileux, qui nécessite des apports réguliers de matière organique. Ces apports permettent d'alléger le sol et de l'enrichir en humus, et les agriculteurs prennent largement en compte cet aspect.

Cependant, 60% des exploitants ont déclaré que le type de sol n'avait pas d'impact sur leur choix de valorisation des pailles ou du moins que ce n'était pas le facteur principal. Ils sont nombreux à avoir besoin de paille pour leurs animaux, et compensent l'exportation par un apport de fumier. C'est le cas aussi de certains céréaliers qui pratiquent un échange paille-fumier ou bien apportent de la matière organique en compensation (compost, etc..).

Cependant, certains notent une qualité des sols non satisfaisante même après épandage de fumier et travaillent d'autres aspects pour pallier ce problème (couverts végétaux, etc..).

Les agriculteurs sont nombreux à penser que l'exportation des pailles appauvrit le sol en matière organique, qu'il faut nécessairement compenser. Ainsi, 52 % des exploitants compensent l'exportation par des apports d'effluents (ou digestat), 7,5 % avec un compost. Cependant, 16,4 % des exploitants compensent uniquement avec des apports d'engrais chimiques, sans apporter de matière organique, et 4,5 % ne prennent pas du tout en compte l'exportation de la paille dans leurs calculs.

Quelques exploitants estiment que leur taux de matière organique est insuffisant, et envisagent davantage de broyage à l'avenir. Par ailleurs, 15 % des agriculteurs estiment que la hausse du prix des engrais n'est pas compensée par celle de la paille. Pour certains, cela conduit à limiter les exportations de paille, alors que d'autres acceptent l'impact financier et continue d'exporter.

Pour les éleveurs, le broyage et la préservation du sol sont moins importants que les besoins du cheptel.

Parmi les agriculteurs qui prennent en compte l'exportation / le broyage de la paille dans leurs calculs d'apport en éléments fertilisants, ils sont nombreux à réaliser des analyses de sol ou à utiliser des logiciels de calculs pour raisonner leurs intrants. De nombreux logiciels sont utilisés : « Fertiweb » d'Arvalis semble privilégié, mais d'autres sont utilisés comme « Geofolia », « mesparcelles », etc.

Au total, 55 % des agriculteurs déclarent ne pas prendre en compte l'exportation dans leurs calculs de fumure. Cependant, une majorité d'entre eux épandent des fumiers et estiment que les quantités épandues à l'hectare sont largement suffisantes pour compenser les exportations.

Figure 21 : Nuage de mots – raisonnement des agriculteurs en matière d'apport d'engrais



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Parmi les agriculteurs qui exportent tout ou partie de leurs pailles, 12% pensent que l'exportation impacte négativement la biodiversité des sols. Ils observent ponctuellement une baisse du pH, qui nécessite de réaliser un chaulage en compensation, un tassement du sol, et un appauvrissement de certains minéraux après analyses.

En revanche, 88 % pensent qu'elle n'a pas d'impact. Le maintien de matière organique favorisant la biodiversité, de nombreux agriculteurs considèrent que l'apport du fumier ou de compost est favorable au maintien d'un sol de qualité. L'évolution du prix des engrais peut conduire certains céréaliers à moins exporter leurs pailles, au bénéfice de certaines parcelles éloignées.

Figure 22 : Nuage de mots - Impacts des aléas climatiques sur la récolte de paille



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

58% des exploitants interrogés indiquent que la production de paille est régulièrement affectée par les aléas climatiques, en quantité ou en qualité. Les rendements sont variables d’une année sur l’autre : les épisodes de sécheresse impactent majoritairement la quantité de paille, alors que les épisodes de pluie ont tendance à jouer sur la qualité de la paille. Les pailles sèches ont tendance à se briser (ce qui conduit à des pailles moins longues) et une paille qui reçoit beaucoup d’eau noircit. En revanche, 42% des agriculteurs interrogés considèrent que leurs rendements ne sont pour le moment pas ou peu impactés par ces épisodes climatiques. Ces derniers estiment se trouver dans des zones plutôt résilientes jusqu’à présent (ou en zone irriguée), ce qui permet de lisser les rendements. Globalement les régions du Nord semblent moins impactées par la variabilité des rendements. Globalement les exploitants s’accordent à dire que le niveau de production de paille a tendance à baisser compte tenu de la multiplication des années sèches ces dernières années. Celles-ci impactent davantage la quantité de paille que la quantité de grain récolté.

2.5.2. Facteurs logistiques et humains

Le matériel et la main d’œuvre qualifiée pour les différents travaux agricoles peuvent également être des paramètres influençant les pratiques des agriculteurs.

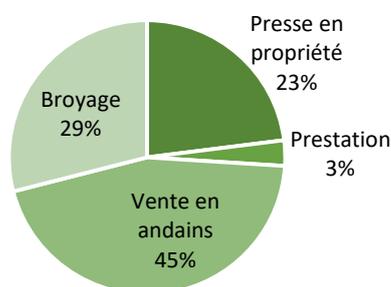
Concernant la paille, seuls 7% des agriculteurs se disent contraints par ces facteurs logistiques et matériels. Ces derniers ont recours à de la prestation de services ou travaillent avec du matériel en commun : la principale difficulté étant pour eux de disposer du matériel / prestataire au moment opportun. C’est pour cette raison que la plupart des exploitants sont équipés en matériel :

- 97 % des agriculteurs qui pressent la paille sont équipés en matériel ou utilisent un matériel en CUMA.
- 3 % recourent à des prestations de services

Néanmoins, l’investissement pour s’équiper en matériel encourage les agriculteurs à se regrouper ou à faire appel à une ETA. Dans les deux cas, la disponibilité du matériel n’est pas considérée comme un facteur limitant important, sauf en cas d’années humides, où la plupart des travaux agricoles doivent être réalisés en temps limité.

Parmi les céréaliers, seuls 23 % des exploitants disposent de leurs propres presses, 3 % recourent à des prestations de services, et 45 % vendent en andains, et 29 % recourent uniquement au broyage. La vente en andain permet de valoriser la paille sans générer de besoins en matériel supplémentaire sur l’exploitation. A l’inverse, les éleveurs disposent en général d’une presse utilisée également pour le fourrage.

Figure 23 : Equipement des céréaliers en presses (échantillon)

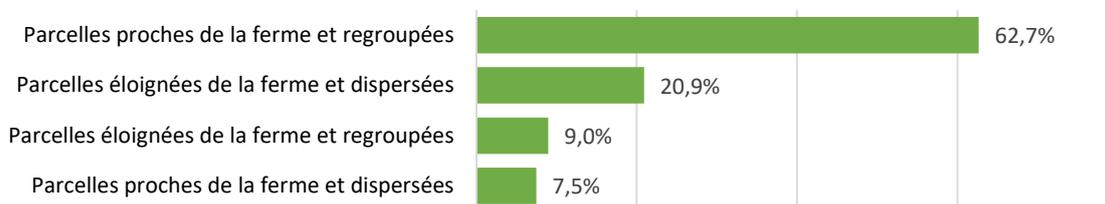


Source : Agrex Consulting d’après les enquêtes professionnelles

L’organisation des parcelles intervient également dans les prises de décisions. Pour les exploitants agricoles, la distance à parcourir entre les parcelles et le lieu de stockage est de 8 km en moyenne, soit une distance raisonnable pour organiser le transport de la paille. Une large majorité des agriculteurs interrogés (62,7%) estime que leurs parcelles sont proches de la ferme et regroupées, et donc que ce facteur n’est pas une contrainte.

Au contraire, 28% des agriculteurs jugent que le parcellaire est un frein à la valorisation de la paille : les parcelles sont éloignées du corps de ferme (ou dispersées), ce qui entraîne des coûts de transport supplémentaires. Certains agriculteurs vendent en priorité en andain les parcelles éloignées.

Figure 24 : Organisation du parcellaire (échantillon)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Dans un contexte où les agriculteurs peinent parfois à recruter de la main d'œuvre qualifiée, les facteurs humains peuvent limiter les choix des exploitants. Pour une grande majorité des cas, les agriculteurs ne se disent pas contraints par cet aspect, mais 28% estiment qu'ils sont limités par la main d'œuvre disponible sur l'exploitation. Le manque de main d'œuvre à la moisson peut notamment inciter les céréaliers à broyer la paille ou la vendre en andains.

Certains agriculteurs évoquent des difficultés de recrutement :

- 47 % des exploitations sans salarié sont en sous-effectif.
- 26 % des exploitations avec salariés sont en sous-effectif.

Cependant, pour les éleveurs la récolte de la paille est au cœur de l'activité de l'exploitation, et est donc considérée comme essentielle et prioritaire.

Si la main d'œuvre n'est pas le principal frein à la valorisation de la paille, la manque de main d'œuvre intervient parfois dans les choix de valorisation des exploitants.

2.5.3. Facteurs de marché et externes

Figure 25 : Nuage de mots - Demande en paille et nouveaux débouchés



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La plupart des agriculteurs pensent que la demande en paille est stable en France, notamment car les nouveaux débouchés sont compensés par une baisse du nombre d'éleveurs. Par ailleurs, des alternatives en litière se développent (miscanthus, copeaux, etc.).

Sur l'ensemble de l'échantillon, 16% des agriculteurs ont été démarchés pour approvisionner de nouveaux débouchés. Sont principalement cités : la méthanisation collective, des usines de transformation de paille en granulés ou bouchons, et dans une moindre mesure, le paillage ou la construction.

Sur certains secteurs (chaufferies et méthanisation) les avis sont partagés : les chaufferies sont très peu appréciées, la majorité des agriculteurs estiment que brûler la paille est un non-sens, compte tenu des besoins importants en élevage. 19% des agriculteurs interrogés ne sont pas favorables à la méthanisation. Les réticences portent sur différents aspects :

- Les méthaniseurs captent des volumes trop importants et viennent créer de la concurrence, et conduisent localement à des hausses de prix
- Certaines unités cherchent de la paille broyée
- Certains estiment le secteur non rentable (notamment les projets collectifs)
- Ils ont un avis négatif sur l'intérêt du digestat

Par ailleurs, 30 % des agriculteurs estiment qu'il y a une concurrence entre l'élevage et les autres débouchés pour la valorisation de la paille : dans 45 % des cas, il s'agit de méthaniseurs.

Certains agriculteurs (10 %) seraient cependant intéressés pour fournir un méthaniseur, à condition de lever les freins logistiques (distance au méthaniseur) ou techniques. La vente de menue-paille pourrait intéresser certains, à condition que les CUMA s'équipent, sinon les projets sont jugés non rentables.

6% des agriculteurs réfléchissent à approvisionner le secteur de la construction sous certaines conditions :

- La filière doit se développer davantage pour que les volumes attendus soient suffisants
- La rémunération doit être attractive

Si une large majorité des agriculteurs s'accordent sur le fait que le prix de la paille a fortement augmenté en 2022, la vision des prix sur les 5 dernières années est plus contrastée. 70 % des agriculteurs estiment que les prix étaient jusque-là plutôt stables, pour la plupart, parce que la collaboration mise en place entre céréalier et éleveur est établie de longue date et que les partenaires répercutent assez peu les variations de prix de marché. A l'inverse, 30 % des agriculteurs estiment le prix très fluctuant, c'est notamment le cas des exploitants qui travaillent avec des négociants, qui répercutent davantage les prix de marché.

Ainsi, le prix de la paille pratiqué est très variable d'une région à l'autre, et dépend de différents facteurs :

- Le conditionnement (andain, petite botte, botte ronde, botte carrée)
- L'offre et la demande locale
- Les coûts logistiques d'approvisionnement (le prix est élevé dans les zones déficitaires qui nécessitent de s'approvisionner dans des zones plus éloignées),
- Les coûts des engrais chimiques, cet aspect a notamment été soulevé par les exploitants, et certains s'interrogent sur le fait de continuer à exporter ou pas à l'avenir

A noter que le prix peut être fixé par l'acheteur, le vendeur ou d'un commun accord, selon les cas. La contractualisation entre partenaires reste majoritairement orale.

La demande et la valorisation de la paille est principalement locale. En effet, 96 % des agriculteurs disposent d'un débouché local. Les pays limitrophes (Belgique, Suisse, Pays-Bas, Allemagne) sont également demandeurs et sollicitent 10 % des agriculteurs interrogés. En particulier, la Belgique est largement déficitaire en paille, et absorbe des volumes importants du Grand Est.

Figure 26 : Echelle de la demande en paille (en % d'agriculteurs concernés)

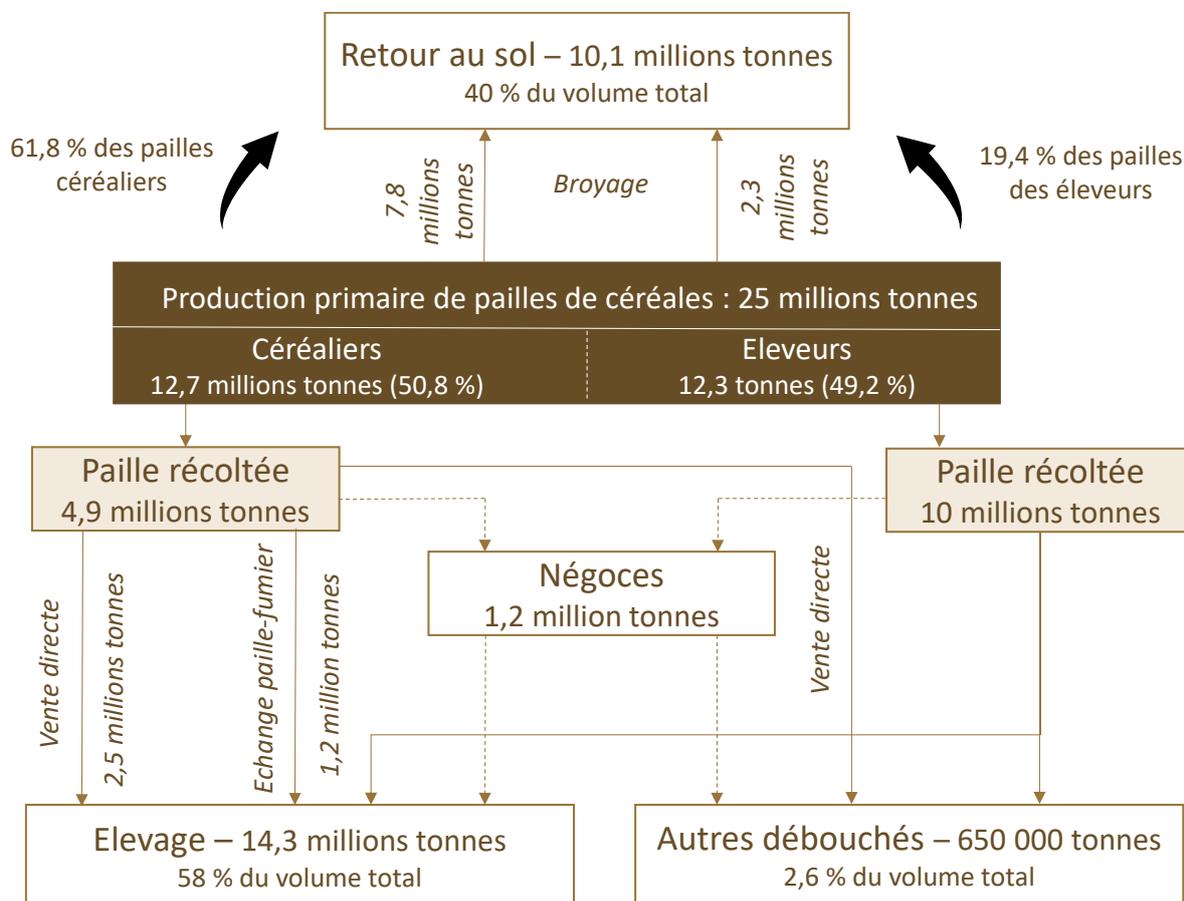


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

2.6. CONCLUSIONS ET SYNTHÈSES

2.6.1. Schéma des flux de la filière

Figure 27 : Flux de paille et principales utilisations (estimation 2021)



En 2021, on estime la production de paille de céréales de l'ordre de 25 millions de tonnes de matière sèche. Ce volume provient d'exploitations céréalières ou d'élevage.

Une part importante des volumes produits par les céréalières retourne au sol (62 %), et un peu moins de 5 millions de tonnes de paille sont récoltées par ces derniers. Ils approvisionnent les filières élevage sous différentes formes (vente directe bien souvent en andain, échange paille-fumier, ou par l'intermédiaire de négoce). Environ 8 % des pailles récoltées passent ainsi par l'intermédiaire de négoce, ce qui permet d'approvisionner les régions déficitaires en paille (voire les pays voisins), mais également d'autres débouchés (énergie, construction, substrat pour champignons, etc...), dont les besoins sont estimés à environ 650 000 tonnes.

Les éleveurs au contraire sont peu nombreux à broyer la paille, et environ 10 millions de tonnes sont récoltées, pour approvisionner en grande partie les besoins de leurs exploitations.

2.6.2. Synthèse des valorisations

Les différents choix opérés conduisent à des valorisations différentes. Le broyage et l'échange paille-fumier permettent d'économiser des fertilisants et génèrent une économie immédiate de 26 à 33 €/ha. Attention, d'autres aspects bénéfiques de cette pratique n'ont pas été chiffrés (matières organiques, qualité des sol, etc...). La vente de paille en andains permet aux agriculteurs non équipés en matériel de pressage de générer un complément de rémunération de l'ordre de 90 €/ha. La plus-value est plus

importante pour la vente de paille en balles rondes (101 €/ha) ou en balles carrées (176 €/ha), mais elle nécessite d'être équipé en matériel et mais également de disposer de main d'œuvre au moment de la moisson. En effet, la paille doit être pressée rapidement, et les chantiers sont relativement gourmands en main d'œuvre à une période où un céréalier est déjà en période de pointe (moisson). Par ailleurs, l'amortissement d'une presse nécessite des surfaces en céréales conséquentes.

Tableau 19 : Récapitulatif des possibilités de valorisation des pailles de céréales (€/tonne ou €/ha)

		€/tonne				
		Broyage	Echange paille-fumier	Andain	Balles rondes	Balles carrées
Fréquence		39 %	7 %	15 %	24 %	15 %
Valorisation	Vente de paille			25,4	66,8	78,92
	Economie de fertilisants	8,4	9			
Charges	Surcoût broyage	-1				
	Pressage				-15,3	-13,70
	Manutention/transport				-15,4	-9,70
	Stockage				-7,9	-6,3
Gain	Gain net (€/tonne)	7,4	9	25,4	28,2	49,2
	Gain net (€/ha)	26,5	32,2	90,9	101,1	176,2

Par ailleurs, il semble qu'il y ait assez peu de différences de prix dans les valorisations apportées par les différents débouchés, mais les différences sont importantes en fonction de l'offre et la demande locale, et également en fonction des formats de conditionnement. Ainsi, le secteur de la construction a des attentes bien spécifiques (petits formats, qualité de paille), justifiant des prix à l'achat parfois supérieurs à d'autres débouchés, mais il reste un marché de niche.

3. ETUDE DE CAS – EFFLUENTS D’ELEVAGE

Les effluents d’élevage produits sur les exploitations agricoles sont depuis de nombreuses années valorisés en tant qu’engrais organiques, grâce à leurs fonctions fertilisantes et structurantes pour le sol, et contribuent à l’autosuffisance des exploitations en engrais. Une partie des effluents est valorisée hors de l’exploitation : la demande est de plus en plus importante, pour remplacer les engrais minéraux, dont les cours sont haussiers et volatiles, pour développer l’agriculture biologique, ou encore pour produire du biogaz au sein d’unités de méthanisation. Toutefois, la réglementation légiférant sur leur utilisation s’est également durcie pour lutter contre les effets de la volatilisation et du lessivage. La filière « effluents » fait l’objet de peu de suivi statistique. Bien que des données existent concernant les volumes de production, notamment via l’ONRB, il existe peu de données sur la valorisation et des retombées économiques des effluents, à l’échelle des exploitations agricoles françaises.

3.1. CADRE METHODOLOGIQUE

L’étude de cas « Effluents d’élevage » vise à identifier les facteurs impactant les circuits et niveaux de valorisation pour les différents types d’effluents. L’analyse a été construite autour de trois phases méthodologiques principales :

- Une phase de structuration de l’étude. L’ensemble des données statistiques et bibliographiques déjà existantes sur les effluents ont été collectées et analysées. Cette première approche est complétée par une série d’entretiens, auprès d’acteurs clés, afin d’obtenir des informations contextuelles récentes.
- Une phase d’enquête auprès d’un échantillon représentatif d’agriculteurs, producteurs d’effluents.
- Une phase de synthèse, qui a permis de répondre aux objectifs de l’étude en matière de retombées économiques des effluents pour les agriculteurs.

3.1.1. Analyse documentaire et entretiens de cadrage

Cette première phase a porté notamment sur :

- Une **étude statistique et quantitative** des données existantes, notamment les statistiques de la filière (cheptel, volumes d’effluents) issues des publications de l’ONRB, Agreste, Chambre d’Agriculture, Instituts d’élevage, etc.
- Une **analyse bibliographique, plus qualitative, basée sur les études déjà réalisées**, qui a permis de collecter des informations et des données sur les différents débouchés, et valorisations possibles.
- **Des entretiens de cadrage auprès d’acteurs de la filière**, pour bien appréhender les débouchés et les caractéristiques de chaque effluent.

Tableau 20 : Entretiens de cadrage – acteurs interrogés

Société	Interlocuteur
Institut Technique d’Aviculture (ITAVI)	Vincent BLAZY
Institut de porc (IFIP)	Pascal LEVASSEUR
Institut de l’Elevage (IDELE)	Sylvain FORAY
COOPERL (Coopérative porcine)	Bertrand CONVERS
DORAVEN (Négoce d’effluents)	Daniel FUBERT
Négoces DROUILLET (Négoce d’effluents)	Nathan DROUILLET

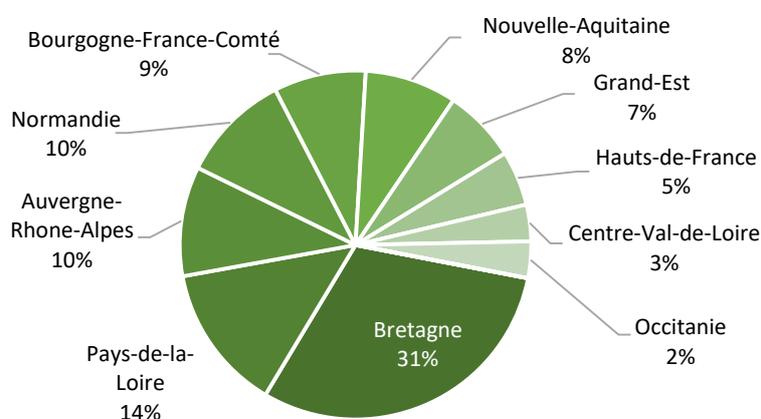
Source : Agrex Consulting

3.1.2. Enquête auprès d’agriculteurs

Une enquête a été déployée auprès d'un panel de 59 agriculteurs portant sur leur production d'effluents (types et caractéristiques), ainsi que leurs niveaux de valorisation. Les agriculteurs ont également été sollicités sur l'impact de différents facteurs (agronomiques, techniques, logistiques, économiques et humains) influant sur la valorisation des effluents.

L'échantillon retenu avait pour principal objectif de représenter une diversité de profils d'exploitations, en termes de type d'effluents (fumier, lisier, fiente), de situation géographique, de taille, et de débouchés. En ce qui concerne les typologies de cheptels, il a été décidé de se concentrer sur les espèces bovines, porcines, et avicoles qui concentrent la majorité des productions d'effluents en France. Ainsi, l'enquête vise toutes les régions, même si les principaux bassins de production d'effluents ont été favorisés, notamment les régions de l'Ouest de la France (Bretagne et les Pays-de-la-Loire).

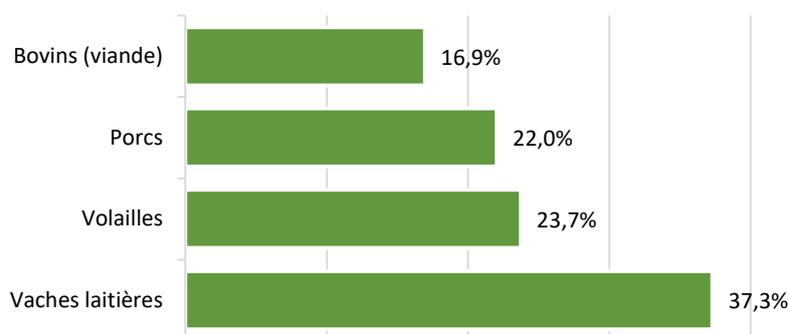
Figure 28 : Répartition de l'échantillon



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Sur l'ensemble des agriculteurs interrogés, la SAU moyenne des exploitations s'élève à 127 ha et varie entre 1 ha et 420 ha. On retrouve principalement des cheptels de bovins (54%), dont 2/3 de cheptels laitiers. On compte également des élevages porcins (23%) et des élevages avicoles (23%).

Figure 29 : Orientation principale du cheptel étudié (% en nombre d'exploitations)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

3.2. CONTEXTE – LES EFFLUENTS D’ELEVAGE EN FRANCE

3.2.1. Les filières animales en France

Fin 2021, le cheptel français compte plus de 331 millions d’animaux. La filière bovine (allaitante et laitière confondues) représente 58 % des Unités de Gros Bétail (UGB) du cheptel français. Le cheptel avicole et le cheptel porcine concentrent respectivement 26 % et 10 % des effectifs en termes d’UGB. Les autres élevages (ovins, caprins et équidés) sont plus anecdotiques, et n’ont pas été intégrés dans l’étude de cas.

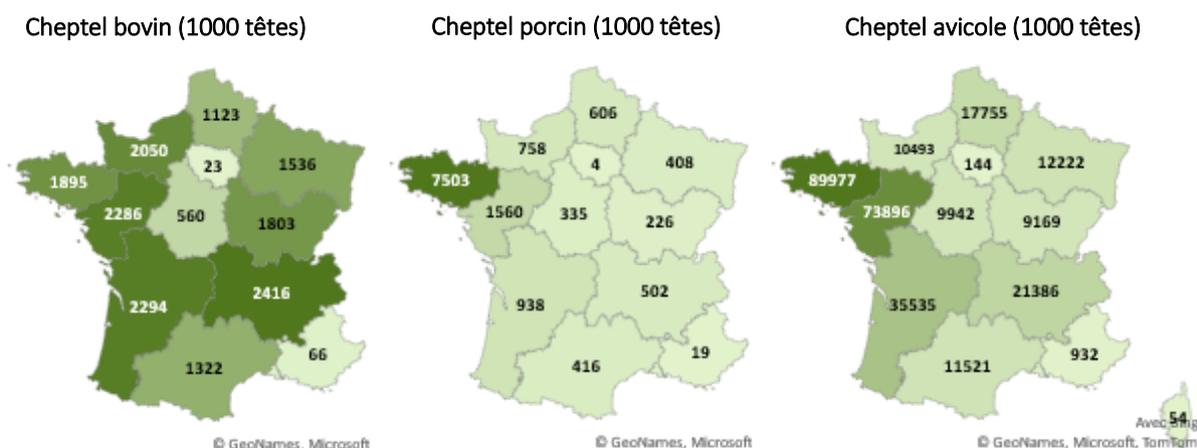
Tableau 21 Effectifs du cheptel français en 2021

	Effectifs (milliers de têtes)	Effectifs (milliers d’UGB)	% UGB
Bovins	17 327	15 439	58 %
Volailles	292 670	6 924	26 %
Porcins	12 982	2 757	10 %
Ovins	6 920	1 065	4 %
Caprins	1 393	336	1 %
Equidés	313	291	1 %
Total	331 605	26 812	100 %

Sources : AGRESTE, ARVALIS - IDELE, INRAE, DRAAF Rhône-Alpes

A l’échelle nationale, le cheptel est inégalement réparti sur le territoire : l’Ouest de la France concentre une partie importante des effectifs porcins et avicoles. La Bretagne se positionne ainsi comme la première région d’élevage française avec 58 % des effectifs porcins, 31 % des volailles et 11 % des effectifs bovins. Les Pays de la Loire disposent également de nombreux élevages, et représentent 25 % des effectifs de volailles et 13 % des effectifs bovins. Si les élevages porcins et avicoles sont très concentrés dans l’Ouest, les élevages bovins sont mieux répartis sur le territoire. Néanmoins, la concentration d’élevages dans l’Ouest génère des volumes importants d’effluents, et certaines zones de Bretagne sont devenues excédentaires en azote et doivent gérer des surplus d’effluents par rapport aux capacités d’épandage.

Figure 30 : Répartition géographique des principaux cheptels animaux en France (1 000 têtes)



Source : Agreste

3.2.2. La production d’effluents en France

Les effluents prennent diverses formes : le fumier, le lisier et les fientes. Le fumier est un mélange plus ou moins solide de litière paillée et de déjections animales. Le lisier est un mélange sous forme liquide

des déjections animales avec peu ou pas de litière. Les fientes sont associées aux volailles, et présentent des taux de matières sèches relativement élevés.

L'ONRB réalise une estimation de la production d'effluents en France, basée sur différents paramètres :

- Les effectifs d'animaux en France (l'approche se fait par région)
- Les équivalents UGB (pour chaque catégorie d'animal)
- La durée moyenne de stabulation (pour identifier les effluents maîtrisables)
- La proportion lisier/fumier ou fiente
- La production moyenne d'effluents par UGB à partir des ratios disponibles : notamment en utilisant les normes CORPEN d'émissions d'azote en kg d'azote / animal / an, ainsi que la composition des fumiers et lisiers en kg d'azote / tMB de fumier ou lisier.

Figure 31 : Formule de calcul du Volume Théorique de Production (VTP ou VTD)

Production de fumier annuel (VTP/VTD) = Effectif x Equiv. UGB x durée moy. Stabulation x Proportion fumier/lisier x Prod. moy. jour. Fumier par UGB
--

Source : ONRB

Le calcul se base sur les quantités d'effluents produites par UGB, par an et par type d'animal, en fonction du cycle de vie de l'animal. De nombreux paramètres interviennent sur la production d'effluents. Le type d'animal et sa physiologie jouent sur les quantités produites, mais également sur les caractéristiques de l'effluent (taux de matière sèche, pH, rapport C/N, composition N, P, K).

Tableau 22: Quantités d'effluents d'élevage produites

Type de déjection	Quantité produite
Fumier mou bovin	17 t/UGB/an
Fumier compact bovin	15 t/UGB/an
Fumier très compact bovin	13,5 t/UGB/an
Lisier de bovin	60 l/UGB/jour
Lisier de porc naisseur-engraisseur	18,4 m ³ /truie + suite/an
Lisier de porcs charcutiers	4,1 kg /porc/jour
Lisier de truies gestantes	18,9 kg /truie/jour
Fumier de porcs charcutiers	240 kg/porc produit
Fumier de poulet de chair	32,9 kg /m ² /bande
Fientes de poules pondeuses en cage	11,6 kg /poule

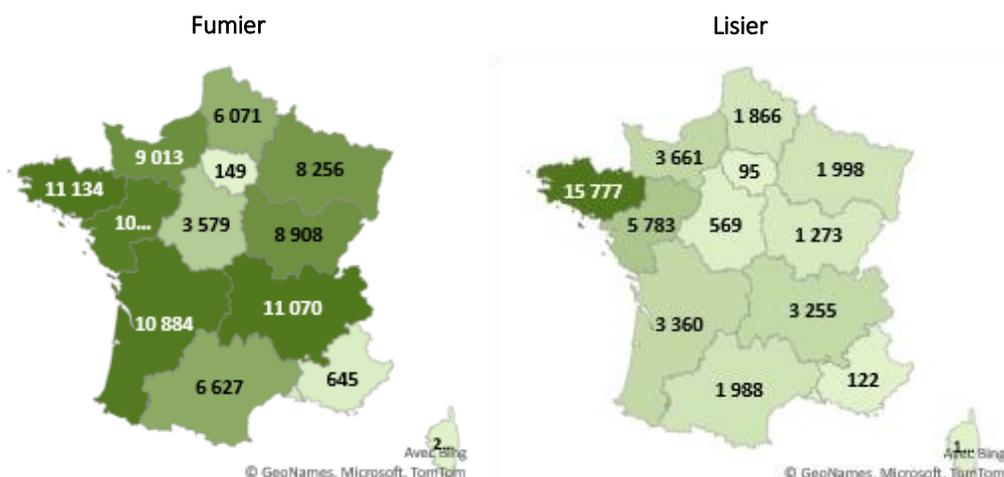
Sources : Guide GES'TIM, RMT Elevage et Environnement

En France, les élevages produisent 87 millions de tonnes de fumier et 186 millions de tonnes de lisier. En ce qui concerne le lisier, seule une partie est produite en bâtiment d'élevage, et peut faire l'objet d'une récupération par l'agriculteur. Ainsi, sur les 186 millions de tonnes de lisier produites, seules 39,9 millions sont considérées comme disponibles (21,4 %). Cela exclut les volumes produits en pâturage ou plein air exclusif. En particulier, seul 9,3 % du lisier bovin produit est disponible, contre quasi 100 % du lisier porcin. Au final, le lisier disponible en France se répartit comme suit : 12,7 millions de tonnes de lisier bovin, 18,3 millions de tonnes de lisier porcin, et 8,8 millions de tonnes de lisier de volaille.

Pour ce qui est du fumier, la très grande majorité du fumier disponible est issue des élevages bovins (73 millions de tonnes), contre 6,1 millions de tonnes pour l'élevage porcin, 2,5 millions de tonnes pour les volailles, 2,7 millions de tonnes pour les ovins, 1,5 millions de tonnes pour les caprins, et 1,2 millions de tonnes pour les élevages équin.

Les zones de production animales et d'effluents d'élevage se recoupent, elles se localisent majoritairement dans l'Ouest de la France et spécifiquement en Bretagne.

Figure 32 : Répartition géographique des productions d'effluents en 2021 (1 000 tMB/an)



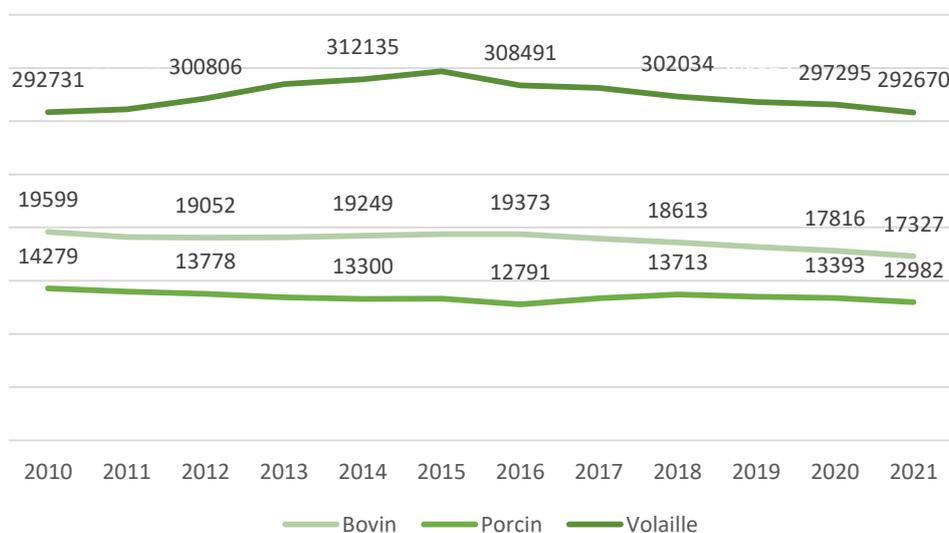
Sources : FranceAgriMer, ONRB

De nombreux facteurs conditionnent la qualité et la quantité des effluents d'élevage :

- Le type d'animal, et stade physiologique de l'animal,
- Le mode de logement (logette, caillebotis...),
- L'alimentation,
- Le temps de présence de l'animal,
- Le mode et la fréquence d'enlèvement de l'effluent,
- Le traitement réalisé (compostage, séparation de phases...),
- Le stockage.

Sur la dernière décennie, s'observe une baisse des activités d'élevage. Le cheptel bovin s'est réduit de 2,3 millions de têtes depuis 2010, et le cheptel porcin d'environ 1,3 millions de têtes. Quant au cheptel de volailles, il a été réduit de 24,1 millions de têtes depuis 2015. En particulier, le nombre de vaches laitières a diminué de 11 %, et celui de truies reproductrices de 17 %. Par conséquent, cette baisse du cheptel français impacte le potentiel de production des effluents.

Figure 33 : Effectifs bovins, porcins et volailles entre 2010 et 2021 (1 000 têtes)



Sources : Agreste, Eurostat

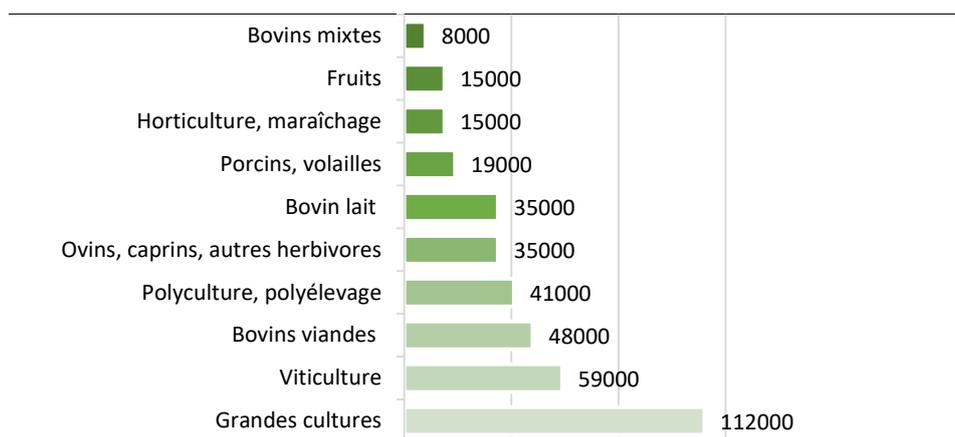
3.2.3. Organisation de la filière

3.2.3.1. Structuration de la filière effluents

En France, plusieurs instituts techniques s'intéressent à la valorisation des effluents : l'IDELE (bovins), l'ITAVI (volailles), ou encore l'IFIP (porcins) accompagnent les éleveurs et mettent régulièrement en commun leurs moyens pour publier des guides, articles et références à destination des professionnels sur l'utilisation des effluents. Ces instituts ont notamment mutualisé leurs connaissances sur la filière animale. Ils proposent un outil de calcul pour évaluer la quantité et la composition des effluents : COMPOSIM. Les chambres d'agriculture et ARVALIS sont également impliquées, et partagent des informations techniques, pour valoriser au mieux les effluents sur les différentes cultures ou sur les prairies.

En 2020, la France comptait près de 387 000 exploitations agricoles actives, et parmi elles, 186 000 exploitations, soit près de la moitié, disposent d'au moins une activité d'élevage. La baisse du nombre d'exploitations agricoles depuis 2010 a particulièrement touché les filières animales. Les exploitations d'élevages d'ovins, de caprins et d'autres herbivores ont diminué de 20% et les exploitations de bovins viande de 15%.

Figure 34 : Orientation économique des exploitations agricoles en 2020



Source : Recensement Agricole 2020

Les utilisations des effluents sont diverses : épandage direct, méthanisation, compostage, etc. Les agriculteurs méthaniseurs sont représentés par l'AAMF (Association des Agriculteurs Méthaniseurs de France). Il existe également un réseau d'acteurs en compostage : l'ACF (Agriculteurs Composteurs de France).

3.2.3.2. Cadre réglementaire

La valorisation des effluents est encadrée par la réglementation en vigueur pour la protection de l'environnement, afin d'éviter la pollution des eaux. Les règles applicables dépendent de la taille de l'exploitation, et notamment du nombre d'animaux présents sur l'exploitation, ainsi que de la localisation de l'exploitation. La directive nitrates (directive européenne) vise les nitrates d'origine agricole qui sont très solubles dans l'eau, et qui sont à l'origine de phénomènes d'eutrophisation. Une cartographie des zones vulnérables permet d'identifier les zones à risques, et de renforcer les moyens de lutte, à l'aide de plans d'actions menés par les agences de l'eau. Les mesures sont de plusieurs ordres :

- Des périodes d'interdiction d'épandage,
- Des capacités de stockage spécifiques,

- L'équilibre de la fertilisation (plan prévisionnel de fumure),
- L'enregistrement des pratiques de fertilisation (cahier d'épandage),
- Le respect d'un seuil de pression d'azote organique à l'échelle de l'exploitation (170 kg N / ha),
- Les conditions d'épandage (pentes, sols gelés, enneigés et inondés),
- La couverture des sols en hiver,
- Et les bandes végétalisées permanentes en bord de cours d'eau.

Les exploitations sont classées en ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) ou RSD (Règlement Sanitaire Départemental), en fonction de leur taille et de l'espèce animale. La législation ICPE s'articule autour de 3 niveaux : déclaration, enregistrement et autorisation.

Tableau 23 : Effectif maximum en présence simultanée selon la classification des réglementations

Unité : tête de bétail	RSD	ICPE		
	RSD	Déclaration	Enregistrement	Autorisation
Bovins : Veaux + bovins à l'engraissement	< 50	50-400	401-800	> 800
Vaches laitières	< 50	50-150	151-400	> 400
Vaches allaitantes	< 100	>= 100	/	/
Porcs (équivalent porc charcutier)	< 50	50-450	< 2 000 emplac. porc + 30 kg ou < 750 emplac. truie	> 2 000 emplac. porc +30 kg ou > 750 emplac. truie
Volaille (équivalent emplacement)	< 30 000		30 000-40 000	>40 000

Source : Chambres d'agriculture

A noter que les élevages des espèces ovine, caprine ou équine relèvent toujours du régime RSD.

Les réglementations ICPE, RSD ou zones vulnérables conduisent à des obligations de suivi de la part des exploitants, plus ou moins contraignantes en fonction de la classification de l'exploitation :

- Plan d'épandage : son objectif est de vérifier que la surface épandable de l'exploitation est suffisante pour épandre dans de bonnes conditions agronomiques et environnementales les déjections (fumier, lisier, fientes) produites.
- Cahier d'épandage : son objectif est d'enregistrer les pratiques culturales sur chacune des parcelles (culture, rendements, couverts, apports minéraux et organiques...)
- Plan de fumure : son objectif est de prévoir les doses d'apports azotés (organiques et minérales) pour chacune des parcelles en respectant l'équilibre de la fertilisation (besoins des cultures, fournitures du sol)

3.3. LA PRODUCTION D'EFFLUENTS SUR LES EXPLOITATIONS ET LES COÛTS ASSOCIÉS.

3.3.1. Les différents effluents produits sur les exploitations et les litières utilisées.

3.3.1.1. *Les différents types d'effluents des filières d'élevage*

Les élevages français produisent plusieurs types d'effluents. À l'échelle nationale, le fumier et le lisier restent majoritaires, mais les différentes conduites d'élevage aboutissent à des effluents avec des caractéristiques distinctes.

Tableau 24 : Différents effluents produits pour un élevage bovin

Bovin			
Catégorie d'animal	Proportions d'effluents	Type de bâtiments	Substrats
Vaches laitières	Fumier 60 %	Logettes paillées Stabulations libres Stabulations entravées paillées	Paille (généralement de céréales)
	Lisier 40 %	Logettes non paillées Aires d'exercices non paillées Stabulations entravées non paillées	Pas ou peu paillées
Vaches allaitantes	Fumier 94 % Lisier 6 %	Stabulations libres Stabulations entravées paillées	Paille (généralement de céréales)
Taurillons	Fumier 94 % Lisier 6 %	Stabulations entravées paillées Stabulations libres	Paille (généralement de céréales)

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles- RMT élevage et environnement

Les vaches laitières peuvent produire différents fumiers ou lisiers en fonction des systèmes d'élevages mis en place. Sur les deux dernières décennies, les bâtiments d'élevage ont évolué. Bien que la part du cheptel laitier logé en stabulation libre reste stable (légèrement plus de 50 %), la proportion de vaches en logettes a fortement augmenté (désormais plus de 40 %), alors qu'elles n'étaient que 23 % en 2001. À l'inverse, les étables entravées paillées sont moins nombreuses, et abritent désormais moins de 5 % du cheptel laitier contre 22 % en 2001. Ces tendances impactent fortement la production d'effluents, puisqu'elles contribuent à une hausse des systèmes lisier aux dépens du fumier. A noter que les systèmes logettes incluent à la fois des systèmes lisier, mais également des logettes paillées, en fort développement ces dernières années. La taille des élevages est également un facteur différenciant : les exploitations de petites tailles, dont les bâtiments n'ont pas été modernisés, s'appuient encore principalement sur des stabulations entravées paillées, et donc sur des systèmes fumier. Globalement pour les vaches laitières, on estime que le fumier constitue 60 % des effluents produits contre 40 % pour le lisier.

Les vaches allaitantes produisent principalement du fumier compact, dans la mesure où les stabulations libres constituent l'essentiel des systèmes rencontrés. Les vaches allaitantes en stabulations entravées paillées, produisant du fumier mou, sont minoritaires. Les élevages de taurillons sont également majoritairement en stabulations libres.

Certains producteurs procèdent à un compostage de leurs fumiers, en vue d'obtenir un produit plus stable que le fumier d'origine, et disposer d'un amendement organique de bonne qualité.

Tableau 25 : Différents effluents produits en élevage porcin

Porcin		
Proportions d'effluents	Catégorie d'animal	Type de produit
Fumier : 10% Lisier : 90%	Porc charcutier	Lisier
		Fumier accumulé
	Truies gestantes	Lisier
		Fumier
Porcs naisseurs-engraisseurs	Lisier	

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles, RMT élevage et environnement

Les effluents d'élevages porcins sont en grande majorité du lisier, mais les élevages de porcs charcutiers ou de truies gestantes produisent également du fumier. Le fumier est produit à partir de pailles de céréales, il existe assez peu de diversité de substrats en élevages porcins. Il est essentiellement obtenu sur litière accumulée, et de manière marginale par raclage. Sa composition en macro et microéléments varie en fonction de la conduite de la litière sur l'exploitation. Les producteurs utilisent environ 70 kg de paille par porc charcutier produit.

Concernant le lisier, son taux de dilution dépend des techniques d'alimentation et d'abreuvement mises en place dans l'exploitation. Le stade physiologique des porcs exerce également une influence sur le niveau de concentration du lisier. Il existe un très grand nombre de coproduits du traitement des effluents porcins, comme du fumier composté, de la fraction solide compostée, de la fraction liquide, des boues biologiques ou encore des refus de vis-compacteuses (fraction solide après traitement du lisier). En fonction des caractéristiques de l'installation, les besoins en substrats ne sont pas nécessaires et les élevages sur litière sont assez peu présents : environ 90% des élevages porcins sont sur caillebotis. Pour les élevages porcins en aire paillée, la paille de blé, d'orge et de triticale représente près de 80% des substrats utilisés. Il est possible d'associer des pailles de pois, d'avoine, de maïs ou de colza avec de la paille de blé également. Les copeaux et sciures de bois peuvent également être utilisés dans les élevages porcins mais cela reste marginal.

Tableau 26 : Différents effluents produits pour un élevage avicole

Avicole			
Catégorie d'animal	Proportions d'effluents	Type de produit	Type de substrat
Poulets de chair	Fumier 100%	Fumier de poulets de chair avec parcours	Paille hachée ou copeaux et sciures
		Fumier de poulets de chair conventionnel	
Poules pondeuses	Fiente 90 % Fumier 10 %	Fientes de pondeuses	Pas de substrat pour les fientes Les nids peuvent être garnis de paille ou de copeaux

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles, RMT élevage et environnement

Parmi les différents élevages avicoles, les poulets de chair et les poules pondeuses ne produisent pas les mêmes types d'effluents. Les poulets de chair sont quasi-intégralement élevés sur fumier, alors que les bâtiments de poules pondeuses produisent principalement des fientes. En effet, les poulets de chairs sont élevés en bandes (en général 40 jours), ce qui permet un ramassage du fumier, pendant les périodes de vides sanitaires. Les types de bâtiments de poules pondeuses ont fortement évolué ces dernières années. Si 40 % du parc français correspond encore à des codes 3 (système en cage, désormais interdit à la construction), d'autres systèmes se sont développés rapidement (systèmes cloisonnés ou avec parcours). L'évolution des systèmes d'élevage de poules pondeuses a eu un impact sur la production d'effluents. D'une part, le développement des systèmes plein air a limité les volumes d'effluents récoltés.

D'autre part, les systèmes en cage étaient plutôt optimisés en termes de gestion des effluents : un tapis de collecte et un système de séchage intégré permet une bonne conservation de la qualité des fientes. Mise en tas, puis compostée, la fiente produite atteint ainsi 70-80 % de matière sèche.

Dans les élevages de poulets de chair, le choix de la litière est très important, car il a un impact sur l'état sanitaire du cheptel. Les copeaux de bois (utilisés dans 30 % des cas), constitue la principale alternative à la paille broyée (dans 35 % des cas). Mais d'autres pratiques plus minoritaires existent, et dépendent généralement des filières régionales : le miscanthus dans le Sud-Ouest, la cosse de sarrasin en Bretagne, la balle de riz en Camargue, etc. Le fumier de volaille est souvent stocké en bord de champs, puis épandu (85 %), composté (10 %), ou méthanisé (5 %).

3.3.1.2. La litière utilisée

En fonction des litières utilisées, les quantités de substrat nécessaires au paillage varient, notamment avec la capacité d'absorption du produit. Ainsi, si on prend l'exemple d'un élevage bovin allaitant, il est possible de remplacer 1 tonne de paille de céréales par 500 kg de miscanthus. Ainsi, le coût d'utilisation des différentes litières est variable.

Tableau 27 : Quantité nécessaires / Exemple : utilisation en élevage allaitant

Matière utilisée	Quantité utilisée (équivalente à 1 tonne de paille de céréales)	Prix (€/tonne)	Prix équivalent – 1t paille céréale
Paille de céréales	1 tonne de paille de céréales	70 € / tonne	70 €
Miscanthus	500 kg de Miscanthus	150 € / tonne	75 €
Déchets verts	5 tonnes de déchets vert	4 € /tonne	20 €
Plaquette bois	2,8 tonnes de plaquettes bois	80 €/tonne	224 €
Ecorce de bois	43m ³	/	/
Copeaux et sciures	2 tonnes de copeaux et sciures	50 €/tonne	100 €
Paille de maïs	1,33 tonne de paille de maïs	70 €/tonne	93 €
Dollit	750 kg de Dollit	35 €/tonne	26 €

Source : Chambre d'Agriculture de la Haute-Vienne

La paille de céréales (blé et orge) reste de loin la plus utilisée, notamment en élevage bovin. Cependant de nombreuses alternatives existent, certaines développées assez récemment. Le miscanthus se développe ces dernières années. Les éleveurs choisissant cette plante comme substrat de litière se fournissent auprès de leurs voisins céréaliers, ou bien développent la culture sur leurs propres exploitations. On peut également citer l'intérêt de la dollit, ou dolomie, qui dispose d'un meilleur pouvoir absorbant que la paille de céréales. Elle bénéficie d'un pH élevé (8-9), qui permet de lutter contre l'acidification de la litière et maintient le bâtiment dans un bon état sanitaire. Cependant, les contraintes sont importantes concernant le stockage et l'épandage.

La paille de riz, de colza, les rafles de roseau, les spathes de maïs ou encore des tiges de sorgho peuvent également être des substituts à la paille de céréales.

Parmi les 59 éleveurs interrogés, les litières composées de paille de céréales constituent la grande majorité des pratiques rencontrées. À la différence des élevages de porcins, les élevages bovins et avicoles diversifient leurs litières : sciure, copeaux ou plaquettes de bois, miscanthus, paille de roseau. Certaines pailles de céréales sont également mélangées avec différents substrats comme des copeaux ou des plaquettes de bois dans les élevages bovins. Près des trois-quarts de la paille de céréales utilisée comme litière est issue de l'autoproduction. Le prix de la paille pour les exploitations qui ne peuvent pas la produire atteint en moyenne 85 €/tonne, sur l'échantillon, soit un prix plus élevé que la moyenne nationale sur les 5 dernières années. Il correspond à des prix d'achat dans des zones plutôt déficitaires en paille.

3.3.2. La récupération des effluents

L'évacuation des effluents de ruminants est majoritairement réalisée par un curage de la litière au tracteur, et dans une moindre mesure par raclage mécanique ou automatique. Ce premier mode de récupération est plus important pour les bovins allaitants (80 % des exploitations), que les bovins laitiers (62 % des exploitations), car plus de 85 % d'entre eux sont en litière paillée accumulée. D'autres méthodes existent comme l'hydrocurage ou l'évacuation manuelle, mais restent marginales. L'évacuation manuelle est plus fréquente dans les zones de montagnes où il est plus fréquent d'observer des étables entravées.

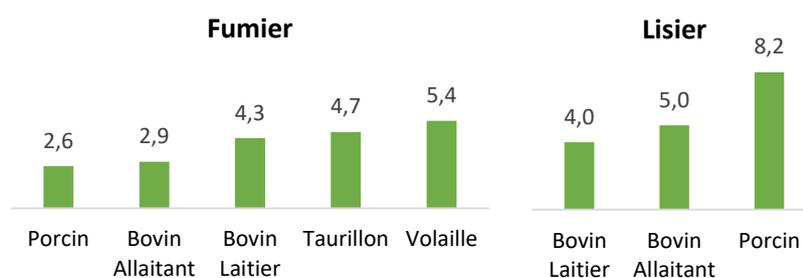
3.3.3. Le stockage

La capacité de stockage réglementaire dépend des types d'élevages, des types d'effluents (fumier ou lisier), et du temps passé par les animaux à l'extérieur des bâtiments. Ainsi, les exploitants doivent disposer d'une capacité de stockage qui varie entre 4 et 7 mois en général, pour une installation relevant du régime ICPE.

Le stockage au champ concerne uniquement des effluents présentant peu de risque d'écoulement, notamment les fumiers de bovin compacts, les fumiers de volailles non-susceptibles d'écoulement mais couverts et les fientes de volaille à plus de 65 % de matière sèche. L'espace de stockage au champ doit être mis à l'écart des zones d'interdiction du plan d'épandage (moins de 100 mètres des tiers, à moins de 35 mètres d'un cours d'eau ou d'un forage...). La durée de stockage au champ ne doit pas dépasser 9 mois.

Au-delà des obligations réglementaires, les éleveurs ont été interrogés sur la durée moyenne effective de stockage de leurs effluents. En moyenne, les fumiers sont stockés sur des durées plus courtes que les lisiers, notamment les lisiers porcins (8 mois). Les fumiers de bovins allaitants sont conservés environ 3 mois, soit une durée plus courte que le fumier de vaches laitières (4 mois) ou le fumier porcine (5 mois). Les fumiers de volaille et fientes, sont stockés en moyenne 3 mois.

Figure 35 : Durée de stockage du fumier (à gauche) et du lisier (à droite) - échantillon (mois)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Afin de pouvoir stocker l'ensemble des effluents d'élevages, des installations doivent être mises en place en fonction du nombre de bêtes et de l'accessibilité pour les machines agricoles.

Parmi les modalités de stockage du fumier, on trouve :

- Des fumières : zones de stockage étanche du fumier, de plein pied, constituées d'un à plusieurs murs, couvertes ou non ;
- Des fosses à fumier : zones de stockage étanche du fumier, creusées, couvertes ou non ;
- Du stockage au champ.

Plus de la moitié des volumes de fumier sont stockés sur des fumières, et 38% des volumes sont stockés dans des fosses à fumier. La majorité des fumières sont non couvertes (73 %) et on note quelques pratiques isolées d'éleveurs qui bâchent leurs fumiers. Seuls 8 % des volumes d'effluents produits sont stockés en bord de champs, mais ce type de pratiques concerne de nombreux éleveurs (30 %). A noter

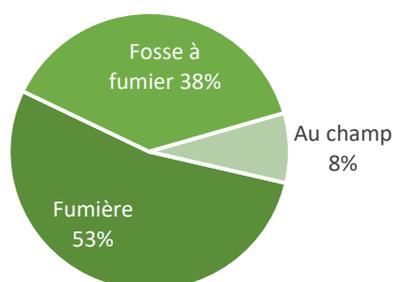
qu'une étude de l'IDELE réalisée à partir de l'enquête Agreste en 2015 sur les bâtiments d'élevage, fait état d'une proportion plus importante d'éleveurs qui recourent au stockage en bord de champs, du moins de temps en temps (entre 80 et 90 % selon les régions), mais ce type de stockage n'est pas forcément le stockage majoritaire de l'exploitation. Les stockages au champ interviennent sur une durée de 3 à 6 mois en général.

Le prix des fumières est très variable et dépend du nombre de murs (0 à 3), de la hauteur (1 à 4 mètres) des murs/parois, et de la présence ou non d'une couverture. Celle-ci permet de limiter les pertes d'azote, les odeurs et la dilution, et de maintenir un taux d'humidité satisfaisant.

Les lisiers sont majoritairement stockés dans des fosses à lisier, mais le stockage peut également se faire dans des lagunes, qui sont plus marginales. Environ la moitié des installations de stockage de lisier sont couvertes. Les coûts des infrastructures de stockage du lisier sont variables, en fonction de la forme, de la profondeur, de la membrane et du volume de la fosse. Les fosses en géomembranes (rectangulaires avec un talus de 45°) génèrent des coûts d'investissements limités par rapport à des fosses en béton classique.

Les effluents stockés en bord de champs doivent respecter certaines caractéristiques. Les fumiers compacts ou intermédiaires mais égouttés peuvent être déposés sur prairie, sur un lit de 10 cm de matériaux absorbants comme de la paille, ou sur cultures de plus de 2 mois/CIPAN avec couverture du tas du 15 novembre au 15 janvier. Les fientes dont le taux de matière sèche est supérieur à 65 %, et les fumiers de volailles sans écoulements peuvent être entreposés au champ avec couverture du tas. Les lisiers et purins ne peuvent pas être stockés en bord de champs.

Figure 36 : Types d'installations de stockage pour le fumier - échantillon (% en volume)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Le stockage et la récupération des effluents ont un coût important, qui n'a pas été chiffré dans le cadre de cette étude, dans la mesure où l'on considère que les coûts de stockage sont imputables directement à l'activité d'élevage. Les infrastructures de stockage sont souvent intimement liées aux installations/bâtiments de stockage, et il est parfois difficile de les distinguer séparément, à l'image des fosses de récupération sous les bâtiments ou des systèmes de récupération/séchage de fientes dans le cadre des bâtiments de poules pondeuses.

Quelques exemples de coûts sont présentés ci-après :

Tableau 28 : Exemples de coûts des installations de stockage d'effluents

Installation	Surface	Coût moyen de l'ouvrage	Coût moyen en fonction de la surface
Fumière 3 murs non couverte	120 m ²	24 980 €	208 € / m ²
Fumière 3 murs couverte	350 m ²	81 615 €	233 € / m ²
Fosse à lisier découverte	1 980 m ³	85 902 €	43 € / m ³
Fosse à lisier sous caillebotis	1 500 m ³	196 822 €	131€ / m ³

Sources : Chambre d'Agriculture de Bretagne, GIE Bretagne

3.3.4. L'épandage

L'épandage reste la principale source de valorisation des effluents d'élevage. Les éléments qui les composent sont largement valorisés par les cultures sur lesquelles ils sont épandus. Ils sont à ce titre considérés une source importante d'engrais organiques pour les éleveurs.

3.3.4.1. Composition des effluents

Il existe des barèmes qui permettent aux éleveurs de connaître la composition de leurs effluents, en vue d'un épandage. Certains agriculteurs réalisent eux-mêmes des analyses (47 % des producteurs de l'échantillon étudié), dont 75 % d'entre eux les réalisent au minimum tous les ans. La mise en place d'analyses reste recommandée et a pour avantage de disposer de références exactes sur l'effluent de l'exploitation, dans un contexte où les compositions sont très variables, et fonction des pratiques. Cependant, nombreux agriculteurs jugent les résultats des analyses pas suffisamment fiables (variations importantes en fonction des dates de prélèvement) et préfèrent se référer aux barèmes existants. À titre d'exemple, pour les fumiers, il est nécessaire de réaliser cinq prélèvements issus de différentes sous-couches sèches. Concernant les lisiers, le prélèvement de l'échantillon se fait après le brassage de la cuve, pour disposer d'un échantillon homogène et représentatif. Le coût de l'analyse est de l'ordre de 50 €. Les éleveurs sont également nombreux à se référer aux analyses réalisées par un voisin ou un agriculteur qui a épandu l'effluent (dans le cadre d'un échange paille / fumier ou d'un plan d'épandage externe).

Tableau 29 : Composition des différents types d'effluents

	MS (g/kg)	MO (g/kg)	N total (g/kg)	C/N	N-NH ₄ ⁺ (g/kg)	N org. (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)
Lisier - porcs naisseur-engraisseurs	36,3	25,3	3,5	2,9	2,5	1,1	2,1	2,5
Lisier - porcs charcutiers	68,4	45,9	5,8	4,1	3,7	1,7	3,2	4,8
Lisier - truies gestantes	23,3	11,7	2,2	3,3	1,7	0,6	1,5	1,5
Fumier - porcs charcutiers	308	236	9,4	15,5	3	6,4	7,7	14
Lisier de bovins	91	78	3,4	11,6	1,3	2,1	1,5	3,6
Fumier - bovins sur litière accumulée	257	212	5,9	18,1	0,9	5,1	2,8	9,5
Fumier compact de bovin	196	168	4,7	19,8	0,8	3,8	2,3	5,6
Fumier mou de bovins	174	144	4,5	16,5	1,4	3,1	2,2	4,9
Fumier de poulet de chair	735	591	20,6	14,6	2,8	17,7	18,4	19
Fientes de poudeuses	632	348	22	7,9	1,9	20,1	35,1	22,2

Source : RMT élevages et environnement

Ainsi, la composition des effluents impacte directement les modes de valorisation. Les effluents de volailles sont les plus riches, et donc les plus valorisés en dehors de l'exploitation. Leur taux élevé de matière sèche facilite leur valorisation.

3.3.4.2. Pratiques d'épandage

La majorité des effluents d'élevage sont épandus juste après leur période de stockage. Ils nécessitent des investissements en matériel d'épandage ou bien le recours à une prestation.

Tableau 30 : Coût de mécanisation – épandage de fumier (25 tonnes/ha)

	Épandeur Hérissons verticaux	Épandeur Hérissons horizontaux	Épandeur Table d'épandage
Capacité (tonnes)	12	10	10
Prix neuf (€)	39 000	23 100	38 500
Coût épandeur (€/h)	28,2	14,5	36,2
Coût tracteur (€/h)	24,6	24,6	24,6
Coût MO (€/h)	17	17	17
Coût total avec MO (€/h)	69,8	56,1	77,8
Tonne/h	36	20	30
Coût total avec MO (€/tonne)	1,94	2,8	2,6

Source : Barème BCMA Chambre d'Agriculture et enquêtes professionnelles

L'épandage du fumier peut donc être réalisé avec différents outils et le choix du matériel dépend principalement de la capacité de l'agriculteur à investir et de la nature des effluents. Les épandeurs à fumier sont composés de caisses pouvant être « étroites » ou « larges ». Ces caisses peuvent être portées par 1 ou 2 essieux. Les caisses à 2 essieux ont pour avantage majeur de réduire les phénomènes de tassement du sol lors du passage répété des machines. Les hérissons horizontaux présentent un prix à l'achat plus avantageux que les autres outils d'épandage de fumier. Ce matériel encore utilisé chez certains agriculteurs est toutefois devenu obsolète en raison des doses épandues à l'hectare. Les hérissons verticaux sont préférentiellement utilisés pour les fumiers pailleux. Les tables d'épandage sont quant à elles employées pour l'épandage des fumiers de raclage, les fientes de volaille et le compost.

Tableau 31 : Coût de mécanisation – épandage de lisier pour 30m³/ha

	Epandeur lisier Rampe à pendillards	Epandeur lisier Buse simple	Epandeur lisier Enfouisseurs
Capacité (m3)	15,5	12,5	15,5
Prix neuf (€)	87 680	83 770	88 870
Coût épandeur (€/h)	39,1	45,8	31,1
Coût tracteur (€/h)	24,6	24,6	24,6
Coût MO (€/h)	17	17	17
Coût total (€/h)	80,7	87,4	72,7
Tonnes/h	31,3	25,3	23,5
Coût total avec MO (€/tonne)	2,57	3,46	3,09

Source : Barème BCMA Chambre d'Agriculture

Comme pour l'épandage du fumier, le choix du matériel d'épandage du lisier est réalisé en fonction de la nature des effluents et d'un point de vue économique. Les tonnes à lisiers les plus répandues sont celles qui sont bon marché comme les tonnes à lisier avec une buse. Le prix d'achat varie entre 20 000 € et 80 000 € en fonction de la taille de l'épandeur. L'épandage avec un épandeur à buse n'est pas aussi précis que les autres outils, les risques de pertes d'ammoniac par volatilisation sont importants. La tonne à lisier équipée d'un enfouisseur permet une précision d'application et limite les pertes par volatilisation. Cependant, il n'est pas adapté à des lisiers trop pailleux ou compacts (risque de bouchage). Certains exploitants investissent dans un brasseur/mixeur (coût d'environ 8 000 €), pour réduire ce risque. Les lisiers compacts peuvent aussi être dilués ou traités par séparation de phase avant épandage.

Les effluents possèdent une nuisance olfactive pour le voisinage et se volatilisent, c'est pourquoi il est préférable qu'ils soient enfouis rapidement. L'enfouissement permet de limiter les pertes d'azote, et donc de préserver l'environnement. Au sein de l'échantillon d'agriculteurs interrogés, l'enfouissement est quasi-systématique pour le lisier et fréquent (82 %) pour le fumier. D'ailleurs, l'étape d'enfouissement

intervient généralement dans les 24 heures après l'épandage, pour ceux qui la réalisent (67 % pour le lisier et 71 % pour le fumier).

Le choix de l'équipement d'épandage attaché à la tonne à lisier joue aussi un rôle très important dans la réduction de la volatilisation. Les buses à palettes ont un très faible rendement et sont remplacées par des outils plus performants. Les enfouisseurs de cultures, à dents ou à disques, assurent le meilleur rendement. Les injecteurs à disques offrent des pertes réduites et sont très bien adaptés aux prairies, mais ont un débit de chantier limité. Ensuite, les rampes à patin permettent aussi une réduction assez importante des pertes ammoniacales, devant les rampes à pendillards, tout en nécessitant une puissance de traction de peu supérieure. Toutefois, les rampes à pendillards offrent le meilleur débit de chantier grâce à une large envergure, allant jusqu'à 36 mètres.

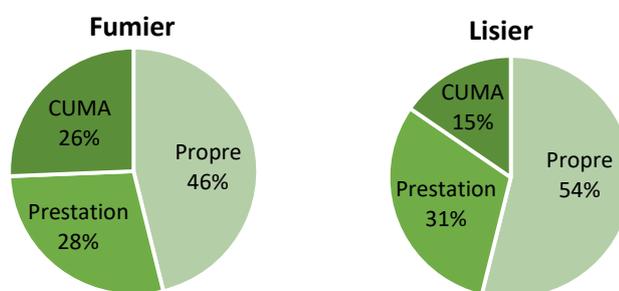
Tableau 32 : Pertes par volatilisation des lisiers porcs et bovins (% N apporté)

	Epandage en surface	Enfouissement immédiat après épandage
Lisier de porc	30 %	6 %
Lisier de bovin	10 à 30 %	1 à 10 %

Source : ARVALIS

Près de 70 % des éleveurs réalisent eux-mêmes l'épandage des effluents, que ce soit pour le fumier (72 %) ou le lisier (69 %). Il s'agit en majorité du matériel présent sur l'exploitation, mais les agriculteurs adhérents à une CUMA utilisent les épandeurs mis à leur disposition. Ainsi, environ 30 % des exploitations font appel à un prestataire pour l'épandage du fumier et/ou lisier. Les exploitations avicoles, ayant généralement une assise foncière limitée, font majoritairement appel à un prestataire (80 %). Les exploitations agricoles qui ont recours à une entreprise de travaux agricoles sont limitées en main d'œuvre et/ou en capacité d'investissement matériel.

Figure 37 : Propriété du matériel d'épandage du fumier (à gauche) et du lisier (à droite)



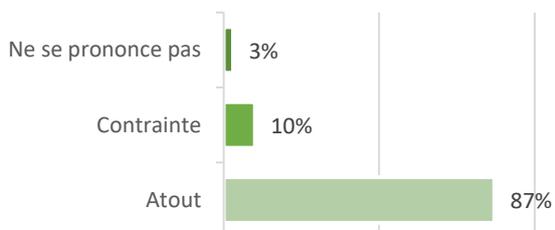
Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

3.4. LA VALORISATION DES EFFLUENTS SUR LES EXPLOITATIONS ET LES MOTIVATIONS DES AGRICULTEURS

3.4.1. Intérêt des agriculteurs pour la valorisation des effluents

La plupart des agriculteurs (87 %) considèrent que la présence d'effluents sur l'exploitation est un avantage. En effet, ils sont conscients de leurs rôles de fertilisants, sous forme de matière organique, qui permet d'améliorer la qualité et la structure des sols. Par ailleurs, la gestion des effluents s'intègre parfaitement dans une démarche d'économie circulaire : les effluents issus des activités d'élevage sont notamment épandus sur des surfaces fourragères en vue d'alimenter les animaux de l'exploitation. Les effluents jouent également un rôle important dans la fertilisation des cultures conduites en agriculture biologique, dont l'approvisionnement en intrants est beaucoup plus contraignant. Enfin, les agriculteurs bénéficient ainsi d'une alternative aux engrais chimiques, qui leur permet de réaliser des économies importantes sur leurs charges d'intrants. Cependant, une minorité d'éleveurs (10 %) considèrent les effluents comme une contrainte. Ils sont plus nombreux parmi les éleveurs avicoles (22 %), que parmi les éleveurs bovins (6%). Pour la plupart, il s'agit de producteurs ne disposant pas de surfaces suffisantes pour épandre leurs fientes sur l'exploitation.

Figure 38 : Positionnement des agriculteurs vis-à-vis de la gestion des effluents

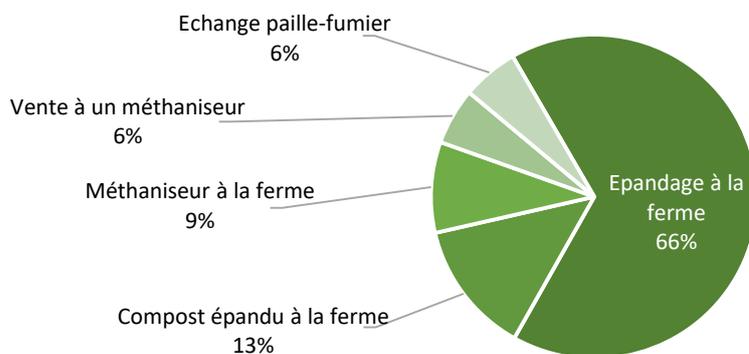


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Au sein de l'échantillon, 46 % des exploitations agricoles recensent au moins une contrainte dans la valorisation des effluents. Outre le besoin de surfaces épandables, des investissements conséquents sont nécessaires pour stocker les effluents ou être aux normes (par exemple, en élevage porcin, l'investissement dans une station de traitement du lisier). La réglementation encadrant l'utilisation des effluents est vécue comme une contrainte forte (plan d'épandage, dates d'épandage encadrées, etc.). Par ailleurs, les effluents peuvent engendrer occasionnellement des conflits de voisinage, notamment à cause des odeurs.

3.4.2. Les différents débouchés

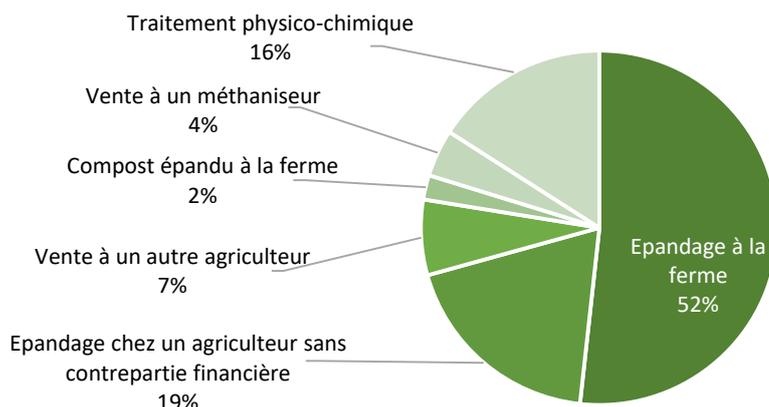
Figure 39 : Débouchés du fumier, pour tous types d'élevage (% en volume - échantillon)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Au sein de l'échantillon, l'essentiel du fumier est produit par des élevages bovins (92 %). Les élevages avicoles (1 %) et porcins (7 %) sont moins représentés. Ainsi, la répartition globale des débouchés de fumier est proche de celle spécifique aux bovins : 66 % épandus sur l'exploitation, 13 % compostés puis épandus sur l'exploitation, 15 % méthanisés (dont 9 % sur le site de l'exploitation), et 6 % échangés contre de la paille. Les fumiers porcins sont très majoritairement épandus sur site (93 %), et occasionnellement vendus à un méthaniseur. Les fumiers de volaille sont peu méthanisés, mais épandus à la ferme (64 %) ou échangés contre de la paille (36 %).

Figure 40 : Débouchés du lisier, pour tous types d'élevages (% en volume - échantillon)

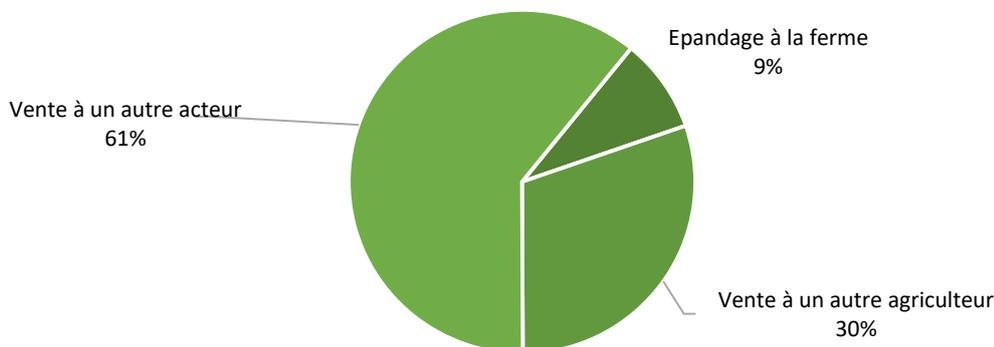


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Au sein de l'échantillon, le lisier est produit à 75 % par les élevages porcins et 25 % par les élevages bovins. Le lisier de bovin est épandu sur l'exploitation soit directement (98 %), soit après compostage (2 %). Les débouchés du lisier porcine sont plus diversifiés. Toutefois, il reste majoritairement épandu sur l'exploitation (52 %). Le lisier peut aussi être épandu sans contrepartie chez un autre agriculteur (19 %) ou moyennant finance (7 %). Enfin, le lisier peut aussi être valorisé via un méthaniseur ou faire l'objet d'un traitement physico-chimique.

A noter que l'échantillon surpondère le débouché « traitement physico-chimique », du fait de la volonté d'intégrer cette pratique, qui reste cependant assez marginale en termes de volumes et localisée en Bretagne.

Figure 41 : Débouchés des fientes, pour tous types d'élevage (% en volume - échantillon)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les fientes sont uniquement produites par les élevages avicoles. Contrairement au fumier et au lisier, la valorisation à la ferme est un débouché minoritaire (9 %) de cet effluent. Les fientes sont majoritairement vendues à l'extérieur de l'exploitation, soit directement à des agriculteurs (30 %), soit à des négoce (61 %).

Epandage du produit brut

L'épandage à la ferme de l'effluent brut est la première voie de valorisation pour les fumiers et lisiers. En effet, ils peuvent être épandus directement sur les parcelles de l'exploitation ou d'autres agriculteurs, lorsque la pratique est encadrée par un plan d'épandage. La majorité des effluents d'élevage sont épandus, après une période de stockage. Ces intrants naturels remplacent les fertilisants chimiques, ce qui permet de répondre à de multiples enjeux. Dans un premier temps, ils permettent aux éleveurs de faire des économies sur leurs achats d'engrais. D'autre part, c'est un gain agronomique et environnemental, car ils favorisent la croissance des cultures et de la vie microbienne du sol, tout en réduisant l'érosion et le ruissellement.

Peu de fientes sont épandues sur les exploitations. Les fientes non commercialisées sont des exceptions, et correspondent souvent à des installations anciennes, qui produisent des fientes avec des faibles niveaux de matière sèche (30 à 40 %). Ces fientes sont en général stockées sous fumière couverte, en attendant l'épandage.

Echange paille/fumier

L'éleveur échange son fumier contre de la paille produite par un céréalier voisin. Les deux parties sont gagnantes : le céréalier dispose de matière organique (le retour au sol de la paille consomme de l'azote), et de fertilisants. L'éleveur y voit son intérêt quand il n'est pas autosuffisant en paille, ou que ses surfaces d'épandage ne sont pas suffisantes. Cet échange est donc réalisé via un ratio de paille/fumier, d'en moyenne 1 tonne de paille pour 1,1 tonne de fumier. Cet échange concerne principalement les élevages de volaille de chair (40 % des exploitations avicoles de l'échantillon le pratiquent contre 22 % toutes exploitations confondues), car la valeur fertilisante du fumier est plus élevée et les surfaces disponibles pour l'épandage sont plus limitées en élevages avicoles. Cette pratique est quasi inexistante en lisier et fiente : le lisier ne peut pas être échangé sur de grandes distances, et les fientes peuvent être plus facilement valorisées auprès des négoce.

La vente d'effluents

Une exploitation excédentaire en effluents peut chercher à vendre son excédent en direct à d'autres agriculteurs ou par l'intermédiaire de structures de négoce qui prennent en charge le transport (et éventuellement le compostage pour normer le produit). Ce sont les éleveurs avicoles qui utilisent principalement ce circuit (80 %), car les élevages ne disposent pas nécessairement des surfaces d'épandage. D'ailleurs, deux tiers des fientes vendues transitent par des intermédiaires. La demande est élevée grâce à la teneur en NPK des fientes. A l'échelle nationale, on estime que 60 % des fientes font l'objet d'une vente.

En Bretagne, le marché des effluents d'élevage via les structures de négoce est estimé à environ 500 000 tonnes. Près de 80 % des volumes collectés sont exportés hors de Bretagne vers les zones déficitaires. La Bretagne est la 1^{ère} région exportatrice de France, principalement grâce aux fientes et fumiers de volaille, et plus marginalement grâce aux fumiers de bovins et porcs ou phases solides issues des unités de méthanisation et stations de traitement. Les effluents sont transportés en vrac ou sous forme de granulés en bigs bags. Les volumes disponibles pour les entreprises de négoce ont tendance à diminuer à cause de la baisse des activités d'élevage, des épisodes de grippe aviaire, de l'abandon progressif des élevages de poules en cages, et de la volonté des agriculteurs à tendre vers l'autosuffisance en conservant dans la mesure du possible leurs effluents.

Le compostage

Afin d'améliorer et de faciliter l'usage des effluents, il est possible de les composter. Le procédé de compostage entraîne une perte de matière et une concentration des éléments fertilisants dans le produit final. Ainsi, les doses épandues sont plus faibles qu'avec l'effluent d'origine. Par ailleurs, le compostage

change certaines propriétés de l'effluent : l'azote est transformé en une forme organique stable et le compost ne contient plus d'azote ammoniacal. Le principal intérêt de cette transformation est de limiter les risques de volatilisation lors de l'épandage, ainsi que les odeurs dégagées. Néanmoins, le compost dispose de moins d'azote disponible la 1^{ère} année, il est recommandé pour des cultures peu gourmandes en azote (luzernes, méteils, etc.). Le compostage permet aussi d'hygiéniser et de normer l'effluent pour qu'il puisse être utilisé et vendu en dehors d'un plan d'épandage. Les fumiers sont plus susceptibles d'être compostés (13 %), que les lisiers (2 %). Par ailleurs, cette pratique intervient davantage dans les élevages bovins : 17 % des éleveurs bovins interrogés indiquent composter leur fumier avant de l'épandre.

La méthanisation

Les éleveurs peuvent également valoriser leurs effluents grâce à des unités de méthanisation. L'apport d'effluents permet de produire du biogaz et du digestat. Lorsque l'effluent est apporté à un méthaniseur extérieur, l'effluent est en général échangé contre du digestat. Le digestat est ensuite épandu. Cette partie sera développée par l'étude de cas « méthanisation » de cette étude.

Il est également possible de valoriser les lisiers sur l'exploitation par un système de couverture de fosse, permettant une production de biogaz. Ce système poursuit son développement en France et sera développé dans l'étude de cas méthanisation.

Le traitement des effluents

Une partie des effluents sont traités dans l'objectif de réduire la charge en azote ou de rendre le produit plus facilement transportable/épandable. En effet, dans les zones excédentaires, les agriculteurs procèdent à des traitements physico-chimiques, afin de séparer la phase liquide de la phase solide. Les phases obtenues peuvent être épandues indépendamment.

D'autres traitements comme la nitrification/dénitrification permettent de réduire la concentration en azote de l'effluent. Cette pratique permet de rendre l'effluent « moins dangereux » pour l'environnement et d'entrer dans le plan de fumure de l'exploitant.

La majorité des stations de traitements sont localisées en Bretagne : cette région traite près d'un tiers de son lisier porcin. Dans le modèle le plus courant, le lisier arrive dans un bassin d'homogénéisation, et est séparé par centrifugation. La phase solide (ou refus de centrifugation) représente près de 50 kg de matière sèche par m³ de lisier. Elle peut être compostée, vendue et envoyée vers les régions déficitaires en effluents (Bassin Parisien notamment), éventuellement par l'intermédiaire d'entreprises spécialisées dans les engrais organiques. La partie liquide est épandue sur les terres de l'éleveur comme un lisier brut. Elle peut également être enrichie en azote ammoniacal et subir un traitement biologique qui permet sa destruction à 70 % par production de diazote, gaz ne contribuant pas à l'effet de serre. L'enjeu de ces stations est de gérer la quantité d'azote produite dans une zone excédentaire et d'être aux normes de la Directive Nitrate.

En France, il existe environ 400 stations de traitement d'une capacité moyenne de 7400 m³. Il s'agit principalement d'élevages porcins de grande taille : 390 truies contre une moyenne française de 200.

Le raclage en V, ou système TRAC, est une méthode de séparation de phase breveté par la COOPERL. Ce mécanisme est intégré aux bâtiments d'élevages porcins avec caillebotis et permet une séparation de phase, grâce à un procédé gravitaire. Le lisier s'écoule par gravité sur la dalle sous caillebotis d'une pente de 1,5 %. La séparation s'effectue grâce à un racloir qui remonte la pente. La fraction liquide s'écoule normalement et est récupérée dans une fosse à lisier, tandis que la fraction solide est sortie du bâtiment par les racloirs et stockée dans une fumière.

Au niveau de l'exploitation agricole, la phase liquide est épandue au pendillard ou avec enfouisseur direct. Elle contient 45 % de l'azote total, 50 % du potassium et 20 % du phosphore initialement présents dans le lisier.

La phase solide dispose d'un taux de matière sèche de 28 %, ce qui lui permet d'être transportable. Aujourd'hui, le système TRAC s'est développé auprès d'une centaine d'élevages et met à disposition 37 à 40 000 tonnes de matières brutes. 50 projets sont en cours d'étude ou de développement. La fraction solide est valorisée soit en méthanisation à la ferme (20 %), soit sur l'unité de méthanisation en injection de la COOPERL à Lamballe (80 %). La coopérative propose aux éleveurs intéressés un contrat de rachat de l'effluent solide sur 15 ans à 20 €/tonne prix départ (transport à la charge de l'unité de méthanisation). Ce prix permet l'amortissement du surcoût engendré par le système de raclage : environ 30 % par place d'engraissement.

3.4.2.1. Les retombées économiques

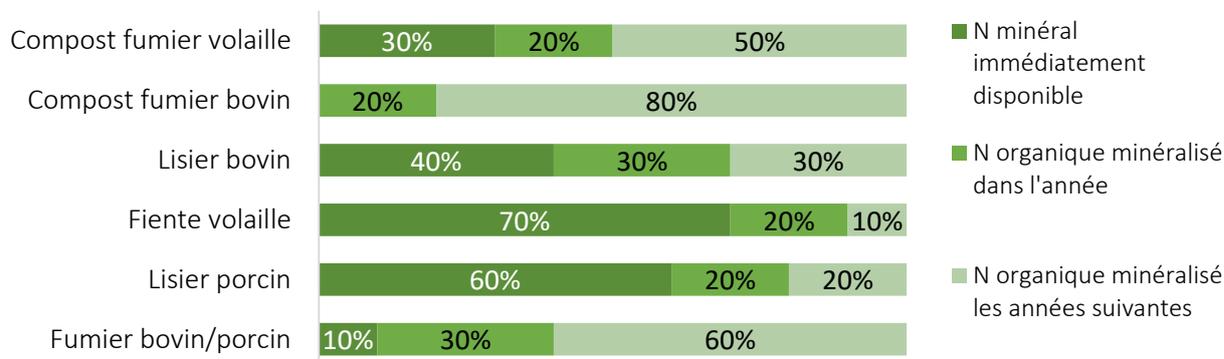
Cas de l'épandage

L'épandage d'effluents d'élevage apporte au sol des éléments fertilisants (N, P, K). « L'effet direct » de l'épandage correspond à la fraction minérale assimilable dès la première année.

L'azote est disponible sous 3 formes : minérale (NH_4^+) valorisable immédiatement, organique minéralisée dans l'année (azote uréique) ou organique minéralisée à long terme. La proportion d'azote disponible en année 1 varie en fonction du type d'effluent et du type d'élevage. Par exemple, près de 90 % de l'azote total des fientes de volaille est disponible directement pour les cultures. A l'inverse, seulement 40 % est disponible dans le cas d'un fumier bovin ou porcin.

La part assimilable de potassium et de phosphore est plus élevée que pour l'azote. En effet, le coefficient d'équivalence du potassium est égal à 1, et varie entre 0,80 (fumiers de bovins) et 0,95 (fumiers et lisiers de porcs).

Figure 42 : Fractions azotées (% N) des effluents d'élevage



Source : IDELE

La prise en compte de la composition des différents effluents d'élevage et des coefficients d'équivalence associés permet d'obtenir une valeur économique des différents effluents. Les prix retenus par unité de N, P et K sont moyennés sur les 5 dernières années (entre 2017 et 2021), soit 0,87 €/unité pour l'azote, 0,84 €/unité pour le phosphore et 0,57 €/unité pour le potassium.

La composition des effluents ainsi que la forme d'azote qui les compose conditionnent ainsi leur prix. La composition de l'effluent est essentielle pour l'agriculteur pour raisonner son épandage et son plan de fumure. Un lisier est globalement plus rapidement assimilable qu'un fumier. Les éleveurs jouent sur la complémentarité entre les deux : les fumiers bovins sont davantage utilisés en fumure de fond, alors que les lisiers sont rapidement mobilisables par la plante. Le compostage permet également d'obtenir un engrais organique qui se minéralise plus longtemps dans le sol.

Tableau 33 : Valeur économique des effluents d'élevage (€/tonne)

Types d'effluents	€/tonne
Lisier de porcs naisseurs-engraisseurs	5,5 €
Lisier de porcs charcutiers	9,3 €
Lisier de truies gestantes	3,6 €
Lisier de bovins	4,9 €
Fumier de porcs charcutiers (base paille)	17,4 €
Fumier de bovins sur litière accumulée	9,4 €
Fumier compact de bovins	6,4 €
Fumier mou de bovins	5,9 €
Fumier de poulet de chair	32,9 €
Fientes de poules pondeuses	54,9 €

Sources : IDELE, ARVALIS, RMT, CA Loir-Et-Cher

Cas de l'échange paille-fumier :

Certains agriculteurs se basent sur des calculateurs, comme l'outil d'Arvalis, pour obtenir une équivalence entre paille et fumier. Les calculs se basent sur la valeur fertilisante, le coût des engrais minéraux, les charges de mécanisation et de main d'œuvre (pressage, épandage, etc.). Le ratio retenu pour du fumier de bovin dans l'étude de cas Paille est de 1 tonne de paille pour 1,1 tonne de fumier. En règle générale, les éleveurs échangent aux céréaliers la paille en andain et s'occupent du pressage dans la mesure où ils sont équipés en presses.

La valeur économique tirée par l'échange paille-fumier peut être estimée par l'économie de paille réalisée. Ainsi, l'exportation d'1 tonne de fumier de bovin génère une économie de paille : sur la base d'un prix de paille à 25 €/tonne, l'économie réalisée ressort à 22,8 €/tonne de fumier bovin ou 25 €/tonne de fumier de volaille.

Tableau 34 : Economies générées par l'échange paille-fumier

	Fumier Bovin
Prix de la paille – andain (€/t)	25
Ratio Paille-fumier	1 pour 1,1
Volume de paille reçu pour 1 t de fumier (t)	0,91
Economie de paille – andain (€/t de fumier)	22,8

Sources : Agrex Consulting d'après données des chambres d'Agriculture et enquêtes

Cas de la vente d'effluents :

Les prix de vente des fientes sont très variables au sein de l'échantillon (10 à 35 €/tonne), et il est difficile d'en tirer des conclusions, compte tenu du faible nombre d'exploitations concernées. Des infrastructures peuvent être installées pour augmenter la valeur ajoutée du produit final : un système de séchage (pour limiter les émissions d'ammoniac et augmenter la concentration en azote), une granuleuse, ou des outils de conditionnement (sacs, bigs bags, etc.).

Cas du compostage :

Le compostage modifie la concentration en éléments fertilisants et leur disponibilité la première année. En effet, la part d'azote ammoniacal est beaucoup plus faible après compostage. Ainsi, le compost de

fumier apporte moins d'azote mais plus de phosphore et de potassium à la tonne. Le prix du compost de fumier de bovin évalué à partir du prix des unités de NPK est 54 % plus élevé que celui du fumier de bovin brut.

La mise en place d'un chantier de compostage nécessite de transporter le fumier en bord de champ, puis une mise en andain. Le tas de fumier doit être retourné 2 à 3 fois, avant d'être chargé pour épandage. La réduction du volume total permet un gain de temps sur le chargement, le transport et l'épandage.

Tableau 35 : Eléments fertilisants et valeurs économiques du compost de fumier de bovin

	Fumier bovin litière accumulée	Compost fumier bovin	Fumier / Compost
N disponible (kg/t)	2,36	1,68	-28,9 %
P disponible (kg/t)	2,24	4,24	+89,3 %
K disponible (kg/t)	9,5	16,5	+73,7 %
Economie d'éléments fertilisants (€/t de fumier)	9,38	14,48	+54,4 %

Sources : RMT élevages et environnement, Chambre d'Agriculture d'Occitanie

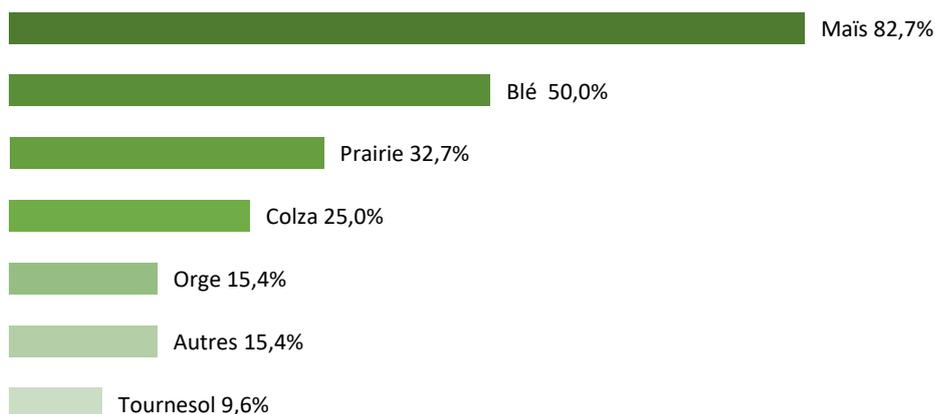
3.5. DIFFERENTS FACTEURS INFLUENCANT LES CHOIX DES AGRICULTEURS POUR LA VALORISATION DES EFFLUENTS

3.5.1. Facteurs agronomiques, environnementaux et pédoclimatiques

Les éleveurs qui épandent des effluents sur leurs exploitations les valorisent le plus souvent (83 %) sur du maïs. L'apport d'effluents permet de couvrir jusqu'à 80 % des besoins du maïs, notamment en potassium et en phosphore, mais un apport complémentaire d'azote minéral peut être nécessaire. Les fientes, fumiers de volaille et lisiers disposent d'une fraction azotée mobilisable rapidement et sont donc épandus au semis. En revanche, pour les fumiers frais pailleux, les épandages se font majoritairement deux mois avant le semis, pour éviter la concurrence entre les besoins en azote pour la croissance du maïs et la dégradation du fumier. Par ailleurs, près de la moitié des élevages épandent sur d'autres céréales, en priorité le blé ou l'orge.

Les épandages sur prairies sont moins fréquents (33 % des exploitations). Ils ont lieu en priorité sur les prairies de fauche, qui nécessitent des apports de fertilisants réguliers. Les fumiers de bovins ou composts peuvent être apportés à la pâture dès l'automne ou en hiver (en dehors de la période entre le 15 novembre et le 15 janvier), pour maximiser la part azotée disponible au printemps. À l'inverse, les lisiers de porcs ou de bovins disposent d'une fraction azotée mobilisable rapidement plus importante, à épandre à la fin de l'hiver. L'épandage des fientes et fumiers de volaille bruts est à éviter pour limiter le risque de transmettre le botulisme aux bovins.

Figure 43 : Type de surfaces concernées par l'épandage des effluents (plusieurs réponses possibles)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les caractéristiques du sol influent fortement sur la gestion de l'épandage. Sur les sols à dominante argileuse, l'épandage doit être concentré dans les périodes à faibles précipitations, entre fin de printemps et début d'automne. La réserve utile en eau du sol impacte le lessivage. Plus elle est importante, moins le risque de lessivage est élevé. Ainsi, les sols profonds avec une réserve utile élevée, peuvent recevoir des doses d'effluents plus importantes, alors que quand la réserve utile est faible, il est important de fragmenter les apports.

Très fréquemment mis en avant par les agriculteurs interrogés, les effluents contribuent également à restituer de la matière organique au sol, améliorer le taux d'humus, stimuler l'activité de la microflore et améliorer la structure du sol. Ces engrais organiques ont des effets bénéfiques sur un spectre plus large que les engrais minéraux. Quelques agriculteurs soulèvent également l'intérêt des effluents qui rehaussent le pH. En particulier, l'épandage de fientes baisse l'acidité du sol grâce à leur forte concentration en calcium.

Les conditions climatiques impactent également la période d'épandage : 86,5 % des agriculteurs ajustent leurs pratiques aux conditions météorologiques. Lorsque la température est trop élevée, les émanations ammoniacales sont plus importantes. De plus, de fortes pluies empêchent l'épandage car elles accentuent la dilution des effluents et le tassement du sol. Par ailleurs, les effluents n'ont pas la même réaction face au vent selon leur densité : des conditions plus calmes sont nécessaires pour l'épandage de fientes sèches. Cependant des conditions légèrement humides et une pluie modérée après l'épandage sont généralement favorables à l'incorporation de l'effluent. De faibles précipitations contribuent également à atténuer les odeurs.

Outre son efficacité, la qualité de l'effluent est également impactée par des facteurs maîtrisables sur l'exploitation agricole :

- La hausse du prix des céréales a engendré sur plusieurs exploitations une baisse de la qualité des aliments.
- Les soins appliqués aux animaux, dont les traitements antibiotiques, et la fréquence des infections bactériennes.
- Des aliments riches en oméga 3.
- Une proportion élevée d'herbe dans la ration.
- Alimentation à base d'enrubannage ou d'ensilage.

Figure 44 : Nuage de mots – Facteurs agronomiques et pédoclimatiques



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

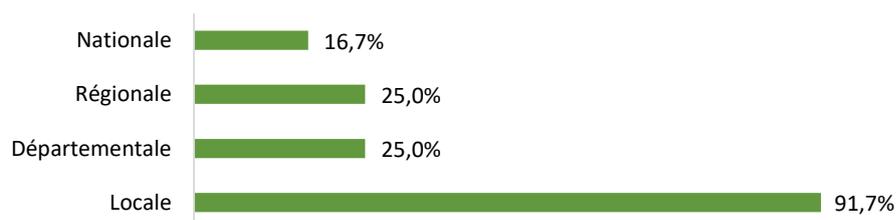
3.5.2. Facteurs logistiques et humains

Facteurs logistiques :

Les différents aspects logistiques (stockage, transport et épandage) sont considérés comme des contraintes fortes. 41 % des éleveurs estiment que le transport des effluents est contraignant, notamment lorsque la distance des parcelles au bâtiment excède 10 km et/ou que le parcellaire est morcelé. Certains éleveurs estiment que le temps de transport dépasse celui d'épandage. Afin de s'affranchir de la contrainte du transport et de l'épandage, en particulier lorsque l'exploitant ne dispose pas du matériel nécessaire, il fait appel à un prestataire. Toutefois, le coût de prestation est corrélé au temps de transport. Qu'il s'agisse d'ETA, CUMA ou du matériel de l'agriculteur, le coût du carburant est un frein à la valorisation des effluents sur des cultures éloignées. Par ailleurs, les agriculteurs valorisent différemment les effluents selon la distance à parcourir. Seules les phases solides sont utilisées sur les parcelles très éloignées. Les phases liquides sont davantage épandues à proximité du site d'exploitation. Lorsque les parcelles sont situées autour des bâtiments d'élevage et de stockage, les effluents sont considérés comme un véritable atout.

Lorsque les effluents ne restent pas sur l'exploitation, la demande est locale à plus de 90 %. L'aire de collecte s'élargit pour répondre aux besoins d'unités de méthanisation ou de céréaliers. La demande nationale (17 %) fait référence à des agriculteurs en zone céréalière et déficitaire en effluents.

Figure 45 : Echelle de commercialisation des effluents (% en nombre d'agriculteurs)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les dates d'épandage autorisées et préconisées obligent les agriculteurs à investir dans des infrastructures de stockage pour être conformes aux normes. Ainsi, les investissements en structures de stockage constituent un obstacle fort, d'autant plus avec la hausse des cours des matières premières. Certains agriculteurs privilégient d'ailleurs certaines cultures, notamment le maïs, pour que les dates d'épandage correspondent davantage à leur capacité de stockage.

Le cas du compostage est perçu majoritairement (87,5 %) comme un débouché car il améliore la valeur ajoutée de l'effluent et est plus facilement épandable. Il est rarement considéré uniquement comme une forme de stockage. En particulier, le compostage en bord de champs permet d'optimiser la logistique de transport. De plus, le produit final ayant perdu 20 à 30 % de son volume, le coût d'épandage est plus faible.

Facteurs humains :

La gestion des effluents crée une charge de travail supplémentaire en périodes d'épandage, principalement au printemps. 69,2 % des agriculteurs estiment que l'épandage constitue un pic de travail. Ainsi, durant ces périodes, le temps de travail peut devenir une contrainte pour l'exploitation. Toutefois, seuls 26,9 % des agriculteurs déclarent que le facteur humain est limitant. Il s'agit d'éleveurs ayant dû recruter pour faire face à la charge de travail ou faire appel à un prestataire.

Les autres aspects liés aux effluents (adaptation de l'itinéraire technique, stockage, etc.) ne sont pas ressentis comme limitants dans la gestion de la main d'œuvre.

Figure 46 : Nuage de mots – Facteurs logistiques et humains



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

3.5.3. Facteurs de marché et externes

La concurrence entre engrais organiques et minéraux est considérée comme faible par 73 % des agriculteurs. En effet, la forte hausse du prix des engrais minéraux avantage les éleveurs, dont les effluents sont plus recherchés. Néanmoins, certains estiment qu'il reste plus simple d'acheter de l'ammonitrate. La valeur moyenne des effluents est très variable d'une région à l'autre : si le prix est dépendant de la valeur fertilisante, la disponibilité locale en effluent est également un facteur important. Ainsi, dans les zones excédentaires, les effluents sont largement moins valorisés, notamment les lisiers

en Bretagne, ce qui conduit certains éleveurs de porcs à procéder à des traitements physico-chimiques pour détruire l'azote.

Figure 47 : Nuage de mots - Demande en effluents et nouveaux débouchés



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La très grande majorité (92 %) des éleveurs considèrent leurs effluents comme une réelle plus-value pour leur exploitation. Certains cherchent à faire évoluer leurs pratiques pour mieux valoriser les effluents : paillage plus important pour disposer d'un fumier plus compact, changement de matériel d'épandage pour limiter les pertes d'azote, couverture de stockage, etc...). D'autres, au contraire souhaitent augmenter le temps de pâturage pour limiter les temps d'épandage, et donc limiter les charges liées à la gestion des effluents.

Depuis quelques années, les méthaniseurs sont à la recherche d'effluents. Face à cette situation, les agriculteurs considèrent que la concurrence entre méthanisation et épandage est limitée. En effet, en général, les méthaniseurs qui récupèrent des effluents extérieurs, fournissent en contrepartie du digestat.

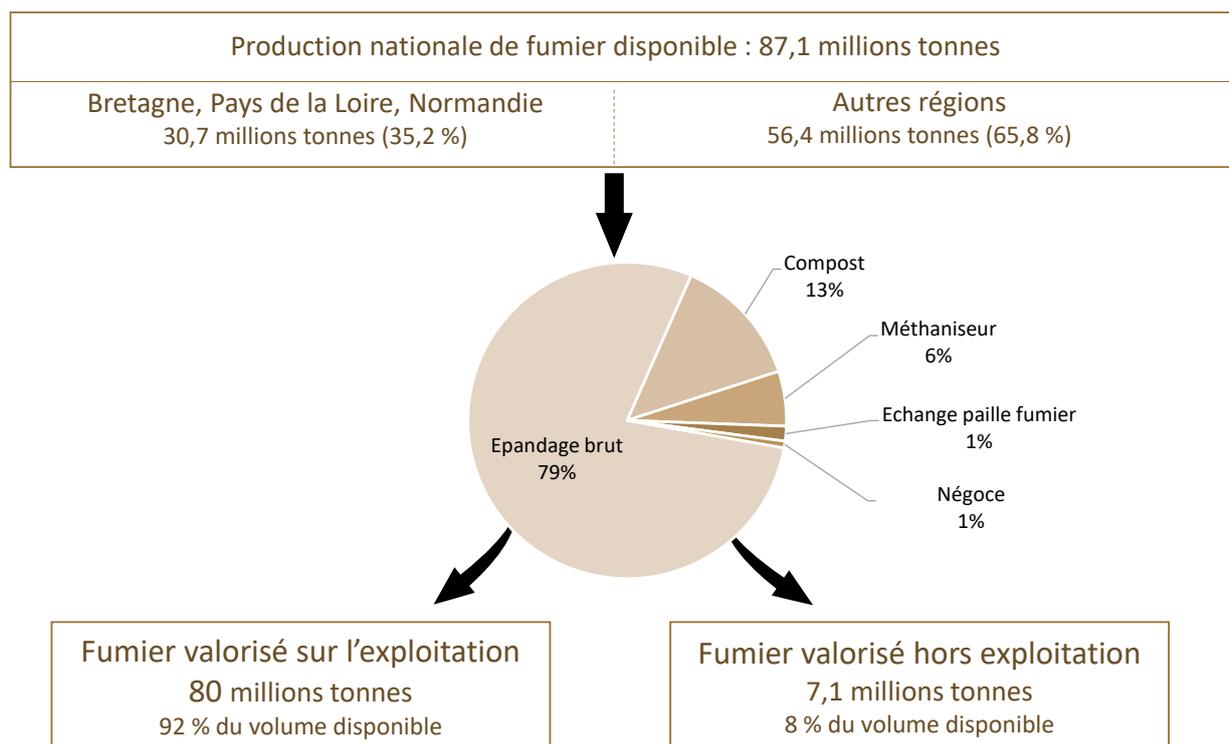
3.6. CONCLUSIONS ET SYNTHÈSES

3.6.1. Schéma des flux de la filière

Près de 87 millions de tonnes de fumier sont produites et disponibles à l'échelle nationale. Ce volume se répartit entre les différentes filières d'élevage (bovins, porcins, avicoles).

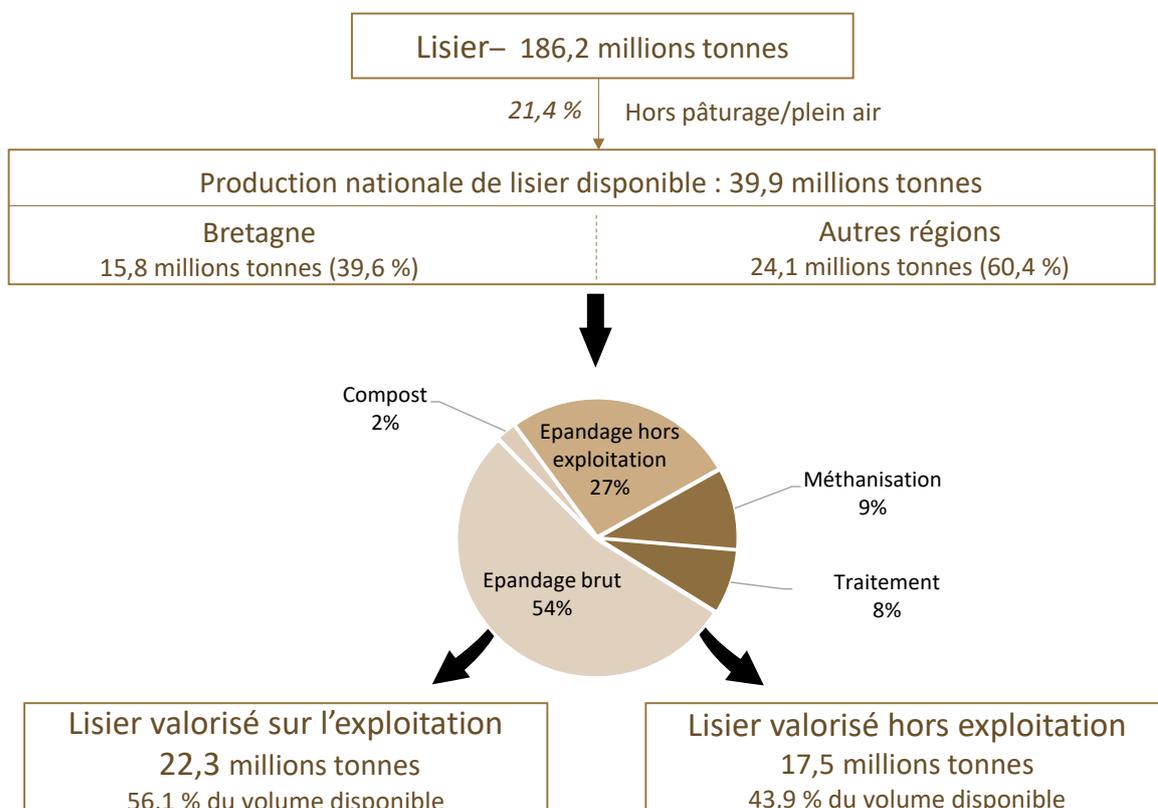
La majorité du fumier récolté (92 %) reste sur l'exploitation agricole et est épandu soit sous sa forme brute, soit sous sa forme compostée. Le reste du fumier est vendu à des méthaniseurs (6 %), valorisé par échange paille fumier (2 %), ou vendu à des structures de négoce (< 1 %) qui se chargent de le valoriser sur des zones déficitaires. Les élevages porcins et avicoles sont plus susceptibles de valoriser le fumier hors exploitation car leur assise foncière est généralement plus faible que celle des élevages bovins.

Figure 48 : Flux de fumier et principales valorisations (2021)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles, ONRB
 Note : la méthanisation a été considérée comme un débouché hors exploitation

Figure 49 : Flux de lisier et principales valorisations (2021)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles, ONRB

Seuls 21,4 % du lisier est disponible car produit hors pâturage/plein air, ce qui correspond à près de 40 millions de tonnes. La Bretagne est le 1^{er} producteur de lisier et concentre 40 % des volumes disponibles. Le lisier collecté est principalement épandu brut sur l'exploitation agricole (54 %), et marginalement composté (2 %). Le lisier peut être cédé à d'autres agriculteurs dans le cadre d'un plan d'épandage (27 %), à un méthaniseur (9 %), ou être traité (8 %). Dans ce dernier cas, la phase liquide est épandue sur l'exploitation et la phase solide est généralement vendue et exportée. Les volumes qui font l'objet d'un traitement sont principalement situés en Bretagne.

3.6.2. Les perspectives d'évolution des éleveurs

Les agriculteurs ont été sollicités sur l'évolution de leur gestion des effluents, compte-tenu du contexte socio-économique et des nouvelles méthodes de valorisation. Plus des trois quarts (78 %) sont satisfaits de leur approche actuelle et n'ont pas l'intention de modifier leur système de valorisation. D'ailleurs, la hausse du prix des engrais chimiques les conforte dans leur choix, qui est généralement d'assurer leur autosuffisance et de profiter de la demande croissante en cas d'excédents.

Toutefois, quelques agriculteurs ont l'intention de faire évoluer leurs pratiques d'élevage :

- 5,1 % envisagent d'augmenter la quantité de paille sur la litière pour produire plus de fumier, et disposer d'une plus grande quantité d'effluent compact.
- 5,1 % veulent gérer leur élevage de manière à limiter le temps de travail, soit grâce à un épandage « naturel » dans les prairies en réduisant le temps de stabulation (3,4 %), soit en passant intégralement à un système lisier (1,7 %).
- 3,4 % souhaitent investir dans du matériel spécifique, soit de stockage (couverture), soit d'épandage (table d'épandage), afin de limiter les pertes azotées.
- 1,7 % ont l'objectif d'essayer des alternatives à la paille (miscanthus, plaquettes de bois) et réfléchissent à planter du miscanthus pour assurer leur autonomie.

Outre la gestion de leur élevage, 6,8 % des éleveurs souhaiteraient se positionner sur d'autres débouchés afin de mieux valoriser leurs effluents. Il s'agit d'approvisionner une unité de méthanisation (3,4 %), une plateforme de compostage (1,7%) ou d'accroître les ventes d'effluents (1,7 %) en profitant d'un contexte de marché favorable.

4. ETUDE DE CAS - METHANISATION

La méthanisation est une filière importante dans les valorisations agricoles non-alimentaires. Source de revenus pour beaucoup d'agriculteurs, la production de biogaz permet d'augmenter la souveraineté énergétique de la France et génère des emplois peu délocalisables dans les territoires ruraux. Malgré le soutien des pouvoirs publics pour la production de biogaz et une bonne structuration de la filière, la méthanisation en France reste moins avancée que dans d'autres pays européens comme l'Allemagne ou le Danemark. Le biogaz pèse aujourd'hui moins d'1 % dans le mix énergétique de la France, ce qui laisse entrevoir une marge de développement conséquente à long-terme. Néanmoins, l'avenir de la filière méthanisation reste dépendant de facteurs externes, comme la réglementation nationale et européenne sur les énergies renouvelables et la réglementation sur les tarifs de rachat de l'électricité et du gaz.

4.1. CADRE METHODOLOGIQUE

L'étude de cas « Méthanisation » repose sur une méthodologie similaire à celle adoptée pour les autres études de cas.

- Une phase de cadrage et de structuration de l'étude. Elle s'appuie notamment sur les données statistiques disponibles sur la méthanisation (outil SINOE de l'ADEME), ainsi qu'une série d'entretiens avec des organisations œuvrant au développement de la filière et des représentants des pouvoirs publics.
- Une phase d'enquêtes auprès d'un échantillon représentatif d'agriculteurs méthaniseurs.
- Une phase de synthèse, qui a permis de répondre aux objectifs de l'étude en matière de mesure des retombées économiques de la méthanisation pour les agriculteurs.

4.1.1. Analyse documentaire et entretiens avec les acteurs de la filière

Dans un premier temps, une analyse documentaire a été menée et a porté notamment sur l'analyse des données en nombre d'unités de méthanisation, issues des déclarations de l'ADEME et de l'outil SINOE. Cette analyse a été complétée par la réalisation de sept entretiens auprès d'acteurs de la filière. L'objectif était de bien appréhender les sources d'approvisionnement, ainsi que les enjeux et problématiques de la filière méthanisation.

Tableau 36 : Entretiens de cadrage - acteurs interrogés

Organisation	Interlocuteur
Association d'Initiatives Locales pour l'Énergie et l'Environnement (AILE)	Armelle DAMIANO
Association des Agriculteurs Méthaniseurs de France (AAMF)	Sylvère ADAM
Chambre d'agriculture de Bretagne (chargé mission Méthanisation et Climat)	Hervé GORIUS
Nénufar	Rémy ENGEL
DREAL Auvergne-Rhône-Alpes (Pôle Climat-Air-Énergie)	Alain ROCHEGUDE
Biomasse Normandie	Benjamin THOMAS
ADEME Grand Est	Christelle LANCELOT

Sources : Agrex Consulting

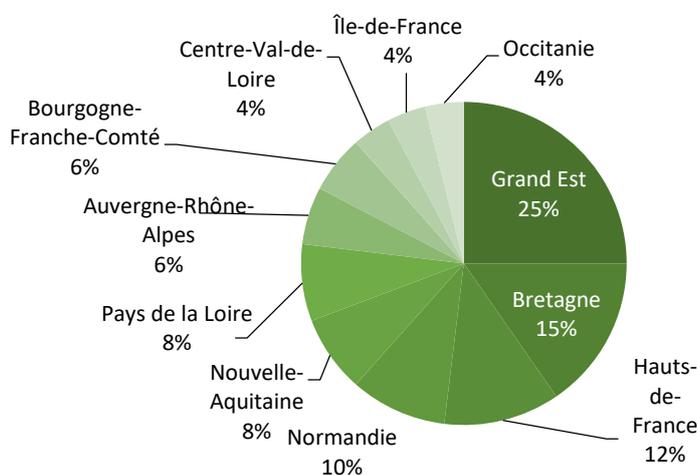
4.1.2. Déploiement d'une enquête auprès d'un échantillon d'agriculteurs

Une enquête a été déployée auprès d'un échantillon de 52 agriculteurs méthaniseurs, afin de disposer d'informations sur les caractéristiques des exploitations liées à la méthanisation, sur l'approvisionnement des unités, ainsi que sur les types de valorisation (cogénération ou injection) et sur le devenir du digestat. Les agriculteurs ont également été questionnés sur les différents facteurs (agronomiques, techniques,

logistiques, économiques et humains) impactant positivement ou négativement l'exploitation d'une unité de méthanisation.

La construction de l'échantillon a eu pour objectif de représenter une diversité de profils d'agriculteurs, notamment en termes de situation géographique, de type d'unités (cogénération ou injection) et de taille des unités. Ainsi, l'enquête vise toutes les régions où sont présentes des unités à la ferme (définies dans la suite de l'étude), c'est-à-dire l'ensemble de la France métropolitaine à l'exception des régions Corse et PACA, qui ne comptent pas ou très peu d'unités. Les bassins historiques de la méthanisation (régions Grand Est et Bretagne) sont les premières régions représentées. Parmi les agriculteurs interrogés, 58 % exploitent des unités de cogénération, contre 42 % d'unités d'injection. Afin de disposer de données suffisantes en nombre, le poids des unités d'injection a été surpondéré par rapport à la proportion d'unités d'injection sur le territoire. En outre, figurent parmi les acteurs interrogés trois exploitants d'unités de micro-méthanisation (unités de cogénération d'une puissance installée inférieure à 80 kilowatts électriques (kWé)).

Figure 50 : Répartition de l'échantillon d'agriculteurs méthaniseurs interrogés par région (en nombre d'exploitations)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

4.2. CONTEXTE : LA FILIERE METHANISATION EN FRANCE

4.2.1. Présentation du procédé de la méthanisation

4.2.1.1. Les caractéristiques du procédé de la méthanisation

La méthanisation (aussi appelée digestion anaérobie) est une technologie basée sur la dégradation de la biomasse par des micro-organismes dans un milieu contrôlé et privé d'oxygène, phénomène qui intervient dans un « digesteur ». Le biogaz obtenu est composé de 50 à 70 % de méthane (CH₄) et de 20 à 50 % de dioxyde de carbone (CO₂), ainsi que de quelques gaz traces comme le dihydrogène sulfuré. Il est stocké à faible pression dans un gazomètre, avant d'être valorisé par l'une des deux voies :

- La cogénération permet de produire conjointement de l'électricité et de la chaleur. Le biogaz est brûlé par un moteur pour actionner une génératrice de courant. L'électricité obtenue peut être redistribuée sur le réseau électrique général. La chaleur est récupérée au niveau du système de refroidissement et peut être valorisée de différentes manières.
- L'injection : le biogaz est épuré afin de séparer les gaz indésirables (CO₂, eau et gaz traces). On obtient ainsi le biométhane, composé à 97 % de CH₄, qui est redistribué dans les réseaux classiques (GRDF ou GRT Gaz).

- Il est également possible de convertir le biométhane en carburant pour véhicules, soit sous la forme de gaz naturel liquéfié (GNL), soit en gaz naturel comprimé (GNC).

Le digestat correspond à la matière résiduelle après le processus de méthanisation, qu'il faut évacuer. Il est riche en matière organique, et peut être directement épandu sur les exploitations. Il est également possible de séparer la phase solide et la phase liquide, avant de l'épandre. La phase liquide est riche en azote ammoniacal et en potasse, tandis que la phase solide est riche en matière organique et en phosphore. L'épandage de digestat permet ainsi de réduire le recours aux engrais de synthèse.

Il existe plusieurs types d'unités de méthanisation :

- La méthanisation agricole, ou « à la ferme » est la plus répandue en France : détenue par des agriculteurs seuls ou en groupement, l'unité permet de valoriser des intrants d'origine agricole (effluents d'élevage, cultures principales, résidus de cultures, CIVE – culture intermédiaire à vocation énergétique), mais également une partie des déchets industriels extérieurs.
- La méthanisation territoriale ou « centralisée » rassemble des unités le plus souvent collectives, qui méthanisent des effluents d'élevage, des intrants agricoles, des déchets d'industrie. Souvent de tailles supérieures à la méthanisation agricole, les unités de méthanisation territoriales peuvent intégrer des agriculteurs à leur capital, mais la gestion de l'unité est souvent déléguée à une société d'exploitation. Elles bénéficient d'effet d'économie d'échelle, mais souvent les investissements sont plus coûteux. Elles peuvent être portées par des énergéticiens, des coopératives, des collectivités territoriales, des constructeurs, etc.
- Les unités de méthanisation industrielles correspondent à des unités implantées sur un site industriel, qui a vocation à valoriser essentiellement les déchets produits sur le site (exemple : les pulpes de betteraves pour une unité construite sur le site d'une sucrerie, vinasses pour une unité construite sur le site d'une distillerie, graisses animales et boues pour une unité construite sur le site d'une usine d'abattage-découpe, etc.).
- Enfin, certaines stations d'épuration sont équipées de méthaniseurs pour traiter leurs boues ; ces unités sont généralement gérées par une société de traitement des eaux, une collectivité territoriale ou un syndicat intercommunal.

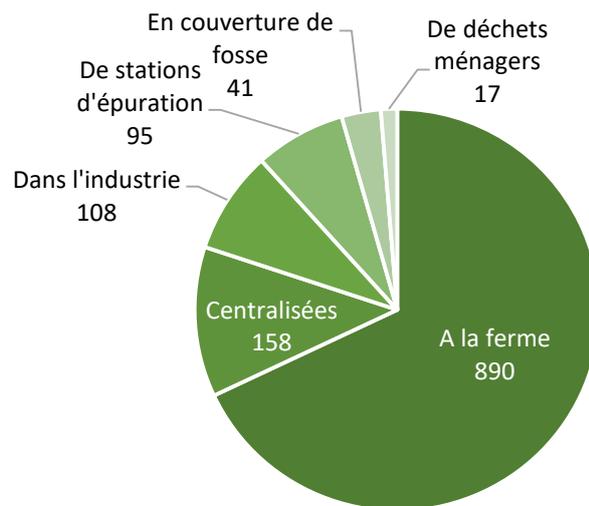
Les unités de méthanisation agricole peuvent être alimentées par plusieurs types d'intrants différents : effluents d'élevage, résidus de cultures, déchets des industries agroalimentaires (IAA), déchets de collectivités et urbains, mais également des cultures mises en place spécifiquement sur les exploitations agricoles (cultures principales ou CIVE).

La méthanisation présente ainsi le double avantage de la valorisation de la matière organique et de la production d'énergie. Elle permet de diminuer la quantité de biodéchets à traiter par d'autres filières, notamment des matières très humides et grasses, qui ne sont pas toujours compostables.

4.2.1.2. *Le développement de la filière méthanisation en France*

Depuis 2010, le nombre d'unités de méthanisation a quintuplé en 10 ans, atteignant 1 018 sites au 1er janvier 2021 et 1 308 unités fin 2021 (hors installations de stockage de déchets non dangereux, ISDND). Parmi elles, les unités à la ferme ont connu un très fort développement, passant de 38 unités en 2010 à 889 à la fin de l'année 2021. Elles représentent ainsi près de 70 % du parc total d'unités de méthanisation en France.

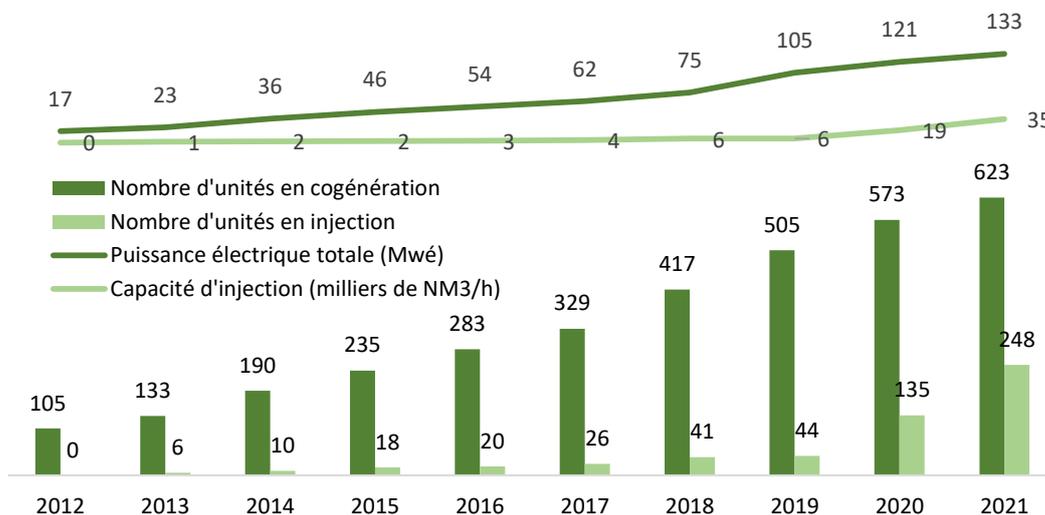
Figure 51 : Types d'unités de méthanisation en France au 31/12/2021



Sources : ADEME et Observ'ER d'après la base de données SINOE

Parmi les unités à la ferme, 60 % fonctionnent en cogénération, soit 623 unités fin 2021. Les premières installations en cogénération ont été installées au début des années 2000. Les installations en cogénération sont davantage associées à des exploitations d'élevages, en raison de tarifs d'achat de l'électricité plus incitatifs : les tarifs des contrats sont plus élevés en cas d'incorporation d'effluents d'élevage dans le mix d'intrants (plus de 60 %). En 10 ans, le nombre d'unités en cogénération à la ferme a été multiplié par 6, tandis que la capacité totale installée a été multipliée par 8. La puissance moyenne des installations a donc tendance à augmenter, puisqu'elle passe en moyenne de 160 kWé en 2012 à 213 kWé en 2021.

Figure 52 : Évolution du parc d'unités de méthanisation à la ferme



Sources : ADEME et Observ'ER d'après la base de données SINOE

Néanmoins, la croissance du secteur de la méthanisation à la ferme est surtout portée par les nouvelles unités en injection : le décret autorisant l'injection directe date de 2011, et les tarifs d'achat attractifs ont conduit de nombreux agriculteurs à se tourner vers l'injection. En 2019 et 2020, les craintes concernant la révision à la baisse des tarifs de contractualisation ont conduit à une forte augmentation du nombre de projets. Ainsi, la croissance est particulièrement sensible sur les dernières années : entre 2019 et 2021, le nombre d'installations et la puissance totale installée ont été multipliées par six pour atteindre 35 000

Normo mètres cubes par heure (Nm3/h) en 2021. En revanche, la capacité moyenne par installation a tendance à diminuer légèrement : 183 Nm3/h en 2013 contre 142 Nm3/h en 2021.

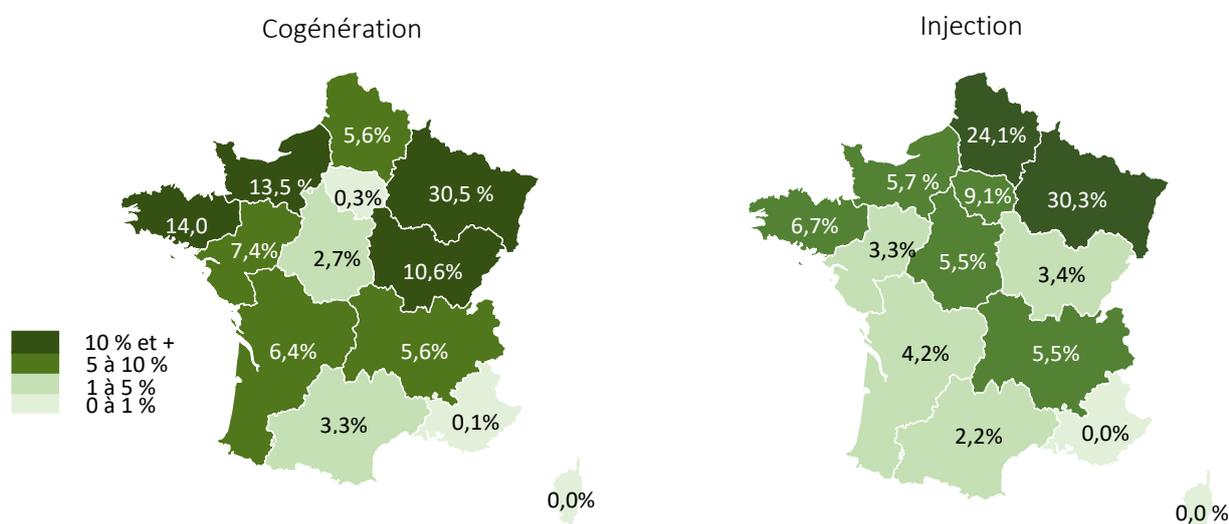
Les unités en production de chaleur seule ne concernent que 19 installations à la ferme en 2021 ; elles se développent très peu et sont exclues du périmètre de l'étude. De même, les méthaniseurs traitant principalement des déchets ménagers, des boues de stations d'épuration ou des déchets industriels sont en stagnation.

Plus de 85 % des capacités installées sont concentrées dans la moitié Nord de la France, aussi bien en injection qu'en cogénération. À l'échelle nationale, la capacité de traitement des unités de méthanisation à la ferme s'élève à 10 millions de tonnes fin 2021, en forte hausse par rapport aux 7,1 millions de tonnes de 2020. Les exploitations agricoles représentent donc un tiers des capacités totales de traitements des déchets par méthanisation dans le pays (30,5 millions de tonnes). Au total, géographiquement, le Grand Est concentre 30 % des capacités de traitement des déchets par méthanisation, suivi de la Bretagne (13,5 %), les Hauts-de-France (11,4 %) et la Normandie (10,8 %).

Parmi les installations de cogénération, le Grand Est (30,5 %), la Bretagne (14 %) et la Normandie (13,5 %) participent le plus à la puissance installée nationale. Concernant les installations d'injection, le Grand Est (30,3 %) reste l'acteur majoritaire avec les Hauts-de-France (24,1 %) et de l'Île-de-France (9,1 %) en termes de puissance installée.

Les régions Île-de-France et Hauts-de-France se caractérisent par un faible nombre d'unités de cogénération par rapport au nombre d'unités d'injection. La Provence-Alpes côte d'Azur ne compte que 4 unités de cogénération et 4 d'injection, tandis que la Corse ne compte aucune unité de méthanisation à la ferme. À noter que 80 % des installations de production de chaleur seule à la ferme sont situées en Bretagne.

Figure 53 : Répartition des unités de méthanisation à la ferme en 2021 (En % de la puissance installée)



Sources : ADEME et Observ'ER d'après la base de données SINOE

La cogénération est essentiellement développée à partir d'exploitations d'élevage, compte tenu des tarifs de rachat de l'électricité plus incitatifs. Cependant, la rentabilité supérieure de la production en injection incite de plus en plus d'agriculteurs à se tourner vers ce mode de production. La production en injection se développe sur des modèles d'approvisionnement plus variés : effluents d'élevage, cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) ou déchets de collectivités ou des industries agro-

alimentaires. En cogénération, la valorisation de la chaleur produite par les unités est un véritable enjeu, pour assurer une rentabilité au site.

4.2.2. L'organisation de la filière

Malgré l'arrivée récente de la méthanisation agricole en France (années 2000-2010), la filière s'est rapidement structurée, afin de faire valoir l'intérêt de la méthanisation dans la transition énergétique des territoires.

Les associations ou syndicats en lien avec la méthanisation :

- L'Association des Agriculteurs Méthaniseurs de France (AAMF) a été créée en 2010 et regroupe près de 500 méthaniseurs à la ferme. Elle accompagne les projets de nouvelles unités de méthanisation, et soutient les unités en fonctionnement, par une veille technique et une participation active à la recherche et au développement de la filière. L'association représente également les intérêts des agriculteurs auprès des institutions publiques.
- Le Club Biogaz de l'Association Technique Énergie et Environnement (ATEE) rassemble plus de 260 acteurs de la filière (entreprises, associations et laboratoires). Il travaille sur les aspects réglementaires en lien avec la méthanisation et le biogaz et émet des avis sur les textes de loi en préparation en France et en Union européenne (UE). Il héberge le Centre Technique national du Biogaz et de la Méthanisation (CTBM), qui coordonne le réseau de recherche et développement pour la filière biogaz à travers un comité d'orientation stratégique (COS) et un comité consultatif (CC).
- Le think tank France Biométhane rassemble 116 membres (producteurs, exploitants, chercheurs et distributeurs) dans un objectif de promotion et de démocratisation du biométhane en France, notamment par injection. Les producteurs et exploitants adhérents représentent un tiers de la capacité totale installée dans le pays.
- Biogaz Vallée rassemble 101 acteurs de la méthanisation, principalement des grands groupes, dans le but de diffuser le savoir-faire et des compétences et de lancer de nouveaux projets de recherche et de développement.
- L'association France Gaz Renouvelables, fondée en 2018, fédère un ensemble d'acteurs (infrastructures gazières et représentants de collectivités territoriales) autour d'un noyau de représentants du monde agricole (FNSEA, AAMF et Chambres d'agriculture), dans le but de favoriser la transition énergétique des territoires par la filière biogaz.

Les associations régionales spécialisées dans la valorisation énergétique :

- AILE (Association d'initiatives locales pour l'énergie et l'environnement) en Bretagne et Pays de la Loire, et Biomasse Normandie.

Plusieurs acteurs interviennent dans le financement de la méthanisation, notamment via des subventions. L'Agence de la transition écologique (ADEME) finance les projets d'installations d'unités de méthanisation dans 7 régions de France métropolitaine (aussi bien cogénération, injection ou valorisation GNV). Les régions et départements peuvent intervenir dans le financement des unités de méthanisation agricoles, selon la politique mise en place par l'exécutif régional. Les exploitants d'unités de méthanisation agricoles peuvent ainsi bénéficier des aides du Fonds européens agricole pour le développement rural (FEADER) et du Fonds européen de développement régional (FEDER), selon les objectifs fixés par les Régions. Ces fonds portent notamment sur la subvention d'équipements de traitement de digestats (gérée par le FEADER), et sur la subvention des équipements dédiés à la valorisation énergétique du biométhane et les frais de maîtrise d'œuvre (gérée par le FEDER). Dans le cadre de leur Plan Climat-Énergie-Air Territorial (PCEAT), les Établissements publics de coopération

intercommunale (EPCI) de plus de 20 000 habitants sont amenés à soutenir des projets d'énergie renouvelables, dont fait partie la méthanisation agricole.

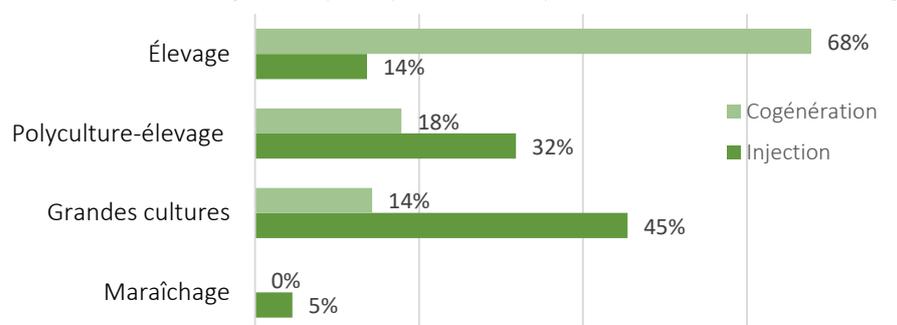
4.3. CARACTERISTIQUES ET MOTIVATIONS DES AGRICULTEURS METHANISEURS

4.3.1. Caractéristiques des entreprises

Sur l'échantillon d'entreprises enquêtées, les surfaces moyennes exploitées par les exploitations liées à la méthanisation varient amplement (de 90 ha à 8 000 ha), avec une moyenne de 853 ha par unité de méthanisation à la ferme. Les surfaces associées aux unités d'injection sont plus importantes que celles associées aux unités de cogénération (1 067 ha contre 673 ha en moyenne), la capacité moyenne des unités d'injection étant plus élevée que celle des unités de cogénération. Par ailleurs, 68 % des unités d'injection correspondent à des associations d'exploitations agricoles différentes, contre 27 % pour les unités de cogénération (d'après l'échantillon). Les unités d'injection comptabilisent en moyenne 3,9 exploitations porteuses de projet pour 5,4 associés, tandis les unités de cogénération comptabilisent en moyenne 1,8 exploitation porteuse de projet pour 3,2 associés.

En cogénération, les éleveurs sont les plus représentés (68 %), suivis des exploitations en polyculture-élevage (18 %) et des grandes cultures (14 %). En injection, les grandes cultures sont les plus représentées (48 %), puis les exploitations en polyculture élevage (33 %) et des éleveurs (14 %). Sur l'ensemble des exploitants d'unités de méthanisation, les élevages bovin lait sont plus fréquents (58 %) que les élevages bovin viande (44 %) ; les éleveurs de porcs et de volailles représentent chacun 8 % des acteurs interrogés. La grande majorité des agriculteurs interrogés (81 %) suivent un mode de production conventionnel, tandis que 8 % répondent au cahier des charges de l'Agriculture biologique et 8 % voient leur mode de production partagé entre le biologique et le conventionnel.

Figure 54 : Répartition des activités agricoles principales (OTEX) pour les méthaniseurs interrogés



Source : Agrex Consulting d'après entretiens réalisés

À l'échelle des acteurs interrogés, 63 % ont constitué une personne morale distincte de l'exploitation pour leur unité de méthanisation (c'est le cas notamment les unités qui s'appuient sur plusieurs exploitations). 82 % des unités en injection sont gérées par une société distincte des exploitations associées. L'année moyenne de mise en service des unités interrogées est 2016 pour la cogénération et 2019 pour l'injection.

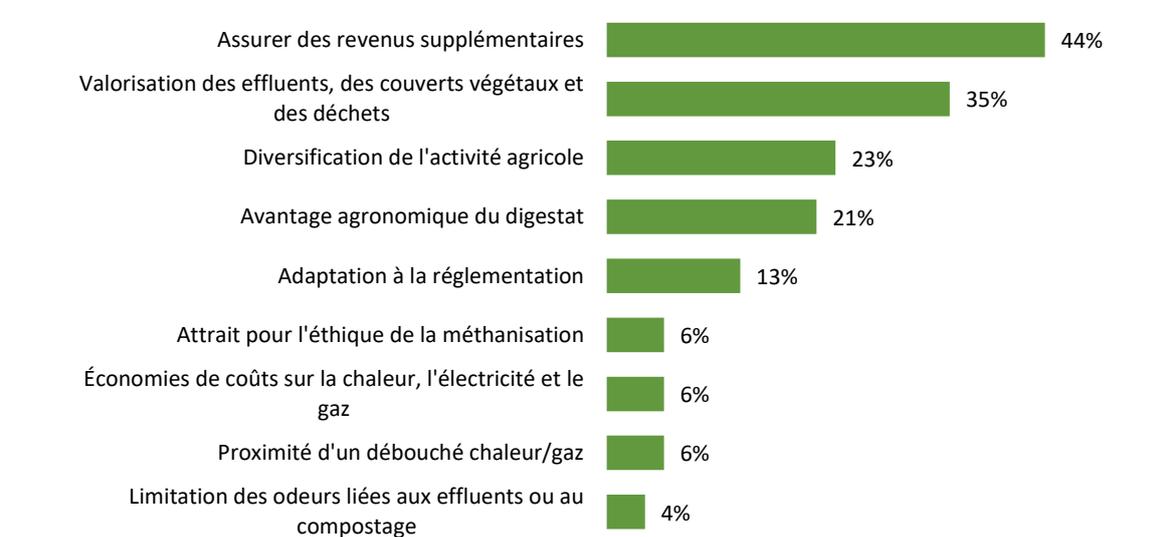
4.3.2. Motivations et freins à l'exploitation d'une unité de méthanisation

4.3.2.1. *Les motivations des agriculteurs méthaniseurs*

La première motivation à l'implantation d'une unité de méthanisation est financière : 44 % exploitants interrogés indiquent être à la recherche de revenus supplémentaires. Cette motivation est notamment présente chez 45 % des éleveurs et 58 % des agriculteurs en polyculture-élevage. En effet, plusieurs

d'entre eux mentionnent le fait que l'élevage seul ne permettait plus d'assurer un revenu suffisant pour l'ensemble des associés et des salariés de l'exploitation.

Figure 55 : Motivations et avantages à l'implantation d'une unité de méthanisation (en nombre d'exploitations) (Plusieurs réponses possibles)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La valorisation des effluents, des couverts végétaux et/ou des déchets d'industrie est la deuxième motivation la plus fréquemment citée (35 %). La présence d'industries agro-alimentaires à proximité des sites a encouragé certains agriculteurs à implanter une unité de méthanisation. La diversification de l'activité agricole arrive en troisième position : l'implantation d'une unité de méthanisation permet aux agriculteurs d'échapper à la volatilité des marchés grâce à la signature de contrat à long-terme (gaz ou électricité). Pour 13 % des exploitants interrogés, l'installation d'une unité de méthanisation permet notamment de compenser les coûts liés à la mise aux normes des installations de stockage des effluents, qui serait dans tous les cas imposé par la réglementation.

La valorisation du digestat sur les cultures permet de réduire, voire de se passer totalement d'engrais chimiques et permet ainsi une réduction substantielle des coûts d'exploitation. C'est une motivation pour 21 % des exploitants. Une partie du digestat peut être épandue sur les cultures dédiées à la méthanisation, permettant aux exploitants de renforcer leur autonomie sur le plan agronomique. La méthanisation peut également renforcer l'autonomie des exploitations en diminuant les coûts liés à l'énergie (chaleur et électricité), avec la possibilité de chauffer des bâtiments d'élevage, des bassins de cultures ou bien des serres.

Enfin, 6 % des agriculteurs interrogés ont mentionné l'éthique de la méthanisation, comme un facteur clé dans leur décision d'investir : ils évoquent principalement le besoin de souveraineté énergétique de la France (réduction des importations de gaz Russe et de Norvège), ou encore le fait que la méthanisation ait un impact positif sur l'environnement. La limitation des odeurs liées aux effluents ou au compostage a été peu souvent évoquée.

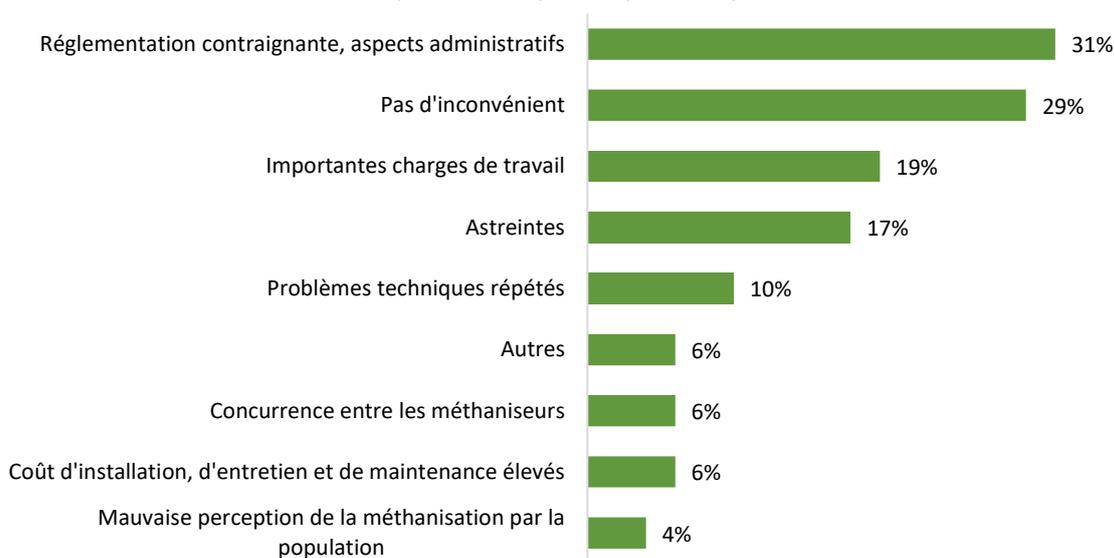
4.3.2.2. Les freins / inconvénients de l'exploitation d'une unité de méthanisation

La majorité des agriculteurs méthaniseurs (71 %) ont évoqué des inconvénients liés à l'exploitation de leur unité de méthanisation. Le principal inconvénient mentionné est la réglementation jugée trop envahissante, qui contraint les exploitants à consacrer beaucoup de temps à l'administratif et qui

engendrer des investissements imprévus, affaiblissant ainsi la rentabilité de leurs entreprises. Plusieurs méthaniseurs ont évoqué des incohérences entre les différentes réglementations successives.

19 % des méthaniseurs déplorent des charges de travail trop concentrées durant certaines périodes de l'année, notamment en période d'ensilage de CIVE et d'épandage. 17 % des méthaniseurs doivent faire face à un nombre élevé d'astreintes, ce qui est un inconvénient pour les agriculteurs dont l'exploitation est éloignée géographiquement de l'unité de méthanisation. Un agriculteur sur 10 évoque des problèmes techniques répétés comme un frein majeur à l'exploitation de son unité : ce problème est évoqué en parallèle avec le manque de formation technique ou de service après-vente dispensé par le constructeur, ce qui oblige les agriculteurs à chercher des solutions par eux-mêmes en cas de problème, souvent auprès d'autres unités de méthanisation.

Figure 56 : Freins à l'exploitation d'une unité de méthanisation (en nombre d'exploitations)
(Plusieurs réponses possibles)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

6 % des méthaniseurs ont évoqué des problèmes liés à la forte concurrence entre les unités de méthanisation, ils sont tous situés dans des régions pionnières de la méthanisation (Grand Est, Bretagne, Normandie) : la concurrence avec les unités de méthanisation industrielles a fait drastiquement augmenter le prix des coproduits et des déchets de l'industrie agro-alimentaire, voire a entraîné une pénurie locale de déchets. Certains agriculteurs sont donc obligés de retourner vers des intrants plus classiques, comme le maïs afin de pallier le manque d'intrants sur le marché local.

Les coûts élevés d'installation, d'entretien et de maintenance ont été abordés par 6 % des agriculteurs seulement : ce sont surtout les coûts de maintenance qui sont évoqués, en raison des pièces de rechanges vendues à un prix trop élevé. D'autres agriculteurs mettent en avant une mauvaise perception de la méthanisation par la population, qui serait surtout liée à une méconnaissance du secteur et à une pression médiatique jugée trop forte. Enfin, d'autres problématiques ont été évoquées à la marge : une faible rentabilité due à des tarifs de rachat de l'électricité trop faibles, un manque de propreté des déchets d'industrie, ou encore la difficulté à trouver de la main d'œuvre qualifiée dans le secteur.

4.4. LA METHANISATION ET COUTS ASSOCIES

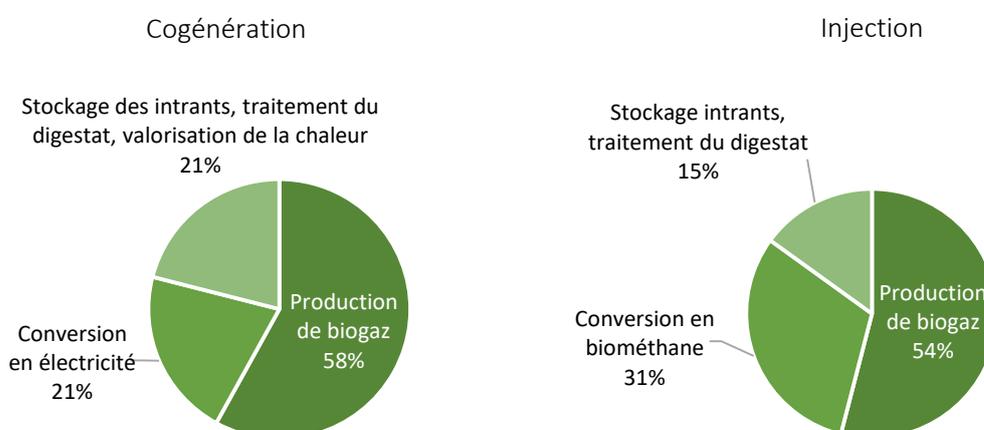
L'objectif de cette partie est de mettre en évidence les principaux postes de coûts d'une unité de méthanisation. Une partie des données sont issues des entretiens réalisés avec les agriculteurs dans le

cadre de cette étude, mais également de l'étude Prodiges 2 réalisée par Chambres d'agriculture France (anciennement l'APCA), avec le concours de l'ADEME.

4.4.1. Niveaux d'investissement

Le principal coût des unités de méthanisation demeure à l'investissement (construction des installations et du site). Les postes de charge les plus coûteux en cogénération sont les équipements de production de biogaz et la conversion du gaz en électricité, qui représentent respectivement 58 % et 21 % du coût d'investissement total. En injection, les équipements destinés à la production du biogaz représentent également plus de la moitié de l'investissement ; les équipements de conversion du biogaz en biométhane occupent une place plus importante que les structures de stockage d'intrants et de traitement du digestat. L'épurateur, qui permet de passer du biogaz au biométhane, constitue un investissement conséquent (de l'ordre de 20 %)

Figure 57 : Répartition des postes pour l'investissement initial de l'unité



Source : APCA / ADEME d'après étude Prodiges 2022

Le montant moyen d'investissement pour les unités en cogénération s'élève à 7 713 € / Kwé de puissance maximale installée. Avec une puissance maximale moyenne installée de 213 Kwé par unité, cela représente un investissement moyen de 1,64 millions d'euros par site. Les exploitants des plus grosses unités bénéficient d'économies d'échelle : l'investissement moyen n'est que de 6 646 € / Kwé pour les unités de puissance supérieure à 300 Kwé, contre 10 180 € / Kwé pour les unités de puissance inférieure à 140 Kwé. Il faut noter que les sites de méthanisation en fonctionnement ont pour la plupart bénéficié de subventions, qui s'élèvent en moyenne à 1 753 € / Kwé, soit 23 % de l'investissement initial moyen. Si cette proportion tend à diminuer, 93 % des unités en cogénération entrées en fonctionnement entre 2009 et 2019 ont bénéficié de subventions lors de la mise en place du projet.

Les unités d'injection nécessitent un investissement initial plus conséquent, en moyenne à hauteur de 31 465 € / Nm³/h de capacité. Avec une puissance moyenne installée de 142 Nm³/h en 2021, cela représente un investissement moyen de 4,49 millions d'euros par unité. Là encore, on trouve un effet d'économie d'échelle, mais moindre qu'en cogénération : plus de 33 000 € par Nm³/h pour les petites unités (moins de 120 Nm³/h), contre 26 600 € par Nm³/h pour les unités de plus de 180 Nm³/h. Ces ratios sont calculés à partir de la Cmax (capacité d'injection maximum) de l'unité au moment de l'analyse, et non de la Cmax au lancement de l'unité ; sachant qu'une grande majorité des agriculteurs ont procédé à un investissement en deux phases. Ils surdimensionnent leurs investissements au démarrage, de sorte à ne pas à avoir à réaliser des investissements supplémentaires lors de l'augmentation de puissance, prévue souvent 1 à 3 ans après l'entrée en fonctionnement de l'unité. Les subventions s'élèvent à 4 835 € / Nm³/h en moyenne, soit 15 % de l'investissement initial moyen. 80 % des unités en injection ont

bénéficié de subventions à l'installation. Ces taux, légèrement plus faibles qu'en cogénération, s'expliquent par des unités plus jeunes et une tendance à la baisse des enveloppes de subvention ces dernières années.

4.4.2. Charges annuelles

4.4.2.1. Coûts de production par poste de dépense

En cogénération, les charges opérationnelles sont dominées par le coût des substrats (37 %). Ce coût a tendance à augmenter avec la taille des unités : en effet, les plus grandes unités ont recours à davantage de matières végétales et de déchets venus de l'extérieur, ce qui représente un coût de production ou d'achat supplémentaire par rapport à des unités qui valorisent gratuitement des effluents d'élevage de leurs exploitations. La maintenance et l'entretien représentent 23 % des charges d'exploitation. La consommation d'électricité contribue à hauteur de 11 % des charges d'exploitation. Il faut noter que l'augmentation récente des coûts de l'électricité n'est que très peu répercutée sur les données présentées. En effet, l'électricité a vu son prix fortement augmenter en 2019, avec la crise COVID, et le phénomène a été amplifié en 2022 et 2023 avec le contexte international.

En injection, le coût des substrats est moins élevé qu'en cogénération lorsqu'il est rapporté au MWh produit, mais il est plus élevé en pourcentage des charges d'exploitations, puisqu'il représente 41 % des charges d'exploitations. Là aussi, ce coût a tendance à augmenter avec la taille des unités. En revanche, les coûts de maintenance et d'entretien sont proportionnellement moins élevés qu'en cogénération : ils ne représentent que 13 % des charges d'exploitations totales (pas d'entretien du moteur, mais système d'épuration). Le coût de l'électricité est proportionnellement plus élevé en injection, tandis que les coûts des consommables et de l'assurance sont nettement moins élevés en injection qu'en cogénération.

Figure 58 : Charges d'exploitation par poste de dépenses

Postes de charges	Injection (€/MWh PCS)	Cogénération (€/MWhé livré)
Coût des substrats	22	35
Maintenance et entretien	7	22
Électricité	8	10
Consommables	1	8
Assurance	2	6
Main d'œuvre	6	15
Autres	13	13
TOTAL DES CHARGES ANNUELLES	60	109

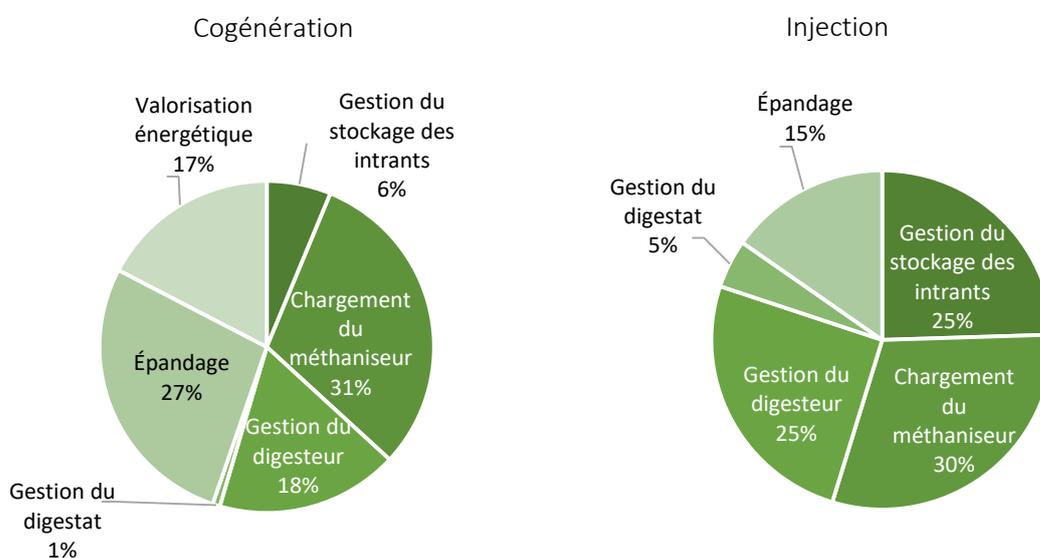
Source : APCA / ADEME d'après étude Prodiges 2022

Sur l'échantillon le temps de travail moyen consacré à l'unité de méthanisation est de 0,7 unité de temps de travail (UTH) associé et 0,47 UTH salarié en cogénération, et de 1,1 UTH associé et 1,3 UTH associé en injection. Le temps de travail consacré à chaque tâche varie selon le type d'unité : si le temps de chargement du méthaniseur occupe environ 30 % du temps dans les deux cas, la gestion du stockage des intrants occupe un quart du temps de travail pour les unités en injection, contre 6 % seulement pour les unités en cogénération. Les unités en cogénération ont davantage recours aux effluents d'élevage, et dans certains cas (lisier en fosse notamment), ne nécessitent pas d'intervention de la part des agriculteurs. La gestion du stockage comprend ainsi des tâches moins chronophages (curer le fumier, repousser les tas de fumier qui arrivent par camion, etc.). Pour les unités en injection, où le recours aux matières végétales et aux déchets extérieurs est plus fréquent, le bâchage des ensilages et la gestion des flux logistiques est plus contraignante.

La gestion du digesteur (contrôles visuels, analyses de gaz, entretien et réparation) occupe 18 % du temps de travail en cogénération et un quart en injection, pour une moyenne de 42 minutes par jour pour l'ensemble des méthaniseurs interrogés. La gestion du digestat occupe globalement peu de travail : pour 78 % des unités, le stockage est automatisé. Cependant, certains y consacrent du temps (151 heures par an en moyenne), notamment pour le remplissage des fosses déportées. L'épandage du digestat occupe en moyenne 27 % du temps de travail en cogénération, tandis qu'il n'en occupe que 15 % en injection. Cela s'explique notamment par un recours accru aux prestations d'épandage par les acteurs en injection.

Pour la cogénération, s'ajoute un temps consacré à la valorisation énergétique, c'est-à-dire le temps passé pour la valorisation de la chaleur par les agriculteurs concernés (unité de séchage par exemple). Ce temps de travail est généralement concentré sur la saison estivale, soit trois mois dans l'année. Avec une moyenne de 195 heures consacrées, la valorisation de l'énergie occupe 17 % du temps de travail des unités en cogénération.

Figure 59 : Répartition du temps de travail consacré à la méthanisation



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

4.4.2.2. Types d'intrants utilisés

La maîtrise des coûts des substrats est un facteur essentiel de la rentabilité d'une unité de méthanisation.

On distingue trois types de stratégies déployées par les agriculteurs :

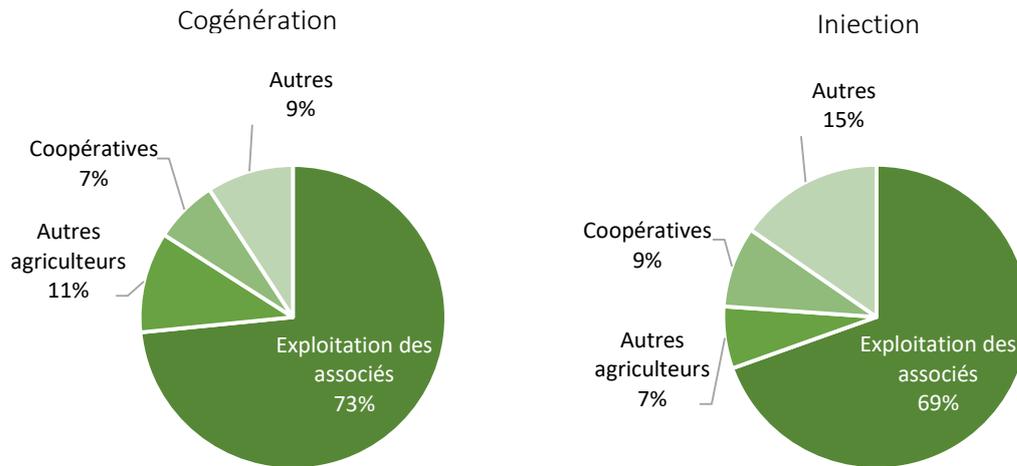
- Une recherche d'autonomie qui s'appuie essentiellement sur les effluents d'élevage issus des exploitations associées.
- Une recherche d'autonomie qui s'appuie davantage sur les matières végétales des exploitations ou en lien avec les partenaires de l'exploitation (CIVE, cultures principales, résidus de cultures, etc.)
- Une stratégie basée sur un recours accru aux déchets industriels venus de l'extérieur, plus méthanogènes, mais généralement plus coûteux. Certains exploitants bénéficient cependant d'intrants extérieurs à faible coût, notamment dans les régions où la pression sur les déchets est encore assez faible. La multiplication du nombre de méthaniseurs dans certaines régions a en effet contribué à l'augmentation du prix des déchets industriels, dans un contexte où les industriels cherchent à valoriser au mieux leurs déchets.

Les différentes catégories d'intrants valorisés en méthanisation sont les suivantes :

- **Les effluents d'élevage** : lisier de porc et de bovin, fumiers de porcs et de bovins, fientes de volaille, etc. Ces effluents ont un faible pouvoir méthanogène par rapport aux autres types de biomasse ; leur potentiel méthanogène varie en fonction de leur taux de matière sèche et composition. Les effluents contiennent de nombreuses bactéries qui permettent de stabiliser le milieu par rapport aux variations de pH.
- **Les résidus de cultures agricoles** : résidus de céréales et colza, pailles, semences déclassées, etc. Ces résidus ont un fort pouvoir méthanogène, notamment les pailles et les déchets de céréales. Facilement stockables, ils présentent une forte dégradabilité et facilitent ainsi la méthanisation. Les pailles de céréales sont cependant assez peu utilisées, car difficilement dégradables.
- **Les cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE)** : maïs, pois, orge, blé, sarrasin, sorgho, seigle, méteil, soja, etc. Il s'agit là de produire 3 cultures en 2 ans : deux cultures principales et une CIVE entre les deux. Ces cultures ont l'avantage de présenter un fort pouvoir méthanogène par rapport aux intrants issus de l'élevage. Toutes les cultures ne disposent pas des mêmes pouvoirs méthanogènes, et les producteurs arbitrent en fonction de différents critères (rendement, facilité d'incorporation, pouvoir méthanogène, risque en cas de sécheresse, etc.). On distingue les CIVE d'hiver (escourgeon, triticale, avoine, pois fourrager, etc.) et CIVE d'été (tournesol, sorgho, maïs, etc.).
- **Les cultures principales dédiées à l'énergie et l'herbe de prairie** : Depuis 2016, le taux d'incorporation des cultures principales est règlementairement limité à 15 % en moyenne sur 3 ans, afin d'éviter la concurrence de la méthanisation avec la vocation alimentaire des cultures.
- **Les déchets des industries agro-alimentaires (IAA) et de coopératives** : pulpes de pomme de terre et de betteraves, drèches d'orge et de brasserie, légumes de conserverie, mélasse, graisses d'abattoir, lactosérum, huile alimentaire, résidu de distillation etc. Ils présentent un pouvoir méthanogène intéressant, mais leur stockage peut être contraignant.
- **Déchets de collectivités et urbains** : graisses usagées, boues de stations d'épuration, biodéchets des ménages, pelouse et déchets verts, déchets de cuisines collectives, etc. Ces déchets peuvent être utilisés par des unités de type agricole, afin de diversifier le mix d'intrants. Elles permettent aussi d'offrir un débouché supplémentaire à la valorisation de ces déchets dans certains territoires.

Parmi les méthaniseurs interrogés, environ 70 % des intrants utilisés en cogénération et en injection proviennent des exploitations des associés. Les méthaniseurs en cogénération utilisent davantage d'intrants issus d'exploitations agricoles extérieures que les acteurs en injection. En revanche, les acteurs en injection ont davantage recours aux déchets industriels (15 %, contre 9 % en cogénération).

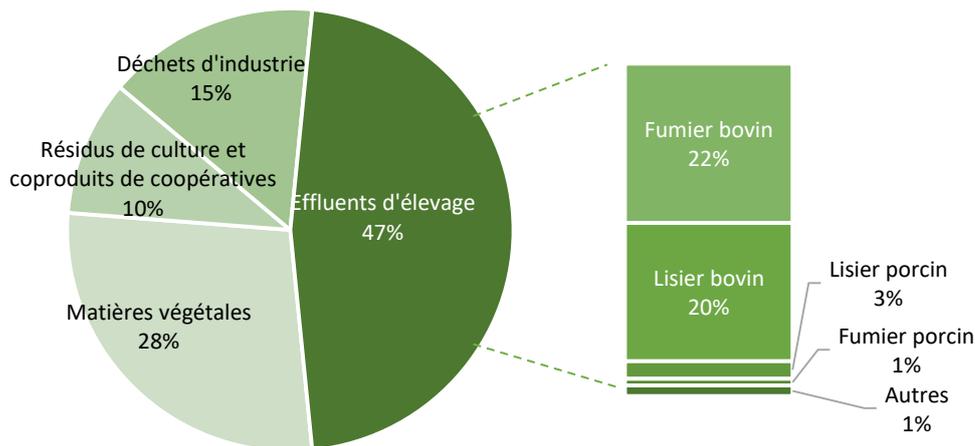
Figure 60 : Origine des intrants utilisés (répartition en volume)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les effluents d'élevage représentent près de la moitié des intrants utilisés par les acteurs interrogés. Près de 90 % des effluents proviennent des bovins, contre 8 % pour les porcins (lisier principalement), et 3 % pour les autres animaux (ovins, équins, volailles et lapins). Les matières végétales (cultures principales, herbe et CIVE) représentent près de 30 % des matières utilisées, tandis que les résidus de cultures (pailles, menues-pailles, issues de silos, etc.) représentent 10 % de la ration. Enfin, les déchets d'industrie représentent 15 % des matières intégrées au méthaniseur ; ils sont composés à 30 % de déchets des industries animales (industrie laitière et viande) et à 70 % des industries végétales (légumes, amidonnerie, brasserie, cidrerie, boulangerie, distillerie, sucrerie, etc.).

Figure 61 : Types d'intrants utilisés en méthanisation agricole à la ferme (% en volume)

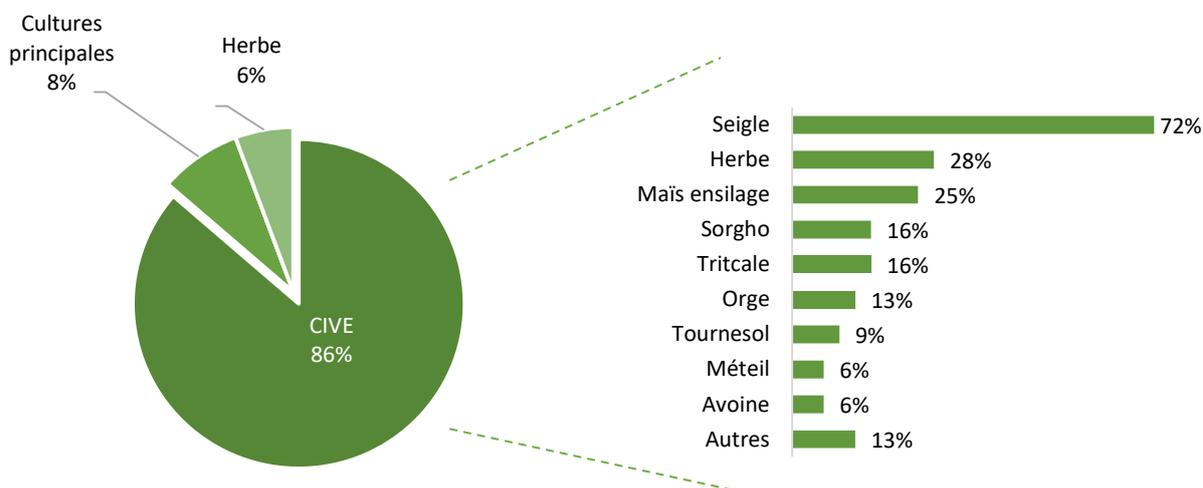


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les matières végétales cultivées pour la méthanisation sont essentiellement des CIVE. 58 % des méthaniseurs interrogés incorporent des CIVE dans leur méthaniseur ; parmi eux, 72 % utilisent du seigle ; un quart utilisent de l'herbe ensilée ou du maïs ensilage. Ce dernier est cependant plus fréquemment cultivé en culture principale. En CIVE, le sorgho, l'orge et le triticale sont utilisés par 10 à

20 % des agriculteurs interrogés, tandis que le tournesol, l'avoine et le méteil sont moins fréquents (moins de 10 % des agriculteurs interrogés). La catégorie « Autre » comprend la luzerne, l'escourgeon et les mélanges commerciaux de couvert.

Figure 62 : Matières végétales utilisées par les méthaniseurs (% en volume) et fréquence d'utilisation des CIVE (% en nombre d'exploitations)
(Plusieurs réponses possibles pour les CIVE)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les effluents d'élevage sont gratuits pour la plupart des méthaniseurs, qui utilisent soit les effluents des exploitations associées à l'unité, soit des effluents d'exploitations extérieures sur une base d'échanges biomasse-digestat.

La majorité des exploitants privilégient l'autonomie en intrants. Cependant, près d'un tiers des agriculteurs recherchent activement des intrants à l'extérieur, notamment des coproduits et déchets d'industrie agro-alimentaire végétale et des déchets industriels liquides (soupes de déconditionnement par exemple), qui sont très méthanogènes. Néanmoins, dans certaines régions, la pression sur les intrants très méthanogènes est importante, ce qui a généré une hausse des prix des matières premières disponibles. A titre d'exemple, les prix des issues de silos, disponibles auprès des coopératives a fortement augmenté sur les 5 dernières années.

4.4.2.3. Coûts de production des intrants

Coûts de production des CIVE.

Tableau 37 : Coût de production des CIVE (€/tMS ou €/tMB)

		CIVE d'hiver	CIVE d'été
Rendement	tMS/ha	6	5
	tMB/ha	28	24
Coût de production rendu silo	€/tMS	100	119
	€/tMB	23	26
Coût de revient global (y compris charges fixes)	€/tMS	161	218
	€/tMB	36,3	41,2

Source : AAMF d'après synthèse de données régionalisées des coûts de production des CIVE

Les coûts de production rendu silo des CIVE présentés ici incluent le coût des intrants (semences, engrais/digestat, produits phytosanitaires), les charges de mécanisation (dont amortissement, entretien et assurances) et la main d’œuvre. Le coût de revient global inclut en plus les coûts de stockage (estimés à 13,2 €/tMS, à partir d’un coût de construction de 60 €/m² amorti sur 10 ans), majorés par une perte au stockage de 5 % et une absence de récolte de CIVE une fois tous les cinq ans. En effet, en raison des aléas météorologiques, certaines années, les CIVE ne lèvent pas ou ne produisent pas suffisamment de biomasse (< 4 tMS/ha) pour pouvoir être récoltées de façon rentable. Afin de disposer d’un coût complet, ont également été intégrés les fermages, sur la base d’un coût moyen de 150 €/ha.

Le rendement des CIVE est le principal facteur influant sur les coûts de production : plus le rendement est élevé, plus le coût par tonne produite est faible. Le rendement dépend en grande partie de la date de récolte, qui est elle-même conditionnée par la date d’implantation de la culture suivante. Par exemple, sur un cycle CIVE seigle / culture principale maïs, plus la date de récolte du seigle (courant mai) sera tardive, plus la récolte d’ensilage de seigle sera importante. Cependant, elle va conditionner la date de semis du maïs, qui sera implanté plus tardivement, ce qui viendra grever son rendement. La variabilité des résultats est donc très forte : selon les pratiques des agriculteurs en matière de cycles de rotation, selon les types de CIVE, selon les dates d’implantation, et selon les conditions météorologiques.

Coûts des différentes matières premières utilisées

Figure 63 : Exemple de coûts des différentes matières utilisées par les unités de méthanisation

Matières	Coûts (€/tMB)
Fumier bovin litière accumulée	9,4
Fumier volailles de chair	32,9
Lisier bovins	4,9
Lisier porcs naisseur engraisseur	5,5
Fientes de volaille	54,9
Pulpes de betterave	20
Issues de silos de céréales	50
Paille de céréales	70
CIVE été	41
CIVE hiver	36

Source : Agrex Consulting d’après les enquêtes professionnelles, AAMF

Les coûts des différentes matières utilisées dans les unités de méthanisation sont très variables. Pour les effluents, la plupart des échanges se font « gratuitement », mais souvent en échange de digestat. Afin de disposer d’une comparaison avec les autres matières, les effluents ont été comptabilisés à leurs valeurs « agronomiques », sur la base des valeurs calculées dans l’étude de cas « effluents » du présent rapport. Il faut cependant garder à l’esprit que les compositions des effluents sont très variables (taux de matière sèche, taux de matière organique, etc), et donc leurs valorisations potentielles également. Les lisiers sont naturellement les effluents les moins chers, mais également les moins méthanogènes.

Localement, certaines matières font l’objet de pressions concurrentielles importantes. C’est le cas pour les issues de silos de céréales, qui étaient quasiment évacués gratuitement par les coopératives il y a 10 à 15 ans, mais l’intérêt des méthaniseurs pour cette matière fortement méthanogène a fait progressivement augmenter son prix. Une moyenne de 50 €/tMB a été retenue pour les années 2017-2021, mais les prix ont continué à progresser en 2022 et 2023. Les pulpes de betteraves sont également très demandées dans les régions où des sucreries sont implantées. Cependant, les sucreries sont souvent amenées à limiter les méthaniseurs, pour continuer à approvisionner les éleveurs, qui sont également de gros utilisateurs de pulpes surpressées en alimentation animale.

Pour comparer les différents produits entre eux, il convient de mettre en rapport les coûts de la valeur de la matière brute avec son potentiel méthanogène. Il est ainsi possible de calculer un coût au Nm³ de méthane (CH₄) produit. Cette approche est réalisée à titre de comparaison.

Figure 64 : Potentiel méthanogène de quelques matières utilisées en méthanisation

Matières	Pouvoir Méthanogène (Nm ³ CH ₄ /tMB)	Coût (€/Nm ³ CH ₄)
Fumier bovin litière accumulée	49,1	0,19
Fumier volailles de chair	121,2	0,27
Lisier bovins	23,4	0,21
Lisier porcs naisseur engraisseur	22,5	0,24
Fientes de volaille	182,6	0,30
Pulpes de betterave	95,3	0,21
Issues de silos de céréales	317,7	0,16
Paille de céréales	193	0,36
CIVE été	95	0,43
CIVE Hiver	95	0,38

Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles, Méthasim, AAMF

Le lisier et le fumier de bovin disposent d'un pouvoir méthanogène faible. Ils restent des matières relativement bon marché au Nm³ de CH₄ produit. Cependant, dans la mesure où leurs pouvoirs méthanogènes sont faibles, ils nécessitent un dimensionnement de cuve plus important, ce qui est coûteux en investissement. Les issues de silos de céréales, avec un pouvoir méthanogène très élevé, disposent également d'un faible coût au Nm³ de CH₄ produit, ce qui en fait une matière très recherchée. Le coût des CIVE est plus important (de l'ordre de 0,38 à 0,43 €/Nm³ CH₄).

4.4.2.4. Focus : l'usage de la silphie en méthanisation

La silphie perfoliée est une plante pérenne de la famille des Astéracées (au même titre que le tournesol), qui peut être cultivée sur plus de 15 ans. Elle est originaire des régions tempérées d'Amérique du Nord et est notamment cultivée dans le Nord-Est des États-Unis et au Canada, mais également en Allemagne depuis plus de vingt ans (plus de 10 000 hectares en Allemagne en 2022). Elle intéresse de plus en plus les agriculteurs français depuis une dizaine d'années, de par son rendement élevé (13 et 18 tMS/ha), et un pouvoir méthanogène comparable à celui du maïs. Elle est également utilisée en alimentation des bovins, ovins et caprins. En 2022, plus de 4 000 hectares de silphie, sont implantés dans 67 départements.

La silphie est semée entre fin avril et début juin. Les plants de silphie se développent très lentement, et aucune récolte n'est attendue la première année, ce qui incite les agriculteurs à l'implanter sous couvert de maïs. A partir de la deuxième année, 6 à 7 tiges par pied peuvent apparaître, et elles vont se multiplier d'année en année, avec jusqu'à 80 tiges par pied.

La silphie nécessite un apport d'engrais minéral au printemps, mais pas de traitement phytosanitaire, à l'exception d'un désherbage réalisé au moment des semis. La silphie, comme le miscanthus, ne nécessite aucun travaux durant la durée d'exploitation.

La silphie présente de nombreux avantages culturels : très résistante à la sécheresse, elle peut être immergée pendant 2 mois et demi. La plante participe également au maintien des écosystèmes : elle est extrêmement mellifère, de l'ordre de 150 kg de miel par hectare, en période où les abeilles manquent de nourriture (floraison intense de mi-juillet à fin septembre). De plus, la silphie peut être utilisée comme rempart anti-sanglier grâce à sa structure irritante et urticante.

La silphie est connue pour son coût très élevé au semis (entre 1 600 et 2 000 €/ha incluant l'engrais et le désherbage).

Pour la méthanisation, la silphie est ensilée une fois entre mi-août et fin septembre, pour un rendement de 15 à 20 tMS/ha. Le biogaz issu de silphie a une teneur en méthane comprise entre 51 et 55 %. Une production moyenne (entre 15 et 20 tMS) permet de générer près de 4 650 Nm³ de biogaz.

Il est possible de triturer la silphie pour en extraire la cellulose : on récupère entre 50 et 60 % de cellulose par tonne de matière sèche de silphie. La partie non-cellulosique contient 5 % de matière sèche seulement, mais avec 30 % de valeur méthanogène seulement en moins par rapport au produit brut de départ. Le fait de triturer la silphie permet d'en incorporer jusqu'à 40 % de la ration totale dans le méthaniseur (contre 15 % en culture principale) puisqu'elle a subi une étape de transformation et n'est plus considéré comme culture principale. Il est également possible de sécher la silphie pour l'utiliser en litière avant de méthaniser le fumier.

Pour un usage destiné à l'alimentation des bovins, la silphie doit être récoltée deux fois par an : d'abord en juin, puis fin septembre, pour un rendement de 14 tMS/ha. Si l'on attend le mois de septembre pour récolter, les tiges deviennent trop dures et sont moins appropriées en alimentation animale. La silphie apporte davantage de minéraux, de protéines et d'oligo-éléments que le maïs ; elle est en revanche moins riche en énergie. Elle peut ainsi être utilisée en complément de l'alimentation animale, pendant les périodes de canicule lorsque l'herbe a du mal à pousser en pâturage.

4.5. LES DIFFERENTS MODE DE VALORISATION DE LA METHANISATION

4.5.1. La valorisation de l'électricité et de la chaleur

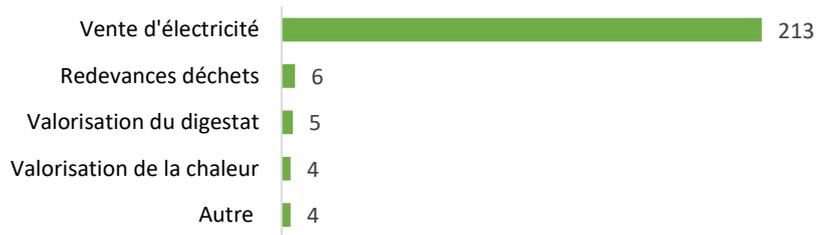
La vente d'électricité représente la majeure partie des recettes des unités en cogénération. Ces recettes dépendent du type de contrat et du tarif d'achat propre à chaque unité. Celui-ci dépend notamment de la date de mise en fonctionnement de l'unité, puisque depuis quelques années une dégressivité des prix a été mise en place. Certaines unités bénéficient en outre d'une prime « effluents d'élevage », variable en fonction du poids des effluents dans le tonnage total de substrat (le niveau de prime maximum est atteint quand l'unité fonctionne avec 60 % d'effluents d'élevage). Par ailleurs, le tarif de base est dégressif, il est plus important pour les plus petites unités.

Ainsi, 74 % des unités en cogénération bénéficient de la prime « effluent d'élevage » à taux plein. L'électricité génère ainsi une recette moyenne de 213 € / MWh. Les petites unités bénéficient d'un tarif légèrement plus élevé (220 €/MWh en moyenne), alors que les plus grandes unités affichent un tarif un peu plus bas (209 euros/MWh en moyenne), en lien avec la dégressivité des barèmes qui s'appliquent. A noter que les contrats d'électricité sont signés pour 20 ans dans la limite de 140 000 heures (soit en général, plutôt 17 ou 18 ans de fonctionnement sur un rythme normal).

Les unités de cogénération interrogées fonctionnent en moyenne 8 209 heures par an, sur 8 760 heures disponibles. En cogénération, la production perdue durant les heures d'arrêt ne peut être rattrapée ; les problèmes techniques occasionnent donc des pertes sèches pour les exploitants. 11,5 % des exploitations affichent des temps de fonctionnement moteur de moins de 7 000 heures, ce qui induit des problèmes de rentabilité pour l'unité. Il s'agit, soit de très petites unités (micro-méthanisation avec 20 à 30 kWé), soit d'unités en voies sèches. Dans 2/3 des cas, les agriculteurs évoquent des problèmes de disponibilité de matière. Plusieurs cas sont évoqués : soit les capacités de production de matière de l'exploitation ont été mal évaluées (effluents notamment), soit la très forte pression sur les intrants extérieurs limite les possibilités d'approvisionnement, pour des unités développées sur un modèle non autonome.

Toutes les autres unités affichent des temps de fonctionnement supérieurs à 8 000 heures. 65 % des entreprises disposent d'un temps de fonctionnement optimal (> 8 300 heures / an).

Figure 65 : Répartition des recettes moyennes des unités en cogénération (EUR/MWh)

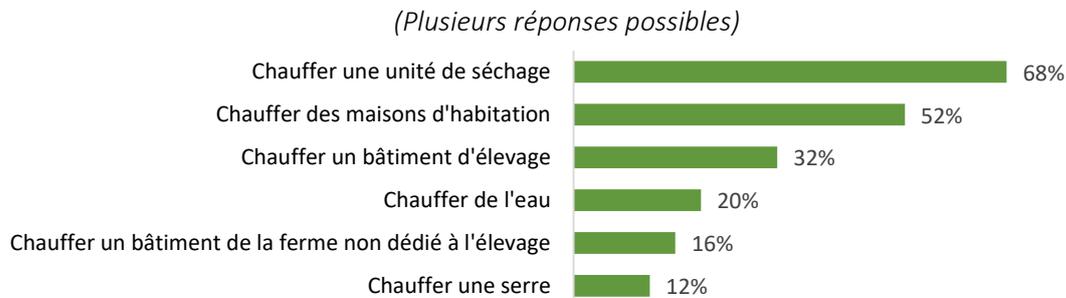


Source : APCA / ADEME d'après étude Prodiges 2022

*Redevance déchets : indemnité perçue par les unités de méthanisation pour le traitement de déchets d'IAA

La valorisation de la chaleur représente une faible part des recettes des unités (1,7 %). Si seules 8 % des unités en cogénération ne valorisent pas du tout la chaleur, une grande majorité ne la valorisent que partiellement. En moyenne, 62 % de chaleur est valorisée d'après les données issues de l'échantillon. Ainsi, seulement 16 % des unités arrivent à valoriser l'intégralité de la chaleur produite.

Figure 66 : Type de valorisation de la chaleur chez les acteurs en cogénération



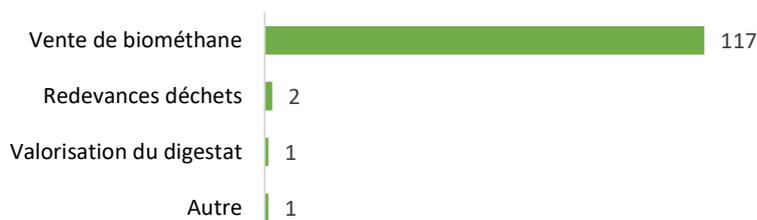
Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La principale valorisation de la chaleur est liée à la mise en place d'unités de séchage, cela concerne 68 % des acteurs en cogénération, principalement des séchoirs à grains, fourrages ou bois. Plus de la moitié des unités chauffent également une ou plusieurs maisons d'habitation extérieures à l'exploitation, et un tiers valorisent la chaleur en chauffant un bâtiment d'élevage sur leur exploitation (porcherie, salle de traite, atelier de transformation), tandis que 16 % chauffent des bâtiments non dédiés à l'élevage (atelier, bureaux). Le chauffage de serre représente un débouché minoritaire de valorisation de la chaleur (12 % des unités).

4.5.2. La valorisation du gaz naturel

Le biométhane représente la majeure partie des recettes des unités en injection. Le tarif de rachat du biométhane dépend de la date de signature du contrat, de la quantité injectée et de l'indice d'actualisation. Le contrat de vente de gaz est signé sur une durée plus courte (15 ans) que les contrats de vente d'électricité (20 ans). De plus, le tarif est également lié au mode d'approvisionnement de l'unité : lorsque les approvisionnements sont uniquement constitués de déchets, d'effluents ou de CIVE, le tarif est plus avantageux que pour les unités qui utilisent des cultures principales (dans tous les cas limitées à 15 % de la ration). Le biométhane est vendu en moyenne à 117 € / MWh PCS. Le tarif de vente suit une structure dégressive, qui profite aux petites unités, phénomène amplifié par le fait que celles-ci utilisent une proportion plus faible de cultures principales. Ainsi, le prix de vente moyen s'élève à 129 € / MWh PCS pour les petites unités (moins de 120 Nm³/h), tandis que le prix de vente pour les grandes unités s'élève à 107 € / MWh PCS (plus de 180 Nm³/h).

Figure 67 : Répartition des recettes moyennes des unités en cogénération (EUR/MWh é livré)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les unités en injection interrogées fonctionnent à 94 % de leur capacité maximale, en moyenne. En effet, les pertes dues à l'arrêt de l'unité peuvent être compensées par une augmentation ultérieure de la quantité de gaz injecté, un avantage non négligeable par rapport aux unités en cogénération. En effet, les tarifs réglementés étaient jusqu'en 2021, appréciés sur la base des quantités mensuelles injectées, laissant la possibilité à l'unité de compenser une sous-performance ponctuelle sur le même mois. A compter de 2021, l'appréciation des quantités injectées se fait sur une année complète, ce qui laisse encore plus de souplesse aux méthaniseurs. Les raisons évoquées pour un fonctionnement en sous-capacité sont de deux ordres : pour certaines unités, il s'agit d'une phase transitoire (unité surdimensionnée, limitée au démarrage par le tonnage d'intrants, pour rester dans le régime de la déclaration). En effet, Le régime de l'installation (autorisation, enregistrement ou déclaration) définit les règles à respecter pour l'installation et l'exploitation d'une unité de méthanisation. Les unités qui traitent moins de 30 tonnes/jour, soit près de 11 000 tonnes/an, ne sont soumises qu'au régime de déclaration. Au-delà de ce seuil, l'unité est soumise au régime de l'enregistrement, plus contraignants. De nombreux projets ont été développés en deux phases (démarrage sous le régime de la déclaration, puis augmentation de puissance suite à la finalisation de la procédure d'enregistrement). Pour d'autres unités, les possibilités d'injection sont limitées pendant les mois d'été (besoins du réseau plus faible), alors qu'elles fonctionnent à plein pendant l'hiver.

4.5.3. Les redevances « déchet »

Les redevances déchets peuvent contribuer à une part importante des recettes connexes des unités de méthanisation. Elles représentaient sur la période étudiée de 2017-2021 environ 2,5 % des recettes de l'unité, soit 6 € / MWh livré. Il s'agit de rémunérer le service offert par les unités de méthanisation, et notamment d'absorber ponctuellement des lots déclassés, dont l'industriel doit se débarrasser rapidement (pas de capacité sur site). Les exploitants évoquent le fait que ces pratiques sont de plus en plus rares. La perception de redevances déchet est plus fréquente en cogénération qu'en injection (33 % des unités contre 22 % en injection), avec un montant généralement plus élevé. En moyenne, sur les années 2017-2021, les recettes générées par les redevances permettent de faire passer le coût des substrats en cogénération de 35 €/MWh livré à 26 €/MWh livré, et de 22 à 19 €/MWh PCS livré en injection. Si les agriculteurs utilisant des déchets des IAA sont confiants concernant la pérennité des gisements de déchets locaux, ils redoutent la montée de la concurrence à l'échelle locale et donc la baisse des redevances. Plusieurs agriculteurs interrogés percevaient auparavant une redevance sur certaines matières et doivent désormais payer pour acheter les déchets. Pour éviter de payer certains déchets, certains agriculteurs participent désormais au transport.

4.5.4. La valorisation du digestat

69 % du digestat produit est épandu chez les porteurs de projet, tandis que le reste est épandu chez d'autres agriculteurs dans le cadre de plans d'épandage. Dans la plupart des cas, le digestat est donné aux autres agriculteurs en échange d'effluents d'élevage, avec éventuellement une participation au coût de transport et d'épandage ; dans certains cas le digestat est cédé gratuitement et la gestion de l'épandage revient intégralement à l'agriculteur concerné. Aucun agriculteur interrogé ne vend du

digestat à un négoce : les agriculteurs pointent le manque d'information disponible sur la réglementation des négoce et les longues démarches à entreprendre pour obtenir l'agrément de vente.

Le digestat peut être épandu sous sa forme brute, ou bien faire l'objet d'une séparation de phase, et dans ce cas l'unité dispose d'un digestat « solide », à environ 25 % de matière sèche, et d'un digestat « liquide » moins concentré en matière sèche (6,2 %) que le digestat initial (7,2 %).

49 % des agriculteurs interrogés disposent d'un séparateur de phase et obtiennent du digestat liquide et solide ; les autres n'obtiennent que du digestat brut. Sur l'ensemble des unités interrogées, les volumes de digestat se répartissent de la façon suivante : 10 % de solide et 90 % de digestat liquide.

En prenant pour prix de référence moyen les cotations des chambres d'agriculture sur 5 ans 0,87 € pour l'unité d'azote, 0,84 € pour l'unité de phosphore et 0,57 € pour l'unité de potassium, la valeur agronomique du digestat liquide peut être évaluée à 8,9 € / tMB, contre 10,6 € / tMB pour le digestat solide. Il faut cependant tenir compte des pertes par volatilisation, qui peuvent être importantes, en fonction des conditions d'épandage.

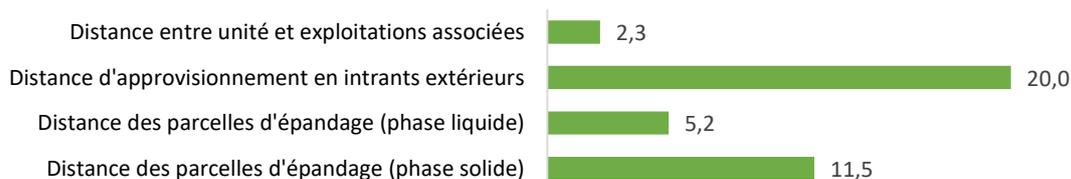
Les agriculteurs ont largement pris conscience des problèmes de volatilisation liés au digestat, et utilisent pour la plupart des matériels permettant de limiter les pertes d'azote ammoniacal. Les systèmes à buses palette ou rampe à buse sont désormais rares. L'épandage avec système à pendillards est largement développé (70 à 80 % des unités), il permet d'épandre le digestat au plus près du sol et de limiter la volatilisation. Les enfouisseurs à disques se développent également. Par ailleurs, de nombreuses unités (20 %) ont également adopté un système d'épandage sans tonne (l'épandeur est raccordé au stockage via un tuyau), pour les parcelles situées à proximité des zones de stockage. Ce système permet de pouvoir intervenir plus tôt dans la saison, et limite la logistique.

4.6. LES FACTEURS INFLUENCANT L'INSTALLATION OU L'EXPLOITATION D'UNE UNITE DE METHANISATION

4.6.1. Les facteurs logistiques

La situation géographique de l'unité joue un rôle majeur dans l'efficacité de son fonctionnement quotidien : si l'isolement peut être un avantage pour les grandes unités qui souhaitent éviter des conflits de voisinage, l'éloignement par rapport aux exploitations agricoles induit des coûts logistiques supplémentaires (pour la récolte de CIVE ou cultures principales et l'épandage du digestat). 60 % des unités interrogées sont situées sur le site d'une exploitation associée ; c'est le cas notamment pour les unités de cogénération associées à une exploitation agricole. Les autres sites se trouvent généralement à moins de 10 km des exploitations associées. Lorsque plusieurs entreprises agricoles s'associent, un compromis doit être trouvé pour l'implantation du site, et les exploitants arbitrent entre la distance avec les exploitations partenaires et l'environnement proche pour éviter les risques de conflit avec les riverains. Pour les unités qui s'approvisionnent en intrants extérieurs, une attention particulière est également portée à l'accessibilité et la sécurité du site, notamment vis-à-vis du trafic routier.

Figure 68 : Distances moyennes entre le site d'implantation, les exploitations associées et les parcelles d'épandage (en km)

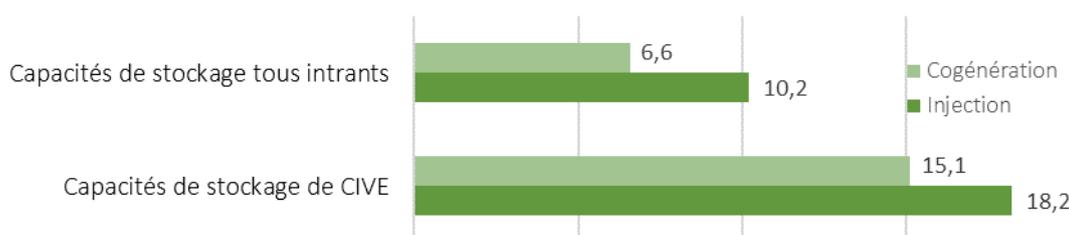


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La distance moyenne pour l’approvisionnement en intrants extérieurs s’élève à 20 km. Cette moyenne cache des disparités : les effluents d’élevage sont généralement fournis par des agriculteurs voisins très proches de l’unité. En revanche, l’approvisionnement en déchets et coproduits industriels se fait sur des distances un peu plus longues (parfois plusieurs dizaines de km). La distance moyenne des parcelles utilisées pour l’épandage du digestat est de 5,2 km pour la phase liquide et 11,5 km pour la phase solide. Les exploitants équipés en installations de séparation de phase disposent d’une proportion de digestat solide qu’ils peuvent épandre sur leurs parcelles les plus éloignées ou céder à des voisins sans pour autant engendrer des coûts logistiques trop importants. Le digestat liquide est quant à lui réservé aux parcelles les plus proches. Certaines unités de méthanisation optimisent la logistique avec un épandage par réseau de canalisation enterré, et évitent ainsi le transport du digestat, ou bien sont équipés d’épandeurs sans tonne. Ces configurations sont néanmoins encore peu fréquentes.

Les capacités de stockage d’intrants varient sensiblement selon la configuration des unités : alors que certaines travaillent en flux tendu, d’autres disposent des silos nécessaires pour assurer jusqu’à deux années de stock. La capacité de stockage moyenne pour l’ensemble des unités interrogées est de 8 mois pour l’ensemble des intrants et 17 mois pour les CIVE. Les agriculteurs indiquent généralement que des capacités de stockage d’un an sont idéales pour l’exploitation d’une unité de méthanisation. Cependant, les exploitants s’assurent de disposer d’un stock « d’avance » pour les CIVE, particulièrement efficace pour maintenir la ration du méthaniseur en cas d’année de sécheresse. On note une différence assez marquée entre les exploitations de cogénération (6,6 mois de stock en moyenne) et d’injection (10,2 mois de stock en moyenne).

Figure 69 : Capacités moyennes de stockage des unités de méthanisation (nombre de mois)

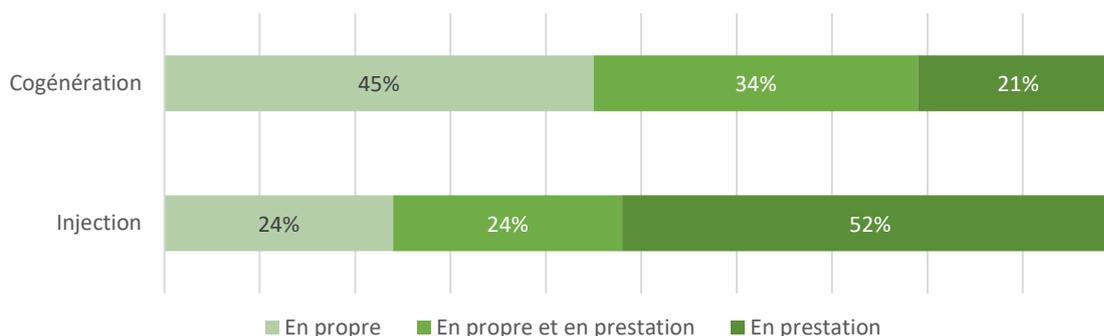


Source : Agrex Consulting d’après les enquêtes professionnelles

Les différences de politique de stockage s’expliquent par la diversité des intrants utilisés et des modes d’approvisionnement. Par exemple, certaines unités récupèrent le fumier auprès d’agriculteurs voisins en flux tendu, et n’assurent pas elles-mêmes le stockage de la matière. Par ailleurs, certaines unités s’approvisionnent auprès d’industriels agroalimentaires, avec des apports réguliers de matières incorporées dans le méthaniseur au fur et à mesure des livraisons. Cependant, l’approvisionnement auprès d’industriels nécessite généralement des plateformes de réception et de stockage importantes : l’objectif est de pouvoir réceptionner la matière quand l’industriel a besoin d’évacuer ses déchets, et d’en assurer le stockage.

En raison du grand nombre d’heures consacrées à l’épandage, près de la moitié des unités ont recours à des prestations externes pour l’épandage du digestat. Le recours à la prestation pour l’épandage de digestat est plus répandu chez les acteurs en injection qu’en cogénération, puisque le volume de digestat produit par méthaniseur est beaucoup plus important. Le prix moyen d’une prestation d’épandage est de 3,6 € / m³ hors transport, et 7,2 € / m³ avec le transport.

Figure 70 : Recours à des prestataires externes pour l'épandage (% en nombre d'exploitations)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

4.6.2. Les facteurs agronomiques

4.6.2.1. Modification de l'assolement / système d'exploitation

L'approvisionnement d'une unité de méthanisation en matière végétale a conduit certains exploitants à modifier les assolements sur les exploitations associées. Les modifications constatées sont principalement dues à l'introduction des CIVE, dont la récolte peut empiéter sur le début du cycle cultural de la culture principale qui précède ou qui suit la CIVE. Les modifications les plus fréquemment évoquées par les exploitants interrogés sont le remplacement de cultures céréalières (blé notamment) par des céréales à cycles plus courts (escourgeon, seigle ou orge), plus adaptées à un ensilage précoce (avril / mai). Ainsi, une fois récoltée, la CIVE à cycle court laisse la possibilité à l'exploitant d'enchaîner avec une 2^{ème} culture (exemple : sorgho, tournesol ou maïs ensilage/grain). Les modifications d'assolement constatées chez les agriculteurs méthaniseurs concernent généralement de faibles proportions de surface et impactent peu l'organisation de l'exploitation. 44 % des agriculteurs interrogés indiquent avoir introduit des CIVE sans modification de l'assolement.

Globalement, on note des réductions de surfaces en colza, blé tendre, et des emblavements plus importants en seigle, escourgeon, tournesol, sorgho. Peu de modifications semblent concerner les prairies.

Figure 71 : Modifications de l'assolement liées à l'exploitation d'une unité de méthanisation



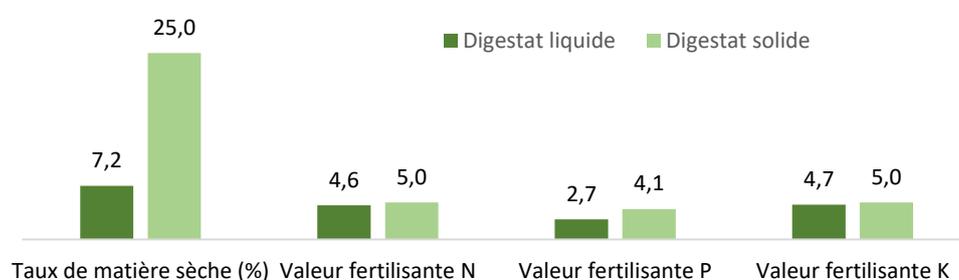
Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Pour les agriculteurs en polyculture-élevage, seul un répondant a indiqué que la modification de l'assolement a eu un impact négatif sur le cheptel (réduction du nombre de têtes). D'autres agriculteurs ont indiqué que l'introduction de nouvelles matières végétales pour la méthanisation leur a permis de produire davantage de fourrage et de revoir l'alimentation de leur cheptel. La culture de matières végétales pour la méthanisation peut ainsi accroître l'autonomie des exploitations au regard de l'approvisionnement en fourrage.

4.6.2.2. Avantages agronomiques du digestat

Le digestat conserve les éléments fertilisants azote (N), phosphore (P), potassium (K) et les oligo-éléments contenus dans la matière introduite dans le méthaniseur. Cependant, certains éléments se minéralisent au cours du processus de méthanisation. L'essentiel de l'azote est donc présent dans le digestat sous forme ammoniacale (NH_4), ce qui le rend plus facilement assimilable par les plantes. En revanche, la forme ammoniacale est très volatile, et cet aspect doit être pris en compte. Le digestat permet aux exploitants de réaliser un apport complet en nutriments (N, P, K, calcium, magnésium), qui vient en remplacement – total ou partiel – des engrais chimiques sur leurs exploitations. Par rapport au compost, le digestat est moins riche en matière organique, mais plus riche en azote et donc permet une meilleure croissance des cultures. Avec une dose moyenne d'épandage de 29,5 m³/ha chez les acteurs interrogés, le digestat liquide permet d'apporter 136 unités d'azote, 80 unités de phosphore et 139 unités de potassium par hectare. A noter que la composition du digestat liquide est variable, et très dépendante des intrants utilisés par l'unité de méthanisation. Les valeurs fertilisantes apportées se rapprochent cependant de celles d'un lisier.

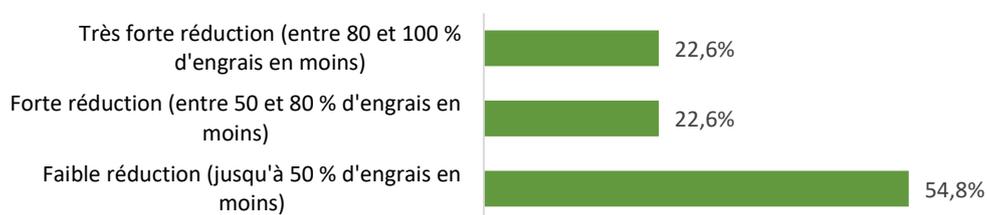
Figure 72 : Taux de matière sèche (%) et valeur fertilisante des digestats liquide et solide



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

L'ensemble des agriculteurs interrogés ont indiqué utiliser moins d'engrais minéraux grâce à l'épandage du digestat sur leurs cultures. Les réductions de besoins en engrais chimiques varient fortement en fonction de la quantité de digestat disponible et le besoin en intrants des cultures de l'exploitation : ainsi, les agriculteurs ont rapporté une baisse de consommation d'engrais chimique allant de 15 % à 100 % sur l'ensemble de l'échantillon enquêté. Les professionnels rapportent surtout une baisse des besoins en phosphore et potasse, tandis que les besoins en azote sont moins facilement couverts par le digestat. Ainsi, l'apport d'engrais azotés reste souvent nécessaire.

Figure 73 : Réduction des besoins en engrais minéraux chez les agriculteurs méthaniseurs



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

60 % des agriculteurs qui appliquent du digestat sur leurs cultures depuis plusieurs années constatent une amélioration des rendements : lorsque le digestat est appliqué dans des conditions optimales, il peut permettre un gain de rendement de l'ordre de 10 %, notamment sur les cultures céréalières (blé, maïs). 40 % des agriculteurs ne constatent pas d'amélioration de leur rendement, mais certains d'entre eux notent une amélioration de la qualité nutritive des sols qui permet une meilleure croissance des plantes

au début du cycle cultural, notamment lorsque le digestat est épandu avant le semis sur les cultures céréalières.

De plus, l'épandage du digestat sur les cultures dédiées à la méthanisation offre la possibilité aux agriculteurs d'entrer dans un cycle de production autonome. Chez les agriculteurs interrogés, l'épandage du digestat sur les cultures dédiées à la méthanisation (cultures principales ou CIVE) représente en moyenne 27 % de l'épandage total réalisé sur les exploitations associées à la méthanisation.

Figure 74 : Nuage de mots – Réduction des besoins en engrais



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

4.6.3. Les facteurs humains

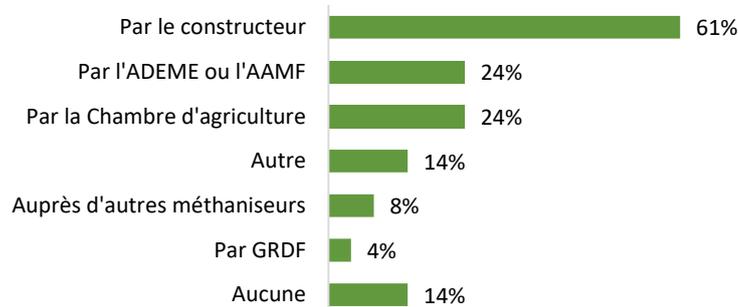
4.6.3.1. *Formation et temps de montée en compétences*

La gestion d'une unité de méthanisation s'avère complexe, et les exploitants qui mettent en place un projet d'unité doivent se former, à la fois sur le fonctionnement de l'unité (maintenance, réparation, entretien courant, adaptation de la ration), sur la sécurité, et sur les aspects réglementaires et administratifs. Le métier d'exploitant d'une unité de méthanisation est très différent de celui d'agriculteur.

Les exploitants des unités de méthanisation peuvent bénéficier de plusieurs types de formation, qu'ils suivent pendant la phase de montage du projet ou au cours des premières années d'exploitation. Plus de 60 % des exploitants ont bénéficié d'une formation par le constructeur de l'unité ; néanmoins, plus de 50 % d'entre eux n'ont pas complété cette initiation par une autre formation. 24 % des exploitants ont reçu une formation par l'ADEME ou l'AAMF, et 24 % par la Chambre d'agriculture, généralement en complément de la formation par le constructeur. Enfin, 14 % des agriculteurs indiquent n'avoir reçu aucune formation, tandis que 8 % se sont formés auprès d'autres agriculteurs méthaniseurs. Le temps de formation moyen est de 13 journées pour les associés, avec un maximum de 216 jours (formation

longue incluant un stage dans une exploitation de méthanisation). La majeure partie des agriculteurs (57 %) ont néanmoins reçu une formation courte (entre 0 et 4 jours).

Figure 75 : Type de formation reçue par les associés
(Plusieurs réponses possibles)

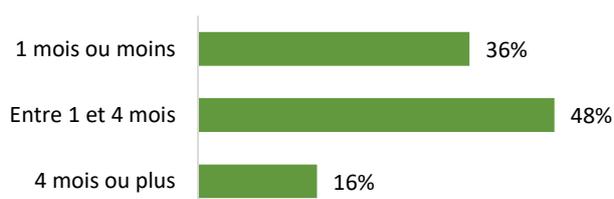


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

70 % des salariés des unités enquêtées ont également bénéficié de formations. 28 % ont reçu la même formation que les associés, généralement une formation par le constructeur complétée par une formation en Chambre d'agriculture ou auprès de l'AAMF. Près de 20 % ont bénéficié d'une formation relative à la technique, à la sécurité et/ou à la biologie et la maintenance, tandis que 17 % des salariés ont été formés en interne par un associé de l'exploitation. Le temps de formation moyen des salariés est sensiblement moins élevé que celui des associés : 4 jours en moyenne, avec un maximum de 20 jours de formation.

Une unité de méthanisation atteint rarement sa puissance maximale dès la mise en route. Le temps de montée en compétences équivaut au temps nécessaire pour atteindre la puissance maximale après la mise en service de l'unité. Le temps moyen de montée en compétence est de 3 mois pour l'ensemble des unités de méthanisation enquêtées. Il est de 2,6 mois pour les unités de cogénération et de 3,5 mois pour les unités d'injection. Le temps de montée en compétence pour les exploitants n'ayant reçu aucune formation préalable est de 5,3 mois. La plupart des agriculteurs interrogés affirment qu'ils n'ont maîtrisé tous les aspects de la méthanisation qu'au bout de plusieurs années d'exploitation.

Figure 76 : Temps de montée en compétences après mise en route de l'unité



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

4.6.3.2. Conflits entre associés et avec le voisinage

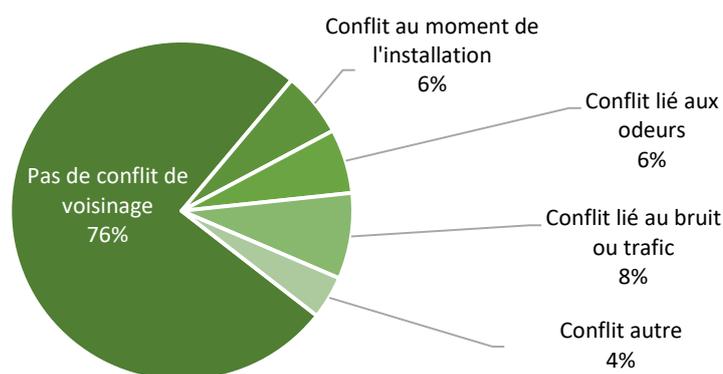
Compte tenu des investissements importants, les exploitants doivent souvent se regrouper pour monter un projet de méthanisation. Ainsi, 68 % des unités interrogées correspondent à des associations de plusieurs exploitations agricoles. Si le regroupement peut être nécessaire, à la fois pour assurer l'assise financière suffisante, mais également pour assurer une autonomie en approvisionnement du méthaniseur en intrants agricoles, ces associations peuvent être sources de conflits. Les conflits concernent 18 % des unités, principalement celles qui sont associées à de grandes exploitations (> 1 000 ha). Les conflits entre associés sont plus fréquents lorsque la performance visée n'est pas atteinte et que

le site rencontre des difficultés techniques et/ou financières. La répartition des astreintes le week-end, et plus généralement, la répartition des tâches sont également des sources de tensions.

Par ailleurs, 24 % des agriculteurs méthaniseurs interrogés rapportent connaître ou avoir connu des conflits avec le voisinage. Une part importante des tensions a eu lieu au moment de l'implantation de l'unité (6 % des agriculteurs interrogés) ; ces conflits se sont généralement dissipés après la mise en service des unités. La communication avec les riverains et les élus locaux en amont de la mise en place de l'unité est primordiale. Certains projets ne voient pas le jour, compte tenu de l'environnement trop hostile. Pour d'autres, les exploitants sont obligés d'adapter le projet (choix du site, dimensionnement, etc.) pour répondre aux attentes de la population locale.

Cependant, des conflits avec le voisinage peuvent persister après la mise en place de l'unité de méthanisation. Ceux-ci sont le plus souvent liés aux odeurs (6 % d'agriculteurs concernés), notamment lors du stockage des intrants. En revanche, les agriculteurs ne relèvent pas de problèmes liés à l'épandage du digestat, qui est moins odorant qu'un épandage de fumier ou de lisier. Les conflits liés au bruit ou au trafic routier pour l'approvisionnement de l'unité ont concerné 8 % des agriculteurs. Enfin, 4 % des méthaniseurs ont connu des conflits « autres » avec leur voisinage, qu'ils décrivent généralement comme injustifiés. À noter qu'aucun conflit n'a été recensé concernant l'aspect visuel des unités de méthanisation.

Figure 77 : Présence de conflits avec le voisinage



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

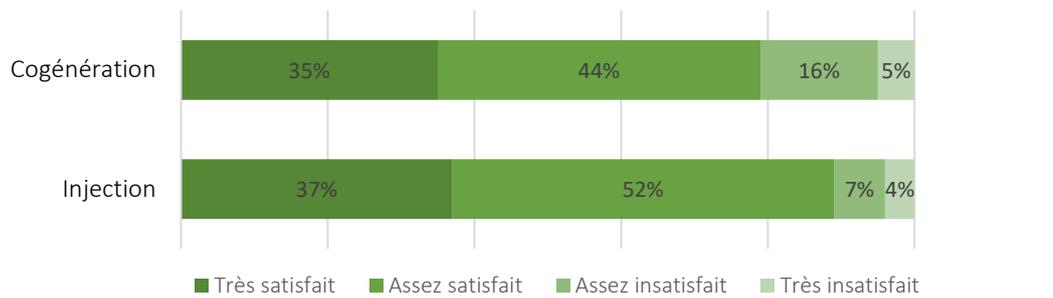
Ainsi, les facteurs humains ont un impact important sur la concrétisation des projets, mais également sur la viabilité et la rentabilité des projets : la formation, l'entente entre associés, la réactivité des associés en cas de panne jouent sur les résultats financiers. Il faut noter que quelques jours d'arrêt peuvent se traduire par des pertes en chiffres d'affaires très conséquentes (quelques dizaines voire quelques centaines de milliers d'euros).

4.6.4. Les facteurs financiers

4.6.4.1. Rentabilité des unités de méthanisation

79 % des exploitants d'unités de cogénération se déclarent très satisfaits ou assez satisfaits des résultats économiques de leur unité, contre 89 % des exploitants d'injection. Ces résultats traduisent les performances moyennes des unités : globalement, la rentabilité des unités d'injection s'avère légèrement supérieure à celle des unités de cogénération.

Figure 78 : Satisfaction des agriculteurs de leurs performances économiques



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

8 % des entreprises interrogées affichent des résultats déficitaires. Il s'agit soit d'unités de cogénération, soit d'unité d'injection de petite taille (< 80 Nm3). Les causes évoquées sont souvent des problèmes techniques ou un manque d'intrants qui conduit à un fonctionnement de l'unité en sous-capacité. Cependant, dans la majorité des cas, les résultats des exploitations sont bons.

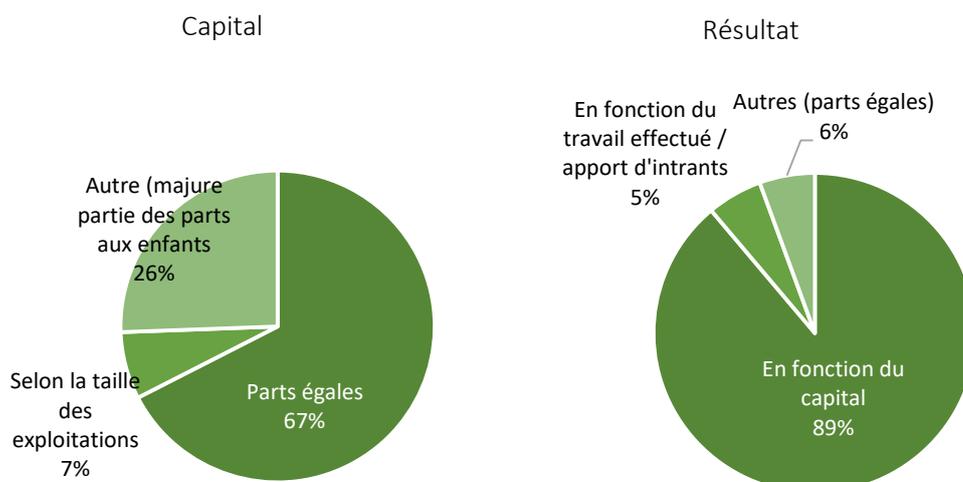
L'inflation de l'année 2022 a entraîné une augmentation du coût des substrats d'environ 20 % et une hausse du prix de l'électricité d'environ 50 %, ce qui a réduit considérablement la rentabilité des unités. Néanmoins, les tarifs de rachat du gaz et de l'électricité, même s'ils sont contractualisés, sont indexés ce qui a permis aux unités de bénéficier d'une hausse de recettes en 2022. L'indexation des tarifs ayant lieu une fois par an, les unités ont dû faire face à des besoins de trésorerie importants, pendant la période où les charges de fonctionnement avaient augmenté, alors que les tarifs n'avaient pas encore été revus à la hausse.

Les investissements pour la construction de l'unité de méthanisation sont conséquents : ils pèsent pour respectivement 43 % des charges annuelles en cogénération et 33 % en injection. Compte tenu des montants d'investissement moyens engagés lors de la construction (respectivement 1,6 million d'euros en cogénération, et 4,5 millions en injection), les projets sont en général développés par des exploitations ayant une certaine solidité financière. Les banques demandent souvent des apports en fonds propres de l'ordre de 20 à 30 % du montant de l'investissement. Le niveau de subvention important de certains projets (plus de 20 % pour certains) a contribué à l'assise financière de départ des unités de méthanisation sur la dernière décennie. Il faut cependant noter que les subventions ont eu tendance à diminuer depuis 2019, dans un contexte où les montants d'investissement suivent la tendance inverse.

La durée moyenne du financement bancaire principal s'établit à 13,3 ans pour les acteurs interrogés. Ce financement concerne généralement l'ouvrage de maçonnerie du digesteur, ainsi que les équipements principaux. La durée du prêt principal est plus importante pour les unités de cogénération (13,6 ans) que pour les unités d'injection (12,9 ans). La durée moyenne des financements bancaires secondaires est de 8,4 années ; il concerne principalement le moteur et les équipements secondaires. Le temps de retour sur investissement est estimé en moyenne à 10,2 années en cogénération et à 8,8 années en injection, ce qui explique la nécessité de retenir des durées de prêt légèrement plus longues en cogénération, pour garder une marge de sécurité en cas de problème.

La répartition du capital entre les associés peut prendre plusieurs formes : dans la plupart des cas (67 %), le capital est réparti à parts égales entre les associés, mais dans 7 % des cas, la répartition suit la taille des exploitations associées. Un quart des exploitations ont adopté une répartition « autre » du capital ; il s'agit généralement d'exploitations familiales qui accordent une majeure partie des parts aux enfants. Dans 90 % des unités, la répartition du résultat entre les associés suit celle du capital ; seules 5 % des exploitations répartissent le résultat selon le temps de travail fourni ou la quantité d'intrants apportés par chaque associé. Quelques exploitations ont choisi un mode de répartition « autre » du résultat, à savoir une répartition à parts égales, alors que la répartition du capital est inégale.

Figure 79 : Répartition du capital et du résultat entre les associés



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

4.7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

4.7.1. Marge nette des unités de méthanisation

Figure 80 : Détail des recettes et charges moyennes des unités

Postes de charges		Cogénération		Injection	
		€/MWhé livré	K€/unité	€/MWh PCS livré	K€/unité
Recettes	Électricité	213	487	-	-
	Vente de biométhane	-	-	117	1 498
	Redevances déchets	6	14	2	26
	Chaleur	4	9	-	-
	Digestat	5	11	1	13
	Autres recettes	4	9	1	13
	Total recettes	232	530	121	1 550
Charges	Travail	15	34	6	77
	Charge d'exploitation	94	215	54	692
	Charge d'investissement	81	185	30	384
	Total charges	190	434	90	1 153
Marge	Marge nette globale	42	96	31	397
	Marge sur électricité ou biométhane	23	53	27	345

Source : APCA / ADEME d'après étude Prodiges 2022

La marge présentée ici intègre les charges d'investissement (annuités), mais s'entendent avant impôt et charges sociales.

En cogénération, la marge moyenne atteint 42 € / MWh électrique livré. Cette marge varie sensiblement selon la taille des unités : les petites unités (< 140 kW) réalisent en moyenne une marge de 20 € / MWh électrique livré, tandis que les grandes des unités (> 300 kW) présentent une marge de 43 € / MWh électrique livré. Les unités de taille intermédiaire (140 à 300 kW) réalisent la plus forte marge, avec 50 €

/ MWh électrique livré. A noter que sans la subvention accordée aux unités de cogénération, la marge moyenne serait réduite de 25 € / MWh électrique livré.

Ainsi, la marge moyenne d'une unité de méthanisation de cogénération atteint 96 000 €, mais cette moyenne cache de fortes différences entre exploitants, certains affichant des marges négatives (-200 000 €) et d'autres des résultats exceptionnels (jusqu'à plus de 500 000 € de marge). On observe également une grande dispersion pour des unités de même puissance.

Si en moyenne 53 000 € de marge sont générés par la seule vente d'électricité, et que les recettes connexes (redevance déchet, valorisation du digestat, etc.) représentent une très faible part du chiffre d'affaires, celles-ci pèsent finalement beaucoup dans la marge globale des unités de cogénération (40 %). Ces résultats montrent à nouveau l'enjeu pour les unités de cogénération de pouvoir valoriser au mieux la chaleur produite sur le site.

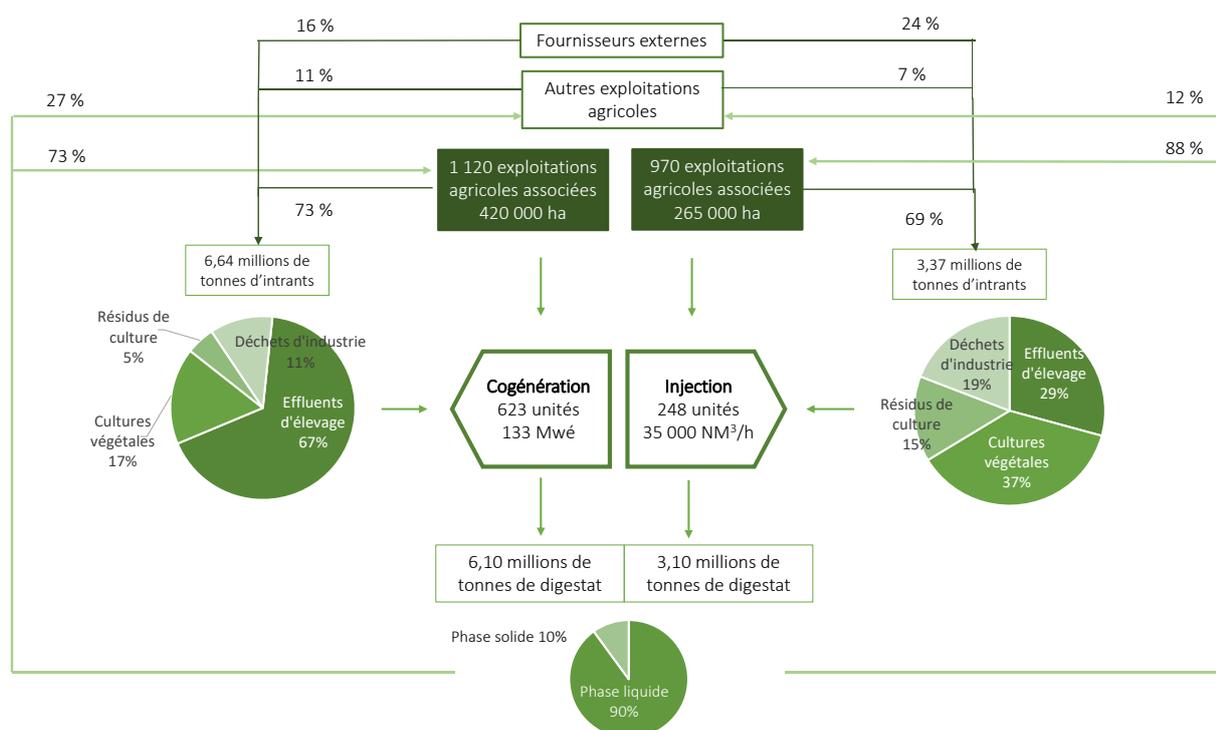
La marge annuelle d'une unité de cogénération correspond en moyenne à 5,1 % de l'investissement initial, avec la encore de très fortes disparités d'un site à l'autre.

Les unités d'injection réalisent une marge nette moyenne de 31 € / MWh PCS injecté. Là encore, on observe une forte disparité dans les marges des différentes unités : de - 11 € à 70 € / MWh PCS injecté. Les unités de taille moyenne génèrent la moins bonne marge en raison de la sous-production d'un certain nombre d'unités de cette catégorie de taille. A noter que sans la subvention accordée aux unités d'injection, la marge moyenne serait réduite à 25 € / MWh PCS.

Ainsi, la marge moyenne par unité atteint près de 397 000 € par unité, mais présente des valeurs extrêmes (de - 139 000 € à + 988 000 €). La vente de biométhane génère la majeure partie de la recette. Les produits connexes (vente de digestat, redevances déchets, etc.) contribuent à hauteur de 30 % de la marge nette globale. La marge annuelle d'une unité d'injection correspond en moyenne à 9,5 % de l'investissement initial, ce qui permet aux unités d'injection d'afficher un meilleur retour sur investissement que les unités en cogénération.

4.7.2. Schéma de synthèse de la filière

Figure 81 : Schéma de synthèse de la filière méthanisation au 31/12/2021



Source : Elaboration Agrex Consulting

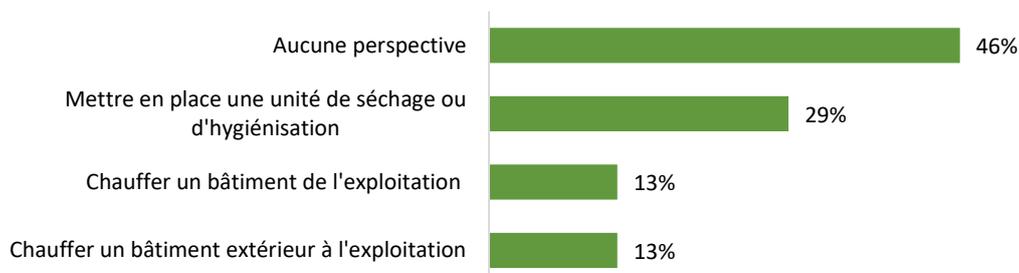
Sur la base des données de l'échantillon, on estime que les 870 unités de méthanisation à la ferme françaises s'approvisionnent auprès d'environ 2 100 exploitations associées, qui couvrent plus de 680 000 hectares. Les besoins des méthaniseurs en matières premières sont d'un peu moins de 10 millions de tonnes, qui proviennent en grande partie des exploitations associées, mais aussi des autres acteurs du territoire local (agriculteur voisin, coopératives partenaires, ou site IAA). Les unités génèrent ainsi environ 9 millions de tonnes de digestat, qui retourne au sol, principalement sur les exploitations associées, mais également leurs proches voisins.

4.7.3. Perspectives pour les unités de méthanisation

Seules 13 % des unités interrogées en 2023 avaient une perspective d'agrandissement à moyen terme. De nombreuses unités ont déjà procédé à une augmentation de puissance (46 %) et estiment avoir atteint la taille d'unité optimale, tandis que de nombreux agriculteurs visent avant tout l'autonomie : un agrandissement supplémentaire les obligerait à s'approvisionner en intrants externes. D'autres agriculteurs envisagent des investissements d'amélioration/optimisation de l'unité (couverture de stockage, valorisation de la chaleur, etc.), ce qui limite leur capacité financière pour envisager un agrandissement. Enfin, plusieurs agriculteurs évoquent un manque de place comme facteur limitant.

La crise de l'énergie a bouleversé la répartition des charges des unités depuis début 2022. L'inflation a largement contribué à l'augmentation des coûts de production des méthaniseurs, tout particulièrement des coûts d'intrants et d'électricité. Nombre d'entre eux espèrent une nouvelle réévaluation du tarif de rachat de l'électricité ou du gaz. Parmi les acteurs en cogénération, la moitié des répondants s'attendent à une réévaluation du tarif de rachat de l'électricité afin de compenser en partie ou totalement l'augmentation des charges d'exploitation liées à l'inflation. Les attentes concernant l'évolution du tarif de rachat de l'électricité ou du gaz sont variées : si la revalorisation de novembre 2022 a été plus forte que celle des années précédentes, certains agriculteurs notent qu'elle ne permet pas de compenser totalement les coûts liés à la hausse des charges.

Figure 82 : Perspectives de valorisation de la chaleur (acteurs en cogénération uniquement)
(Plusieurs réponses possibles)

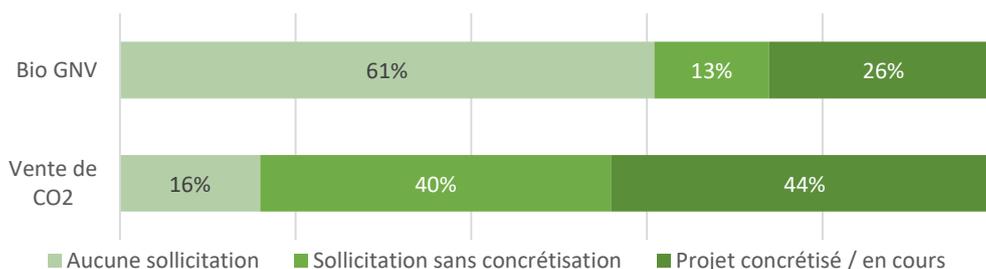


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Parmi les sites en cogénération interrogés, près de la moitié indiquent n'avoir aucune perspective pour un nouveau mode de valorisation de la chaleur à moyen-terme. Les principaux freins évoqués sont : la distance entre l'unité de méthanisation et les bâtiments les plus proches (coût important des réseaux de chaleur), mais également le manque de capitaux pour investir dans un nouveau mode de valorisation.

Parmi les agriculteurs envisageant de nouveaux modes de valorisation de la chaleur, plus de la moitié envisage la construction d'une unité de séchage (bois, foin ou céréales), ou bien une unité d'hygiénisation de biodéchets. Pour les autres, la chaleur serait valorisée par le chauffage d'un bâtiment d'exploitation (salle de traite, serre, etc.), ou bien vers des bâtiments extérieurs (maisons d'habitation notamment), via un réseau de chaleur à construire.

Figure 83 : Projets de diversification des unités de méthanisation

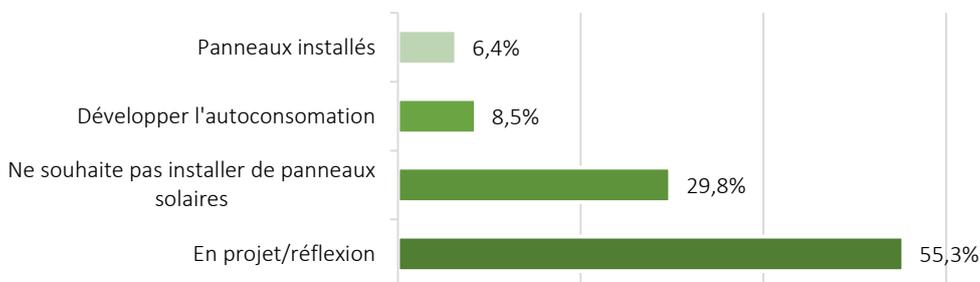


Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Plus de 85 % des agriculteurs méthaniseurs interrogés ont réfléchi sur ou été sollicités pour des projets de valorisation du CO₂, notamment pour sa vente directe à des serriculteurs ou à l'industrie. Ils sont cependant assez nombreux à ne pas pouvoir concrétiser leurs projets, faute de produire suffisamment de CO₂ pour atteindre une rentabilité suffisante. Les agriculteurs n'ayant jamais été sollicités indiquent pour la plupart avoir déjà réfléchi à valoriser le CO₂, mais ils se trouvent éloignés des bassins de consommation et peinent à trouver des clients.

Près de 40 % des agriculteurs déclarent avoir été sollicités pour un projet de valorisation du méthane produit en gaz naturel véhicule (GNV) ; ces sollicitations proviennent principalement des collectivités territoriales et de GRDF. Les deux tiers d'entre elles ont abouti à un projet concret de station de GNV, en fonctionnement ou en cours de construction. Plusieurs agriculteurs ont rapporté que le secteur du gaz naturel véhicule leur paraît très verrouillé, et qu'ils ne connaissent pas forcément la réglementation qui encadre ce carburant. De plus, les projets nécessitent des investissements très importants. Ainsi, certains professionnels sont en recherche d'association avec d'autres agriculteurs pour mener à bien un projet de valorisation du biogaz en GNV.

Figure 84 : Pistes envisagées par les méthaniseurs pour l'autonomie énergétique de leur unité



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Face à l'augmentation des prix de l'électricité, de nombreux agriculteurs ont réfléchi à l'autonomie énergétique de leur unité de méthanisation. L'installation de panneaux photovoltaïques sur le site peut apparaître comme une solution efficace pour diminuer les charges d'exploitations ; en outre, cela permet aux exploitants de générer un revenu supplémentaire par la vente d'électricité issue des panneaux. Parmi l'échantillon d'agriculteurs interrogés, 6 % disposaient déjà de panneaux photovoltaïques sur leur unité de méthanisation. Plus de la moitié d'entre eux n'en possèdent pas, mais réfléchissent à en installer dans un futur proche. Près de 9 % des répondants ont déclaré avoir déjà installé des panneaux, mais souhaitent revoir leur projet pour développer l'autoconsommation d'électricité et alimenter l'unité de méthanisation.

5. ETUDE DE CAS - MISCANTHUS

Le miscanthus, culture pérenne introduite en France en 1993, bénéficie depuis quelques années d'une forte dynamique d'implantation. Cette plante dispose d'un potentiel de valorisation intéressant grâce à des besoins en intrants très réduits et à une large gamme de débouchés possibles : litière animale, paillage horticole, chauffage et d'autres voies en cours de développement. Cependant, le miscanthus est encore méconnu du grand public, ses surfaces restent encore limitées et la filière repose sur de nombreux petits producteurs. Néanmoins, quelques acteurs portent le développement de la filière qui est en phase de structuration. Par ailleurs, la filière miscanthus fait l'objet de peu de suivis statistiques, et il existe peu de données concernant la valorisation et les retombées économiques de la culture.

5.1. CADRE METHODOLOGIQUE

L'étude de cas « Miscanthus » repose sur une méthodologie similaire à celle adoptée pour l'analyse de la filière paille.

- Une phase de cadrage et de structuration de l'étude. Elle s'appuie notamment sur les données statistiques disponibles sur le miscanthus (France Miscanthus), ainsi qu'une série d'entretiens de cadrage avec les vendeurs de rhizomes / négociants / transformateurs de la filière.
- Une phase d'enquêtes auprès d'un échantillon représentatif d'agriculteurs.
- Une phase de synthèse, qui a permis de répondre aux objectifs de l'étude en matière de retombées économiques du miscanthus pour les agriculteurs.

5.1.1. Analyse documentaire et entretiens avec les acteurs de la filière

Dans un premier temps, une analyse documentaire a été menée et a porté notamment sur l'analyse des données de surfaces de miscanthus et nombre d'exploitations, issues des déclarations PAC.

Cette analyse a été complétée par la réalisation de neuf entretiens auprès d'acteurs de la filière. L'objectif était de bien appréhender les différents débouchés, ainsi que les enjeux et problématiques de la valorisation du miscanthus.

Tableau 38 : Entretiens de cadrage - acteurs interrogés

Entreprise	Interlocuteur
BIOMASSE ENVIRONNEMENT SYSTEME 77	Xavier VENARD
BOURGOGNE PELLET	Philippe BEJOT
DESHYQUEST	Samuel MAIGNAN
IN VIVO	Philippe HAMELIN
LAMONT COLIN ENERGIE	Philippe COLIN
LUZEAL	Yves KOHR
NOVABIOM	Martin PICHON
RHIZOSFER	Guillaume LERICHE
UCDV NORMANDIE	Aurélien OLIVIERO

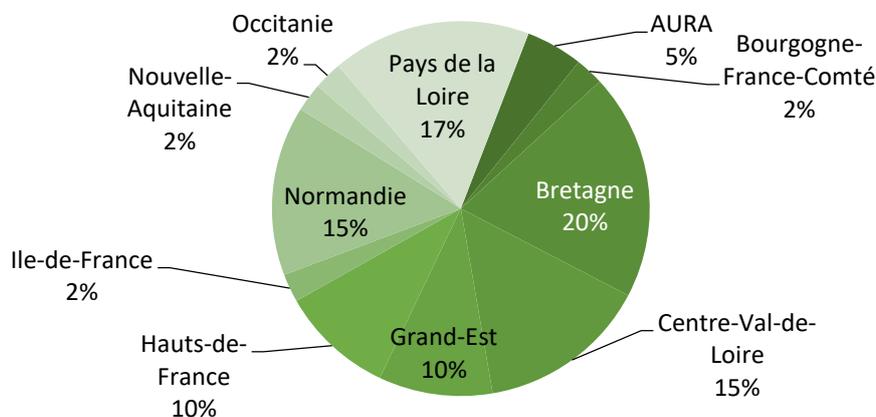
Sources : Agrex Consulting

5.1.2. Déploiement d'une enquête auprès d'un échantillon d'agriculteurs

Une enquête a été déployée auprès d'un échantillon de 41 agriculteurs, afin de disposer d'informations sur les caractéristiques des exploitations produisant du miscanthus, leurs coûts de production, ainsi que les types de valorisation et les débouchés ciblés. Les agriculteurs ont également été questionnés sur les différents facteurs (agronomiques, techniques, logistiques, économiques et humains) impactant la valorisation du miscanthus.

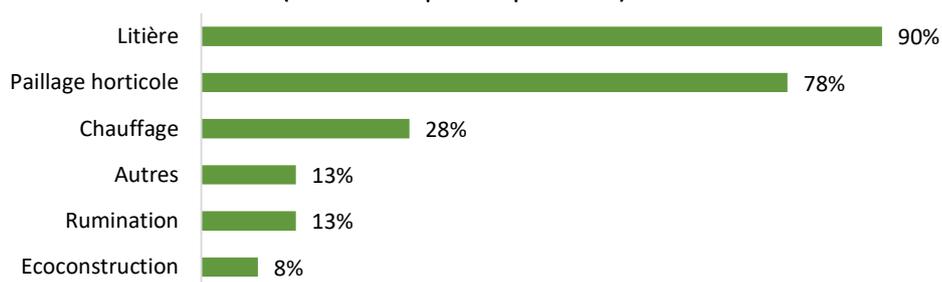
La construction de l'échantillon avait pour objectif de représenter une diversité de profils d'agriculteurs, notamment en termes de situation géographique, de taille, mais aussi de débouchés ou type de clientèle. Ainsi, l'enquête vise toutes les régions, même si les bassins historiques sont privilégiés, mais également tous les débouchés, avec naturellement une prépondérance du paillage horticole et de la litière.

Figure 85 : Répartition de l'échantillon d'agriculteurs interrogés par région (en nombre d'exploitations)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Figure 86 : Débouchés visés par les agriculteurs interrogés (% en nombre d'exploitations) (Plusieurs réponses possibles)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La superficie moyenne des producteurs de miscanthus interrogés (27 ha) est largement supérieure à la superficie moyenne nationale (4 ha). L'échantillon intègre à la fois des petits producteurs (quelques hectares), mais également de gros acteurs afin de disposer d'une meilleure représentativité des données. L'échantillon concentre ainsi 13 % des surfaces nationales, pour 2 % des producteurs interrogés. Par ailleurs, 22 % des agriculteurs sont impliqués dans des pratiques agricoles vertueuses et disposent de labels AB ou HVE. De plus, 7 % des producteurs mettent en avant l'agriculture de conservation.

5.2. CONTEXTE LA FILIERE MISCANTHUS EN FRANCE

5.2.1. Le Miscanthus, une culture pérenne en développement

5.2.1.1. *Les caractéristiques du Miscanthus Giganteus*

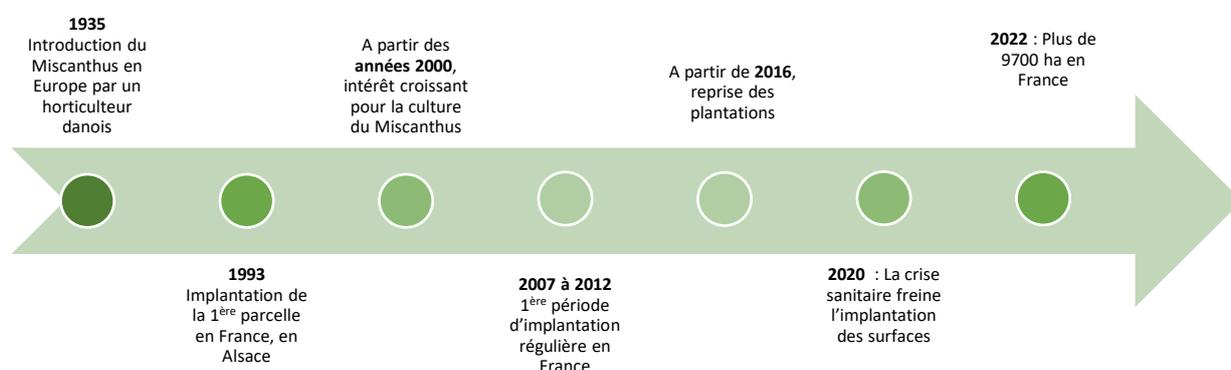
Le miscanthus est une plante pérenne originaire du Japon dont la durée de vie est estimée entre 15 et 25 ans. La variété de miscanthus introduite en France est le *Miscanthus Giganteus*, un clone stérile naturel issu du croisement entre le *Miscanthus Sinensis* et le *Miscanthus Sacchariflorus*. Il fleurit à la fin de l'été, début de l'automne, mais sa stérilité est garantie par sa triploïdie. Par ailleurs, cette plante rhizomateuse bénéficie de rhizomes non-traçants, et il s'agit d'une plante non-invasive.

Les feuilles du miscanthus tombent à l'automne et forment un mulch qui contribue à la lutte contre les adventices. Le miscanthus participe également à assurer un couvert végétal pendant la période hivernale. Ce couvert est très apprécié du gibier qui y trouve un abri naturel, et par conséquent des chasseurs. A la fin de l'hiver, la canne de miscanthus atteint une hauteur de 3 à 4 mètres et est relativement sèche, avec un taux d'humidité moyen proche de 15 %. A cette période, les nutriments sont redescendus des tiges vers les rhizomes, ce qui explique le faible besoin en engrais de la culture. La récolte s'effectue entre mars et avril selon les régions, à partir de sa deuxième année.

La culture du miscanthus est adaptée à des environnements différents, mais a des besoins en eaux assez importants, de l'ordre de 500 mm/an. De plus, son implantation est facilitée dans des sols riches en matières organiques et profonds, de type limon profond.

5.2.1.2. Le développement du Miscanthus en France

Figure 87 : Historique de la production de miscanthus en France



Sources : Agrex Consulting d'après France Miscanthus et les entretiens professionnels

Bien que le miscanthus ait été introduit en Europe par un horticulteur danois en 1935, ce n'est qu'en 1993 qu'est implantée la première parcelle de miscanthus en France, en Alsace. A partir des années 2000, l'intérêt pour la culture du miscanthus se développe, notamment sur la période 2007 à 2012, à la suite du plan de restructuration de la filière sucrière, qui incite les producteurs de betteraves à trouver de nouvelles activités, ainsi qu'à l'augmentation du prix du charbon et à l'intérêt croissant pour la problématique environnementale. En effet, le miscanthus s'inscrit parfaitement dans une politique d'économie d'intrants et peut se valoriser sous forme de biocombustible.

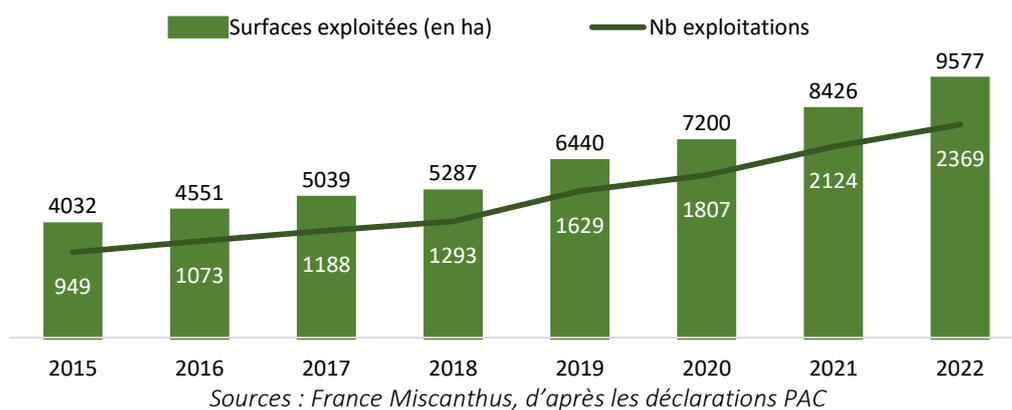
Entre 2012 et 2016, très peu de nouvelles parcelles sont implantées, la dynamique ralentit avant de repartir depuis 2016. Ces dernières années, la demande en rhizomes dépasse l'offre disponible. En 2020, le développement des surfaces a été ralenti par la crise sanitaire du Covid-19, mais la dynamique est repartie depuis. En 2022, la France compte plus de 9 500 ha de miscanthus implantés sur son territoire.

5.2.2. Le poids de la filière Miscanthus française

5.2.2.1. Evolution des surfaces exploitées en miscanthus

En 2022, 9 577 hectares de miscanthus sont implantés en France. La croissance annuelle des surfaces est de l'ordre de 13 % à 14 % depuis 2015. La dynamique récente permet de combler le déficit d'implantation en 2020 : pendant la crise du Covid-19, seuls 50 % des rhizomes commandés ont pu être implantés.

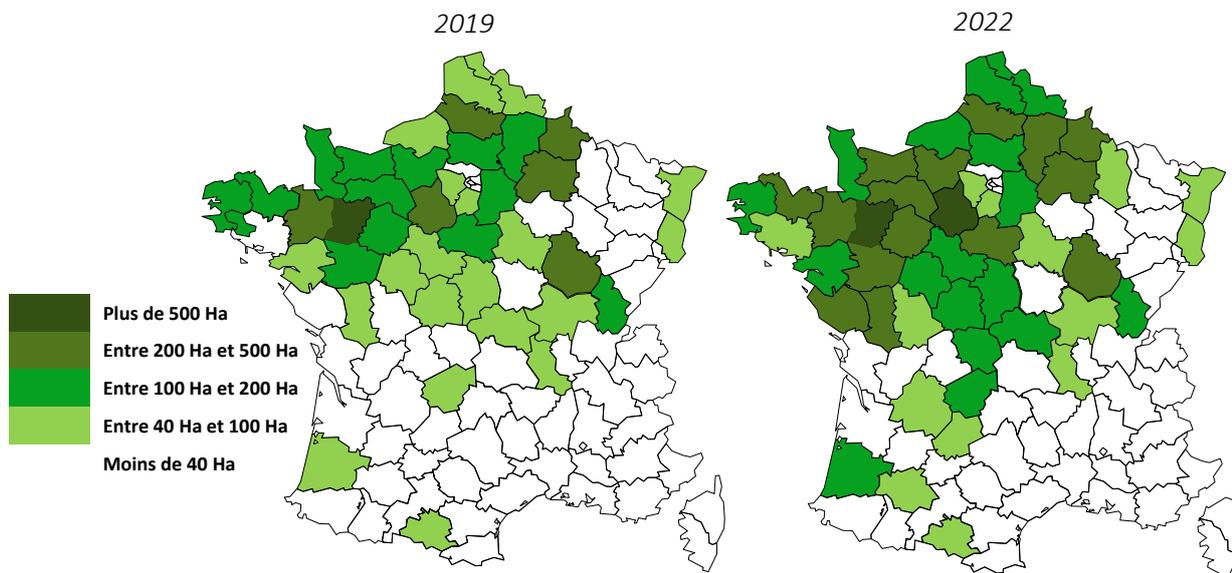
Figure 88 : Surfaces exploitées en miscanthus et nombre d'exploitations de 2015 à 2022



5.2.2.2. Les zones de production du miscanthus

En 2021, cinq départements dépassent le seuil des 300 ha : la Mayenne, l'Eure et Loire, l'Ille-et-Vilaine, la Somme et les Ardennes. Ces cinq départements représentent 28 % des surfaces nationales en miscanthus.

Figure 89 : Répartition des surfaces cultivées en miscanthus en France en 2019 et 2022



Sources : France Miscanthus, d'après les déclarations PAC

Le miscanthus est principalement implanté dans la moitié Nord et Ouest de la France, dans les régions Pays de la Loire, Centre-Val-de-Loire, et Normandie. Néanmoins, il se développe récemment dans de nouvelles régions. La comparaison des zones d'implantation entre 2019 et 2022 montre que sur cette courte période 8 départements ont dépassé le seuil des 40 ha, dont 4 dans la moitié Sud de la France (Gers, Dordogne, Lot et Creuse).

La Mayenne reste le premier département en termes de surfaces de miscanthus : elle compte plus de 120 exploitations, qui cumulent près de 10 % des surfaces nationales, soit 7,3 ha de miscanthus par exploitation. L'Eure-et-Loir, la Somme et le Maine-et-Loire disposent également d'exploitations de grandes tailles (6 ha/exploitation). L'Aisne concentre aussi près de 120 exploitations, mais de plus petites tailles (2,5 ha en moyenne).

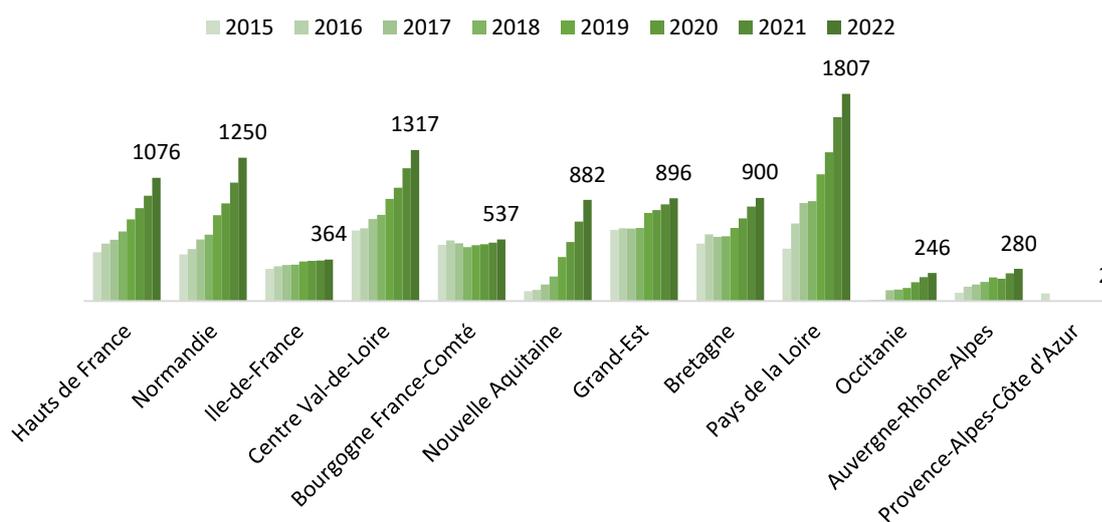
Tableau 39 : Nombre d'exploitations et surfaces des 10 premiers départements en 2022

Département	Exploitations (Nombre)	Exploitations (%)	Surfaces (ha)	Surfaces (%)
MAYENNE (53)	123	5,2%	892,4	9,3%
EURE-ET-LOIR (28)	87	3,7%	535,8	5,6%
ORNE (61)	96	4,1%	394,8	4,1%
ILLE-ET-VILAINE (35)	99	4,2%	393	4,1%
SOMME (80)	61	2,6%	364	3,8%
ARDENNES (08)	75	3,2%	326,1	3,4%
MAINE-ET-LOIRE (49)	57	2,4%	317,8	3,3%
MARNE (51)	90	3,8%	308,2	3,2%
AISNE (02)	115	4,9%	288,3	3,0%
CALVADOS (14)	83	3,5%	278,5	2,9%
TOTAL	2369	100 %	9577	100 %

Sources : France Miscanthus, d'après les déclarations PAC

La plupart des régions connaissent une forte croissance : c'est le cas dans les régions historiques, mais également en Nouvelle Aquitaine. Par contre, le développement est plus modéré dans le Grand Est et en Bretagne. Le miscanthus est peu implanté dans la moitié Sud de la France (Corse, PACA, Occitanie, Auvergne Rhône Alpes), mais la Nouvelle-Aquitaine compte désormais près de 900 ha.

Figure 90 : Evolution des surfaces par régions entre 2015 et 2022 (en ha)



Sources : France Miscanthus, d'après les déclarations PAC

5.2.2.3. Les volumes de production du Miscanthus

Les surfaces continuent leur forte croissance depuis deux ans, ainsi une augmentation rapide des volumes produits est attendue. Les nouvelles surfaces implantées en 2022 sont d'environ 1 150 ha.

Figure 91 : Répartition des surfaces implantées depuis 2015

Année	Surfaces exploitées (ha)	Surfaces Nouvelles (ha)
2015	4031	NA
2016	4550	519
2017	5074	524
2018	5432	358
2019	6440	1008
2020	7200	760
2021	8426	1226
2022	9577	1151

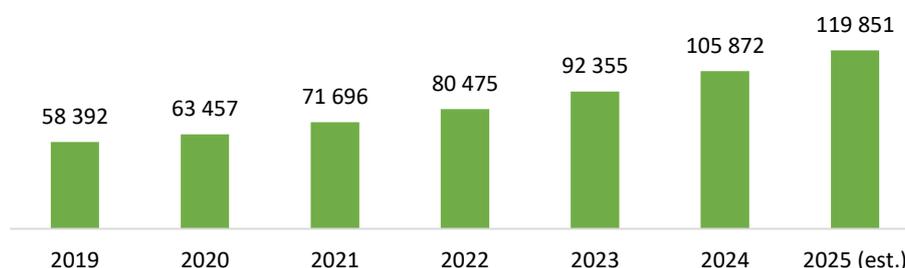
Sources : France Miscanthus, d'après les déclarations PAC

Plante pérenne, le miscanthus n'atteint pas son rendement de croisière avant plusieurs années, pendant lesquelles il augmente progressivement. L'estimation des volumes ci-après est basée sur un rendement progressif, calculé à par des données des enquêtes déployées auprès des agriculteurs :

- 13 tonnes/ha pour les surfaces implantées depuis au moins cinq ans.
- 11 tonnes/ha pour les implantations de quatre ans.
- 7,4 tonnes/ha pour les implantations de trois ans.
- 4,1 tonnes/ha pour les implantations de deux ans.
- Pas de récolte en première année, les surfaces n'étant pas productives avant deux ans.

En 2021, la production totale est estimée à 71 700 tonnes. En 2022, les volumes récoltés sont de l'ordre de 80 500 tonnes, compte tenu des nouvelles surfaces implantées, soit une augmentation de 12 % des volumes. La production totale pourrait ainsi atteindre 92 400 tonnes en 2023 et dépasser les 100 000 tonnes en 2024.

Figure 92 : Estimation du volume de production de miscanthus (en tonnes de matière brute)



Sources : Estimation Agrex Consulting, d'après France Miscanthus et enquêtes professionnelles

5.2.3. L'organisation de la filière

La filière miscanthus se caractérise par sa jeunesse et un nombre important d'acteurs (2 124 producteurs en 2021). Néanmoins, la filière a commencé à se structurer avec la création en 2009 de l'association France Miscanthus, puis de l'association Biomis G3 en 2013.

La filière miscanthus comprend une grande diversité d'acteurs dont :

- **Les associations à caractère interprofessionnel** : Deux associations contribuent à la structuration interprofessionnelle de la filière miscanthus. France Miscanthus, créée en 2009, regroupe 18 membres, dont les principaux acteurs de la filière, et travaille à la fois sur l'amont et l'aval de la filière (développement des surfaces, promotion des intérêts écologiques et de débouchés, représentation de la filière). Biomis G3, créée en 2013, rassemble producteurs et industriels, et se concentre davantage sur l'aval de la filière, notamment les débouchés en bioconstruction à partir de miscanthus, et la mise en place de projets de filières locales intégrées.
- **Les producteurs de rhizomes** : Quelques entreprises sont spécialisées dans la production et l'implantation de rhizomes de miscanthus (Novabiom, Rhizospher, Miscampagne, BES 77, Bigoud Génération, etc...). Certains acteurs jouent également un rôle dans la commercialisation du miscanthus produits par leurs clients. Aujourd'hui, les besoins en rhizomes sont importants et les acteurs investissent dans de nouveaux équipements pour répondre à la demande.
- **Les producteurs de miscanthus** : En 2022, 2 369 exploitations agricoles produisent du miscanthus. Durant la première phase d'implantation (2007-2012), la plupart des nouvelles surfaces étaient implantées par des agriculteurs adhérents à une coopérative. Aujourd'hui, la tendance s'inverse, les agriculteurs recherchent du miscanthus pour satisfaire les besoins de leurs exploitations (litière animale, chaudière) ou commercialiser eux-mêmes le miscanthus auprès de circuits de distribution plus rémunérateurs. Ainsi, la part de producteurs « indépendants » (qui n'approvisionnent pas de coopératives agricoles) s'accroît. Si les exploitations agricoles disposent en moyenne de 4 ha de miscanthus, on compte néanmoins quelques acteurs spécialisés en miscanthus avec des surfaces dépassant les 200 ha implantés.
- **Les coopératives** : Les coopératives françaises de déshydratation (dont Déshyouest, Luzéal, UCDV) ont fortement contribué à la vague d'implantation de miscanthus entre 2007 et 2012. Historiquement, l'objectif était de s'approvisionner en biocombustible (en remplacement du charbon) et inclure le miscanthus dans la ration de leurs fours de déshydratation en association avec du bois. Aujourd'hui ces acteurs s'orientent davantage vers la valorisation du miscanthus en granulés et conditionnés pour des usages autres que la combustion, qui offre une rémunération plus intéressante.
- **Les négociants et jardineries** : ils s'approvisionnent auprès des producteurs et jouent le rôle d'intermédiaire, en s'appuyant sur une plateforme logistique. Ils approvisionnent à la fois leurs clients en vrac (paillage pour les collectivités publiques, litière pour les éleveurs, etc...) ou en produits conditionnés (sacs de 8 à 25 kg principalement). Ces derniers prennent de l'importance avec l'accroissement de la considération écologique des consommateurs, et la vente de miscanthus aux particuliers, pour un usage de paillage horticole.
- **Les entreprises et organismes spécialisés dans la R&D** : Plusieurs projets sont actuellement menés par des entreprises privées ou des organismes publics, afin de développer et certifier l'utilisation du miscanthus dans certains débouchés. Les recherches visent à développer des produits à partir de la biomasse de miscanthus : bioplastique, biocarburant, matériel de construction, isolant, etc. Ces projets s'inscrivent soit dans l'amont de la filière (sélection variétale, semis par graines), soit dans l'aval de la filière (nouveaux débouchés, expériences, certifications).

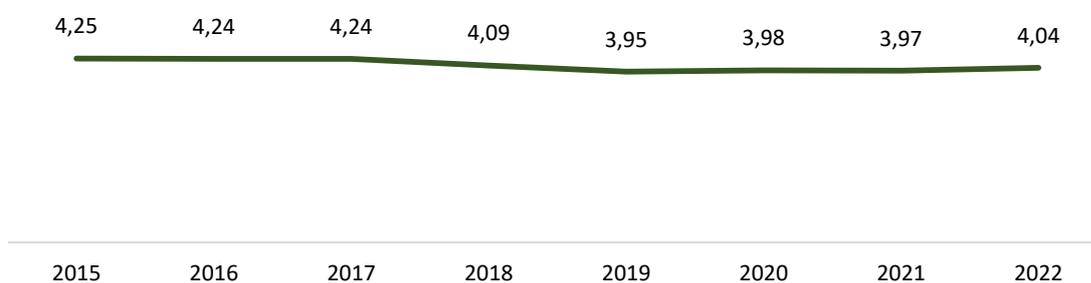
5.3. LES CARACTERISTIQUES DES PRODUCTEURS DE MISCANTHUS ET MOTIVATIONS

5.3.1. Caractéristiques des exploitations agricoles produisant du miscanthus

5.3.1.1. *Typologie des exploitations agricoles*

Les surfaces de miscanthus exploitées sont relativement réduites, en moyenne 4 ha par agriculteur en 2022. Cette moyenne a peu évolué, mais elle tend légèrement à diminuer, signifiant donc que l'augmentation des surfaces est due davantage à la multiplication des acteurs qu'à l'augmentation de la surface par exploitation. Le développement d'une production destinée à l'autoconsommation en litière explique cette tendance : certains exploitants ont introduit la culture uniquement pour approvisionner leurs élevages en paille, sans chercher à la commercialiser. Les surfaces exploitées sont donc restreintes.

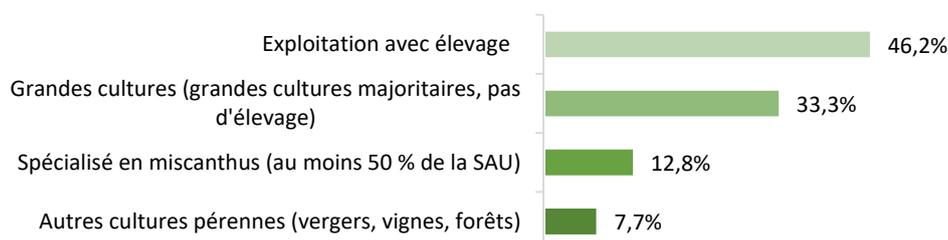
Figure 93 : Surface moyenne de miscanthus (ha) par producteur de 2015 à 2022



Sources : France Miscanthus, d'après les déclarations PAC

De nombreuses exploitations produisant du miscanthus (46 %) disposent d'au moins une activité d'élevage : le miscanthus y est en partie utilisé en litière animale. On retrouve également des exploitations spécialisées en grandes cultures, principalement en céréales (33 %). Le miscanthus est déclaré dans 13 % des cas comme culture principale de l'exploitation agricole, mais ce taux a pu être légèrement surévalué, par la construction de l'échantillon. Néanmoins, cette catégorie compte de nombreux exploitants âgés, qui ont conservé le miscanthus comme unique (ou principale) production de l'exploitation.

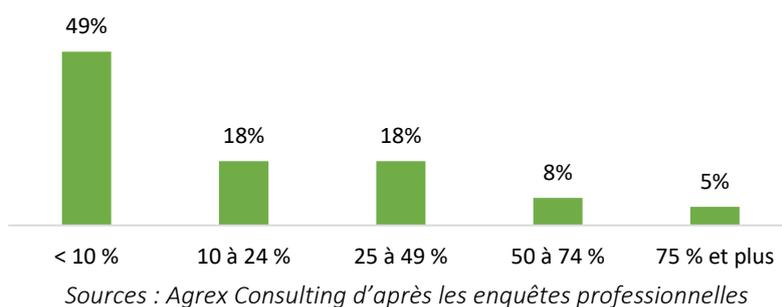
Figure 94 : Principale orientation des exploitations produisant du miscanthus (en nombre d'exploitations) – à l'exclusion des sites spécialisés en miscanthus de plus de 100 ha



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

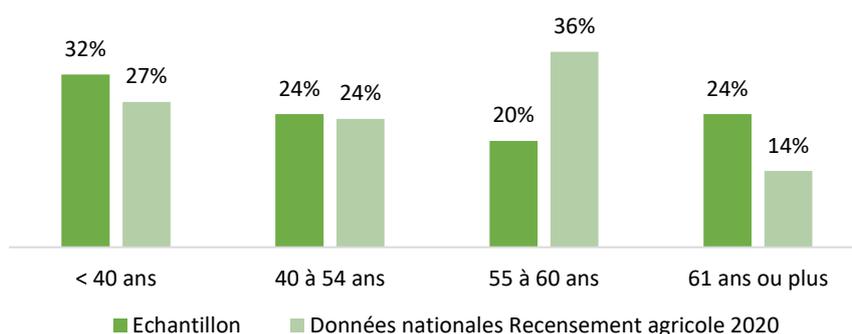
Au sein de l'échantillon, la surface de miscanthus représente 21 % de la SAU des exploitations concernées. Toutefois, une majorité d'agriculteurs disposent de petites surfaces : 49 % des agriculteurs interrogés allouent moins de 10 % de leur SAU au miscanthus, qui se présente comme une culture de diversification.

Figure 95 : Poids de la surface en miscanthus sur la SAU totale (en nombre d'exploitations) à l'exclusion des sites spécialisés en miscanthus de plus de 100 ha



Par ailleurs, une majorité des producteurs de miscanthus sont âgés de moins de 40 ans (32 %), ou de plus de 61 ans (24 %). Les jeunes agriculteurs mettent en avant le choix du miscanthus pour un changement de système de production : il s'agit souvent d'une volonté de produire une culture économe en intrants et moins impactante sur le plan environnemental, et également dans l'objectif de développer la commercialisation (vente directe). Les agriculteurs de plus de 61 ans sont également sur-représentés par rapport à l'ensemble des agriculteurs français : il s'agit de poursuivre une activité professionnelle avec une production peu chronophage et parfois de développer l'aspect social, grâce à la commercialisation en direct.

Figure 96 : Comparaison de l'âge des agriculteurs interrogés à l'âge moyen des agriculteurs français



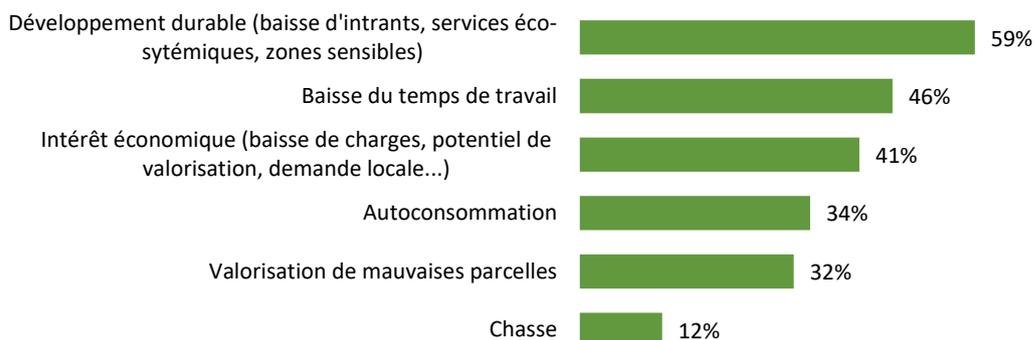
Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles et données du RA 2020

5.3.2. Motivations et freins à l'implantation de miscanthus

5.3.2.1. Les motivations des producteurs de miscanthus

La mise en place d'une culture en accord avec les principes du développement durable est le premier atout recensé (évoqué par 59 % des agriculteurs). De nombreux agriculteurs sont à la recherche d'un nouveau modèle agricole, plus éco-responsable. Ils évoquent l'intérêt du miscanthus à travers l'absence d'utilisation de produits phytosanitaires, le stockage de CO₂, l'absence de travail du sol, la résilience face à l'augmentation des aléas climatiques, etc. Par ailleurs, ces qualités en font une plante adaptée aux zones sensibles (bassins de captage, zones inondables) pour préserver la qualité de l'eau. Le miscanthus rend aussi des services dans la lutte contre le ruissellement ou contre l'érosion des sols. L'implantation de miscanthus s'inscrit également dans l'objectif agro-économique de diversification des cultures, qui contribue à la stabilité économique de l'exploitation et à sa gestion du risque grâce à une culture vertueuse.

Figure 97 : Motivations et avantages à l'implantation de miscanthus (en nombre d'exploitations)
(Plusieurs réponses possibles)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

L'allègement du temps de travail est le second atout cité (46 %). La mise en place du miscanthus vient en général diminuer la charge de travail sur l'exploitation, en particulier lorsque les parcelles sont éloignées et isolées du corps de ferme. Cet allègement permet aux agriculteurs de disposer de davantage de temps pour les autres activités, ou de faire face à la baisse de la main d'œuvre disponible ou encore de maintenir une activité peu chronophage à la retraite.

Environ 41 % des agriculteurs soulèvent aussi l'intérêt économique de la culture du miscanthus. Ils mettent davantage en avant la baisse des charges (intrants, mécanisation, main d'œuvre), que la valorisation du produit. La stabilité des revenus est également appréciée.

L'implantation du miscanthus s'explique également pour satisfaire un besoin en litière ou biocombustible sur l'exploitation (34 %). En litière animale, le miscanthus est apprécié pour sa meilleure capacité d'absorption que la paille, sa facilité de mise en place et la diminution des odeurs. La valorisation énergétique est principalement liée à des projets d'autosuffisance en chauffage, en remplacement du fuel, ou d'implantation d'une unité de séchage pour le fourrage. Une plus faible proportion d'agriculteurs (12 %) évoque une implantation en réponse à une demande extérieure, généralement pour le débouché énergétique. La diversité des débouchés est incontestablement un des atouts du miscanthus, facilitant sa mise en marché et la recherche de clientèle.

Outres les parcelles éloignées, le miscanthus est valorisé sur des parcelles qualifiées de « mauvaises » par 32 % des agriculteurs : isolement, présence de cailloux, accès difficile, qualité des sols. Ainsi, ces parcelles permettent de dégager un revenu stable sans entretien particulier, après l'étape d'implantation.

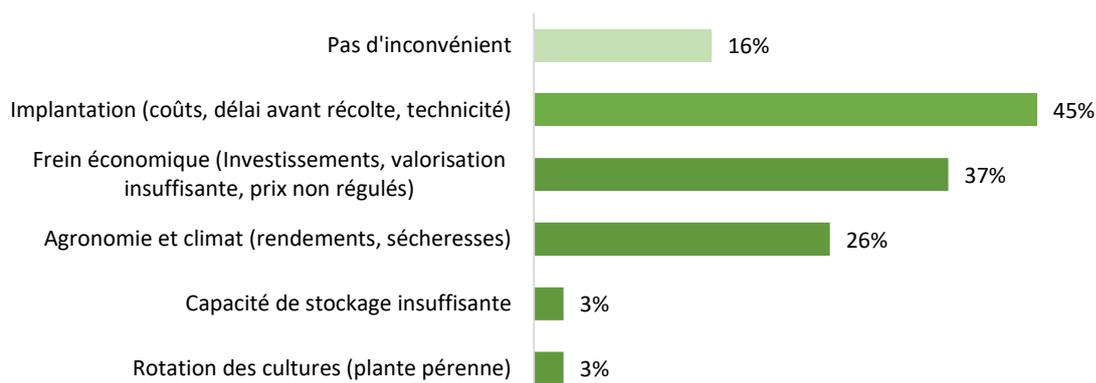
D'autres aspects sont avancés de manière plus marginale : le rôle de couvert faunistique qui favorise la biodiversité, notamment pour les chasseurs. En effet, la récolte en mars-avril permet d'assurer un couvert végétal pour la faune pendant la période de chasse.

5.3.2.2. Les freins / inconvénients de l'implantation du miscanthus

La majorité des agriculteurs évoquent également des freins, seulement 16 % des producteurs de miscanthus ne l'associent à aucune faiblesse.

L'implantation du miscanthus est considérée comme le principal frein (45 %) : l'implantation est jugée coûteuse (coût des rhizomes notamment), et l'impossibilité de récolter la première année pénalise la trésorerie de l'exploitation. Par ailleurs, le rendement de croisière n'est atteint qu'après 4 à 5 ans, ce qui génère un manque à gagner sur les premières années. La qualité de l'implantation est primordiale pour la longévité de la parcelle et les rendements futurs : certains producteurs craignent de devoir recommencer l'implantation, si le taux de reprise est trop faible.

Figure 98 : Freins à l'implantation de miscanthus (en nombre d'exploitations)
(Plusieurs réponses possibles)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Près de 40 % des agriculteurs évoquent des freins d'ordre économique : une assez faible valorisation du miscanthus (25 %), un manque de régulation des prix (11 %), l'aspect chronophage de la vente directe (13 %), ou encore les besoins en investissements pour le stockage du fait de la faible densité du produit. La conquête de certains marchés, comme l'élevage équin, requiert également un matériel spécifique pour dépoussiérer le miscanthus. Quelques agriculteurs regrettent l'absence de subventions à l'investissement liées à cette culture.

Les aspects agro-climatiques sont également cités par 26 % des agriculteurs : la variabilité des rendements, principalement due aux sécheresses (11%), et/ou à l'implantation sur de « mauvaises parcelles », les problématiques d'enherbement (notamment la prêle), de taupins, ou les aléas climatiques. Les besoins en eau de la culture sont élevés après l'implantation et en été.

De manière plus marginale l'immobilisation de parcelles pour une durée d'au moins 20 ans, est considérée comme une contrainte, car ces parcelles ne peuvent plus entrer dans la rotation des cultures.

5.4. LES COÛTS DE PRODUCTIONS

Le miscanthus est une culture pérenne implantée pour une vingtaine d'années, et l'essentiel des coûts sont liés à l'implantation, car la culture nécessite peu de travail les années suivantes, excepté pour la récolte qui intervient deux ou trois ans après la date d'implantation. Le rendement de la culture progresse pour atteindre un niveau de croisière en 5^{ème} année. Ainsi, l'analyse des coûts doit s'apprécier sur l'ensemble de la période (20 ans), et doit intégrer des périodes non (ou peu) productives, et nécessite donc de connaître les différences de rendements sur la période.

5.4.1. L'évolution des rendements

A l'issue du premier hiver, les rendements atteints ne justifient pas de récolter le miscanthus, certains agriculteurs broient leur parcelle, d'autres n'interviennent pas. En 2^{ème} année, le miscanthus peut être récolté, ainsi 88 % des producteurs ont réalisé une première récolte après le 2^{ème} hiver (en mars-avril). Cependant, 12 % des producteurs ont estimé que le rendement est insuffisant, et ont procédé à un broyage, pour ne récolter qu'à partir de la 3^{ème} année.

Ainsi, les rendements moyens atteignent 4,1 tMB/ha en 2^{ème} année, 7,4 tMB en 3^{ème} année et 13 tMB/ha en année de croisière. Ce rendement est atteint en général à partir de la 4^{ème} année, notamment sur les sols riches en matières organiques (sol limoneux ou limono-argileux), mais la montée en puissance peut-

être moins rapide sur sol crayeux. Il faut noter que les données obtenues en 2^{ème} et 3^{ème} année tiennent compte du fait que certains producteurs ne récoltent pas la 2^{ème} année (rendement comptabilisé à 0).

Par ailleurs, les rendements sont très variables (du simple au double) d'une année à l'autre, principalement à cause des conditions de précipitations : les récentes périodes de sécheresse estivale ont largement pénalisé les rendements moyens en miscanthus.

Tableau 40 : Rendements minimums, moyens et maximums sur 5 ans (tMB*/ha)

	Rendement min (tMB/ha)	Rendement moyen (tMB/ha)	Rendement max (tMB/ha)
1 ^{ère} année	0	0	0
2 ^{ème} année	0	4,1	13,0
3 ^{ème} année	2,2	7,4	15,0
4 ^{ème} année	4,9	11	17,2
A partir de la 5 ^{ème} année	7,6	13	19,3

* Note : les tonnages (tMB) sont exprimés en matière brute.

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

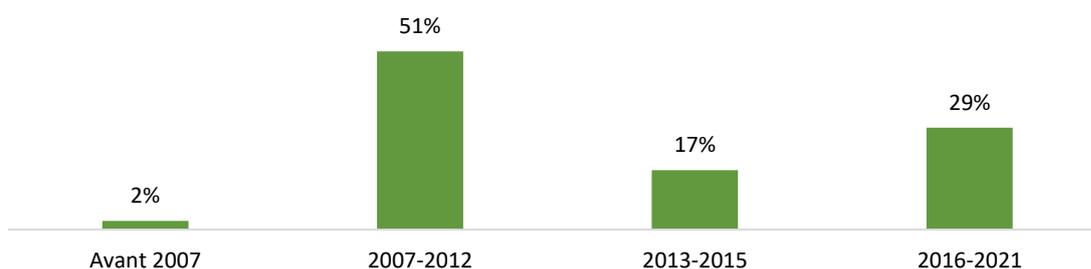
Les rendements présentés ci-dessus sont exprimés en tonnes brutes. Les agriculteurs estiment en moyenne le taux d'humidité à 14,9 %, sachant qu'ils sont peu nombreux à le mesurer. De manière générale, les agriculteurs essaient de récolter assez tardivement, pour bénéficier d'un taux d'humidité bas, et faciliter le stockage. Néanmoins, quelques producteurs font état de récoltes atypiques, avec des taux d'humidité variant de 8 % à 29 %.

Le rendement moyen atteint ainsi 11 tonnes de matière sèche / ha en année de croisière.

La moitié des exploitations (51 %) ont introduit le miscanthus sur leur exploitation entre 2007 et 2012, soit pendant la première vague d'implantation dynamisée par les coopératives de déshydratation. Près de 30 % des exploitations de l'échantillon ont implanté le miscanthus lors de la 2^{ème} vague d'implantation, à partir de 2016.

L'âge du miscanthus impacte légèrement sa productivité. En effet, les parcelles récoltées depuis 2010 disposent d'un meilleur rendement (13,3 tMB/ha), que les parcelles plus anciennes (12,5 tMB/ha).

Figure 99 : Périodes d'implantation du miscanthus (en nombre d'exploitations)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Enfin, la densité est également un paramètre important, puisqu'elle impacte les conditions de stockage et de transport. Elle est très faible par rapport à d'autres matières : nous avons à ce titre retenu les valeurs déclarés par les producteurs, et la densité moyenne ressort à 118,86 kg/m³, en matière brute.

5.4.2. L'implantation, une étape cruciale et onéreuse

Les différents coûts d'intervention avant récolte ont été chiffrés à l'aide des informations collectées auprès des agriculteurs, et des barèmes d'entraide. La fréquence de chaque pratique a été précisée pour chaque étape. Les coûts présentés ici intègrent les intrants, la main d'œuvre et les frais de mécanisation.

Tableau 41 : Coûts moyens avant la 1^{ère} récolte de miscanthus

Année	Actions	Fréquence	Coûts moyens pondérés par la fréquence (€/ha)	Coûts moyens (€/ha)
1	Préparation du sol	97 %	151,3	156,0
1	Implantation	100 %	2 846,9	2 846,9
1	Désherbage	86 %	30,5	36
1	Irrigation	10 %	20,7	212,5
Total Année 1			3 049,3	
2	Désherbage	54 %	13,3	24,8
2	Broyage	65 %	30,5	46,9
2	Fertilisation	12 %	5,4	55
2	Irrigation	7 %	15,4	211,1
Total Année 2			64,6	
3	Broyage	7 %	3,2	32,5
3	Désherbage	5 %	1,9	39,1
3	Fertilisation	5 %	1,9	47,5
Total Année 3			7,0	
Coûts moyens avant la 1^{ère} récolte				
Total avant récolte			3 120,9	

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles et barèmes d'entraide

La qualité de l'implantation et son suivi la première année est une phase primordiale dans la culture du miscanthus, car elle impacte la productivité et la longévité de la culture.

L'implantation nécessite un travail du sol préalable : les producteurs réalisent en général un labour, suivi d'un passage de herse rotative (sur 15-20 cm) et parfois d'un rappuyage. Réalisé par 97 % des agriculteurs, cette étape génère un coût de l'ordre de 150 €/ha. L'essentiel du coût correspond à l'implantation des rhizomes (2 800 €/ha). Cette étape peut être réalisée par un prestataire (54 %), ou par l'agriculteur lui-même qui loue une planteuse ou a adapté un matériel aux besoins du miscanthus (par exemple une planteuse maraîchère à pommes de terre ou à choux). Dans les deux cas, le coût d'implantation est de l'ordre de 2 800 € à 2 900 €/ha. Les producteurs qui ont connu plusieurs périodes d'implantation sur leur exploitation, ont généralement fait appel à un prestataire la première année, mais s'organisent désormais en autonomie.

Pour les parcelles à risque, certains agriculteurs (39 %) épandent un anti-taupin, son coût est inclus dans celui de l'implantation : cela concerne notamment, les anciennes prairies ou jachères.

Le coût élevé de l'implantation est essentiellement dû à celui des rhizomes : de 0,12 € à 0,15 €/rhizome en moyenne pour une densité de plantation majoritairement comprise entre 19 000 et 20 000 rhizomes par hectare. La densité de plantation est un paramètre important car elle permet d'assurer un couvert végétal dense lors de la croissance du miscanthus qui empêche le développement des adventices. Ainsi, l'achat des rhizomes représente environ 90 % du coût de l'implantation. Le restant est composé du prix de la machine, de la main d'œuvre et éventuellement de l'anti-taupin.

La première année, le miscanthus n'a pas encore déposé son mulch au sol, une étape de désherbage est souvent nécessaire : 86 % des producteurs réalisent un désherbage. 72 % pratiquent un désherbage

chimique (souvent un glyphosate, voire un anti-racinaire, ou/et antigerminatif), le désherbage mécanique est moins fréquent (21 %), et se fait souvent à l'aide d'une herse étrille, et vient parfois en complément d'un désherbage chimique.

A noter, qu'une minorité d'agriculteurs de l'échantillon (10 %) irriguent une partie de leurs parcelles pour favoriser le taux de reprise du miscanthus : il s'agit en général de valoriser les installations d'irrigation déjà existantes sur l'exploitation, aucun producteur n'ayant spécifiquement investi pour le miscanthus. Cette pratique reste anecdotique, et n'est pas indispensable. Quand elle est pratiquée, l'irrigation ne concerne pas toutes les surfaces en miscanthus de l'exploitation (uniquement au moment de l'implantation, seulement sur quelques parcelles, ou uniquement en cas de sécheresse). Le coût de l'irrigation est estimé en moyenne à 212 €/ha, pour ceux qui irriguent.

A l'issue de la première année, le rendement du miscanthus est trop faible, il n'est pas récolté. Deux tiers des agriculteurs réalisent un broyage, pour un coût moyen de 47 €/ha. Le broyat constitue un mulch qui participe à la lutte contre les adventices. A noter que les rendements atteints lors des deux premières récoltes sont légèrement plus élevés pour les producteurs qui n'ont pas réalisé de broyage (en moyenne 1,5 tonne/ha à chaque récolte).

Sur la 2^{ème} année, 54 % des exploitants font le choix d'appliquer des herbicides post-levée. On note également un impact sur le rendement, pour les producteurs qui ne broient pas. Les agriculteurs qui ont procédé à un désherbage en année 2 bénéficient de meilleurs rendements : le différentiel est de l'ordre de + 1 tonne/ha en 1^{ère} et 2^{ème} récolte, et de + 2,5 tonnes/ha en année de croisière. Ces chiffres soulignent l'importance du désherbage, notamment pour les parcelles où le miscanthus peut se trouver en concurrence avec les adventices.

Les autres interventions sont moins fréquentes en année 2 : irrigation (7 %) ou fertilisation (12 %). Sur ce point, la majorité des agriculteurs estiment que le miscanthus n'a pas de besoins spécifiques en engrais, mais quelques-uns réalisent malgré tout un apport principalement en P ou K (compost, fumier), ou parfois de chaux. Quelques agriculteurs avaient réalisé des apports d'azote (implantations avant 2010), mais ils ont arrêté : il est désormais reconnu que le miscanthus n'a pas de besoins en azote. Par contre, il est recommandé de réaliser un bilan en phosphore et potasse tous les 5 ans, pour éventuellement réaliser un apport si nécessaire.

A l'issue de la 2^{ème} année, les rendements atteints sont généralement suffisants pour justifier d'une première récolte. Toutefois, 10 % des agriculteurs ont attendu une année supplémentaire, estimant la productivité encore trop faible (en raison de la qualité de la parcelle ou des conditions climatiques, notamment la sécheresse). Ce délai a engendré quelques coûts complémentaires, fonction des interventions réalisées (broyage, désherbage, fertilisation). La prise en compte de ces pratiques isolées engendre un surcoût moyen de 7 €/ha sur l'échantillon.

Finalement, la prise en compte des différentes interventions conduit à un coût moyen de 3 121 €/ha avant la première récolte du miscanthus. Cette charge élevée, principalement due à l'implantation, est à amortir sur la durée de vie du miscanthus. Les producteurs disposent de peu de recul à ce sujet :

- 39 % des agriculteurs estiment une durée de vie comprise entre 20 et 25 ans, il s'agit généralement de l'estimation faite par leur fournisseur de rhizomes.
- 17 % estiment une durée de vie supérieure à 25 ans, s'appuyant sur les retours d'expérience de quelques producteurs qui disposent de parcelles ayant déjà dépassé la barre des 25 ans, sans constater de baisse de production. Il faut cependant noter que cela ne concerne que très peu de parcelles.
- 5 % estiment une durée de vie inférieure à 20 ans, comprise entre 15 et 20 ans.

Pour la suite de l'étude, nous avons retenu une hypothèse de durée de vie de 20 ans (à partir de la date d'implantation). Le coût de l'implantation amorti sur 20 ans, s'élève à 156 €/ha et par an. Une durée de vie de 15 ans conduit à un coût annuel de 208 € et une durée de vie de 25 ans le réduit à 125 €/ha/an.

Tableau 42 : Amortissements de l'implantation selon la durée de vie du miscanthus

Durée de vie	Amortissement (€/ha)
15 ans	208,1
20 ans	156,0
25 ans	124,8

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

5.4.3. Les coûts de production en année de croisière

Tableau 43 : Détails des charges annuelles à partir de la 1^{ère} récolte

Amortissement du coût moyen avant la 1 ^{ère} récolte			
Amortissement des charges avant 1 ^{ère} récolte			156,0
Coûts annuels à partir de la 1 ^{ère} récolte			
Actions	Fréquence	Coûts moyens pondérés par la fréquence (€/ha)	Coûts moyens (€/ha)
Entretien annuel - Broyage	2 %	1,0	39,9
Entretien annuel - Irrigation	7 %	15,5	211,1
Récolte	100 %	182,6	182,6
Transport	100 %	69,6	69,6
Stockage	100 %	106,2	106,2
Chargement	100 %	61,2	61,2
Total des coûts annuels		592,1	

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

L'essentiel des interventions sont concentrées avant la première récolte, et pour 88 % des agriculteurs, le travail en année de croisière est limité à la récolte et la logistique.

Coûts de récolte

L'essentiel des coûts correspondent à des charges de récolte : le miscanthus est récolté avec une ensileuse, en mars-avril. La grande majorité des agriculteurs font appel à une entreprise de travaux agricoles, pour un coût moyen de 183 €/ha, puisqu'ils sont très peu à être équipés. Le prix varie principalement avec le débit de chantier (1 ha à plus de 3 ha à l'heure), et la taille des parcelles. Le transport champ/entrepôt est généralement réalisé avec des bennes de 25 à 50 m³, pour un coût moyen de 69,6 €/ha. Le nombre de bennes dépend de la distance champ/entrepôt qui se situe en moyenne à 4 km. La faible densité du miscanthus nécessite une capacité de transport importante à la récolte, ce qui incite les agriculteurs à implanter à proximité de leurs exploitations : les distances varient de 200 mètres à plus d'une dizaine de km, situation qui reste peu fréquente. Pour les parcelles les plus éloignées, le coût de transport + récolte dépasse les 300 €/ha.

A noter que certains agriculteurs ne réalisent ni la récolte, ni le transport, puisque le miscanthus est vendu sur pied à des coopératives.

Coûts de stockage/manutention

La plupart des agriculteurs stockent le miscanthus dans un hangar couvert et dallé, seuls 9 % d'entre eux déclarent ne pas avoir d'espaces dédiés et stocker tout ou partie de leur récolte à l'air libre. Quelques agriculteurs ont effectué des investissements spécifiques pour améliorer la qualité de leur récolte : système de ventilation, aération au sol, chauffage. Mais souvent, les bâtiments utilisés ne sont pas réservés au miscanthus, mais partagés avec d'autres cultures.

Le coût de stockage retenu (106 € / ha) correspond à une moyenne entre les producteurs qui ont investi dans un bâtiment neuf et spécifique au miscanthus, et ceux qui utilisent des bâtiments existants et largement amortis. En neuf, les prix sont plus élevés de l'ordre de 150 à 200 € / ha.

A la ferme, le miscanthus est majoritairement (89 %) stocké en vrac. Le miscanthus est stocké sous sa forme conditionnée, lorsque l'agriculteur fait appel à un prestataire pour le conditionnement. Lorsqu'il réalise lui-même l'ensachage, il préfère généralement attendre la demande pour conditionner.

La durée de stockage est variable, cependant près de 71 % des producteurs indiquent écouler leur production tout au long de l'année. Il arrive ponctuellement que les stocks ne soient pas vendus à l'arrivée de la nouvelle récolte (5 % des producteurs).

A l'inverse, 18 % des producteurs vendent le miscanthus au printemps, moins de 4 mois après la récolte. Les 11 % restants ne stockent pas, soit car ils ont contractualisé avec une coopérative qui internalise toutes les étapes, soit car ils vendent le jour de la récolte, en bord de champs, mais cette dernière pratique reste exceptionnelle.

Par ailleurs, les frais de manutention (chargement et reprise en bâtiment) sont estimés à 61,2 €/ha, sur la base de 1,5 heures de travail avec un chargeur frontal (fourche et godet).

5.4.4. Synthèse des coûts de production

Pour établir un coût de production moyen de la tonne de miscanthus, il convient de prendre en compte la non/faible productivité des premières années, et l'amortissement des frais d'implantation. Pour cela, une analyse a été menée sur la totalité du cycle d'implantation de la culture (20 ans). Les coûts ont été rapportés au total du tonnage produit.

Tableau 44 : Coûts de production par hectare pour une durée de vie de 20 ans

Année	Rendement (tonne/ha)	Amortissement (€/ha) – 20 ans	Coût annuel (€/ha)	Coût total (€/ha)
1	0	156,0	0,0	156,1
2	4,1	156,0	273,8	429,8
3	7,4	156,0	334,0	490,0
4	11	156,0	399,6	555,6
5 et plus	13	156,0	436,1	592,1
Total 20 ans	230,5	3 120,9	7 984,1	11 105,0
Coûts	€/tonne	13,5	34,6	48,2

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

En régime de croisière, les charges annuelles sont estimées à 592 €/ha, sur la base d'un rendement moyen de 13 tMB / ha. Pour les années précédentes, les charges de transport, stockage, et chargement ont été modulées en fonction des rendements des premières années.

Avec les hypothèses retenues, une parcelle de 1 hectare génère 230 tonnes de miscanthus sur une période d'implantation de 20 ans, ce qui permet d'aboutir à un coût de revient de 48,2 € / tonne produite. L'amortissement de l'implantation représente 28 % de ce coût de production. En faisant varier l'hypothèse de longévité de la parcelle entre 15 et 25 ans, le coût de revient à la tonne brute varie entre 45 € et 54 €.

Tous ces éléments chiffrés ont été collectés sur la base de l'année 2021 et n'intègrent donc pas la hausse des coûts de production, liée à l'augmentation du prix de l'énergie, des coûts des investissements de stockage et des prix de travaux agricoles en matière de récolte de miscanthus.

Tableau 45 : Coûts de revient du miscanthus selon sa longévité

Durée de vie	Production totale (tonne/ha)	Coût total (€/ha)	Coût total (€/tonne)
15 ans	165,5	8 924,8	53,9
20 ans	230,5	11 105,0	48,2
25 ans	295,5	13 285,3	45,0

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Cependant, le miscanthus n'est pas systématiquement vendu après stockage : il peut être vendu sur pied ou en bord de champs. Ainsi, les coûts de production correspondent à 14,9 €/tonne de miscanthus vendu sur pied (pas de récolte, transport et stockage). Lorsque l'agriculteur réalise la récolte, mais où ses clients se chargent du transport et du stockage, le coût atteint un niveau intermédiaire de 30 €/tonne.

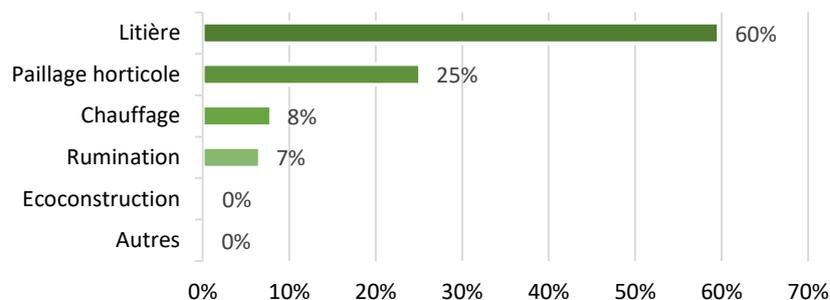
5.5. LES CHOIX DE VALORISATION DU MISCANTHUS

5.5.1. Les différents débouchés du miscanthus

La production de miscanthus est intéressante pour les agriculteurs, car elle offre la possibilité de commercialiser auprès de nombreux acteurs, pour des débouchés variés, sans pour autant nécessiter la mise en place d'un itinéraire technique compliqué. Aujourd'hui, la litière animale et le paillage horticole concentrent l'essentiel des débouchés, mais cette biomasse cultivée avec un bas niveau d'intrant attire de nouveaux acteurs au sein de filières innovantes.

Une première approche des différents débouchés a été réalisée à partir de l'échantillon. 60 % du volume de miscanthus est valorisé en litière, principalement vendu à des éleveurs (avicoles, bovins, équins) ou autoconsommé en litière bovine.

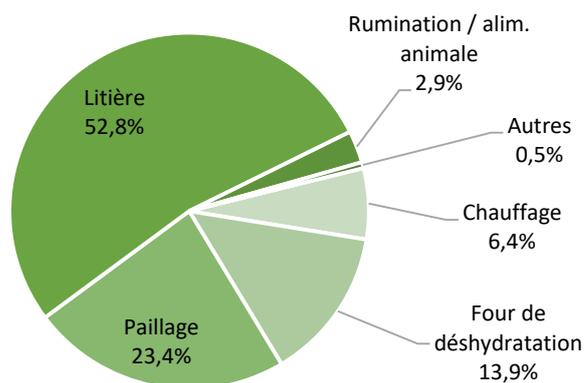
Figure 100 : Débouchés du miscanthus (% en volume) - échantillon



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

L'échantillon étant constitué essentiellement de producteurs en vente directe, les données ont été redressées pour tenir compte des volumes autoconsommés ou commercialisés auprès des transformateurs. Ainsi, la litière animale reste le débouché majoritaire (53 %), devant le paillage horticole (23 %) et la valorisation en biocombustible (20 %). L'usage de miscanthus dans les fours de déshydratation est en recul en 2021 par rapport aux années précédentes, certaines coopératives ayant utilisé davantage de bois, aux dépens du miscanthus. A l'échelle nationale, la ruminantion rassemble près de 3 % des volumes de miscanthus. D'autres débouchés de diversification existent mais restent limités (écoconstruction, bioplastiques, substrat pour la culture de champignons, toilettes sèches, etc.)

Figure 101 : Débouchés du miscanthus (% en volume) – extrapolation nationale



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La majorité des agriculteurs interrogés ne se limitent pas à un seul débouché : ils diversifient leurs clients, et approvisionnent en moyenne 2,3 débouchés. Cela permet aux exploitants de diversifier leurs clientèles, et de s'affranchir davantage des risques marchés. Seuls 18 % des agriculteurs disposent d'un unique débouché, et dans plus de 70 % des cas, il s'agit de l'élevage.

5.5.1.1. La litière animale

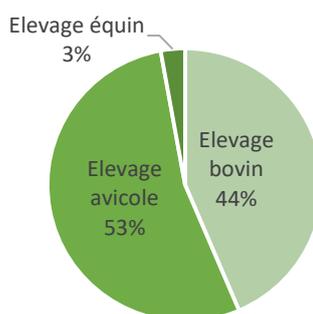
L'utilisation en litière animale est le principal débouché du miscanthus (53 % des volumes).

Le miscanthus est utilisé dans différents types d'élevages. Au sein de l'échantillon, 53 % du miscanthus est destiné aux volailles. Les élevages bovins concentrent 44 % des besoins en litière et les élevages équin 3 %. Le miscanthus est apprécié pour ses capacités absorbantes, meilleures que celles des pailles de céréales. En élevage avicole, la litière de miscanthus ne chauffe pas et reste sèche, ce qui protège les pattes des volailles des coupures et des maladies respiratoires (aspergillose). Quant aux chevaux, le miscanthus présente l'avantage d'être non-appétant. Cependant, son utilisation génère beaucoup de poussière, et les clients cherchent des produits dépoussiérés.

En élevage bovin, les agriculteurs interrogés estiment qu'1 kg de miscanthus remplace 1,5 kg à 2kg de paille de céréales. Une étude menée par les Chambres d'Agriculture et l'Institut de l'élevage (Idele) évalue plutôt ce rapport à 1 kg pour 2 kg. En aire paillée, il faut compter 2 kg de miscanthus/UGB/jour.

L'utilisation du miscanthus contribue également à la diminution des odeurs et le paillage peut se faire avec le matériel déjà présent sur l'exploitation : il est étalé avec un godet, sauf si l'agriculteur possède une pailleuse adaptée pour une litière en vrac. Les éleveurs utilisent différents formats : paillis, granulés, granulés ré-émiétés ou farine. Il est aussi possible de valoriser le miscanthus en litière pour animaux de compagnie, mais ce débouché reste très peu développé.

Figure 102 : Poids des différents élevages – débouché litière animale (% en volume)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

5.5.1.2. Le paillage horticole

Le miscanthus est également utilisé en paillage horticole (23 % des volumes). Il s'agit d'un produit neutre, qui ne contribue pas à acidifier le sol. Son calibre est plus fin que celui des pailles de céréales, ce qui permet de lutter plus efficacement contre les adventices sur un sol préparé. Ses caractéristiques favorisent également la capacité d'échange cationique du sol, qui fixe plus facilement les cations d'éléments nutritifs (potassium, magnésium, calcium). Ainsi, le miscanthus contribue à une production d'humus importante, et une meilleure fertilité du sol. Depuis 2017, la réglementation oblige les collectivités et établissements publics à entretenir les espaces verts avec des méthodes alternatives aux produits phytosanitaires. Cette obligation a été étendue aux jardiniers amateurs au 1^{er} janvier 2019. Cette évolution réglementaire a généré un engouement autour du miscanthus, principalement au niveau des collectivités. Le miscanthus suscite également l'intérêt des particuliers, paysagistes, horticulteurs et viticulteurs. Ces derniers pourraient être amenés à utiliser davantage de miscanthus, puisqu'en novembre 2021, l'Institut National de l'Origine et de la Qualité (INAO) a adopté une nouvelle mesure qui limite le désherbage chimique dans les vignobles bénéficiant d'une AOC, pour ne permettre que le travail du sol ou des méthodes alternatives. Néanmoins, le paillis de miscanthus apporte peu d'éléments minéraux.

5.5.1.3. Le biocombustible en four de déshydratation ou en chaudière

Les coopératives de déshydratation ont fortement contribué à la première vague d'implantation de miscanthus entre 2007 et 2012, faisant de l'utilisation en biocombustible le premier débouché à l'époque. En vue de réduire leurs impacts sur l'environnement, les coopératives ont incité au développement du miscanthus, en l'utilisant comme alternative au charbon, dans les fours de déshydratation, en association avec du bois. Le ratio ne peut dépasser 60 % de miscanthus sans s'exposer à un risque de vitrification. De plus, sa faible densité impose un approvisionnement plus régulier des fours. La température de fusion du miscanthus étant plus faible que celle du bois, la température du four doit être surveillée pour éviter la liquéfaction du miscanthus. Celui-ci bénéficie d'un Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) élevé, à 4,1 MW/tonne brute, similaire à celui du bois, mais avec un taux d'humidité plus faible. Cependant, le coût d'exploitation du bois est aujourd'hui à son avantage. Ainsi, bien que les coopératives tendent à un approvisionnement de leurs unités de déshydratation à 100 % en matières renouvelables, elles privilégient désormais le bois et valorisent davantage le miscanthus en le commercialisant en litière, paillage ou ingrédient. D'autres produits issus de la biomasse peuvent être utilisés comme biocombustible, notamment le chanvre, des pailles de blé ou de colza, une fois transformés en granulés. Néanmoins, ceux-ci disposent tous d'un PCI plus faible que le granulé de miscanthus. De plus, leur taux de cendre est également supérieur (plus de 3 %). De nombreux agriculteurs approvisionnent des chaudières portées par des collectivités locales. Par ailleurs lors de sa combustion, le miscanthus génère une quantité importante de cendres (2,5 %) en comparaison du bois (0,7 %). Cette contrainte conduit souvent à envisager des chaudières poly-combustibles, plus onéreuses. Ce facteur économique et le temps d'entretien de la chaudière constituent les deux principaux freins au développement de ce débouché, pour des projets individuels.

Tableau 46 : Comparaison des performances de biocombustibles issus de la biomasse

	Humidité (%)	PCI (kJ/kg)
Miscanthus vrac	16	14 807
Plaquette bois	20,6	14 305
Granulé miscanthus (100%)	10,6	16 022
Granulé bois	8,7	16 876
Granulé chanvre	9,5	15 617
Granulé paille blé (100 %)	10	15 596
Granulé paille colza (100 %)	10,7	14 809

Sources : *Projet Green Pellets, AILE*

5.5.1.4. *La rumination et incorporation en alimentation animale*

Le miscanthus peut également être commercialisé comme complément alimentaire dans les rations des vaches laitières. Dans ce cas, le miscanthus est utilisé sous forme de vrac. Un petit groupe d'agriculteurs travaillent depuis quelques années au développement de ce marché de niche, qui ne fait pas consensus au sein des professionnels. Sans valeur nutritive, le miscanthus contribuerait à améliorer l'efficacité de la ration alimentaire et de la rumination. Ces producteurs recommandent un apport quotidien de 500 grammes par vache laitière. Son utilisation diminuerait le risque d'acidose et de diarrhées, augmenterait la production laitière, le taux de protéines, le taux de matière grasse, etc. Toutefois, aucune étude scientifique ne peut aujourd'hui confirmer ces impacts du miscanthus sur la santé des bovins et leur production laitière.

Le miscanthus peut également être conditionné en granulés pour une valorisation en alimentation animale.

5.5.1.5. *Les autres valorisations : matériaux biosourcés et énergie*

Le miscanthus intéresse de nombreux débouchés grâce à sa production importante de biomasse, avec peu, voire sans produits phytosanitaires. La possibilité d'incorporer un produit « vert » et local attire de nombreux industriels. Ainsi, plusieurs projets de recherche ont été menés sur des usages du miscanthus en bioplastiques, en construction, en isolation ou en production d'énergie.

Bioplastique : La recherche sur la fabrication de biopolymères à partir de miscanthus est menée en France depuis quelques années. Des produits comme des brosses à dents, tableaux de bord de voitures, etc. peuvent être conçus. Les travaux ont abouti au dépôt de plusieurs brevets et à la formation d'un plastique intégralement biosourcé et biodégradable. Pour sa conception, le miscanthus est micronisé afin d'obtenir une poudre, mélangeable à d'autres bio-composants, utilisée pour la fabrication de granulés plastiques. Ces granulés sont ensuite fondus et injectés sous pression dans un moule, dans lequel le produit final sera solidifié. Le procédé de fabrication se fait à basse température et est relativement économe en énergie. Cependant, l'équipement traditionnel des industriels doit être modifié pour traiter le bioplastique à base de miscanthus, ce qui génère des frais supplémentaires, et constitue un frein à son développement. De plus, s'agissant d'un produit biodégradable, sa durée de vie est plus courte. Le marché des bioplastiques est dynamique, mais aujourd'hui peu de produits sont issus de la biomasse végétale sans être mélangés à du plastique. Le PLA, autre polymère biosourcé et biodégradable, produit à partir d'amidon de maïs, se positionne comme le principal concurrent du bioplastique de miscanthus. Les bioplastiques bénéficient d'une réglementation évolutive depuis 2016 avec l'interdiction des sacs en plastique à usage unique, et renforcée en 2020 avec l'interdiction des gobelets, verres et assiettes jetables en plastique. La gamme de produits concernés par la réglementation augmente chaque année. Il est également possible de produire des colles et enduits à base de ce polymère.

Les volumes concernés aujourd'hui sont de l'ordre de quelques dizaines de tonnes. Les entreprises impliquées terminent leur phase de R&D et démarreront une phase de production plus importante, dès que leurs produits tests auront été validés. Ainsi, ce débouché pourrait atteindre quelques centaines de tonnes à partir de 2023-2024.

Ecoconstruction : Le domaine de l'écoconstruction regroupe deux types de valorisation pour le miscanthus, la production de béton et celle d'isolant. Dans le cadre du projet de recherche Biomass For the Future (BFF), associant producteurs de biomasse et industriels, des projets de formulation de béton ont été menés. L'intérêt d'inclure de la biomasse dans la conception du béton est de remplacer le sable, dont le coût et la disponibilité deviennent de vrais enjeux, et de baisser le coût énergétique et environnemental du produit final, car le procédé de fabrication nécessite des températures très élevées. La phase d'expérimentation a abouti à un bloc de béton aux caractéristiques mécaniques insuffisantes pour répondre aux normes de construction et obtenir une certification. Quelques industriels continuent les recherches sur le béton de miscanthus de manière indépendante, mais le développement de ce débouché présente peu de perspectives à court terme. Le miscanthus dispose également de propriétés

d'isolation thermique et acoustique intéressantes : le miscanthus sert de matière première pour le remplissage de murs creux ou la création de panneaux isolants. Contrairement à d'autres produits biosourcés, le miscanthus ne présente pas de graines et est ainsi non appétant pour les rongeurs. Cet usage reste limité à quelques acteurs qui cherchent à développer leur activité. A titre d'exemple, l'entreprise Muance développe des panneaux isolants constitués à 90 % de miscanthus. Ce marché pourrait également atteindre plusieurs centaines de tonnes à court terme.

Energie : Des recherches sur le potentiel de méthanisation du miscanthus ont également été menées. Toutefois, pour disposer d'un volume de biomasse intéressant, il conviendrait de récolter le miscanthus en vert à l'automne, ce qui induit plusieurs contraintes :

- La sève n'est pas encore redescendue dans les rhizomes (transfert pendant l'hiver), la récolte à l'automne conduit à un épuisement du rhizome. Trop peu d'essais ont été effectués pour connaître l'impact sur la durée de vie du miscanthus.
- L'exportation des feuilles doit être compensée par un apport d'éléments fertilisants, ce qui amoindrit l'intérêt d'autonomie de la culture du miscanthus.
- Les feuilles sont exportées, elles n'assurent plus leur rôle de couvert végétal, augmentant les risques de développement d'adventices.

Par ailleurs, le potentiel méthanogène du miscanthus est limité. Ainsi, la méthanisation ne semble pas constituer une voie de développement pour la filière.

La récolte en vert permet également de fournir de la biomasse pour produire un biocarburant de 2^{nde} génération. Ce débouché pourrait réclamer des volumes de biomasse importants pour approvisionner les bioraffineries, s'il était amené à se développer.

Enfin, des recherches sont également menées sur la faisabilité de la production d'hydrogène à partir de biomasse, en particulier de miscanthus. Aujourd'hui, quelques brevets ont été déposés, mais il s'agit d'une voie de valorisation à moyen voire long terme pour la filière.

5.5.1.6. *Les valorisations alternatives*

Il faut noter que le miscanthus apporte également des services écosystémiques : il contribue à lutter contre le ruissellement et l'érosion des sols, il est peu gourmand en produits phytosanitaires et il joue un rôle de couvert faunistique. Ces aspects sont à l'origine de son développement dans certains projets, même s'ils sont couplés à une valorisation économique.

Protection contre les produits phytosanitaires : Outre ses faibles besoins en engrais ou produits phytosanitaires, le miscanthus participe activement à la protection des zones sensibles. Grâce à sa densité et à son couvert végétal élevé (3 à 4 mètres de haut), le miscanthus assure une protection naturelle contre la dispersion des substances actives par le vent. De plus, les substances actives sont rapidement dégradées grâce à la forte activité biologique du sol.

Ruissellement et érosion des sols : Le miscanthus contribue à la structuration du sol grâce à son système racinaire, ce qui favorise l'infiltration des eaux de ruissellement. De plus, il participe à freiner les eaux de ruissellement lorsqu'il est implanté sur un sol en pente. Par ailleurs, le sol n'est jamais nu, même après la récolte, grâce à la présence d'un mulch constitué de feuilles de miscanthus, ce qui limite l'érosion éolienne.

Couvert faunistique sur les territoires de chasse : La majorité des agriculteurs interrogés confirment que le gibier se niche et est attiré par le miscanthus. Toutes les tailles de gibier sont concernées, du gros (sanglier) au petit (lapin, lièvre). Cette caractéristique est particulièrement intéressante pour les chasseurs, le miscanthus constitue un couvert faunistique en automne et en hiver sur les territoires de chasse. Cependant, les chasseurs ne récoltent pas systématiquement le miscanthus, certains le laissent en l'état sans le valoriser. Au sein de l'échantillon, 12 % des agriculteurs ont implanté du miscanthus pour la chasse, que ce soit pour leur utilisation personnelle, ou en collaboration avec une association de chasse. Toutefois, certains agriculteurs notent des dégâts engendrés par les sangliers sur les parcelles de

miscanthus ou céréalières voisines. Les lapins et lièvres peuvent ronger les tiges, et il est parfois nécessaire d'investir dans des barrières électriques à ras-du-sol.

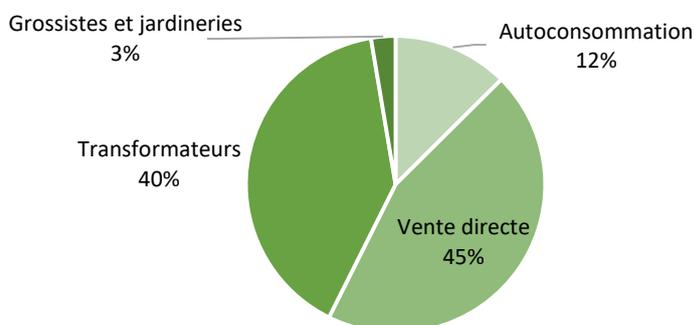
Dans le cadre d'une utilisation pour la chasse, les densités de plantation sont adaptées : 12 à 15 000 rhizomes par hectare sont suffisants, contre 19 à 20 000 en règle générale.

5.5.2. Les circuits de distribution

Les producteurs valorisent le miscanthus à travers quatre circuits de distribution :

- Les coopératives et transformateurs achètent directement aux agriculteurs 40 % du miscanthus. Ce sont les premiers acheteurs à l'échelle nationale.
- 45 % du miscanthus est vendu directement au consommateur final. Il s'agit d'agriculteurs (32 %), le plus souvent des éleveurs de volailles (18 %) ou de bovins (12 %). Les éleveurs équins (1 %), horticulteurs (1 %) et viticulteurs (1 %) concentrent actuellement de faibles volumes. Les collectivités et particuliers achètent une part de leur besoin en miscanthus en direct ; respectivement à hauteur de 9 % et 5 % des volumes nationaux. Les producteurs spécialisés sur la vente aux particuliers consacrent un temps important à la commercialisation, d'autant que les particuliers sont souvent en recherche d'informations sur les pratiques agricoles. Ils peuvent avoir jusqu'à plusieurs centaines de clients.
- Les producteurs conservent également 12 % du miscanthus pour l'autoconsommer. Il s'agit principalement d'éleveurs bovins qui l'utilisent en litière animale (80 %), et moins souvent d'un usage en chauffage ou paillage.
- De plus faibles volumes transitent par l'intermédiaire de grossistes (1 %), paysagistes (1 %) et jardinerias (1 %). Les agriculteurs ayant établi un contact avec des enseignes de distribution cherchent généralement à développer ce débouché, car il leur permet d'écouler de gros volumes à un niveau de valorisation élevé.

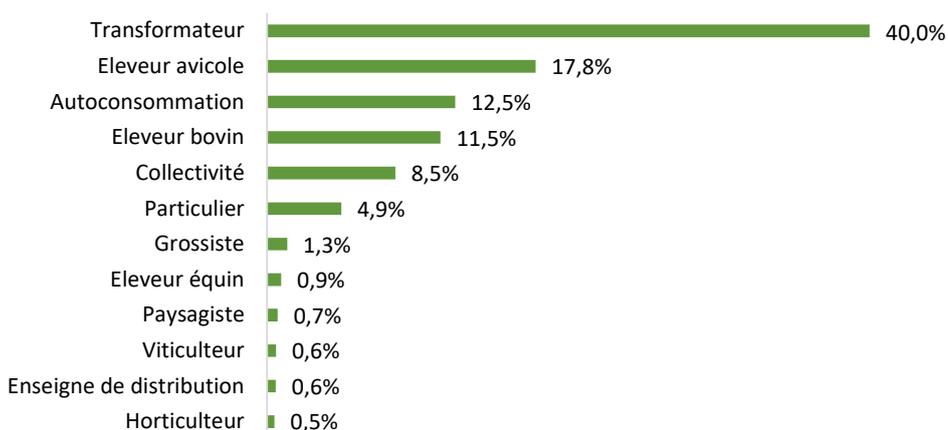
Figure 103 : Circuits de distribution des producteurs miscanthus (% en volume)
Extrapolation nationale



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les producteurs qui commercialisent en vente directe ou en circuits courts ont une clientèle assez diversifiée : ils approvisionnent différents débouchés, et travaillent en moyenne auprès de 3,5 catégories de clients différentes.

Figure 104 : Circuits de distribution des producteurs de miscanthus par type de clients (% en volume)
Extrapolation nationale



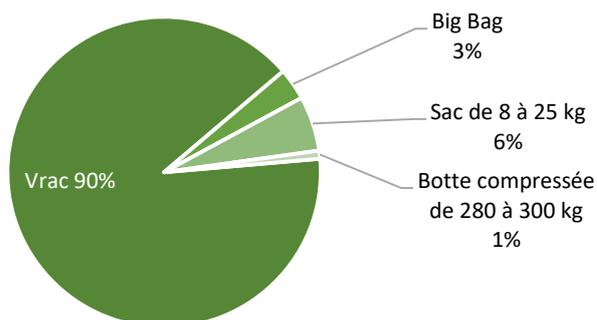
Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

5.5.3. Les différents modes de conditionnement

Les agriculteurs valorisent 90 % du miscanthus en vrac : 40 % sont vendus aux transformateurs, 38 % en vente directe ou aux grossistes et 12 % sont autoconsommés sur l'exploitation. Environ 10 % du miscanthus est conditionné avant commercialisation, ce volume n'intègre pas le miscanthus conditionné par les transformateurs ou les grossistes, mais porte uniquement sur le stade agriculteur.

Le mode de conditionnement le plus utilisé est le sac de 8 à 25 kg, qui représente 6 % des volumes totaux. La valorisation en sacs permet de cibler en priorité les particuliers pour un usage en paillage horticole. Les « big bags », d'une contenance d'environ 1 m³ (soit près de 120 kg), sont utilisés en paillage horticole et en litière.

Figure 105 : Conditionnements utilisés par les agriculteurs (% en volume)



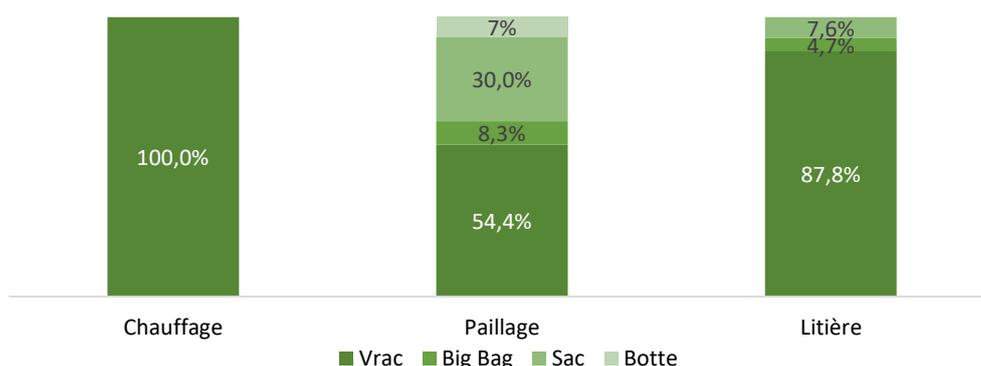
Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les besoins des éleveurs en litière sont majoritairement satisfaits par du vrac (88 %), voire du big bag. De la même façon, les agriculteurs qui achètent du miscanthus pour la rumination des bovins privilégient le vrac. La vente en sacs pour la litière cible en particulier les élevages équins et les centres équestres qui recherchent du miscanthus dépoussiéré.

La valorisation du miscanthus pour le chauffage concerne majoritairement les collectivités, l'autoconsommation de certains agriculteurs, ou les coopératives de déshydratation. Les collectivités privilégient l'achat en vrac pour alimenter les chaufferies collectives. Les coopératives de déshydratation achètent sur pied en bord de champs, ou en vrac après stockage.

Le paillage horticole est le débouché qui propose la plus grande diversité de conditionnements. Le vrac ne représente que 54 % du volume, notamment car la demande des agriculteurs (viticulteurs et horticulteurs) dans ce domaine est encore assez limitée. La vente en sacs (30 % des volumes en vente directe) répond aux besoins d'une clientèle de particuliers, de jardineries ou de grossistes. De manière plus marginale, une part des clients achètent du paillis de miscanthus en big bags (8 %) ou en bottes compressées (7 %), notamment les plus grandes collectivités.

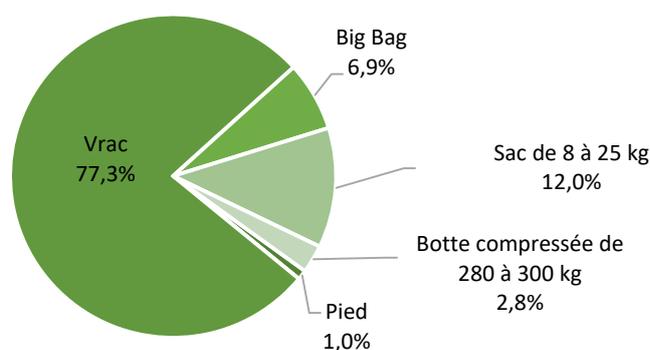
Figure 106 : Conditionnements utilisés par les producteurs pour la vente directe/circuits courts (% en volume)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Seuls 42 % des exploitants ne proposent qu'un seul format de vente, et il s'agit essentiellement du vrac, tandis que 37 % commercialisent sous 2 formats et 21 % sous 3 formats. La diversification des modes de conditionnements permet de toucher une plus vaste clientèle, à des niveaux de valorisation variables.

Figure 107 : Différents conditionnements utilisés (répartition en volume)
(Estimation nationale à partir de l'échantillon et des volumes vendus aux transformateurs)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

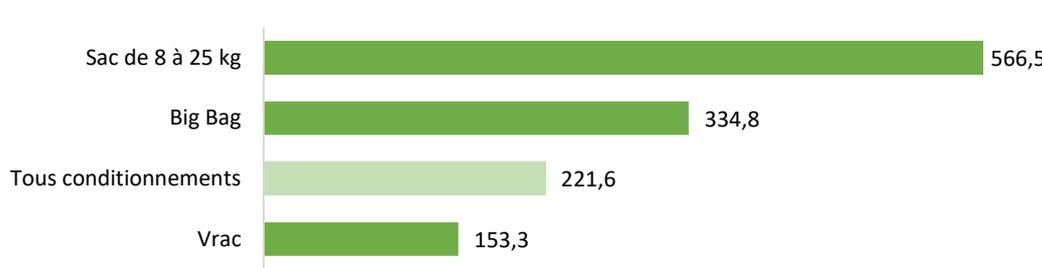
5.5.4. Les différences de valorisation par débouché et par conditionnement

Le miscanthus commercialisé en vente directe est vendu en moyenne par les agriculteurs à 221,6 €/tMB. Le principal facteur de différenciation des prix est le conditionnement : plus le volume du contenant est limité, plus le prix de vente est élevé. Ainsi, le paillis en vrac est vendu un peu plus de 150 €/tMB, plus de deux fois moins cher que le big bag (335 €/tMB) et environ quatre fois moins cher que le sac de 8 à 25 kg (565 €/tMB).

Le conditionnement engendre des coûts supplémentaires (emballage, sac plastique ou big bags), et des investissements spécifiques sont nécessaires (ensacheuse, dépoussiéreur), ainsi que des investissements

financiers et humains. La plupart des agriculteurs réalisent eux-mêmes le conditionnement, une partie en ayant adapté eux-mêmes un matériel qu'ils possèdent déjà. Il est ainsi difficile d'en estimer précisément le coût. En général, les big bags sont consignés (5 à 10 €/unité). A l'inverse, les sacs ne sont pas consignés et le coût de conditionnement moyen est estimé à environ 180 €/tMB.

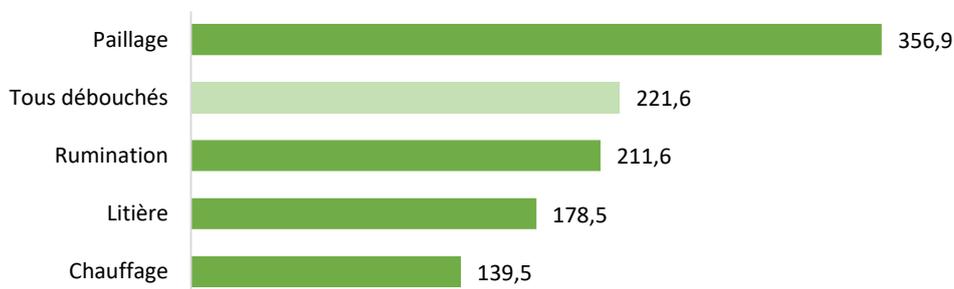
Figure 108 : Prix de vente par conditionnements - en vente directe pondérés par les volumes (€/tMB)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Ainsi, le type de conditionnement explique en grande partie les différences de prix moyens observés entre débouchés. Les prix de vente en vrac en litière et en chauffage sont similaires (140 €/tMB). Cependant, le paillage fait exception : 26 % des agriculteurs qui travaillent sur plusieurs débouchés différencient leur prix de vente pour un même conditionnement, en affichant notamment un prix plus élevé en paillage horticole que pour les autres débouchés. Par ailleurs, certains agriculteurs proposent un « prix de gros » dégressif en fonction des quantités vendues, ce qui peut expliquer aussi certaines différences de prix moyen entre débouchés.

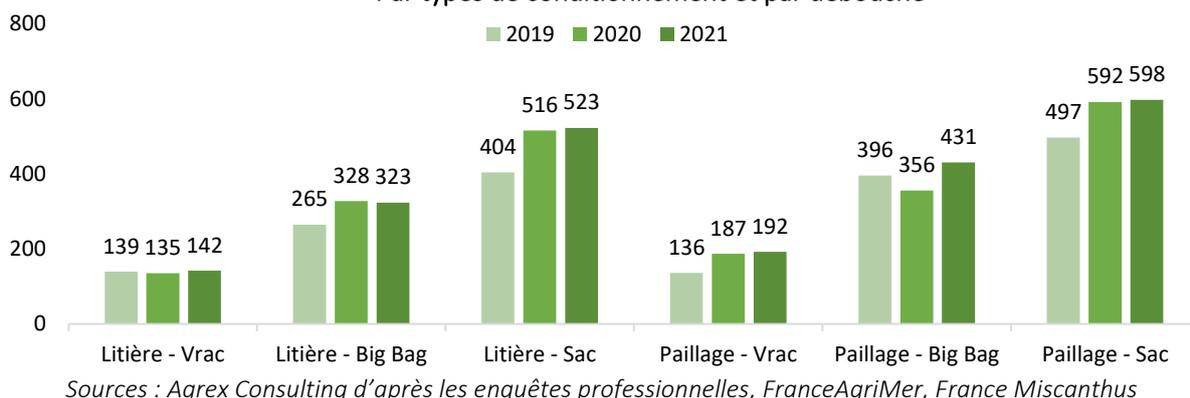
Figure 109 : Prix de vente par débouchés - en vente directe pondérés par les volumes (€/tMB)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les prix de vente continuent à évoluer à la hausse, et ce particulièrement pour les sacs. Cette dynamique s'explique notamment par le développement de la notoriété du miscanthus et d'une demande localement toujours forte.

**Figure 110 : Evolution des prix de vente producteurs en vente directe (€/tMB)
Par types de conditionnement et par débouché**



Il faut noter que les prix présentés ci-avant correspondent à une activité de vente directe. Cependant, de nombreux producteurs commercialisent leur miscanthus auprès des coopératives / transformateurs :

- Les volumes achetés sur pied par les coopératives agricoles sont rémunérés sur la base d'un prix fixe à la tonne de matière sèche. Ainsi, le taux d'humidité est la principale variable pouvant impacter le prix du miscanthus. Ce dernier est indépendant de la valorisation qui peut en être faite par la coopérative (fours de déshydratation, paillage horticole, litière animale, etc...). Cependant, les coopératives cherchent aujourd'hui à diversifier leur débouché afin d'augmenter la valorisation du miscanthus, la déshydratation étant à ce stade le débouché le moins rémunérateur : le prix de vente sur pied est de 46,3 € par tonne en moyenne, à la date de l'enquête, mais semble progresser.
- Les producteurs peuvent également vendre du miscanthus aux négociants ou coopératives, avec un prix de l'ordre de 100 €/tMB (sur la base d'un miscanthus stocké).

Il faut noter que le miscanthus fait l'objet d'une contractualisation mise en œuvre par tous les acteurs, transformateurs ou négociants de miscanthus. C'est grâce à cette contractualisation sur plusieurs années que de nombreux agriculteurs se sont lancés dans la production de miscanthus. La contractualisation est un facteur très positif dans la décision des agriculteurs de se lancer dans la production de miscanthus. Les producteurs ont la possibilité de souscrire des contrats de durées variables (jusqu'à 10 ou 15 ans), pour s'assurer un débouché garanti. Les modalités de rachat diffèrent selon la capacité des agriculteurs à récolter et stocker le miscanthus.

Echange vrac-ballot

Certains agriculteurs choisissent un autre modèle de valorisation : l'échange vrac-ballot. Le miscanthus récolté en vrac est récupéré par le transformateur qui se charge de le vendre localement. En échange et avec une contrepartie financière, le producteur reçoit un volume équivalent en ballots de 15 kg. Le conditionnement en sacs permet à l'agriculteur de commercialiser le miscanthus en vente directe, sans investir dans des outils de conditionnement comme une ensacheuse.

5.6. LES DIFFERENTS FACTEURS INFLUENCANT LA VALORISATION DU MISCANTHUS

5.6.1. Les facteurs agronomiques, environnementaux et pédoclimatiques

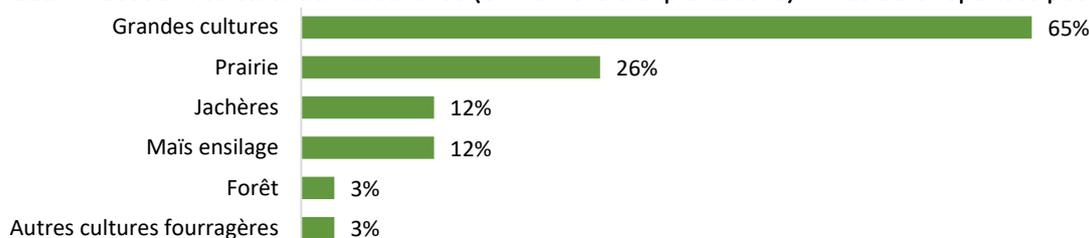
Facteurs agronomiques et pédoclimatiques

Le miscanthus est principalement implanté sur des terres précédemment dédiées aux grandes cultures, généralement à une alternance de cultures annuelles (blé, maïs, colza, betteraves), ou aux cultures fourragères (prairie, maïs ensilage). Parmi les éleveurs, deux grandes typologies se distinguent :

- Les éleveurs qui souhaitent valoriser le miscanthus en litière pour leurs animaux,
- Les éleveurs qui réduisent leur activité et leur cheptel et souhaitent allouer une partie des cultures fourragères à une nouvelle culture moins gourmande en temps.

Les anciennes prairies (26 %) et jachères (12 %) sont plus exposées au risque de taupins et à une problématique d'enherbement. Certains vendeurs de rhizomes conseillent de remettre ces terres en culture une année, avant d'implanter du miscanthus. Pour lutter contre les taupins, 39 % des agriculteurs ont utilisé un produit anti-taupins, implanté dans le sillon avec le rhizome sous forme de granulés la première année.

Figure 111 : Précédent culturel du miscanthus (en nombre d'exploitations) – Plusieurs réponses possibles



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Près de 59 % des producteurs déclarent avoir implanté le miscanthus sur une parcelle « difficile », dans la mesure où le miscanthus nécessite peu d'entretien : ils ont parfois tendance à privilégier les parcelles pierreuses ou d'accès compliqué pour le matériel agricole, parfois laissées en jachère (cités par 12 % des agriculteurs).

Si certains exploitants ont implanté du miscanthus sur de « mauvaises parcelles », avec le recul, de nombreux agriculteurs ont pris conscience des exigences pédoclimatiques de la culture. 37 % des agriculteurs considèrent que ses besoins en eaux sont élevés, principalement durant la période printemps-été. Les récents et successifs épisodes de sécheresse ont impacté les rendements, même si près de 48 % des agriculteurs estiment que la plante s'adapte bien à la sécheresse en comparaison à d'autres cultures comme le maïs : la présence d'un couvert végétal important limite l'évaporation. En particulier, les agriculteurs craignent une forte baisse de rendement en 2023, à cause du printemps et de l'été sec de 2022. La succession d'épisodes de sécheresse, pendant la phase d'implantation, fait également craindre aux agriculteurs un impact sur la durée de vie du miscanthus.

En ce qui concerne les types de sol, l'implantation du miscanthus est favorisée dans un sol profond, et riche en matière organique. Ainsi, les sols limoneux, limono-argileux, argileux et argilo-calcaires sont considérés comme favorables, tandis que les sols calcaires et crayeux sont pénalisants. Ces derniers laissent s'infiltrer l'eau et ralentissent le développement du miscanthus, la culture atteint ainsi moins rapidement son rendement de croisière (une à deux années supplémentaires). *In fine*, une association de terres « rouges » et « blanches » constitue un bon atout de gestion du risque sécheresse et de stabilisation des rendements du court au long terme.

Bien que la durée de vie cible du miscanthus soit d'environ 20 ans, une légère baisse de rendement est observable sur les parcelles récoltées avant 2010. En effet, leur rendement moyen est de 12,5 tonnes/ha contre 13,3 tonnes/ha depuis 2010. Néanmoins, cette baisse de productivité reste limitée et ne remet pas en cause son exploitation sur une longue durée. La plus vieille parcelle de l'échantillon a été implantée en 1995 et l'exploitant ne constate pas de baisse de rendement, et affiche des résultats en cohérence avec le reste du panel de producteurs interrogés.

Facteurs environnementaux

Le miscanthus est également reconnu pour son impact positif sur la biodiversité. Il joue un rôle de couvert faunistique très apprécié par le gibier. Néanmoins quelques agriculteurs (7%) y voient un inconvénient : les sangliers créent des dégâts sur les parcelles de miscanthus, ou les parcelles voisines. Certains posent des barrières électriques à ras du sol pour éviter aux lapins/lièvres de ronger les tiges. Le miscanthus impacte en outre de manière positive la microfaune : la présence d'un mulch végétal et l'absence de travail du sol favorise la biodiversité du sol, notamment l'activité des vers de terre.

Le miscanthus possède également une forte valeur environnementale. En effet, 44 % des agriculteurs le mettent en avant, notamment pour l'absence d'utilisation de produits phytosanitaires en rythme de croisière. Moins fréquemment (8 % des agriculteurs), le miscanthus est évoqué comme un outil contre le ruissellement et la pollution des rivières.

Figure 112 : Nuage de mots - Facteurs agronomiques, pédoclimatiques et environnementaux



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Facteurs géographiques

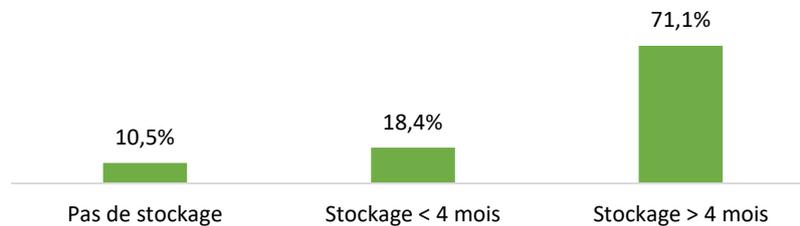
Bien que le miscanthus soit principalement implanté dans la moitié nord de la France, la comparaison des rendements entre régions ne permet pas d'identifier de zones de production plus favorables à l'implantation du miscanthus. Le développement du miscanthus dans certaines régions peut être attribué au rôle moteur des coopératives de déshydratation, qui ont d'abord valorisé elles-mêmes le miscanthus, puis contribué à la diffusion de sa notoriété.

5.6.2. Les facteurs logistiques et humains

Facteur logistique

Caractérisé par une faible densité proche de 120 kg/m³, le miscanthus est léger et donc encombrant. Cette particularité impacte les coûts logistiques. Concernant le stockage, certains exploitants gèrent cette contrainte en ne stockant pas le miscanthus (11 %), ou en le faisant sur une période de moins de 4 mois (18 %) : les hangars sont souvent vides lors de la récolte en contre-saison, en mars-avril. La disponibilité de l'espace de stockage devient un enjeu lorsque le miscanthus est conservé sur l'année (71 % des agriculteurs) pour mieux valoriser leur récolte. Au niveau qualitatif, le stockage ne semble pas poser de problème, dans la mesure où le miscanthus est récolté dans de bonnes conditions (taux de matière sèche élevé) et stocké sur un sol bétonné. Néanmoins, 5 % des producteurs stockent en extérieur et 16 % déclarent manquer de surface. Des investissements sont toutefois possibles pour limiter le taux d'humidité (installation d'un système de ventilation), mais restent rares (6 %). Finalement, la grande majorité des agriculteurs ne considèrent pas le stockage comme une limite à l'activité de miscanthus.

Figure 113 : Durée de stockage (en nombre d'agriculteurs) - échantillon

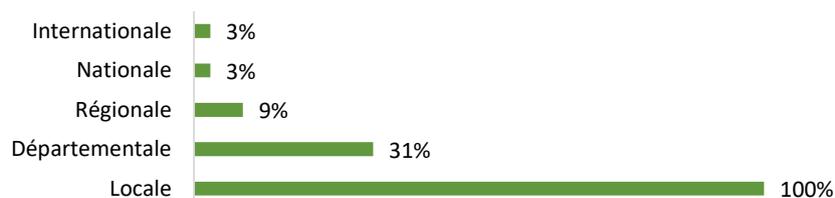


Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Si sa faible densité facilite la manutention, c'est au contraire une contrainte pour le transport du miscanthus, selon 68 % des producteurs, que ce soit pour le transport champ-entrepôt ou pour la distance entrepôt-client. La distance champ/entrepôt est en moyenne de 4 km, avec une variabilité allant d'une centaine de mètres à plus d'une dizaine de kilomètres. Si le faible nombre d'interventions culturales peuvent inciter à valoriser les parcelles éloignées, les aspects logistiques à la récolte contraignent à se limiter aux parcelles proches. Concernant le périmètre de commercialisation, le miscanthus reste largement valorisé à l'échelle locale.

En effet, 100 % des agriculteurs déclarent avoir au moins une partie des clients dans un rayon de quelques dizaines de kilomètres et 31 % commercialisent à une échelle départementale. Seuls 9 % des producteurs vendent à l'échelle régionale, 3 % à l'échelle nationale ou internationale. Le transport est une contrainte importante et diminue fortement la compétitivité du produit sur des distances éloignées. En général, les frais de livraison sont à la charge du client, même quelques rares agriculteurs prennent en charges la moitié des frais de transport pour démarcher de nouveaux clients. Toutefois, la difficulté de transporter du miscanthus sur de longues distances participe également à la protection du marché local vis-à-vis de la concurrence.

Figure 114 : Echelle de commercialisation des producteurs de miscanthus (% en nombre d'agriculteurs)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Temps de travail

La culture du miscanthus présente un avantage partagé par l'intégralité des producteurs interrogés : une meilleure organisation et une réduction du temps de travail, puisqu'en rythme de croisière, aucune intervention culturale n'est nécessaire hormis la récolte. Pour une grande partie des exploitants, le travail se limite à quelques jours lors de la récolte, si on exclut la période d'implantation qui est chronophage. Le recours fréquent à des entreprises de travaux agricoles (ETA) pour l'ensilage amoindrit d'autant plus le travail à réaliser. L'agriculteur prend en général en charge la partie transport (conduite des bennes), jusqu'au lieu de stockage et son conditionnement si nécessaire.

Ainsi, pour les producteurs qui vendent le miscanthus sur pied ou bord de champs auprès de transformateurs, les temps de travaux sont très limités voire nuls. Néanmoins, à l'échelle nationale, on estime que 45 % des volumes font l'objet d'une vente directe, qui est beaucoup plus chronophage, puisqu'il s'agit d'une véritable démarche de commercialisation. Même si le développement se fait bien souvent de bouche à oreille, près de 50 % des producteurs en vente directe ont une démarche de communication active, principalement pour se créer une clientèle, gérer le site internet, promouvoir le miscanthus, etc. Ils considèrent l'activité de commercialisation comme chronophage. Cette facette du métier nécessite une implication au quotidien, et présente de sérieux avantages pour les agriculteurs en fin de carrière, ou retraités : ils conservent une activité, perçoivent des revenus, et conservent un lien social avec leur clientèle. Il faut noter que cette implication dans la commercialisation se traduit par une meilleure valorisation du produit, puisque les prix de vente à un transformateur s'élèvent à 46,3 € sur pied, contre 153,3 € en vrac en vente directe. Le conditionnement génère des temps de travaux supplémentaires, mais permet également de mieux valoriser le produit. La vente directe permet ainsi à un agriculteur qui serait sous-occupé de valoriser son temps de travail.

Figure 115 : Nuage de mots - Facteurs logistiques et humains



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

5.6.3. Les facteurs de marché et externes

Concurrence

Le miscanthus est encore une culture de niche, qui s'inscrit dans une filière peu structurée où de nombreux agriculteurs cherchent un nouveau système de production ou à maximiser leur valorisation par la vente directe. Compte tenu des surfaces encore limitées, dont certaines qui n'ont pas encore atteint la pleine production, la concurrence reste encore faible entre les acteurs. En effet, 80 % des agriculteurs interrogés considèrent ne pas être en concurrence avec les autres producteurs, grâce à :

- Une implantation onéreuse qui limite l'augmentation de l'offre.

- Une demande supérieure à l'offre, et en croissance grâce à une notoriété en hausse.
- Un coût du transport élevé qui limite l'aire d'influence des producteurs de miscanthus et protège les marchés locaux de chacun.

Cependant, certains acteurs qui se sont spécialisés en miscanthus (avec des surfaces importantes) ont dû étendre leur zone de commercialisation, et donc légèrement augmenter leurs prix de vente pour compenser les coûts de transport. Certains évoquent la concurrence de petits producteurs qui tirent les prix vers le bas. Néanmoins, le prix de vente du miscanthus est globalement en hausse, signe d'une concurrence encore limitée.

94 % des agriculteurs interrogés estiment que la notoriété du miscanthus progresse, même si elle reste faible, notamment auprès de certaines catégories de clientèles, comme les paysagistes. Des progrès sont réalisés chaque année principalement avec le bouche-à-oreille. L'évolution de la réglementation française a également contribué au développement de certains débouchés, en particulier le paillage horticole.

Contractualisation et fixation des prix de vente

La majeure partie des producteurs en vente directe fixent eux-mêmes leurs prix de vente. Les producteurs font varier leurs prix principalement sur la base de leurs coûts de revient, et ne pratiquent pas de prix de marché. Dans ce cas, divers facteurs peuvent impacter le prix de vente : le coût de la prestation d'ensilage, des emballages plastique pour le conditionnement, le coût du carburant, le coût des intrants pour les nouvelles implantations, etc.

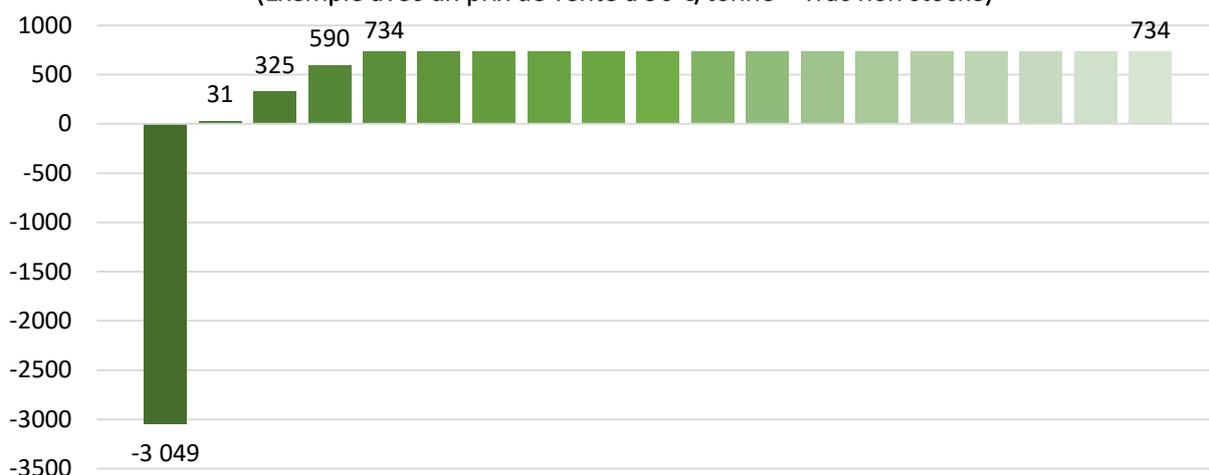
Par ailleurs, 53 % des agriculteurs estiment que les variations de prix des autres matières premières n'impactent pas ou peu le miscanthus. Pour ceux qui y voient une corrélation, la disponibilité et le prix de la paille de céréales est le principal facteur impactant, mais ils citent également le coût de l'énergie pour le chauffage, la disponibilité en lin ou chanvre, le prix du bois déchiqueté, etc.

La vente aux transformateurs peut être encadrée par contrat. Les transformateurs s'engagent généralement à réaliser les différentes étapes de valorisation du miscanthus de la récolte à l'utilisation ou la commercialisation. Les contrats sont à durées variables, allant de 5 à 15 ans, renouvelables. Les agriculteurs ayant plusieurs activités agricoles privilégient les contrats de longue durée, tandis que les agriculteurs à la recherche de la meilleure valorisation possible préfèrent une durée courte.

Facteurs financiers

L'agriculteur qui fait le choix d'implanter du miscanthus s'engage sur le long terme, compte tenu des investissements de départ. Le coût de l'implantation est important et sur les 3-4 premières années, les rendements sont faibles et donc les rentrées financières limitées. Le besoin d'espace de stockage peut conduire certains agriculteurs à investir : 16 % des agriculteurs déclarent être limités en capacité de stockage. Enfin, 10 % annoncent vouloir investir dans du matériel de conditionnement comme une ensacheuse pour être autonome sur ce poste et gagner en valeur ajoutée. Cependant, le miscanthus reste une production peu gourmande en matériel et équipement.

Figure 116 : Evolution de la marge semi-nette du miscanthus – sous l’aspect trésorerie
(Exemple avec un prix de vente à 90 €/tonne – vrac non stocké)



Note : l’implantation est prise en compte intégralement la première année. Les charges fixes et le fermage ne sont pas pris en compte.

Sources : Agrex Consulting, d’après les enquêtes professionnelles

Perspectives de développement

Actuellement, le paillage horticole constitue la voie la mieux valorisée, grâce au conditionnement et à la clientèle ciblée. Les agriculteurs interrogés pensent que le paillage dispose encore d’un fort potentiel de croissance, grâce à de bonnes qualités et une notoriété en hausse. Les volumes écoulés aux particuliers augmentent chaque année. Les jardinerie sont également demandeuses, mais l’acheminement peut être un obstacle, car certaines disposent de plateformes logistiques éloignées engendrant des coûts de transport importants. La vente aux viticulteurs est aussi très intéressante, mais est limitée aux bassins viticoles. Par ailleurs, le miscanthus entre en concurrence avec d’autres produits comme les anas de lin, dont la qualité est jugée moindre, mais également moins chère, car il s’agit d’un coproduit.

De petites surfaces en miscanthus se développent également pour une autoconsommation sur l’exploitation, en litière animale. En élevage équin et avicole, le miscanthus bénéficie d’une excellente réputation. Une stabulation adaptée est nécessaire pour l’élevage bovin avec soit de grandes ouvertures, soit un système de ventilation.

Figure 117 : Nuage de mots - Facteurs économiques, financiers et externes



Sources : Agrex Consulting d’après les enquêtes professionnelles

5.7. CONCLUSIONS ET SYNTHÈSES

5.7.1. Les marges associées à la culture de Miscanthus

En synthèse, une marge semi-nette a été calculée dans différents cas de figures. Elle intègre les charges d'intrants et de mécanisation, mais **les fermages et toutes les autres charges fixes de l'exploitation non spécifiques au miscanthus ne sont pas déduites.**

- La vente du pied est moins rémunératrice (31,4 €/tMB), et correspond à la situation où les producteurs ne réalisent quasiment aucun travail : la récolte, le transport et le stockage sont délégués au transformateur/à la coopérative.
- Une vente du miscanthus à un intermédiaire en vrac stocké, sur la base de 90 €/tMB permet de dégager une marge semi-nette de 480 €/ha.
- Certains producteurs utilisent le miscanthus en autoconsommation. Grâce à ses bonnes capacités d'absorption, les besoins en miscanthus sont moins importants qu'en paille de céréales. A titre d'exemple, en litière bovine, les ratios sont de 500 kg de miscanthus pour 1 tonne de pailles de céréales. Ainsi, l'utilisation d'une tonne de miscanthus génère une économie de 133,6 € (2 tonnes de paille de céréales en balles rondes à 66,8 €/tMB). Ainsi, la marge semi-nette du miscanthus en autoconsommation (hors fermage) atteint 85,4 €/tMB.
- La vente directe en vrac pour la litière ou le chauffage génère un niveau de marge similaire (91 €/tMB, soit environ 1 000 €/ha compte tenu des rendements moyens obtenus).
- La vente directe en paillage horticole est plus rémunératrice, puisque le prix moyen de vente en paillage est plus élevé.

€/tMB	Amortissement sur 20 ans	Auto-consommation	Vente sur pied	Vente vrac stockée	Vente directe Vrac Litière / chauffage	Vente directe Vrac Paillage
Produit	Ventes	0	46,3	90	140	192
	Economie paille	133,6	0	0	0	0
Charge	Amortissement	-13,5	-13,5	-13,5	-13,5	-13,5
	Entretien annuel	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4
	Récolte	-15,1	0	-15,1	-15,1	-15,1
	Transport Stockage	-18,2	0	-18,2	-18,2	-18,2
	Conditionnement	0	0	0	0	0
Marge semi-nette	€/tonne	85,4	31,4	41,8	91,8	143,8
	€/ha	984,2	361,9	481,7	1 058,0	1 657,3

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les données sont basées sur un rendement moyen sur 20 ans prenant en compte les années non productives (11,5 tMB/ha)

5.7.2. Le schéma des flux de la filière Miscanthus française

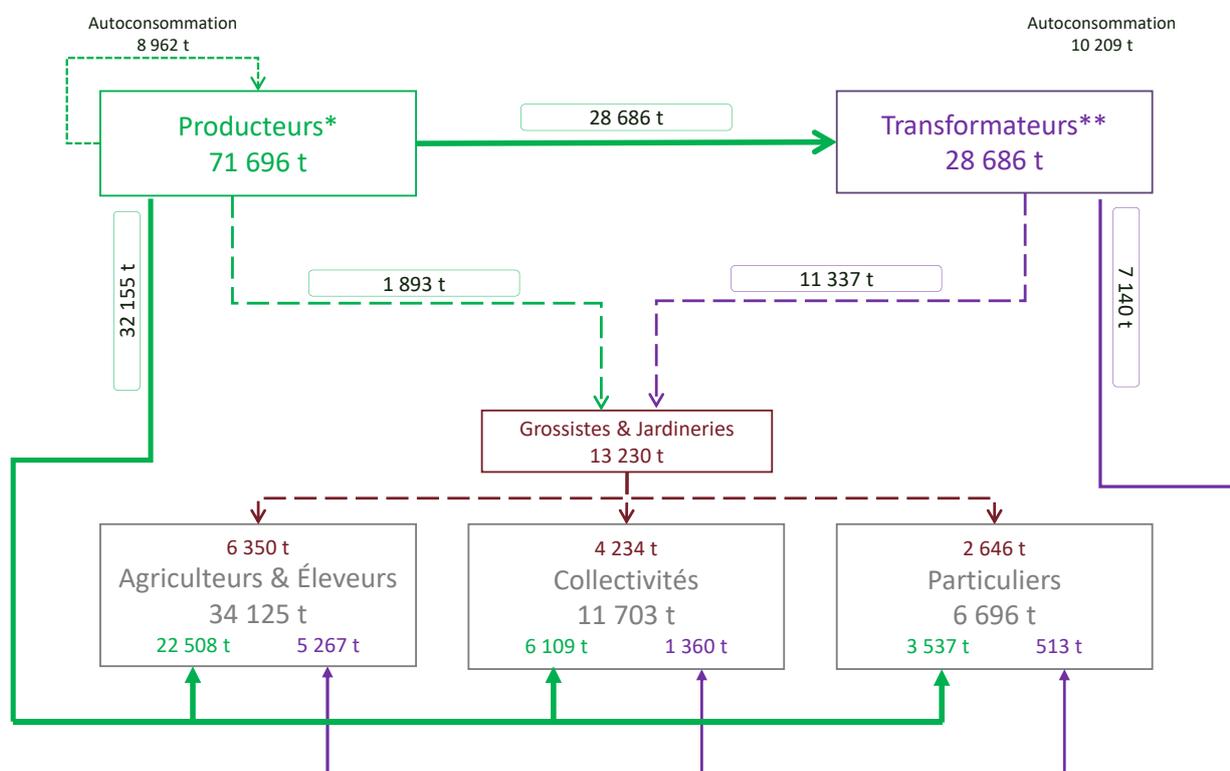
En 2021, la production française est estimée à 71 700 tonnes de matière brute de miscanthus, dont près de 9 000 tonnes sont conservées sur l'exploitation pour des besoins en litière (80 %) ou en chauffage et paillage horticole (20 %).

Les exploitants commercialisent leur production en vente directe (32 200 tonnes), auprès des transformateurs (28 700 tonnes) ou de grossistes (1 900 tonnes). Les transformateurs autoconsomment 10 200 tonnes de miscanthus, pour alimenter les fours de déshydratation, et commercialisent le restant. Environ 13 200 tonnes transitent par les grossistes (dont les jardineriers et paysagistes), dont 14 % proviennent des agriculteurs et 86 % des transformateurs.

Ainsi, outre l'autoconsommation des producteurs et transformateurs, 52 500 tonnes de miscanthus sont mises sur le marché à destination d'agriculteurs (34 100 tonnes), de collectivités (11 700 tonnes) et de particuliers (6 700 tonnes).

Les agriculteurs sont majoritairement fournis par les producteurs de miscanthus (66 %), puis par les grossistes (19 %) et les transformateurs (15 %).

Figure 118 : Schéma des flux de la filière miscanthus à l'échelle nationale en 2021 (tMB)



Les tonnages (t) sont exprimés en matière brute

* Producteurs et producteurs négociants

** Transformateurs et coopératives

-> Les surfaces réservées à la production de rhizomes n'ont pas été déduites car jugées marginales

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

5.7.3. Les perspectives d'évolution des agriculteurs

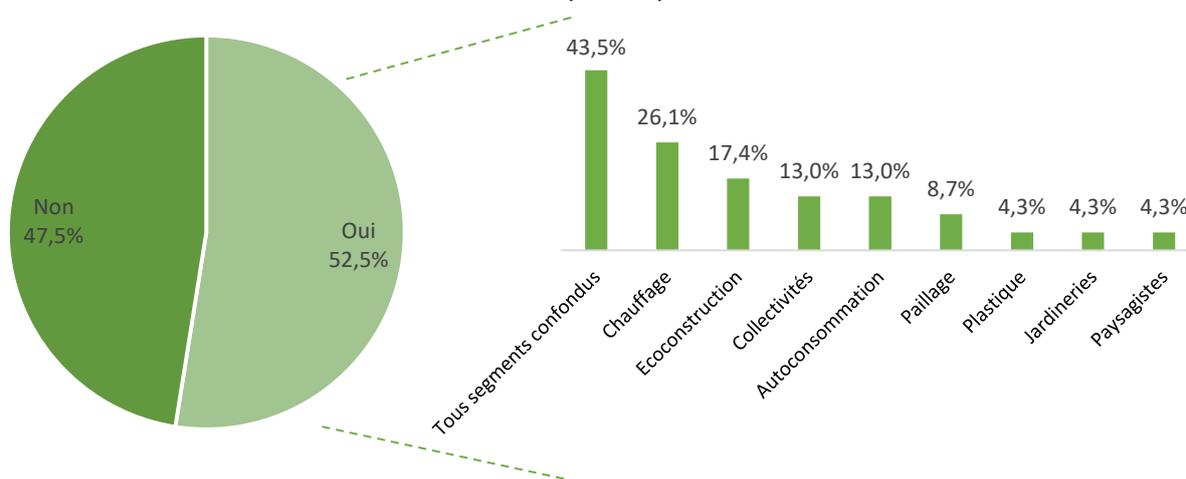
Afin d'évaluer la confiance des agriculteurs dans leur filière et dans les débouchés qu'ils ciblent, les producteurs ont été interrogés sur les perspectives de développement du miscanthus sur leur exploitation. Légèrement plus de la moitié (52,5 %) des agriculteurs envisagent d'implanter de nouvelles surfaces de miscanthus. L'autre moitié ne souhaite pas s'investir davantage dans la filière. Les raisons avancées sont de différentes natures : implantation récente, souhait de stabiliser les volumes commercialisés actuels, capacité de stockage insuffisante pour envisager une hausse de surface, absence de surfaces disponibles pour le miscanthus, ou simplement une préférence pour d'autres activités agricoles.

Parmi les agriculteurs qui ne souhaitent pas se développer, la grande majorité sont satisfaits de leurs débouchés. Seuls 10,5 % des producteurs recherchent de nouveaux débouchés à plus forte valorisation.

A l'inverse, les agriculteurs ayant des perspectives de croissance ont des stratégies différentes. Moins de la moitié (43,5 %) estiment ne pas avoir besoin de modifier leur stratégie de vente et veulent continuer

avec leurs acheteurs actuels. Le chauffage est le débouché le plus attractif, un quart des agriculteurs cherchent à le développer. 5 % des agriculteurs ont des projets sur leurs exploitations (chaudière à biomasse ou unité de séchage du maïs grain), les autres sont à l'écoute des projets des collectivités locales. L'écoconstruction intéresse également les agriculteurs principalement pour les vertus d'isolants. Les agriculteurs souhaitent également développer le débouché paillage : ils estiment qu'il dispose d'un fort potentiel d'évolution et de valorisation, en particulier auprès des jardineries et des paysagistes.

Figure 119 : Perspectives de développement du miscanthus à court et moyen terme – Plusieurs réponses possibles*



* Clé de lecture : 26,1 % des producteurs ayant des perspectives de développement souhaitent développer les ventes pour un débouché en chauffage.

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

6. ETUDE DE CAS – LIN

La France est le leader mondial de la production de fibre de lin. La culture du lin, principalement destinée à l'industrie textile, se redéveloppe en France depuis plusieurs années et semble avoir le vent en poupe, mais reste localisée dans le Nord-Ouest de la France, essentiellement en Normandie.

Technique et exigeante, elle séduit un certain nombre d'agriculteurs passionnés. Le lin reste néanmoins une culture risquée et fortement sensible aux aléas climatiques.

6.1. CADRE METHODOLOGIQUE

L'étude se focalise uniquement sur le lin textile, dans la mesure où les filières lin et oléagineux fonctionnent de façon indépendante (producteurs, bassins et débouchés différents). La méthodologie employée dans l'étude de cas « Lin » se rapproche des précédentes études de cas.

- Une phase de cadrage de l'étude qui repose sur une analyse bibliographique et des entretiens avec quelques acteurs clés de la filière ;
- Une phase d'enquêtes auprès d'un échantillon représentatif d'agriculteurs ;
- Une phase de synthèse dont l'objectif est d'identifier les caractéristiques des exploitations productrices de lin et d'estimer les retombées économiques du lin pour ces dernières.

6.1.1. Etude bibliographique et entretiens avec les acteurs de la filière

Une analyse bibliographique et statistique a été réalisée afin d'approcher différentes thématiques : les surfaces et volumes de production en France, l'itinéraire technique du lin textile, les débouchés du lin etc.

Cette analyse a été complétée par la réalisation d'entretiens avec des acteurs représentatifs de la filière : l'AGPL (Association Générale des producteurs de lin) et le CIPALIN (Comité Interprofessionnel de la Production Agricole du Lin). Notons que le CIPALIN a souhaité s'exprimer au nom de l'ensemble de ses teillages adhérents. L'objectif de ces entretiens a été d'affiner la compréhension du fonctionnement global de la filière, des modes de valorisation du lin (débouchés, poids des usines de teillage, type de contractualisation etc.), ainsi que des enjeux de la filière.

Tableau 47 : Entretiens de cadrage - acteurs interrogés

Organismes	Interlocuteurs
AGPL	Bertrand GOMART Vincent COURTEAUD
CIPALIN	Sophie MAYER

Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

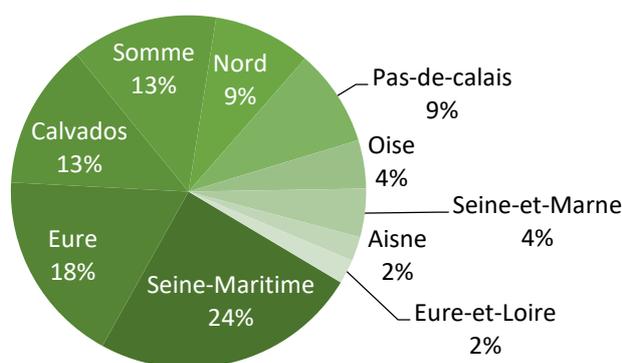
6.1.2. Mise en place d'une enquête auprès des producteurs

Une enquête a été déployée auprès d'un échantillon de 45 agriculteurs, l'objectif étant de disposer d'informations sur les caractéristiques de la culture, les motivations à sa mise en place, les coûts de production et les différentes valorisations du lin. L'objectif était également d'identifier les facteurs agronomiques, logistiques, économiques et humains pouvant exercer une influence sur la valorisation de la culture.

L'échantillonnage se devait d'être aussi représentatif que possible et donc d'intégrer une certaine diversité de profils d'agriculteurs. L'échantillonnage a été basé, d'une part, sur une répartition géographique des exploitations, avec pour objectif la prise en compte des différents bassins de production. La majeure partie des agriculteurs interrogés se concentrent sur les régions Normandie et Hauts-de-France, qui représentent à elles seules 95% des surfaces de lin textile en France. Ainsi, les 3

premiers départements représentés au sein de l'échantillon sont la Seine Maritime, l'Eure et le Calvados, les 3 premiers départements producteurs de lin à l'échelle nationale. D'autre part, la diversité des usines de teillage avec lesquelles travaillent les liniculteurs interrogés a également été prise en compte. Ainsi, 33 % des répondants travaillent avec un teilleur privé, 60 % avec un teilleur coopératif et 7 % livrent à la fois un teilleur privé et un teilleur coopératif. Au total, l'échantillon couvre 20 teilleurs sur les 22 présents en France, et l'échantillon a été complété par un exploitant français travaillant avec un teilleur en Belgique.

Figure 120 : Echantillon d'agriculteurs interrogés par département (en nombre d'exploitations)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

L'échantillon comprend des exploitations dont les surfaces sont comprises entre 54 et 400 hectares (ha) avec un moyenne s'établissant à 191 ha. Les professionnels interrogés disposent en moyenne de 25,7 ha de lin de printemps et 2,2 ha de lin d'hiver. Au niveau national, la surface de lin par exploitation est un peu plus faible (14 ha / exploitation).

Les enquêtés représentent 1,1 % des surfaces françaises de lin et 0,5 % des producteurs.

6.2. CONTEXTE DE LA FILIERE DU LIN EN FRANCE

6.2.1. Histoire du lin et place de la filière française au niveau mondial

Déjà utilisé il y a plusieurs millénaires par les populations égyptienne, phénicienne et romaine, le lin devient, en France, un élément incontournable de l'artisanat sous Charlemagne. De cette plante sont extraites des graines, pour faire de l'huile de peinture, et des fibres pour fabriquer des vêtements. Au XVIIIe siècle, il est utilisé pour les vêtements, le mobilier, les parures de tables, ainsi que les trousseaux de linge. Au cours de XIXe siècle, la montée en puissance du coton, pour lequel la mécanisation se développe, précipite le déclin du lin. C'est à la fin de la seconde guerre mondiale que le lin va refaire son apparition en France et être notamment utilisé par l'industrie du textile.

Si la fibre de lin ne représente aujourd'hui que 0,4 % des fibres textiles produites dans le monde (contre 54,4 % pour le polyester et 23,2 % pour le coton), l'Europe et notamment la France se positionnent comme leaders au niveau mondial. En effet, la production de lin à l'échelle de la planète se concentre autour de 9 pays seulement. Parmi eux, trois ne sont pas européens : l'Égypte (10 % de la production mondiale de fibre longue), la Russie (7 %) et la Chine (3 %). La France se classe comme le premier producteur au monde, avec 61 % des volumes de fibre longue en 2020 selon le Centre européen du lin et du chanvre (CELC). La Belgique se hisse au second rang mondial, mais avec des volumes qui restent très en deçà de la production française (13 %).

Le lin est semé, puis arraché et roui au champ. Il est ensuite stocké, en général plusieurs mois par les producteurs, avant d'être pris en charge par les usines de teillage. Ces dernières teillent le lin, c'est-à-

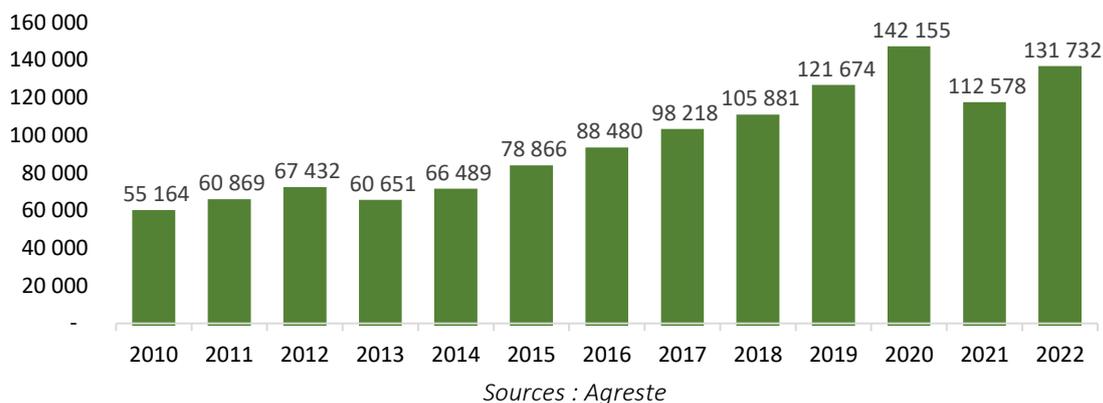
dire séparent la fibre de lin de l'écorce, et éventuellement le peignent. La fibre de lin teillée est ensuite exportée, principalement en Chine (80% des volumes) pour être filée. Le lin est ensuite généralement réimporté en France où il est tissé et travaillé. La filature correspond donc à un maillon manquant en France, bien que des projets se soient développés ces dernières années, pour réimplanter des filatures dans l'hexagone, la crise du COVID-19, notamment, ayant mis en exergue l'importance de maîtriser l'ensemble d'une filière sur le territoire national. En 2022, on comptait 3 filatures opérationnelles en France et une en projet.

6.2.2. Le Lin, une production en croissance sur la dernière décennie

6.2.2.1. *Evolution des surfaces de production de lin*

Entre 2010 et 2022, les surfaces de lin suivent globalement une tendance haussière avec une progression de 139 % sur la période, passant ainsi de 55 000 ha en 2010 à plus de 130 000 ha en 2022. Un pic a été observé en 2020 avec plus de 142 000 ha implantés, mais a été suivi d'un recul notable (-21%) en 2021, probablement en conséquence des tensions sur les chaînes logistiques liées à la crise du COVID-19. En effet, la fibre de lin, y compris celle issue des plantations françaises, est largement tissée en Chine.

Figure 121 : Surfaces françaises de lin entre 2010 et 2022 (ha)

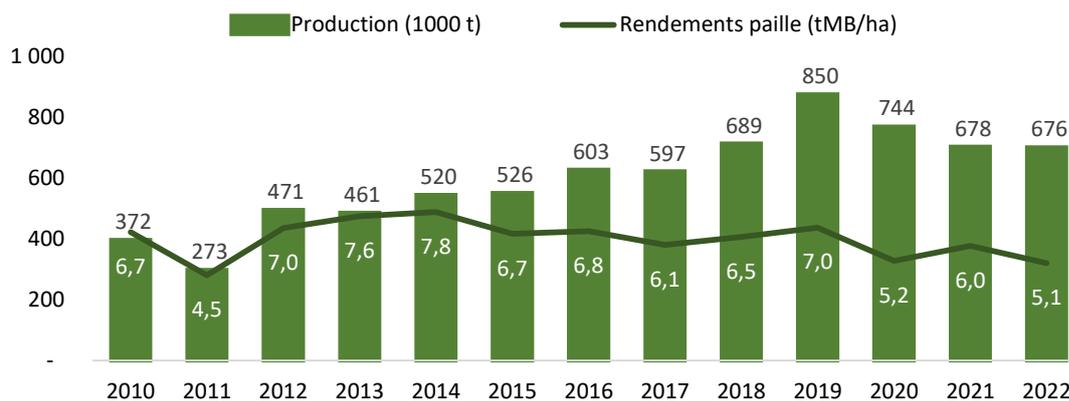


6.2.2.2. *Les volumes de production*

En 2022, la production de lin s'élève à 676 000 tonnes, soit 82% de plus qu'en 2010. La tendance est globalement haussière, bien que des variations de rendements assez marquées d'une année à l'autre (de 4,5 à 7,8 tMB/ha) entraînent une certaine disparité des volumes de production. Ainsi l'année 2020, qui affiche un record de surfaces, s'est traduite par une campagne moins bonne que la précédente, puisque les rendements ont été parmi les plus faibles de la période 2010 - 2022.

Sur la période, les rendements en paille atteignent en moyenne 6,4 tMB / ha.

Figure 122 : Productions et rendements en paille de 2010 à 2022



Sources : Agreste

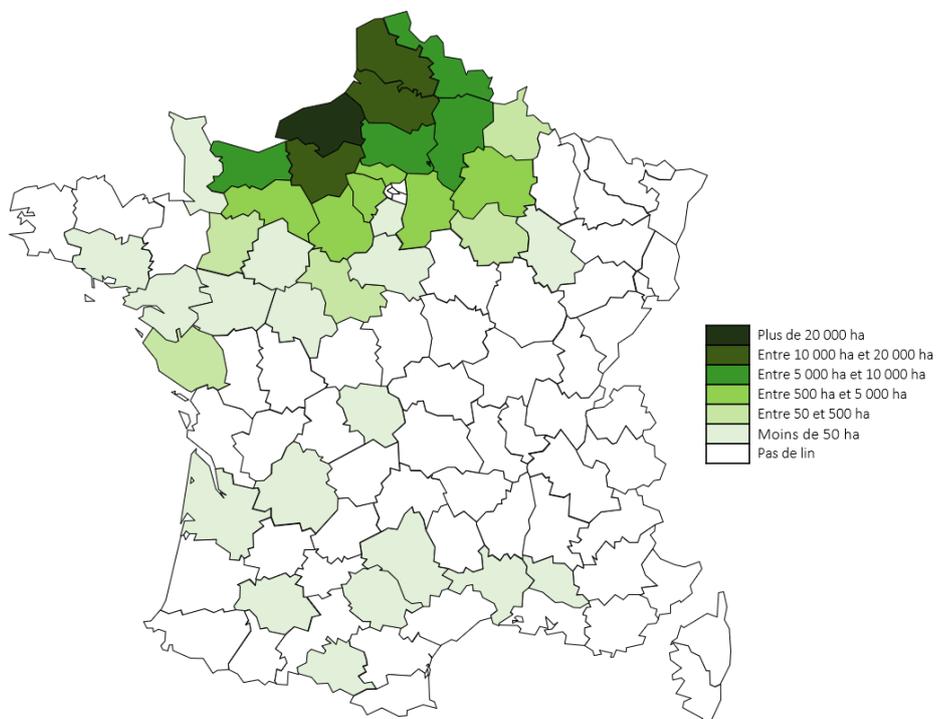
6.2.2.3. Les zones de production du lin

En 2020, on comptait en France un peu plus de 8 200 liniculteurs, dont 50 % sont situés en Normandie et 45 % dans les Hauts-de-France. En dehors de ces deux régions, un peu moins de 400 producteurs se répartissent entre l'île de France (225 liniculteurs), le Grand-Est (84) et le reste de la France (70).

Les surfaces de lin textile sont donc très concentrées dans le nord du pays, dont 94 % sur 8 départements : Seine-Maritime (27 060 ha), Eure (18 990 ha), Pas-de-Calais (16 102 ha), Somme (15 297 ha), Calvados (8 750 ha), Nord (8 124 ha), Aisne (5 678 ha) et Oise (5 330 ha).

Les 22 usines de teillage – premiers transformateurs en charge du défibrage du lin – françaises sont également toutes localisées dans ces 8 départements, mise part une unité en Seine et Marne, département qui comptait 2 312 ha de lin textile cultivés en 2020.

Figure 123 : Surfaces cultivées en lin textile en France en 2021 (ha)

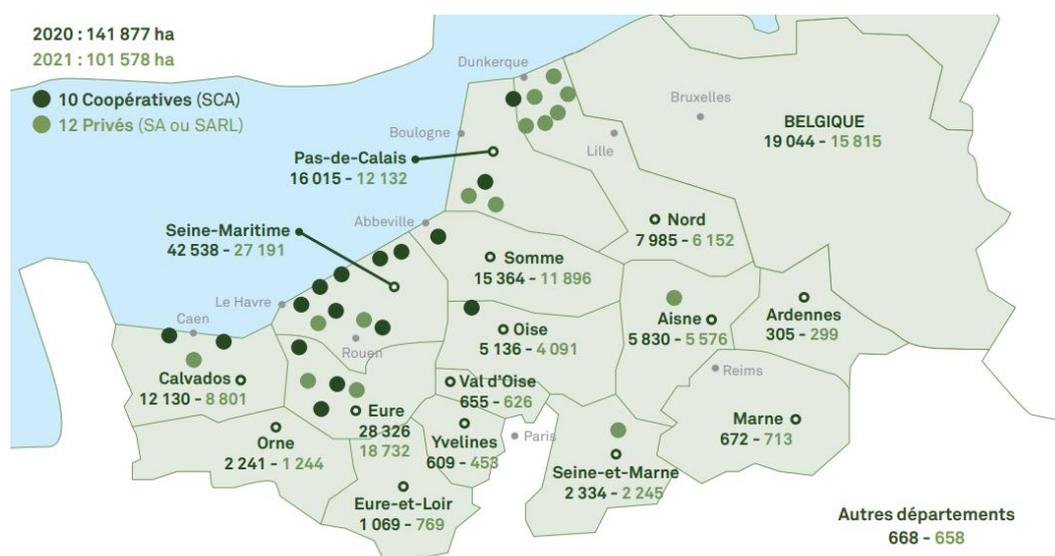


Sources : Agrex Consulting, d'après Agreste

6.2.3. L'organisation de la filière

En 2021, la filière comptait 8 228 exploitations produisant du lin et 22 teilleurs, dont 10 coopératives et 12 entreprises privées. Comme les producteurs, les teilleurs sont concentrés dans la pointe nord du pays : Hauts-de-France et Normandie.

Figure 124 : Localisation des unités de teillage en France et surfaces récoltées (ha)



Source : Note de conjoncture 2022 - CELC

Par ailleurs, la filière française se compose de plusieurs groupements de producteurs et/ou teilleurs.

Le syndicat interprofessionnel regroupant syndicats et unions de syndicats représentatifs des activités de production et de transformation du lin (C.I.P.AL.I.N.) représente la production agricole et le teillage du lin devant les administrations publiques et organismes nationaux et internationaux et assure la liaison entre les diverses branches de la filière du lin. Il se compose de 3 membres fondateurs : l'AGPL, la FESTAL et l'USRTL.

L'Union des Syndicats des Rouisseurs-Teilleurs de Lin de France (USRTL) est à l'origine un regroupement des Syndicats de Normandie, du Nord et d'Ile-de-France. En janvier 1973, l'Union évolue pour devenir l'union de l'ensemble des entreprises françaises de teillage de lin. Située à Rouen, l'Union assure plusieurs rôles, comme la défense des intérêts de ses membres, l'étude des questions sociales, économiques, fiscales et professionnelles qui lui sont soumises et auxquelles elle cherche des solutions, ainsi que l'amélioration de la qualité, de la productivité et du rendement de la production de lin.

L'Association Générale des Producteurs de Lin (AGPL) est née en avril 1930 avec pour objectif de représenter et défendre les liniculteurs français. L'AGPL effectue une veille économique sur le lin et informe régulièrement ses membres de l'évolution du marché. L'AGPL collabore étroitement avec les multiples organismes de la filière, tant au niveau national qu'européen.

Créée en 1953, la Fédération Syndicale du Teillage Agricole de Lin (FESTAL), regroupe aujourd'hui 10 coopératives de teillage de lin et 1 coopérative chanvrière. La FESTAL se donne trois missions. D'abord, elle informe les coopératives en effectuant des veilles statistiques, réglementaires, juridiques et sociales. Ensuite, elle gère la convention collective et organise des événements autour de lin. Enfin, elle représente la filière auprès des autorités publiques et professionnelles.

Par ailleurs, l'Institut technique du lin, ITL, créé en 1969 par les producteurs de lin à fibre sert à la création et au transfert de références techniques et socio-économiques. Fonctionnant depuis 2011 de pair avec ARVALIS – Institut du végétal, il met en œuvre des actions de recherche appliquée et de développement dans le but d'aider les liniculteurs à résoudre les problèmes techniques, économiques et environnementaux qui se posent à eux.

Enfin, à l'échelle européenne, la Confédération européenne du Lin et du Chanvre (CELC) est une organisation agro-industrielle qui fédèrent tous les stades de production et de transformation du lin et du chanvre. La CELC, née en 1951, entend créer un environnement favorable à la compétitivité des entreprises industrielles du lin et du chanvre, avec comme point de mire la promotion de la filière européenne dans les secteurs de la mode et de l'art de vivre.

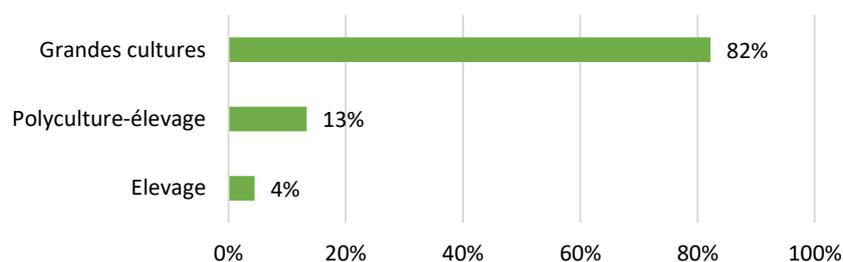
6.3. CARACTERISTIQUES ET MOTIVATIONS DES PRODUCTEURS DE LIN

6.3.1. Caractéristiques des exploitations agricoles

Les exploitations de l'échantillon disposent en moyenne de 25,7 ha de lin de printemps, sur leur exploitation, avec des variations allant de 6 à 160 ha. Au niveau national, la moyenne se situe plutôt aux alentours de 14 ha/exploitation. Le lin de printemps est beaucoup plus développé que le lin d'hiver. Ainsi, seulement 30% des agriculteurs cultivent également du lin d'hiver, de 1,5 à 15 ha selon les exploitations. Il faut cependant préciser que pour plus de la moitié d'entre eux, il s'agit uniquement d'un premier test et ils ne disposent pas encore d'assez de recul sur les coûts ou les rendements de la culture d'hiver. L'analyse ci-dessous se concentrera donc largement sur le lin de printemps, pour le calcul des coûts de production. Des éléments qualitatifs expliquant l'intérêt porté par un certain nombre de liniculteurs au lin d'hiver seront néanmoins apportés.

Pour 82% des agriculteurs enquêtés, l'exploitation a pour activité principale les grandes cultures. Bien que minoritaires, on compte également des polyculteurs-éleveurs (13% des enquêtés), ou des élevages spécialisés (4% des enquêtés).

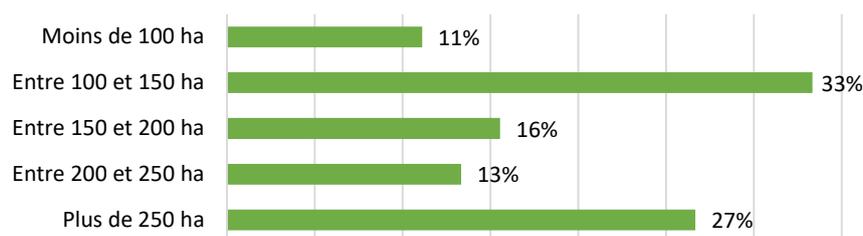
Figure 125 : Principale orientation des exploitations linicoles enquêtées (% du nombre total d'exploitations enquêtées)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

En moyenne, les producteurs enquêtés disposent de 191 ha de surface agricole utile (SAU) avec un minimum de 54 ha et un maximum de 400 ha. Parmi eux, un tiers dispose de 100 à 150 ha et 27% ont plus de 250 ha.

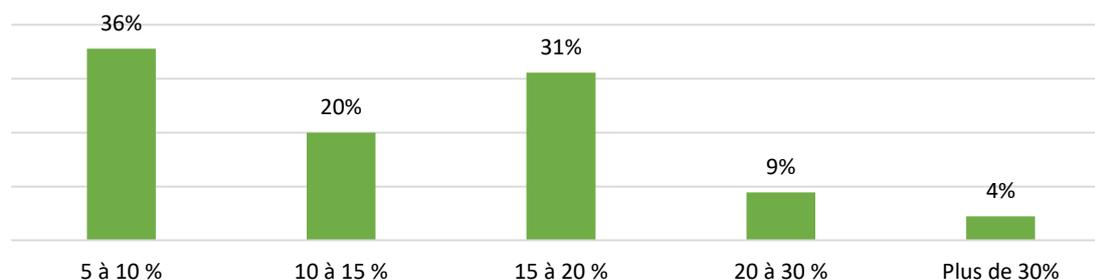
Figure 126 : Répartition de la taille des exploitations enquêtées (en nombre d'exploitations)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La culture du lin représente en moyenne 15 % de la SAU des agriculteurs enquêtés, avec des variations allant de 5 % à 53 % selon les exploitations. Pour 56 % des liniculteurs, le lin représente moins de 15 % de la surface de l'exploitation. Le lin reste donc une culture de diversification avec des rotations longues, mais il peut tout de même prendre une certaine importance, puisque 31 % des répondants lui allouent 15 à 20 % de leur assolement et 13 % lui en accordent plus de 20 %. Il faut souligner qu'un seul agriculteur consacre plus de 50% de ses surfaces au lin (installation récente), et qu'il s'agit d'une exception. Des rotations trop courtes peuvent entraîner des difficultés à terme. Notons que la propension à limiter le lin dans les rotations peut également être liée au caractère très risqué : forte sensibilité aux aléas climatiques et risques de perte de récolte importants.

Figure 127 : Poids de la surface en lin dans la SAU (en % du nombre total d'exploitations enquêtées)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La majeure partie des agriculteurs travaillent en mode conventionnel (85%), 13% sont en agriculture biologique certifiée ou sont en cours de conversion et 2% pratiquent l'agriculture de conservation.

6.3.2. Motivations et freins à l'implantation du lin

6.3.2.1. Les motivations des producteurs de lin et avantages de la culture

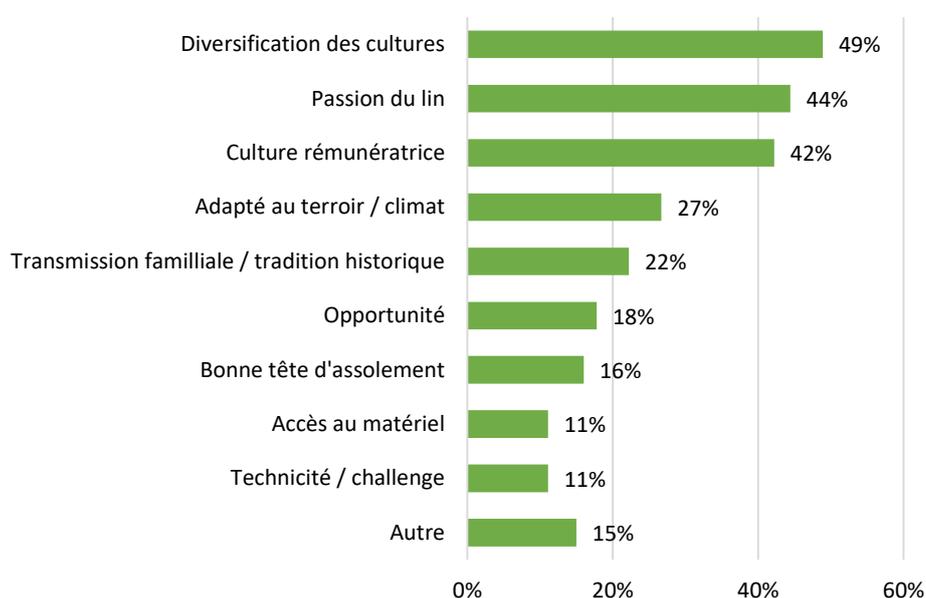
La volonté de diversifier ses assolements est la première motivation, évoquée par 49 % des agriculteurs. Le lin permet en effet d'intégrer une nouvelle culture de printemps dans les rotations et 16 % des répondants considèrent, par ailleurs, qu'il s'agit d'une bonne tête de rotation, notamment en précédant à un blé ou à une culture de pomme de terre, puisqu'il laisse un sol propre et éventuellement un reliquat azoté.

La passion du lin est également fréquemment évoquée (44 % des répondants). De nombreux agriculteurs apprécient cette culture, qu'ils trouvent plus intéressante à conduire que d'autres, bien qu'elle demande une attention et un soin particulier. Un peu plus de 10 % des professionnels sont tout particulièrement sensibles à la technicité de la culture du lin et au défi qu'elle pose (maîtrise du semis, choix de la période de récolte, attention et soins portés au rouissage etc.).

L'aspect économique est mis en avant par 42 % des répondants et le lin est considéré comme une culture rémunératrice, qui permet de dégager des marges intéressantes. Malgré la variabilité des rendements d'une année à l'autre, le lin est considéré comme globalement rentable.

De plus, le lin est une culture bien en place dans ses principaux bassins de production. Cela signifie d'une part qu'elle est bien adaptée au terroir et au climat (pour 27 % des agriculteurs enquêtés), mais aussi qu'il y a un aspect tradition et transmission dans la culture du lin. Pour beaucoup, la passion du lin a été transmise par les parents et a donc « toujours » été en place sur l'exploitation (22 % des agriculteurs). On constate une certaine fierté à travailler le lin, considéré comme un produit de niche très qualitatif et qui témoigne d'un certain savoir-faire français.

Figure 128 : Motivations principales des producteurs de lin et avantages de la culture
(Plusieurs réponses possibles)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Le fait que la culture du lin soit fortement concentrée sur quelques zones est également porteur d'opportunité (18 % des répondants) pour les agriculteurs qui ont facilement accès à un teillage à proximité, une coopérative ou ont pu découvrir la culture grâce à des confères voisins. De même, le lin a été une alternative intéressante pour certains agriculteurs qui ont dû faire face à un bouleversement économique : arrêt de l'élevage, fermeture de la sucrerie à proximité etc.

D'autres avantages sont également mentionnés pour la culture du lin, par exemple le fait qu'elle soit relativement peu gourmande en intrants, en particulier en azote, ou le fait qu'elle soit moins chronophage que d'autres cultures du nord de la France (pomme de terre par exemple), tout en étant rémunératrice.

6.3.2.2. Les freins et inconvénients liés à la culture du lin

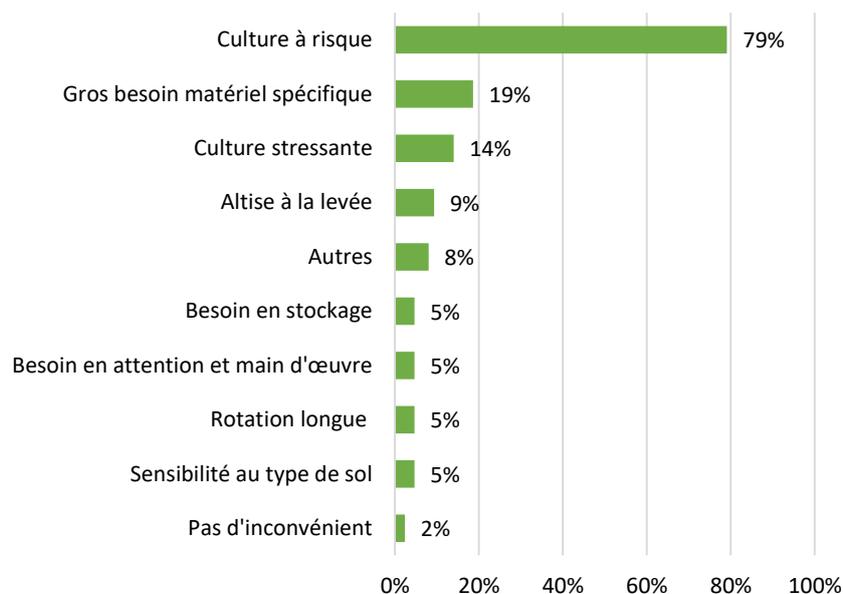
Près de 80 % des répondants estiment que le lin est clairement une culture à risque en raison de sa forte sensibilité aux aléas climatiques. En effet, la sensibilité intervient à plusieurs niveaux (risque de sécheresse à la levée, puis risque de verse, risque de pluie sans alternance avec des périodes sèches lors du rouissage etc. Tout ceci peut conduire à une perte totale de la récolte. Le lin est donc une culture très irrégulière, qui nécessite une forte maîtrise technique et pour laquelle la moindre erreur peu

compromettre la totalité de la récolte. Par ailleurs, le cycle du lin est court (100-120 jours), ce qui laisse peu de possibilité de rattrapage.

En raison de ce fort niveau de risque, 14% des agriculteurs évoquent le stress ressenti, en particulier à la récolte et au rouissage et insistent sur le fait que « tant que le lin n'est pas rentré, ils peuvent tout perdre ».

Si la perte massive n'est pas fréquente, elle est néanmoins possible. En 2012, par exemple, la moitié des surfaces de lin dans l'Eure, soit plus de 10 000 ha, ont été perdues en raison des aléas climatiques.

Figure 129 : Freins et inconvénients du lin pour les producteurs
(Plusieurs réponses possibles)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les autres inconvénients évoqués sont le fort besoin en matériel spécifique (arracheuse, retourneuse, enrouleuse) et donc éventuellement en investissement, bien que le recours aux Coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA) ou aux prestataires soit possible. Le risque d'attaque d'altises en période de levée est également cité à plusieurs reprises et semble s'accroître.

La problématique du stockage est également évoquée, puisque le lin est généralement stocké plusieurs mois, voire plus d'un an par le liniculteur, avant d'être pris en charge par le teilleur. Cela nécessite donc un certain investissement en bâtiment de stockage.

Enfin, la longueur des rotations est également mentionnée, puisqu'il est nécessaire d'attendre 6 à 7 ans avant de réimplanter du lin sur une même parcelle.

6.4. LA PRODUCTION DE LIN ET LES COÛTS ASSOCIÉS

Le lin est une culture courte qui nécessite uniquement 100 jours pour arriver à maturité. Le lin est semé entre mars et avril et récolté principalement à la mi-juillet. La nécessité d'avoir un lin parfaitement propre pour le rouissage et le teillage impose une certaine vigilance et des opérations de désherbage, ce qui fait de la culture du lin une culture nécessitant un entretien plus important que le chanvre par exemple.

6.4.1. Les coûts d'implantation et d'entretien du lin textile

Les différents coûts de la culture de lin ont été estimés grâce aux informations collectées auprès des producteurs enquêtés. Les moyennes ont été pondérées par la fréquence de chaque pratique. Ces coûts tiennent compte de la rémunération de la main d'œuvre, des frais de mécanisation et du prix des intrants. Le coût moyen total hors arrachage atteint en moyenne 808,8 €/ha, dont 537,1 €/ha d'intrants (semences, engrais, produits phytosanitaires).

Tableau 48 : Coûts de production moyens du lin (hors récolte) - €/ha

Actions	Coûts moyens (€/ha)	Coûts moyens mécanisation (€/ha)	Coûts moyens main d'œuvre (€/ha)	Coûts moyens intrants (€/ha)
Préparation du sol	119,0 €	89,3 €	22,6 €	7,0 €
Semis	319,7 €	37,9 €	11,2 €	270,6 €
Fertilisation	175,9 €	17,3 €	4,9 €	153,7 €
Désherbage / Gestion des ravageurs	194,2 €	69,9 €	18,49 €	105,8 €
Irrigation	0	-	-	-
Total hors récolte	808,8 €/ha	214,4 €/ha	57,2 €/ha	537,1 €/ha

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Pour 84 % des agriculteurs, la préparation de sol débute par un travail profond du sol (labour ou décompactage). Il est souvent suivi d'un travail plus superficiel en un passage (29% des répondants) ou 2 passages (60%) des répondants. Environ 20% des agriculteurs sèment un engrais vert, dont les semences sont reprises dans les « coûts intrants ». Le coût moyen de la préparation de sol atteint ainsi 119 €/ha, constitué à 75% des coûts de mécanisation.

La densité moyenne de semis du lin varie entre 1 700 et 2 350 graines par mètre carré et se situe pour l'échantillon étudié à 2 030 graines/m². Cela correspond à environ 120 kg de graines par hectare avec un prix moyen d'environ 2,25 € / kg de graine, soit environ 270 € de semence par hectare. Au coût des semences s'ajoutent la mécanisation et la main d'œuvre pour le semis, mais ces postes restent assez limités, puisque le semis est une opération très rapide, en moyenne 40 minutes par hectare. Les liniculteurs sont libres du choix de leurs semences et de leurs variétés, mais il semblerait que dans 90% des cas, ils s'approvisionnent auprès de leur teillage.

La fertilisation présente un coût total moyen d'environ 175 € / ha, sachant que pour la présente enquête, il a été demandé aux agriculteurs les coûts moyens sur 5 ans. Les prix de l'engrais s'étant envolés en 2021 et 2022, le coût réel actuel doit être largement supérieur à cette moyenne. Environ 73% des agriculteurs interrogés réalisent une fertilisation azotée, avec un apport moyen de 30 unités d'azote par hectare. Si les besoins en phosphore et en potasse sont respectivement de 40 et 140 unités, une grande majorité des éléments sont restitués au sol lors du rouissage. Ainsi, 90% des agriculteurs réalisent un autre apport en phosphore, potasse ou zinc, avec des pratiques variables selon les parcelles et les précédents culturaux. Le zinc est un élément indispensable à la croissance de la culture, souvent apporté par le biais de semences pelliculées.

Les autres étapes de l'entretien des cultures intègrent le désherbage chimique (pratiqué par l'ensemble des agriculteurs en conventionnel), ainsi que le désherbage manuel mécanique, pratiqué par 13 % des répondants, quasiment tous en agriculture biologique. Enfin, l'utilisation de produits phytosanitaires pour lutter contre les maladies et ravageurs est également prise en compte dans ce cadre et concerne la totalité des producteurs hormis les liniculteurs bio. Cette partie de l'entretien des cultures représente en moyenne 194 € / an (en pondérant par le type de pratique).

Enfin, l'irrigation de la culture de lin est peu fréquente. Au sein de l'échantillon, 4% seulement des professionnels semblent irriguer de façon régulière et 4% irriguent ponctuellement, environ 1 année sur 3. Le coût moyen sur l'échantillon reste donc négligeable, et n'a pas été pris en compte. Notons que les agriculteurs mentionnant l'irrigation sont tous situés dans les Hauts-de-France. Cette pratique n'a pas été constatée en Normandie.

6.4.2. Les coûts d'arrachage et de rouissage du lin

La récolte du lin est segmentée en trois grandes étapes : arrachage, rouissage, enroulage. À cela s'ajoute le transport du lin bottelé vers les entrepôts et le stockage chez les agriculteurs. En moyenne, le coût de revient de l'arrachage au stockage atteint de 590 € / ha.

Tableau 49 : Coûts moyens d'arrachage, rouissage et stockage du lin (€/ha)

Actions (pondérées par la fréquence)	Coûts moyens (€/ha)	Mécanisation (€/ha)	Main d'œuvre (€/ha)	Prestation (€/ha)	Autres (€/ha)
Arrachage du lin	146,1 €	27,2 €	8,2 €	110,7 €	-
Rouissage	117,5 €	26,6 €	38,3 €	52,6 €	-
Enroulage	230,9 €	109,7 €	40,6 €	80,6 €	-
Transport	47,1 €	33,4 €	13,7 €	-	-
Stockage	48,0 €	-	-	-	48,0 €
Total récolte / transport / stockage	589,6 €	196,9 €	100,8 €	243,9 €	48,0 €

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Dans un premier temps, le lin est arraché, et non coupé, pour préserver l'entièreté de la fibre. 29 % des liniculteurs réalisent cette opération eux-mêmes, contre 71 % qui ont recours à des prestataires. Le coût moyen à l'hectare est de 156 € en moyenne en prestation, contre 123 € si le travail est réalisé par l'exploitant (main d'œuvre + mécanisation). En moyenne, cette opération représente un coût de 146 € / ha.

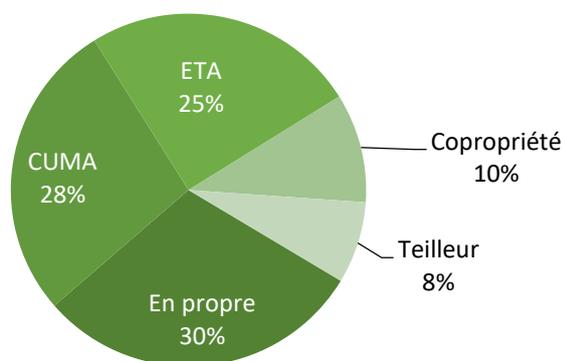
Dans un second temps, le lin est roui. Cette opération est naturelle et se fait par une alternance de périodes sèches et humides qui affectent le lin laissé au sol après l'arrachage, et permettent de détacher la fibre de l'écorce. Il s'agit d'une des étapes les plus délicates, puisqu'elle est très sensible aux conditions météorologiques et nécessite une surveillance et une réactivité importante de la part des liniculteurs. Le rouissage dure en moyenne 5 semaines et demie pour l'ensemble des liniculteurs interrogés avec des variations de durée pouvant aller de moins de 2 semaines à quasiment 8 semaines de rouissage. Notons qu'en moyenne le rouissage est quasiment 6 jours plus long en Normandie que dans les Hauts-de-France. Le lin pourra être retourné une ou plusieurs fois durant cette période. En moyenne, il est retourné 1,5 fois (1,3 dans les Hauts-de-France et 1,7 en Normandie). Environ 60% des liniculteurs interrogés retournent eux même leur lin et 40% ont recours à des prestataires pour un coût moyen, toutes pratiques confondues, de 117 € / ha.

Quand le liniculteur estime que le rouissage est satisfaisant, le lin est enroulé en botte d'environ 250 kg. Environ 70% des répondants réalisent eux même l'enroulage pour un coût de revient de 211 € par hectare. Les 30 % restants font réaliser cette étape par un prestataire pour un coût moyen de 280 € par hectare.

La récolte du lin nécessite donc un matériel spécifique : arracheuse de lin, retourneuse et enrouleuse. On constate que 30% des liniculteurs disposent de leur matériel en propre et 10% possèdent leur matériel en copropriété. Les autres doivent, pour au moins une partie des outils nécessaires en phase de récolte,

avoir recours à une CUMA (28% des enquêtés), à leur teilleur (8%) ou à une entreprise de travaux agricoles (ETA) directement (25%).

Figure 130 : Mode d'accès aux matériels spécifiques de récolte (% en nombre de répondants)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Suite à l'enroulage, les bottes doivent être déplacées jusqu'à leur lieu de stockage. En moyenne, les agriculteurs parcourent une distance de 4,9 kilomètres et enregistrent un coût de transport de 47,1 € par hectare.

Le lin est ensuite stocké chez l'agriculteur pour une durée moyenne de 9,6 mois. Un seul agriculteur de l'échantillon ne stocke pas son lin faute d'espace de stockage. Il paie un malus à son unité de teillage pour cela. La durée maximum de stockage évoquée par les liniculteurs interrogés est de 16 mois. Le coût est estimé en moyenne à 48 € par hectare. Au sein de l'échantillon, 27 % des répondants ont réalisé un investissement en bâtiment de stockage spécifiquement pour la culture du lin, 2% louent un espace, et les autres utilisent des bâtiments préexistants sur leur exploitation. Les bâtiments utilisés sont pour partie bétonnés, alors que d'autres sont en terre battue.

6.4.3. Synthèse des coûts de production

En moyenne le coût de production du lin (hors frais généraux de l'exploitation) est de 1 398 € par hectare soit 231 € par tonne. Un peu plus de 40% de ce coût correspond aux frais de récolte (de l'arrachage au stockage) et le reste correspond à l'implantation et à l'entretien de la culture.

Les intrants représentent un poste important avec 38% du coût total, suivi par la mécanisation (29%) et les prestations (17%).

Tableau 50 : Coûts moyens de production du lin par poste de dépense (€ / ha et € / tonne)

Coût moyen	Global	Mécanisation	Main d'œuvre	Intrants	Prestation	Autres
	Semis et entretien					
€/ha	808,7 €	214,5 €	57,2 €	537,0 €	0 €	0,0 €
€/t	133,3 €	35,3 €	9,4 €	88,5 €	0,0 €	0,0 €
	Récolte, transport, stockage					
€/ha	589,6 €	196,9 €	100,8 €	0,0 €	243,9 €	48,0 €
€/t	97,2 €	32,5 €	16,6 €	0,0 €	40,2 €	7,9 €
	Total					
€/ha	1 398,3 €	411,4 €	158,0 €	537,0 €	243,9 €	48,0 €
€/t	230,5 €	67,8 €	26,0 €	88,5 €	40,2 €	7,9 €
	Poids des différents postes					
€/ha	100%	29%	11%	38%	17%	3%

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

6.5. LES DIFFERENTES VALORISATIONS DU LIN

6.5.1. Commercialisation et contractualisation avec les unités de teillage

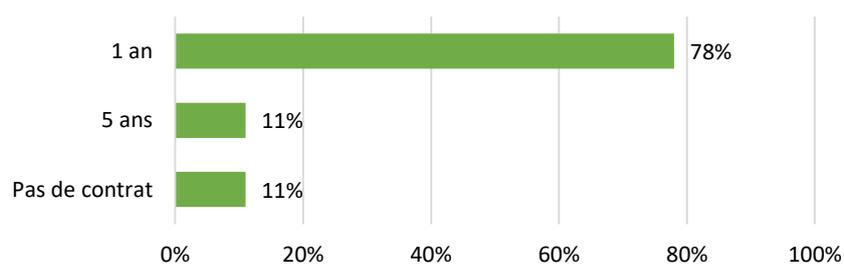
Au sein de l'échantillon, 100 % des agriculteurs travaillent avec une ou plusieurs unités de teillage, dont 60% avec un teilleur coopératif, 33 % avec un teilleur privé et 7 % à la fois avec un teilleur privé et une coopérative. Cette répartition est représentative de la réalité de terrain, puisque 60 % des surfaces de lin sont gérées par des coopératives et que la transformation du lin à la ferme est pour ainsi dire inexistante.

On note une certaine disparité de pratiques entre les deux principales régions productrices :

- En Normandie : 76 % des répondants travaillent avec au moins une coopérative, 32 % travaillent avec au moins un teilleur privé, et certains font les deux.
- Dans les Hauts-de-France : 59 % des répondants travaillent avec au moins une coopérative, 47 % travaillent avec au moins un teilleur privé, et certains font les deux.

Seuls 11 % des agriculteurs ont déclaré ne pas avoir de contrat avec leur teilleur, 78 % ont des contrats sur 1 an et 11 % des contrats sur 5 ans. Notons que les contrats sur 1 an sont d'usage, aussi bien chez les coopératives que chez les teilleurs privés, alors que les contrats de 5 ans concernent uniquement les coopératives. L'absence de contrat n'est constatée que parmi les liniculteurs travaillant avec des unités de teillage privées.

Figure 131 : Contractualisation - durées des contrats avec les teillages



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Pour l'ensemble des liniculteurs, les engagements portent sur des surfaces, mais jamais sur des volumes. Par ailleurs, il n'y a pas non plus d'engagement en termes de qualité au stade du contrat puisque la qualité du lin ne sera connue qu'après le teillage et l'extraction de la fibre longue. Notons tout de même qu'un lot trop sale ou emmêlé (parcelle sale ou mauvais enroulage), pourra compromettre la possibilité de passer dans la ligne de teillage. En moyenne, parmi les agriculteurs engagés, les surfaces réelles implantées sont légèrement supérieures (+ 11%) aux surfaces contractualisées. Il semble donc que les agriculteurs tendent à prévoir un peu plus que ce qui est prévu contractuellement.

Pour les unités de teillage privées, le teilleur achète le lin aux liniculteurs, le transforme et le vend sur le marché. Le teilleur transmet au liniculteur une fiche de transformation qui indique la quantité de chaque produit obtenu à l'issue du teillage (fibre longue, fibre courte, anas etc.). Il transmet ensuite une fiche de valorisation qui précise pour chacun des produits le niveau de valorisation au moment de leur vente sur ces marchés.

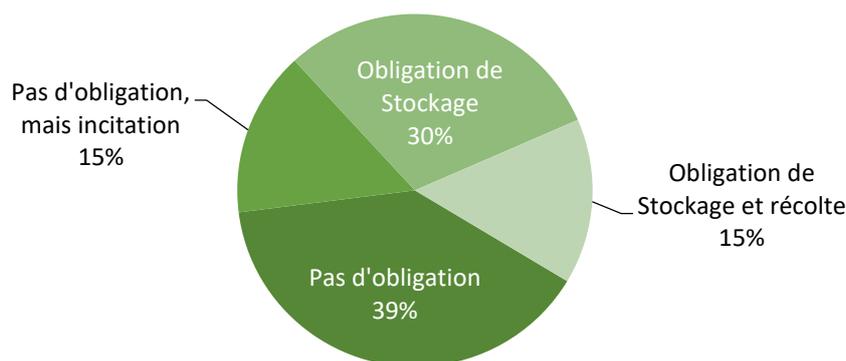
Les coopératives, quant à elle, collectent les pailles des liniculteurs coopérateurs, puis les transforment et les commercialisent. Elles utilisent un système de péréquation pour garantir un prix moyen équitable à l'ensemble des producteurs en distinguant néanmoins certains niveaux de qualité. Le prix moyen est communiqué annuellement lors des assemblées générales et permet de s'affranchir des fluctuations des prix de vente sur les marchés au cours de l'année et ainsi limiter l'aspect spéculatif de la culture.

Les tailleurs n'imposent aucune contrainte technique particulière aux liniculteurs, qui restent libres du choix de la variété et de leur itinéraire technique. Néanmoins, la collaboration entre tailleurs et liniculteurs est forte et le choix variétal est généralement réalisé conjointement. Les producteurs s'approvisionnent bien souvent en semences auprès des tailleurs.

Par ailleurs, le tailleur peut apporter des conseils techniques au cours de la culture, en période de rouissage notamment. Par exemple, la plupart des tailleurs proposent un service d'analyse des échantillons, afin d'évaluer le niveau de maturité et d'arbitrer avec le producteur le fait d'arrêter ou continuer le rouissage en évaluant le ratio bénéfice/risque. En effet, la poursuite du rouissage peut améliorer encore la qualité du lin, mais en fonction des conditions météorologiques, si l'humidité est trop importante, l'agriculteur prend le risque que le lin ne sèche pas correctement avant l'enroulage et perde en qualité, voire soit complètement perdu.

Avant la signature du contrat, 30 % des tailleurs imposent au liniculteur de disposer d'une solution de stockage et 15 % imposent d'avoir à la fois une solution de stockage et de récolte. Pour les autres, il n'y a pas à proprement parlé d'obligation, mais il y a une certaine incitation. Pour l'ensemble des liniculteurs, il semble logique de disposer de solutions de récolte et de stockage avant de se lancer, au vu des contraintes de la culture et des tailleurs (qui ne stockent pas eux-mêmes le lin).

Figure 132 : Obligation de justifier d'une solution de stockage ou récolte avant signature du contrat (% en nombre d'exploitations)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

6.5.2. Rendements, coproduits et valorisation

6.5.2.1. Les rendements : paille et coproduits du lin

Les rendements du lin s'appréhendent à deux niveaux. D'une part sont calculés les rendements en paille. Ceux-ci s'élèvent en moyenne à 6,1 tMB/ha au niveau de l'échantillon, avec des variations pouvant être importantes d'une année à l'autre notamment en raison des conditions météorologiques.

Tableau 51 : Rendements moyen, minimum et maximum pour le lin (tMB/ha)

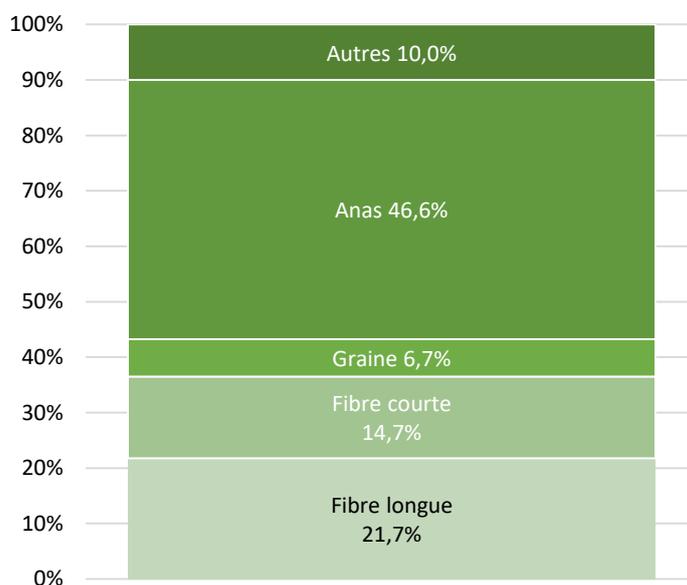
	Rendement minimum (tMB/ha)	Rendement moyen (tMB/ha)	Rendement maximum (tMB/ha)
Echantillon global	3,0	6,1	7,6
Normandie	3,0	6,2	7,6
Hauts de France	4,0	6,0	7,4
Autres régions	4,3	5,0	6,0

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

D'autre part, tout comme le chanvre, le lin est valorisé dans sa quasi-totalité, en incluant différents coproduits. Le poids des différents coproduits dans la paille de lin constitue un facteur essentiel pour appréhender la rentabilité de la culture, puisque les différents types de coproduits disposent de valorisations très distinctes. Les coproduits sont les suivants :

- La fibre longue, qui représente en moyenne 21,7 % du poids de la paille et qui est la partie la plus recherchée, celle pour laquelle le lin est cultivé, et donc la mieux valorisée. Elle est utilisée par l'industrie textile. Au sein de l'échantillon, le poids moyen de la fibre longue est de 22,5 % en Normandie et de 20,9 % dans les Hauts-de-France. C'est le département de Seine-Maritime, premier producteur à l'échelle du pays, qui enregistre les meilleurs rendements en fibre longue (23,3%).
- La fibre courte, qui constitue près de 14,7 % de paille, est utilisée pour différents usages techniques (isolation, papeterie et textile technique notamment).
- La graine, qui représente environ 6,7% de la plante. Elle n'est pas travaillée par le liniculteur (hormis s'il fait de la multiplication) et est séparée de la paille uniquement lors de son passage en usine de teillage. Elle est destinée à la trituration pour la fabrication d'huile industrielle et à l'alimentation animale.
- Les anas, qui constituent l'écorce du lin et qui représentent la part la plus importante (plus de 46 %). Ils sont utilisés pour l'écoconstruction (panneaux agglomérés, isolants etc.), pour la litière, pour le paillis, ou bien comme combustible de chaudières à anas.
- Enfin, les 10 % restant sont la terre, les pieds et tête de lin, la freinte et les autres résidus regroupés sous la dénomination « poussières ». Cette partie semble peu valorisée, hormis en compost, et la valorisation éventuelle ne semble pas (ou peu) se répercuter économiquement chez le producteur.

Figure 133 : Poids des différents coproduits du lin (%)

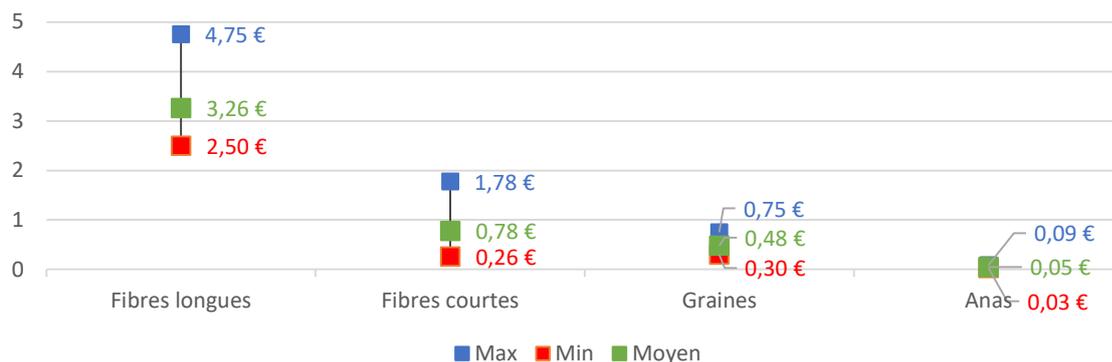


Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

6.5.2.2. Des coproduits aux prix variés

Les débouchés des différentes parties du lin étant très nombreux, les valorisations pour chacune de ces parties se distinguent donc également. Sur l'échantillon, le prix moyen de vente de la fibre longue au teilleur atteint 3,26 € / kg, avec des variations allant de 2,50 € à 4,75 €. Pour la fibre courte, la moyenne s'établit à 0,78 € / kg avec un maximum à 1,78 € / kg. Enfin, les graines et les anas sont bien plus faiblement valorisés, respectivement 0,48 € / kg et 0,05 € / kg.

Figure 134 : Valorisation des différents coproduits de lin – sortie unité de teillage (€/kg)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les disparités observées en termes de prix, notamment pour la fibre longue peuvent dépendre de plusieurs facteurs :

- De la période de vente des produits, le marché du lin étant fluctuant ;
- Du teillage et de ses grilles tarifaires ;
 - En moyenne, le prix de la fibre longue est de 3,29 € / kg pour les coopératives et de 3,14 € / kg pour les teillages privés, soit une différence peu significative.
 - De même, en Normandie, les prix moyens s'élèvent à 3,39 € / kg en fibre longue (et 0,91 € / kg en fibre courte), alors que dans les Hauts-de-France la moyenne est de 3,09 € / kg en fibre longue (0,59 € / kg en fibre courte).
 - Cette variation peut être liée à la politique tarifaire des teilleurs, mais également au niveau de qualité différent selon les bassins de production, les conditions météorologiques influençant fortement la qualité du lin.
- Du niveau de qualité de la fibre qui donne lieu à différents niveaux de rémunération et prend en compte un ensemble de critères tels que la couleur, la résistance, la finesse etc. Il faut noter que l'appréciation de la qualité du lin ne se fait qu'après le teillage.

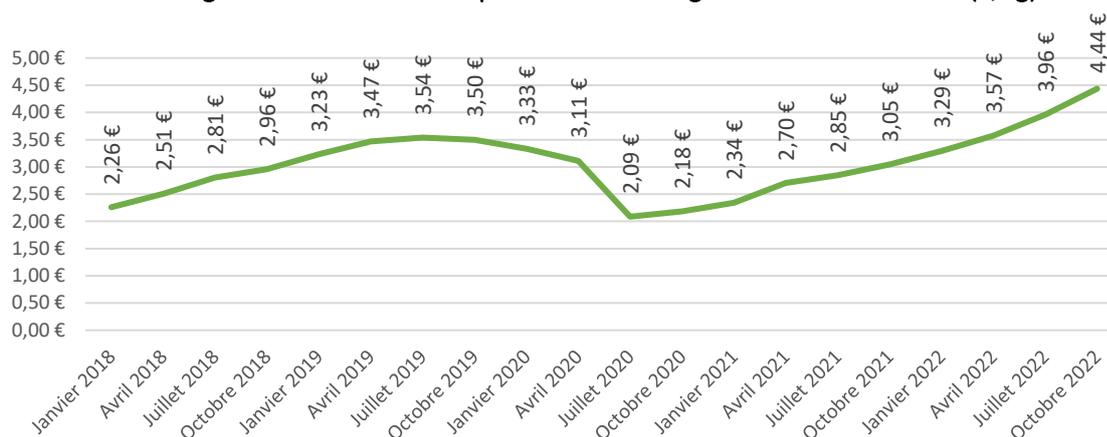
Figure 135 : Critères de classification des lins teillés (du meilleur au moins bon par ordre décroissant)

NATURE	COULEUR	RESISTANCE	FINESSE	HOMOGENEITE DU ROUISSAGE
7 : Gras, soyeux	7 : Bleu argenté	4 : Très solide	4 : Très fin	4 : Très homogène
6 : Gras	6 : Bleu	3 : Assez solide	3 : Fin	3 : Assez homogène
5 : Standard	5 : Demi-bleu	2 : Moyennement solide	2 : Moyennement fin	2 : Légers défauts de couleur
4 : Maigre, creux ou mousseux	4 : Blond ou lièvre	1 : Faible	1 : Médiocre, sans finesse	1 : Défauts de couleur marqués
3 : Très septorié	3 : Roux, bariolé, septorié			
2 : /	2 : Clair, jaune paille			
1 : Sur-roui	1 : Noir			

Source : CIPALIN

Globalement, les agriculteurs interrogés sur l'évolution des prix de la fibre au cours des 5 dernières années mentionnent tout d'abord une baisse durant la période du COVID-19, puis un nouveau départ à la hausse assez rapide qui se traduit globalement par une évolution positive sur l'ensemble de la période. Ces perceptions sont confirmées par l'évolution des prix de la fibre longue communiquée par le CIPALIN sur la même période. Ainsi, après avoir atteint un pic à 3,54 € / kg en juillet 2019, le prix de la fibre longue est descendu jusqu'à 2,09 € / kg en juillet 2020 (impact COVID-19), pour ensuite connaître une forte hausse et atteindre 4,44 € / kg en octobre 2022.

Figure 136 : Evolution de prix de la fibre longue entre 2018 et 2022 (€/kg)



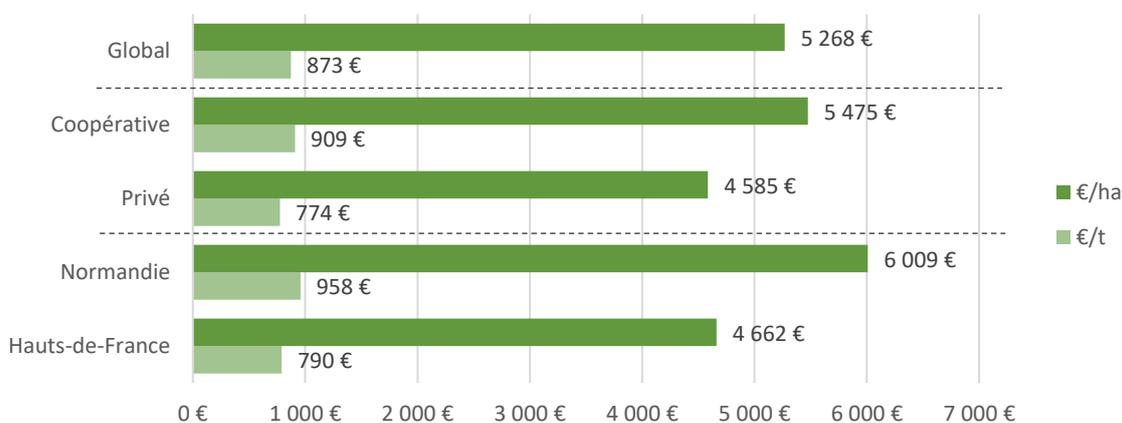
Source : CIPALIN

6.5.2.3. Valorisation économique du lin pour le producteur

Globalement, au sein de l'échantillon la valorisation économique obtenue pour les différents coproduits du lin est de 5 268 € / ha, soit 873 € / tMB (paille). Cette moyenne cache des disparités importantes au sein de l'échantillon. Par exemple, la valorisation économique est en moyenne plus élevée en Normandie avec un peu plus de 6 000 € / ha (soit 958 € / tMB), que dans les Hauts-de-France (4 662 € / ha et 790 € / tMB). Cette disparité semble liée à plusieurs paramètres :

- Des rendements en paille légèrement plus élevés en Normandie (6,2 tMB / ha), que dans les Hauts-de-France (6 tMB / ha),
- Des rendements en fibres longues plus importants en Normandie (22,5 % du volume de paille), que dans les Hauts-de-France (20,9 %). Globalement en Normandie, le poids des anas (la partie la moins bien valorisée) ressort à 45,8 % du volume de paille contre 47,2 % dans les Hauts-de-France.
- Les prix proposés par les unités de teillage en Normandie sont plus élevés qu'en Hauts de France, aussi bien en fibres longues (3,39 € / kg contre 3,09 € / kg dans les Hauts-de-France), qu'en fibres courtes (0,91 € / kg contre 0,59 € / kg). En revanche, il est difficile d'évaluer si ces différences de prix dépendent exclusivement de politiques tarifaires différentes, ou si à grille équivalente, le niveau de qualité du lin est en moyenne plus élevé en Normandie, donnant lieu à des rémunérations plus attractives.

Figure 137 : Valorisation économique moyenne du lin pour différentes catégories de l'échantillon (€/ha et €/tMB)

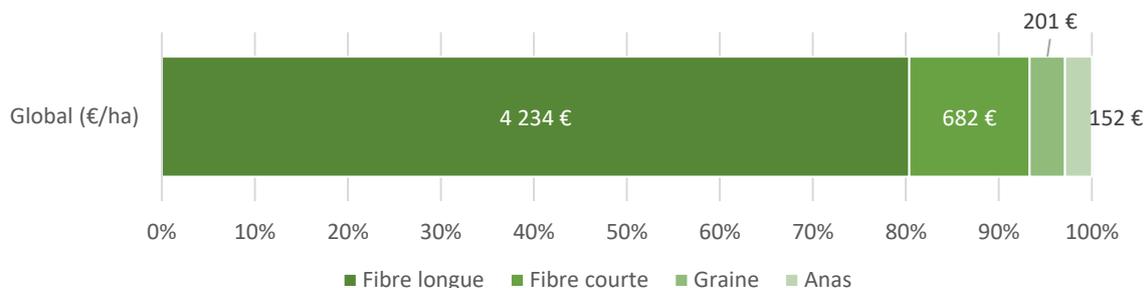


Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Si la valorisation économique à l'hectare est légèrement plus importante dans le cas d'une vente aux coopératives, qu'une vente aux teilleurs privés, plusieurs facteurs peuvent jouer (bassins d'implantation, rendements de la zone, qualité du lin, grille tarifaire).

Sans surprise, la décomposition du prix par coproduit montre que la fibre longue est la principale source de rémunération pour le producteur, puisqu'elle représente un peu plus de 80% de la valorisation économique totale, soit 4 234 € / ha. La fibre courte est la deuxième source de valorisation pour les producteurs, avec 682 € / ha. A l'inverse, la graine et les anas pèsent très peu (353 € / ha).

Figure 138 : Décomposition de la valorisation moyenne du lin pour le producteur (€ / ha)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

De manière générale, la différence de poids des différents coproduits est assez peu significative entre les catégories de l'échantillon. Le poids relativement élevé de la fibre longue dans les Hauts-de-France (en %) est davantage lié au fait que la fibre courte est nettement moins bien valorisée économiquement dans les Hauts de France, et fait mécaniquement augmenter le poids de la fibre longue en valeur.

Figure 139 : Poids des différents coproduits (en valeur) dans la valorisation économique globale du lin (échantillon)

Catégorie	Global	Normandie	Hauts-de-France
Fibre longue	80,4 %	79,4 %	82,1 %
Fibre courte	12,9 %	13,9 %	11,3 %
Graine	3,8 %	4,1 %	3,4 %
Anas	2,9 %	2,6 %	3,2 %

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

6.5.2.4. Coût de teillage et bonus/malus stockage

La rémunération du producteur comprend deux autres éléments. Il existe d'une part un principe de bonus/malus lié au stockage ou non du lin par le producteur, et d'autre part un ajustement post-teillage lié au coût du teillage, sous forme de déduction sur le prix de vente.

Concernant le stockage, 66% des agriculteurs déclarent bénéficier contractuellement d'un bonus lié au stockage : 88% des liniculteurs travaillant en coopérative et 44% des producteurs travaillant avec des teilleurs privés sont concernés. Notons qu'un seul des liniculteurs a déclaré avoir un malus, dans la mesure où il ne stocke pas lui-même son lin.

En moyenne, sur l'échantillon, pour les agriculteurs bénéficiant d'un bonus, ce dernier s'élève à 10,8 € / tMB. Sur l'ensemble de l'échantillon, en intégrant les liniculteurs ne bénéficiant pas de bonus ou ayant un malus, la rémunération liée au stockage atteint 7,04 € / tMB.

Le coût du teillage vient en déduction de la rémunération de l'agriculteur : les liniculteurs reçoivent des « fiches de transformation » qui affichent les rendements et les prix des différents coproduits issus de la transformation de la paille qu'ils ont livrée (fibres longues, fibres courtes, anas, graines), ainsi que les coût de prestation de teillage qui vient en déduction. L'évaluation de la qualité et de la valorisation du lin

livré ne peut être faite qu'après le teillage. Elle intervient après la livraison du lin. Le coût du teillage représente en moyenne 1 092 € / ha, soit 181,3 € / tMB avec de petites variations entre les régions et entre les tailleurs coopératifs et privés. Dans la présente étude, ce coût a été intégré en déduction des recettes, et non pas pris en compte dans les charges opérationnelles.

6.5.2.5. Synthèse de la valorisation économique du lin

En moyenne, la valorisation économique totale du lin pour les liniculteurs avec prise en compte du bonus/malus de stockage et soustraction du coût de teillage, est de 4 221 € / ha, soit près de 700 € / tMB. Pour les producteurs normands et ceux travaillant avec des tailleurs coopératifs, la valorisation économique est globalement supérieure à cette moyenne (respectivement 116% et 106% de la moyenne). En revanche, les liniculteurs des Hauts-de-France et ceux travaillant avec des tailleurs privés ont des rémunérations moindres (86% et 82% de la moyenne).

Figure 140 : Synthèse de la valorisation du lin par catégorie (€/ha) et (€/t)

Unité	Global	Coopérative	Privée	Normandie	Hauts-de-France
Valorisation co-produit (€/ha)					
€/ha	5 268 €	5 475 €	4 585 €	6 009 €	4 662 €
€/tMB	873 €	909 €	774 €	985 €	790 €
Bonus stockage					
€/ha	44,7 €	56,8 €	22,4 €	33,8 €	54,5 €
€/tMB	7,0 €	8,9 €	3,9 €	5,7 €	8,3 €
Coût teillage					
€/ha	1 092 €	1 054 €	1 137 €	1 134 €	1 068 €
€/tMB	181 €	174 €	192 €	185 €	178 €
Total					
€/ha	4 221 €	4 478 €	3 471 €	4 909 €	3 648 €
€/tMB	699 €	743 €	587 €	779 €	621 €
Comparaison moyenne globale					
€/ha	100 %	106%	82%	116%	86%

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

6.5.3. Estimation des débouchés du lin à l'échelle nationale

Les fibres longues et courtes, sont les coproduits du lin les plus recherchés. Globalement 90% des fibres sont destinées à l'industrie textile : 60% pour la mode et le prêt à porter et 30% pour l'ameublement et le linge de maison. Les 10% restants sont employés pour la production de produits composites, tels que du mobilier ou des équipements sportifs (raquettes etc.) à base de lin.

La graine, quant à elle, est utilisée pour produire des huiles à usage industriel et pour l'alimentation animale. Concernant les anas, les données chiffrées ne permettent pas de décomposer exactement le détail des débouchés. En revanche, l'interprofession signale que les marchés matures pour les anas sont la fabrication de panneaux agglomérés, la litière animale et le paillage horticole. On note quelques marchés en cours de test/développement : biomasse pour la production d'énergie, ainsi que pour la fabrication de béton de lin.

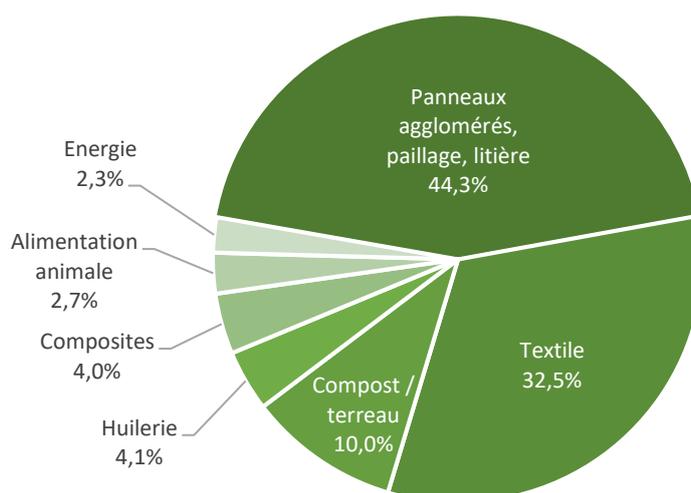
Figure 141 : Estimation des débouchés des différents produits du lin à l'échelle nationale (volume)

Produits	Débouchés	Part de la production
Fibres longues (21,7%)	Textile	95%
	Produits composites	5%
Fibres courtes (14,7%)	Textile	80%
	Produits composites	20%
Graine (6,7%)	Huilerie industrielle	60%
	Alimentation animale	40%
Anas (46,6%)	Panneaux agglomérés	95%
	Litière	
	Paillage	
	Energie et béton de lin	5%
Poussières (10%)	Compost et terreau horticole	100%

Source : Agrex Consulting d'après les entretiens professionnels et de cadrage, l'ONRB

En volumes, ce sont les débouchés panneaux aggloméré, litière et paillage des anas qui dominent avec 44,3% des volumes. Le textile arrive ensuite avec 32,5% des volumes. Cette répartition doit néanmoins être prise avec précaution, puisqu'il s'agit bien d'une répartition en volumes qui inclut donc aussi bien des fibres légères, bien valorisées économiquement (fibres longues : 22% du poids de la plante, 3,26 € / kg en moyenne en prix producteur) que des anas, plus volumineux, mais avec une valorisation économique très faible (47 % du poids, 0,05 € / kg en prix producteur). Le textile est donc bel et bien le débouché principal du lin d'un point de vue économique.

Figure 142 : Estimation de la répartition des produits du lin par débouché au niveau national (en volume)



Source : Agrex Consulting d'après les entretiens professionnels et de cadrage, l'ONRB

6.6. LES DIFFERENTS FACTEURS INFLUENCANT LA VALORISATION DU LIN

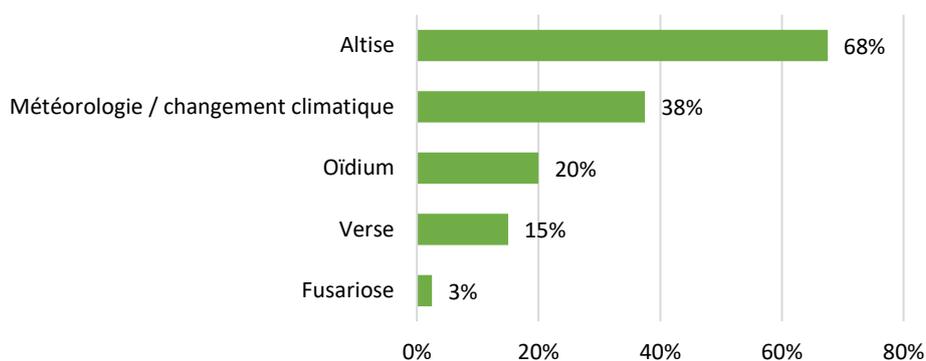
6.6.1. Les facteurs agronomiques, environnementaux et pédoclimatiques

6.6.1.1. Les facteurs agronomiques et pédoclimatiques

Le lin revient dans les rotations en moyenne tous les 6,8 ans, avec des variations allant de 4 à 10 ans selon les agriculteurs interrogés. Le lin est considéré comme une assez bonne tête de rotation, en précédant un blé ou une pomme de terre notamment. À ce sujet, les temps de rotation relativement longs et le manque de terres disponibles pour implanter du lin, sont considérés comme des facteurs limitants.

Les altises – des coléoptères ravageurs – sont mentionnées comme une sérieuse menace pour le lin, en particulier en début de levée, par 68 % des agriculteurs interrogés. La météorologie et le changement climatique sont ensuite mentionnés par plus d'un tiers des répondants. En effet, le lin est très sensible aux aléas climatiques : la sécheresse en période de croissance impacte très fortement les rendements (la chaleur entraîne une floraison précoce et arrête la croissance). En période de rouissage, la pluie est nécessaire, elle doit néanmoins être modérée, puisque le lin doit pouvoir sécher avant d'être rentré. Cette étape est sensible et des difficultés peuvent survenir. Le changement climatique inquiète les agriculteurs qui craignent une fréquence croissante des mauvaises conditions en période de rouissage (sécheresse, vent fort qui fait voler le lin etc.). Ainsi, les bordures maritimes se révèlent particulièrement adaptées car les températures sont plus stables que dans les terres. Deux maladies cryptogamiques causées par des champignons (oïdium et fusariose) sont également citées par les liniculteurs comme menaces.

Figure 143 : Principales menaces pour la culture du lin citées par les agriculteurs (% en nombre)
(Plusieurs réponses possibles)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La pédologie est l'un des principaux facteurs limitants pour la production de lin. Le choix des terres apparaît comme essentiel pour l'ensemble des producteurs interrogés : les sols limoneux ou sablo-limoneux sont privilégiés. Les terres sableuses restent plus sensibles à la sécheresse, et les terres argileuses sont proscrites car elles ne permettent pas le bon développement de la plante (le lin possède un réseau racinaire profond qui nécessite un sol léger). La croissance du lin étant rapide, les besoins hydriques sont importants en phase de croissance. La présence de pierres sur les parcelles représente également un frein pour 17 % des agriculteurs interrogés. Cela nuit à la bonne levée de la culture et rend la récolte difficile.

L'ensemble de ces conditions expliquent le développement très localisé de la culture dans les départements proche de la Manche, bénéficiant de sols fertiles et d'un climat océanique doux et pluvieux. Le développement de la culture dans d'autres régions de France se révèle limité du fait des exigences agronomiques du lin.

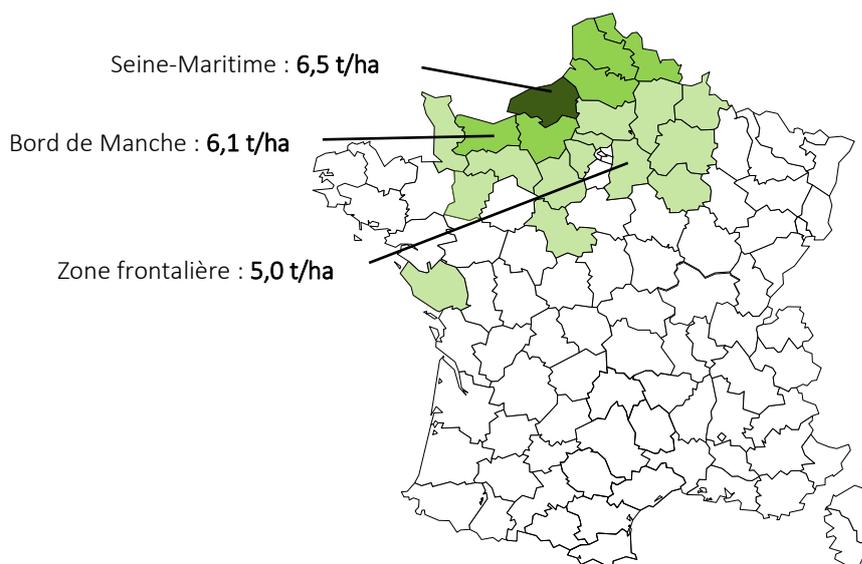
Figure 144 : Nuage de mots – Facteurs agronomiques et pédoclimatiques



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Au vu des facteurs agronomiques évoqués, des variations de rendements peuvent être observées selon les départements. À l'échelle de l'échantillon, on peut distinguer 3 niveaux de rendements. Le département de la Seine-Maritime, lieu historique de production de lin, se distingue par les rendements les plus élevés (6,5 tMB / ha). Vient ensuite la zone de bordure maritime (Calvados, Eure, Nord, Pas-de-Calais, et Somme) avec un rendement moyen de 6,1 tMB / ha. Le rendement moyen pour les autres départements est bien en deçà (5 tMB/ha). Ce différentiel de rendement s'explique par la présence d'un climat océanique doux favorable à la culture du lin (alternance entre pluie et soleil) et par la nature des sols des principaux bassins de production, particulièrement fertiles.

Figure 145 : Rendements en paille de lin par région en 2022 (tMB/ha)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

6.6.1.2. Les facteurs environnementaux

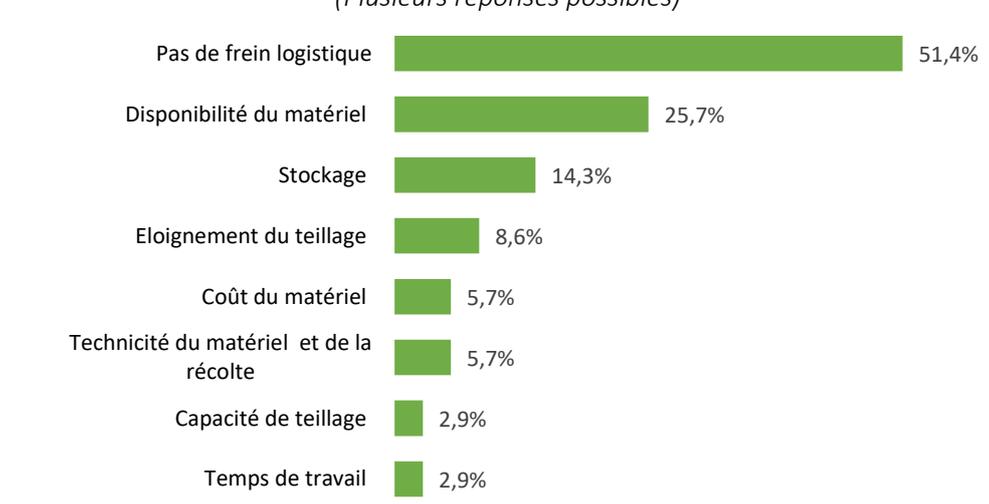
Le lin est une culture qui nécessite l'utilisation de produits phytosanitaires, notamment pour la gestion des maladies fongiques et la lutte contre l'altise. Ainsi, 91 % des producteurs de lin réalisent au moins un traitement contre les maladies ou ravageurs. Toutefois, certains producteurs estiment que la production de lin est plus résiliente que d'autres cultures, nécessitant donc moins d'utilisation de produits de contrôle. Néanmoins, la recrudescence des aléas climatiques semble accroître l'utilisation de ces derniers par les producteurs. D'un point de vue environnemental, la culture du lin est plébiscitée par certains exploitants pour ses racines profondes qui permettent une bonne aération des terres et sont propices à la biodiversité des sols. Ainsi, 20,7% des producteurs interrogés estiment que le lin est bénéfique pour la biodiversité.

6.6.2. Les facteurs logistiques et humains

6.6.2.1. Les facteurs logistiques

Parmi les producteurs de lin interrogés, la majorité (51,4 %) n'évoquent pas de facteurs logistiques limitants.

Figure 146 : Principaux facteurs logistiques limitants
(Plusieurs réponses possibles)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La principale difficulté rencontrée est la disponibilité du matériel pour la récolte (25,7 %). Cette contrainte apparaît pour les producteurs travaillant avec du matériel en CUMA ou faisant appel à des prestataires de services : la récolte du lin intervient sur une période limitée dans le temps, alors que l'agriculteur doit intervenir rapidement si les conditions météorologiques l'exigent. Par ailleurs, les coûts d'acquisition importants du matériel spécifique à la culture de lin ne favorisent pas l'achat en propre (5,7 %).

Le stockage est également évoqué par 14,3 % des producteurs interrogés comme contrainte importante. Pour rappel, l'activité de teillage s'effectue en continu toute l'année. Le lin est stocké en moyenne 9,6 mois sur l'exploitation, en attendant le tour de passage au teillage. Les unités de teillage disposent en général d'un stock tampon, qui permet d'alimenter leur lignes de production en continu, mais l'essentiel des stocks est porté par les agriculteurs. Cela nécessite la mobilisation de bâtiments quasiment toute une année. En moyenne, les producteurs ont besoin de 13 m² de surface de stockage pour un hectare de lin. Le stock reste chez le producteur jusque 12 à 15 mois, parfois plus en cas de récolte abondante, ou bien quand les marchés sont perturbés (exemple : arrêt de la transformation pendant 1,5 mois pendant la crise du COVID-19 en 2020).

Pour 8,6 % des producteurs, l'éloignement avec les usines de teillage représente un frein, particulièrement pour les exploitations situées en dehors des zones linicoles historiques. Les usines de teillage sont moins nombreuses, et les distances à parcourir pour les approvisionner sont plus longues.

6.6.2.2. *Le temps de travail*

Le cycle de culture du lin est assez court, ce qui concentre mécaniquement le temps de travail sur une plus courte période (entre 100 et 120 jours entre le semis et la récolte). Toutefois, l'essentiel du temps de travail se concentre lors de la récolte et de l'enroulage. L'arrachage étant une étape complexe, elle est principalement effectuée par un prestataire (71,1 %), ce pourcentage étant par ailleurs un peu plus élevé pour les agriculteurs travaillant avec des tailleurs privés. C'est également le cas du retournage qui est effectué par un prestataire dans 60 % des cas. En revanche, l'enroulage des bottes est le plus souvent effectué par les agriculteurs (seulement 28,9 % de prestation). À noter, que de plus en plus d'agriculteurs s'équipent en copropriété lorsque c'est possible, en achetant le matériel avec 2 à 4 agriculteurs voisins.

La pousse rapide du lin nécessite une technicité importante, la culture offrant peu de possibilités de rattrapage. L'accompagnement technique actuel apparaît adapté, car 87,5 % des exploitants estiment que leurs besoins d'accompagnement sont couverts. Le conseil est principalement prodigué par les 70 techniciens de culture employés par les tailleurs. Ce sont les interlocuteurs privilégiés des agriculteurs. D'autres organismes interviennent également en complément, notamment les chambres d'Agriculture et les CETA (Centre Technique d'Etudes Agricoles). L'institut technique ARVALIS mène des essais spécifiquement sur le lin, permettant la publication de recommandations de culture à destination des techniciens.

6.6.3. Les facteurs de marché et externes

6.6.3.1. *La concurrence des marchés*

Sur les dix dernières années, les surfaces de lin ont fortement augmenté en France, témoignant d'un attrait croissant du consommateur pour cette fibre naturelle. Cet engouement est perceptible dans l'évolution des prix d'achat de la fibre longue aux producteurs, qui a doublé entre 2018 et 2022. 65,9 % des agriculteurs estiment qu'il n'y a pas de concurrence entre le lin et leurs autres cultures. Le lin intervient le plus souvent comme complément dans la rotation dont il prend idéalement la tête, et il permet une diversification des débouchés. 34,1 % des producteurs interrogés évoquent une concurrence avec la pomme de terre (20 %) ou la betterave (14,6 %), lesquelles génèrent également de bonnes marges sur l'exploitation. Ces dernières sont également jugées plus simple à mener techniquement, même si la pomme de terre nécessite également du matériel spécifique et une certaine maîtrise technique et que les aléas économiques et agronomiques sont importants (prix et rendements). Plusieurs aspects entrent en compte, quant à la concurrence entre cultures : la rentabilité (le lin est très bien placé), l'impact sur les terres (le lin est mieux placé que les pommes de terre), et la prise de risque. Certains agriculteurs « sous-louent » des terres à des voisins pour augmenter leurs surfaces en lin.

La demande des consommateurs pour le lin est croissante dans son ensemble. Les principaux débouchés restent majoritairement à l'international, notamment les filatures chinoises. Toutefois, depuis la crise sanitaire du COVID 19 et ses impacts sur les chaînes d'approvisionnement, des projets de créations de filatures françaises ont émergé pour maîtriser davantage chaque étape de la filière du prêt-à-porter. Au niveau national, une augmentation de la demande de vêtements en lin est observée, qui a contribué à la hausse des surfaces implantées.

6.6.3.2. La fixation des prix de vente

La quasi-totalité des producteurs de lin en France commercialisent leur production avec des entreprises de teillage. La valorisation en direct sur l'exploitation reste anecdotique. Ainsi, le prix d'achat est fixé par chaque teilleur, ce dernier restant très lié à la demande. Sur les 5 dernières années, des variations conséquentes du prix de vente ont été mesurées, en lien avec la crise sanitaire du COVID 19. En juillet 2020, le prix de vente était de 2,09 € / kg contre 3,54 € / kg en juillet 2019 et 3,96 €/kg en juillet 2022. L'évolution du prix de vente du lin étant positive depuis 2020, celui-ci ne représente pas une contrainte pour les producteurs.

Par ailleurs, 80 % des interrogés estiment qu'il n'y a pas de lien entre l'évolution du prix du lin et celui des autres cultures. Les variations relèvent davantage d'effets conjoncturels en lien avec la demande de fibres naturelles pour le prêt-à-porter. Certaines interrogations portent sur le développement du chanvre textile en France, pouvant devenir une culture concurrente au lin sur le long terme.

6.6.3.3. Les facteurs financiers

Plus de 80% des répondants considèrent que le matériel spécifique que nécessite la culture du lin est un facteur limitant puisqu'elle nécessite un investissement conséquent. Globalement, hormis le semoir et les outils de traitements, tous les matériels sont spécifiques au lin. Il existe des prestataires, mais plusieurs agriculteurs mentionnent le fait que les ETA ne sont pas suffisamment nombreuses. Certains teilleurs, et notamment des coopératives, investissent fortement dans le matériel d'arrachage et de récolte du lin, ce qui tend tout de même à limiter la pression à l'investissement individuel pour les liniculteurs.

En revanche, le facteur financier est également un aspect favorisant la culture du lin. En effet, pour 84% des répondants, il y a une motivation économique à poursuivre la culture du lin, les marges à l'hectare étant intéressantes.

6.7. CONCLUSIONS ET SYNTHÈSE

6.7.1. Les marges associées à la culture de lin textile

En synthèse, une marge semi-nette a été calculée : elle intègre les charges d'intrants et de mécanisation. Toutefois **les fermages et toutes les autres charges fixes de l'exploitation non spécifiques au lin ne sont pas déduits**. Les éventuelles aides ne sont pas prises en compte dans ce calcul (DPB – droits à paiement de base notamment).

Tableau 52 : Synthèse – Marge semi-nette de la culture du lin (€/ha et €/t)

Décomposition de la marge		€/ha	€/t
Coûts de production	Semis et entretien	809 €	133 €
	Récolte, transport, stockage	590 €	97 €
	Total	1 398 €	231 €
Coûts de teillage	Total	1 092 €	181 €
Valorisation	Valorisation co-produit	5 268 €	873 €
	Bonus stockage	44,7 €	7,0 €
	Total	5 313	880
Marge semi-nette		2 778 €	461 €

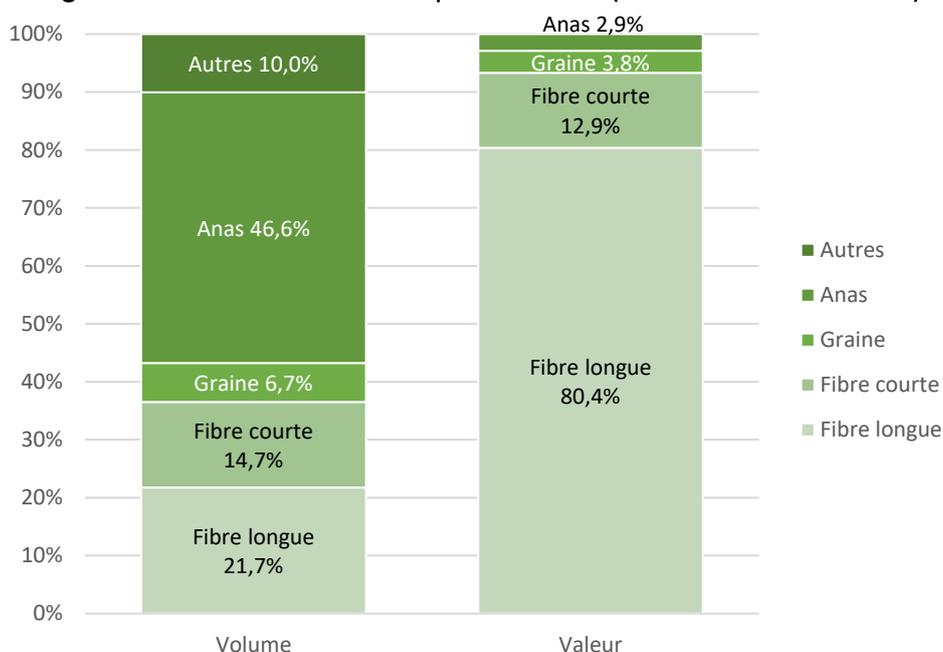
Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La culture de lin textile permet donc d’obtenir une marge-semi nette de l’ordre de 2 778 € par hectare soit environ 461 € par tonne de paille produite. Il faut noter que cette marge a été calculée sur la période 2018-2022, période pour laquelle les prix de la paille et de la fibre longue sont particulièrement élevés. En effet, sur la période étudiée, les prix de la fibre longue se situent à plus de 3 € / kg, contre 2,1 € / kg sur la période quinquennale précédente. Il faut donc prendre ces résultats avec précaution, et anticiper une éventuelle variabilité des prix pour l’avenir.

Ces résultats sont en cohérence avec la vision des producteurs qui ont estimé leur marge en moyenne à 2 770 € / ha. Pour 56 % des acteurs interrogés, le lin permet de dégager des marges plus importantes que les autres cultures (ils citent notamment le colza, le blé, la betterave et la pomme de terre). Pour 33 % en revanche, les marges sont plutôt inférieures (ils citent notamment la pomme de terre). Pour les autres, cela est variable selon les années et les cours des produits. Par ailleurs, 78% des répondants ont estimé que la culture du lin avait un impact positif sur la sécurisation et la stabilisation de leur revenu.

La valorisation du lin dépend à plus de 80% de la fibre longue, alors que celle-ci ne représente que 21,7 % du poids de la plante. L’attention portée au rouissage et à la production d’un lin de qualité sont donc essentielles pour dégager une rémunération intéressante.

Figure 147 : Part des différents coproduits du lin (% en volume et en valeur)



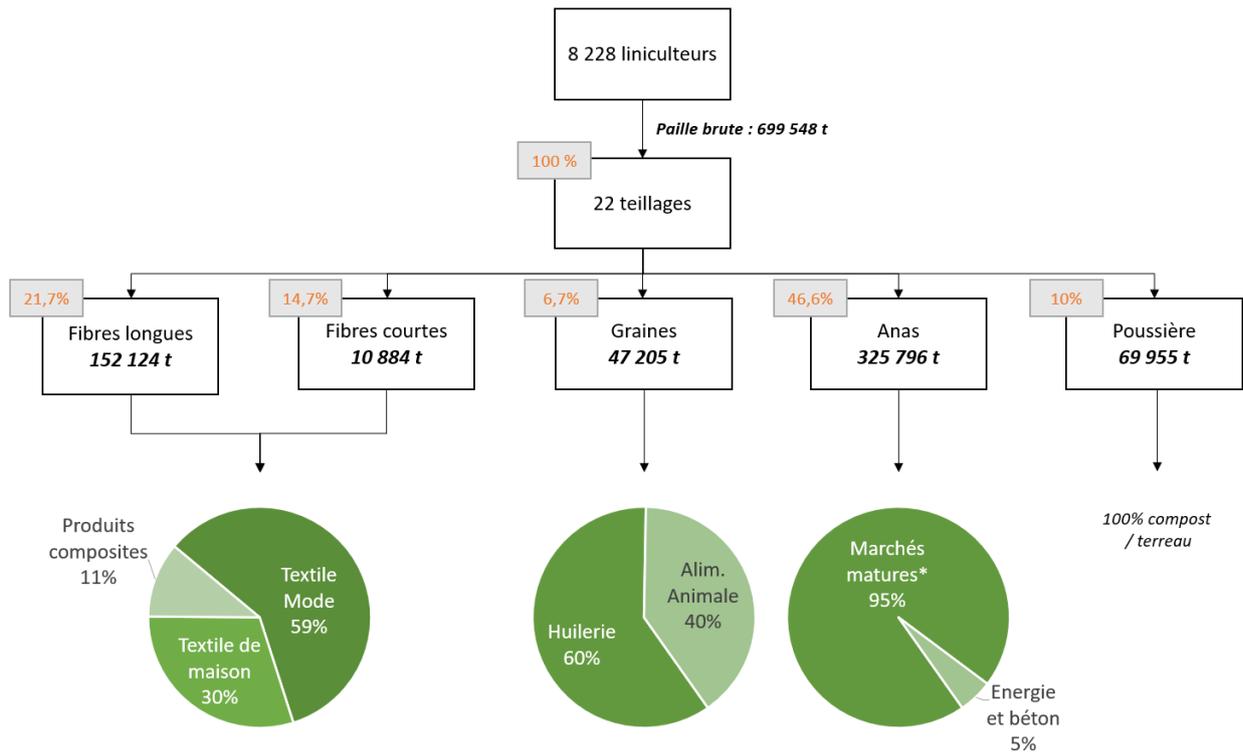
Sources : Agrex Consulting d’après les enquêtes professionnelles

6.7.2. Schéma des flux de la filière lin française

En moyenne entre 2020 et 2022, la production de paille de lin est estimée à près de 700 000 tonnes. Elle est produite par les quelques 8 000 liniculteurs français et prise en charge à 100% par les 22 unités de teillage.

Après transformation, l’essentiel des volumes est valorisé sous la forme d’anas (46,6%), en panneaux agglomérés, en litière, en paillage ou pour la production d’énergie. Néanmoins, ce sont les fibres qui demeurent la source réelle de valeur économique du lin. Les fibres longues (21,7% en volume) et courtes (14,7% en volume) sont principalement valorisées dans l’industrie textile (60% pour l’habillement et 30% pour le linge de maison) mais aussi dans la fabrication de produits composites (meubles, matériel sportif etc.).

Figure 148 : Schéma des flux de la filière lin à l'échelle nationale – Moyenne 2020 - 2022 (tMB)



*Marchés matures = Litière, paillage, panneaux agglomérés.

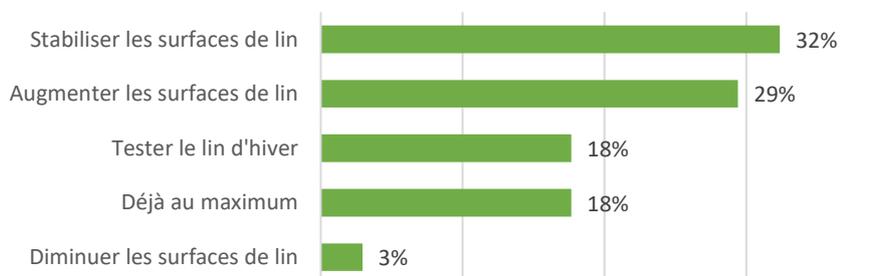
Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

6.7.3. Les perspectives de développement de la culture du lin

Afin d'appréhender l'évolution potentielle de la filière lin au cours des prochaines années, les agriculteurs ont été interrogés sur les perspectives de développement de cette culture sur leurs exploitations.

Globalement, 50 % des répondants souhaitent stabiliser leurs surfaces. Parmi eux, 18 % considèrent être déjà au maximum dans leur rotation. Un peu moins de 30 % souhaitent augmenter encore leurs surfaces, éventuellement en accroissant la part de lin d'hiver par rapport au lin de printemps. 18% vont réaliser des tests pour développer le lin d'hiver et un seul agriculteur envisage de diminuer ses surfaces par mesure de précaution pour accompagner son passage en bio dans les meilleures conditions.

Figure 149 : Perspectives des agriculteurs quant à leur production de lin



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

De façon plus globale au niveau de la filière, une évolution au cours des prochaines années pourrait être le renouveau des filatures en France. Cela pourrait permettre une consolidation de la chaîne de valeur sur le territoire.

7. ETUDE DE CAS – CHANVRE

Le chanvre a connu une forte croissance ces dernières années, tant en termes de surfaces que de production. L'intérêt que suscite cette culture s'explique en partie par sa simplicité de culture et ses faibles besoins en intrants. L'ensemble de la plante peut être valorisé (paille et graine) et offre de nombreux débouchés : alimentation humaine et animale, isolation, litière, paillage, plasturgie, textile, etc. La filière chanvre a su s'organiser en aval de la production, afin d'améliorer la valorisation des différents sous-produits issus de la culture. Néanmoins, le chanvre reste souvent assigné à un rôle de tête d'assolement pour les producteurs, se limitant donc à des surfaces limitées. Du fait de la grande diversité des débouchés et des acteurs de la filière, l'estimation des retombées économiques de la culture pour les agriculteurs fait l'objet de peu d'études.

7.1. CADRE METHODOLOGIQUE

La méthodologie employée dans l'étude de cas « Chanvre » se rapproche des précédentes études de cas.

- Une phase de cadrage de l'étude qui repose sur des entretiens menés avec les principales chanvrières qui structurent la filière ;
- Une phase d'enquêtes auprès d'un échantillon représentatif d'agriculteurs ;
- Une phase de synthèse ayant comme objectif de mettre en lumière les retombées économiques du chanvre pour les producteurs.

7.1.1. Etude bibliographique et entretiens avec les acteurs de la filière

Une analyse documentaire a été menée et a porté sur différentes thématiques : les typologies de producteurs, les surfaces exploitées, les modes de commercialisation (sous contrat ou indépendants), et les différents débouchés. Cette analyse a été affinée par la réalisation de six entretiens de cadrage auprès des chanvrières, les principaux acteurs structurant la filière. Le but était de pouvoir appréhender les particularités de chaque structure, les différents débouchés des sous-produits et les enjeux relatifs à la valorisation du chanvre.

Tableau 53 : Entretiens de cadrage - acteurs interrogés

Entreprise	Interlocuteur
La Chanvrière de l'Aube	Benoit SAVOURAT
AgroChanvre	Jean-Paul SALMON
Eurochanvre	Gilles CHANET
CAVAC Biomatériaux	Olivier JOREAU
Planète Chanvre	Eric GRANGE
Gatichanvre	Delphin PALLU

Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

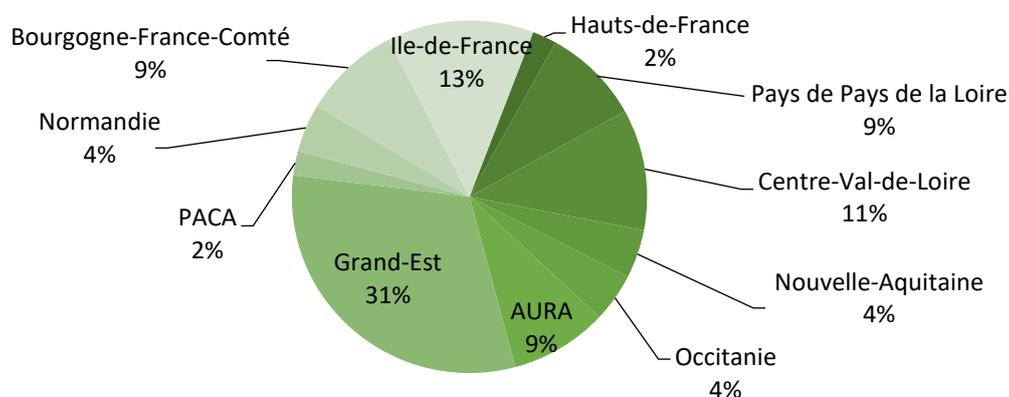
7.1.2. Mise en place d'une enquête auprès des producteurs

Une enquête a été déployée auprès d'un échantillon de 45 agriculteurs, l'objectif étant de disposer d'informations sur les caractéristiques de la culture, les coûts relatifs à la production et les différentes valorisations du chanvre. Les producteurs ont également été questionnés sur les différents facteurs (agronomiques, logistiques, économiques et humains) pouvant impacter cette valorisation.

La construction de l'échantillon avait pour objectif de représenter une diversité de profils d'agriculteurs, notamment en termes de situation géographique, de taille et de débouchés (contrat avec une chanvrière ou indépendant). Dans ce cadre, l'échantillon reflète la diversité des régions productrices de chanvre, même si la part de producteurs du Grand Est a été diminuée (31 % contre 54 % des exploitations à

l'échelle nationale), afin de pouvoir sélectionner une plus grande diversité d'exploitations, notamment au sein de producteurs indépendants.

Figure 150 : Echantillon d'agriculteurs interrogés par région (en nombre d'exploitations)



Source : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

En moyenne, les producteurs de chanvre interrogés disposent d'une surface de 20 ha de chanvre, contre 11 ha à l'échelle nationale. L'échantillon est constitué d'un large panel de producteurs, les SAU des exploitations variant de 5 à 740 ha. Les enquêtés représentent 5 % des surfaces de chanvre françaises et 3 % des producteurs. Le poids des producteurs indépendants interrogés atteint 29 %, contre 23 % à l'échelle nationale.

7.2. CONTEXTE DE LA FILIERE DU CHANVRE EN FRANCE

7.2.1. Une culture ancienne remise aux goûts du jour

7.2.1.1. *Les caractéristiques du Cannabis sativa L.*

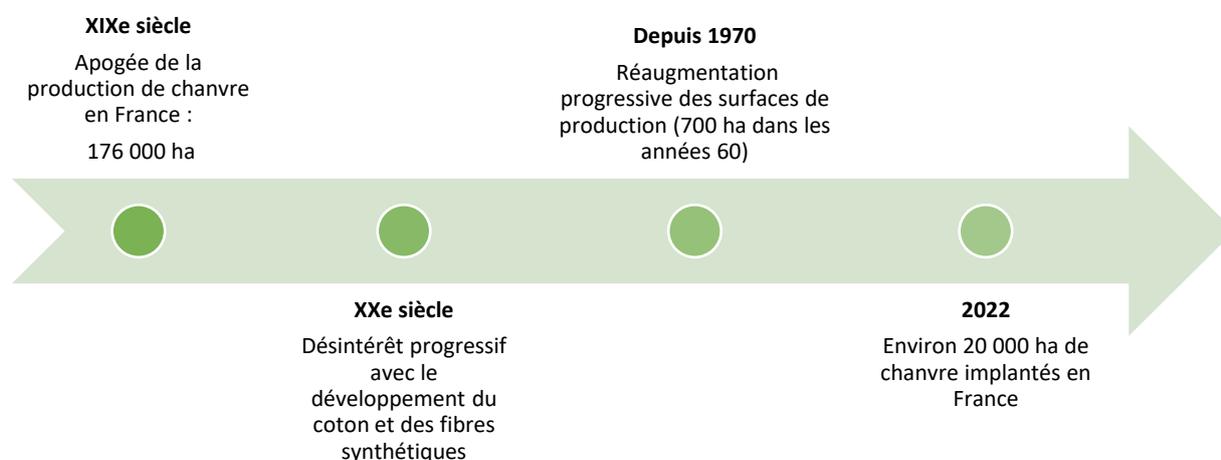
Le chanvre, *Cannabis sativa L.*, est originaire d'Asie centrale. C'est une plante annuelle de la famille des Cannabinacées. Il est voisin de l'ortie et du houblon. Il existe trois sous-espèces de chanvre : le chanvre industriel (*Cannabis sativa L. sativa*), le chanvre thérapeutique (*Cannabis sativa L. indica*) et le chanvre sauvage (*Cannabis sativa L. ruderalis*).

La production de chanvre est soumise à la réglementation française et européenne. La teneur en THC (tétrahydrocannabinol) des variétés admissibles dans le cadre de la PAC est limitée à 0,3%. Ce taux était initialement de 0,2%, mais il a été relevé dans le cadre de la nouvelle PAC.

Le chanvre industriel est cultivé pour le **chènevis** (la graine) et la **paille**. Après transformation de la paille, l'industriel dispose de chènevotte (partie ligneuse de la tige), de fibre et de poussière. Chaque produit ou sous-produit dispose de débouchés particuliers, plus ou moins bien valorisés. Le chanvre thérapeutique est quant à lui produit pour sa fleur. Cette production a pris de l'ampleur en France ces dernières années, notamment du fait de l'assouplissement de la réglementation sur son usage. C'est un débouché annexe à la culture traditionnelle qui est donc étudié à titre d'exemple d'un marché de niche.

7.2.1.2. Le développement du chanvre en France

Figure 151 : Historique de la production de chanvre en France



Sources : Agrex Consulting d'après Inter Chanvre

En France, les premières traces de la culture de chanvre sont observées dans la vallée du Rhône au IIIe siècle. Le chanvre a connu un fort développement, avec près de 200 000 hectares en production sur le territoire au XIXe siècle. Les principaux débouchés à cette époque sont la papeterie et la marine à voiles. Du fait de l'émergence du coton et des fibres synthétiques, les surfaces de production ont considérablement diminué en France pour atteindre environ 700 ha en 1960. Dans les années 70, la culture se tourne vers le marché du papier (cigarettes, papiers techniques, ...). Au fil des années qui suivront, le chanvre suscitera un intérêt croissant, si bien que la France en est aujourd'hui le premier producteur européen. De nouveaux marchés se développent dans le bâtiment et la plasturgie, et le textile reprend de l'ampleur.

La production mondiale de chanvre se concentre autour de quelques grands pays : la Chine (30%), les Etats-Unis (13%), le Canada (10%), la France (9%) et la Russie (6%). En 2020, ce sont 221 500 ha qui sont cultivés dans le monde. Au niveau européen, la France est leader avec 37% des superficies européennes. L'Allemagne, second producteur de l'UE, compte près de 4 fois moins de surfaces. Le fort développement de la culture en France dans les dernières décennies a permis le lancement en février 2023 du pôle européen de chanvre à Troyes, cette initiative conforte la région Grand Est comme acteur clé à l'échelle de l'Europe. Le pôle fédère les principaux acteurs de la filière, dont le Collectif Construction Chanvre Grand Est, la Chanvrière de l'Aube, Troyes Champagne métropole, la Chambre d'agriculture de l'Aube, entre autres. L'objectif est de presque doubler les surfaces de production dans la région dans les 5 prochaines années. Elles passeraient de 11 000 ha en 2022 à 20 000 ha à terme.

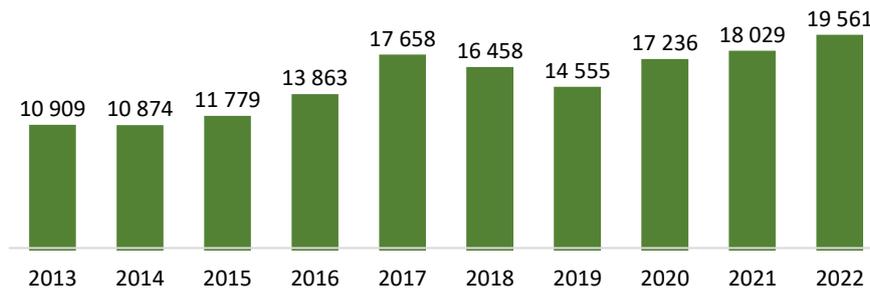
7.2.2. Le chanvre français, leader européen en termes de production

7.2.2.1. Evolution des surfaces de production de chanvre

Depuis 10 ans, les surfaces de chanvre ont fortement évolué. Entre 2013 et 2017, elles ont augmenté de 61 %, pour ensuite entamer une phase baissière sur 2018-2019, et augmenter fortement depuis (+ 34% jusqu'en 2022). Sur la décennie, la tendance haussière est néanmoins marquée, et les surfaces atteignent 19 500 ha en 2022. Plus largement, en 30 ans, les surfaces françaises ont été multipliées par 5, ce qui confirme la dynamique positive de cette culture.

La production de semence représente 9 % des surfaces de production, soit 1 800 ha.

Figure 152 : Surfaces françaises de chanvre de 2013 à 2022 (ha)

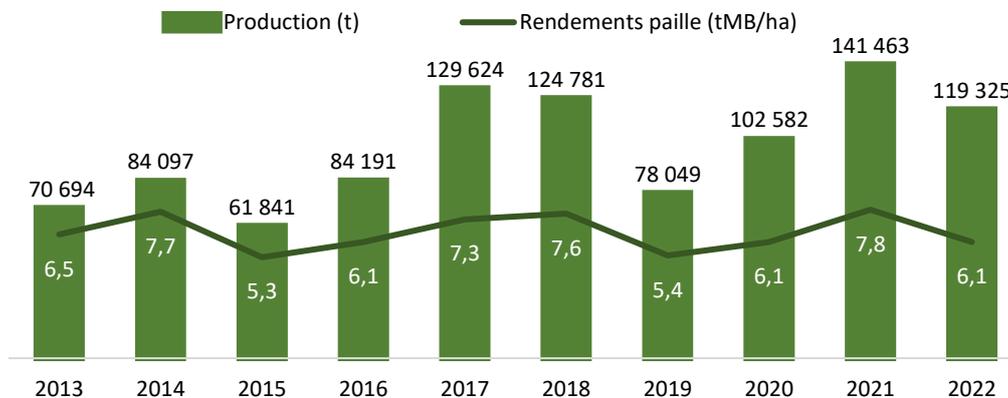


Sources : Agreste et Inter Chanvre

7.2.2.2. Les volumes de production

En 2022, la production de paille s'est élevée à environ 119 325 tonnes en France. Les évolutions constatées sont le reflet des variations des surfaces, mais également des conditions climatiques qui impactent le rendement. Sur les dix dernières années, les rendements oscillent entre 5,3 tMB/ha et 7,8 tMB/ha. Ces variations s'expliquent en grande partie par les aléas climatiques, notamment les épisodes de sécheresse printanière comme en 2022. En moyenne, sur la dernière décennie, les rendements en paille sont de 6,58 tMB/ha. Le chanvre reste néanmoins une culture rustique assez résiliente, ayant des variations de rendements de plus ou moins 19 %.

Figure 153 : Productions et rendements en paille de 2013 à 2022



Sources : Agreste et Inter Chanvre

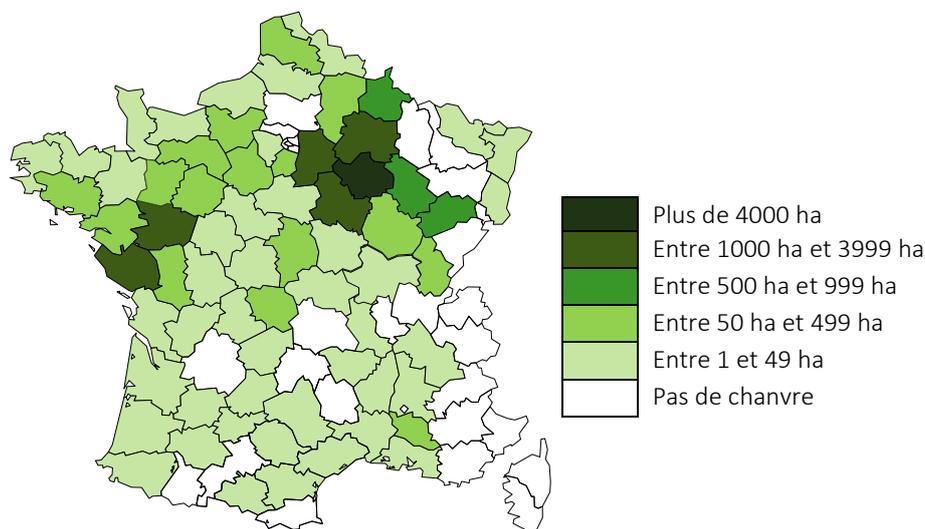
7.2.2.3. Les zones de production du chanvre

La production de chanvre est historiquement localisée dans la région Grand Est, notamment par l'implantation de la Chanvrière de l'Aube, première chanvrière coopérative créée en France en 1973. Le département de l'Aube représente ainsi près de 6 000 ha de chanvre. Les départements limitrophes de la Marne, l'Yonne et la Seine-et-Marne, portés par La Chanvrière de l'Aube, dépassent chacun le seuil des 1 000 ha. Un autre bassin de production s'est développé dans la région Pays de la Loire, notamment en Vendée où sont cultivés 1 200 ha de chanvre. Le département du Maine-et-Loire est quant à lui spécialisé dans la production de semences.

De manière plus globale, la production de chanvre est localisée dans la moitié Nord du pays. Cette implantation s'explique par la présence des 6 principales chanvrières (structure collective, sous forme de coopérative ou négoce, qui collecte, transforme et commercialise la paille et le chènevis). Ces dernières jouent un rôle important dans la dynamique de la filière, car la transformation du chanvre nécessite des

équipements industriels. Toutefois, la production est présente sur l'ensemble du territoire français, notamment par l'intermédiaire de producteurs indépendants, dans les départements non couverts par les chanvrières. Les producteurs indépendants réalisent eux-mêmes le séchage des graines et la transformation de la paille. Ils s'occupent également de la commercialisation des produits transformés. Cependant, la plupart des départements de la moitié Sud de la France, comptent moins de 50 ha chacun, excepté dans le Vaucluse et la Creuse.

Figure 154 : Répartition des surfaces cultivées en chanvre en France en 2021 (ha)



Sources : Agrex Consulting, d'après Agreste et Inter Chanvre

7.2.3. L'organisation de la filière

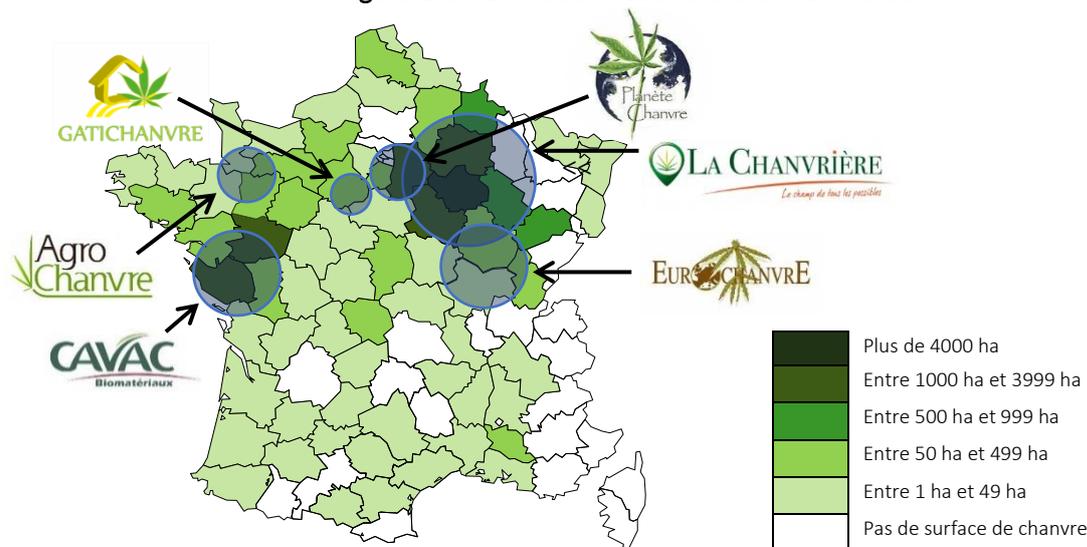
Après avoir connu une période de grandes difficultés dans les années 60, la filière a su s'organiser de l'amont à l'aval, en s'appuyant sur de nouveaux débouchés, en améliorant la valorisation du chanvre, et en intégrant progressivement de nouveaux acteurs.

La filière chanvre s'appuie sur plusieurs acteurs :

- **L'interprofession du chanvre** : InterChanvre, créée en 2003, a pour objectif de fédérer l'ensemble des acteurs de la filière. L'interprofession est constituée d'un collège de producteurs et d'un collège d'industriels de la transformation. Elle assure notamment la représentation auprès des instances gouvernementales et favorise la recherche scientifique et technique.
- **La production de semences** : Hemp It est la seule entreprise en France spécialisée dans la production de semences de chanvre industriel. Fondée en 1964, la coopérative produit et développe de nouvelles variétés de semences. Elle s'appuie sur 155 producteurs multiplicateurs.
- **Le regroupement des syndicats des producteurs** : La Fédération Nationale des Producteurs de Chanvre (FNPC) est l'une des plus anciennes structures agricoles françaises. Créée en 1932, la fédération regroupe l'ensemble des producteurs de chanvre industriel. Aujourd'hui, la FNPC collabore avec Hemp It afin de développer de nouvelles variétés de chanvre. Elle intervient également dans l'orientation des décisions structurelles de l'amont de la filière, au niveau de la production.
- **Les producteurs de chanvre** : En 2022, environ 1 700 exploitations cultivent du chanvre en France. Un peu plus des trois quart d'entre eux (soit 1 325 producteurs) sont liés à une chanvrière par l'intermédiaire d'un contrat. On estime le nombre de producteurs indépendants à environ 22 %, principalement en dehors des zones de couverture des chanvrières. Les surfaces moyennes implantées en chanvre sont très variables d'un producteur à l'autre (de quelques ha à près de 100 ha), pour une moyenne de 11 ha.

- **Les chanvrières** : Les chanvrières ont fortement participé au développement de la production de chanvre depuis la création de la Chanvrière de l'Aube en 1973. Aujourd'hui, il existe 6 chanvrières réparties sur le territoire français, sous le statut de coopératives ou d'entreprises privées. Leur rôle est de collecter, transformer et commercialiser le chanvre sous diverses formes. Elles peuvent également intervenir dans l'accompagnement technique des producteurs, la fourniture de semences, ou la prestation de récolte. Certaines chanvrières se sont spécialisées dans des domaines d'activité : Eurochanvre dans la plasturgie, CAVAC dans le secteur du bâtiment (isolation), AgroChanvre dans le chènevis bio. A l'inverse, La Chanvrière de l'Aube, Planète Chanvre ou Gatichanvre proposent un panel d'activités plus large (papeterie, alimentation animale, textile, etc.).

Figure 155 : Zones de couverture des chanvrières



Sources : Agrex Consulting, d'après Agreste et Inter Chanvre

- **Les groupements de producteurs** : Différents groupements de producteurs se sont formés, notamment dans les zones éloignées des six grosses chanvrières. Ils permettent une mutualisation des moyens à différentes échelles : approvisionnement en semences, mise en commun de matériel spécifique, transformation, partage de bâtiments de stockage, unité de commercialisation commune.
- **Les entreprises et organismes en R&D** : Différents projets sont menés au niveau national et local au sein d'entreprises privées et d'organismes publics. Leur but est de développer et promouvoir de nouvelles utilisations du chanvre industriel. Ces projets s'inscrivent à l'amont de la filière (sélection variétale, nouveau matériel de récolte) et à l'aval de la filière (nouveaux marchés, certifications).

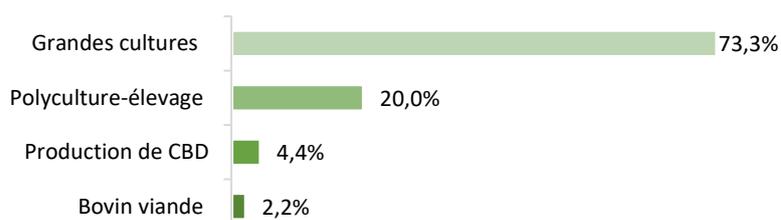
7.3. CARACTERISTIQUES ET MOTIVATIONS DES PRODUCTEURS DE CHANVRE

7.3.1. Caractéristiques des exploitations agricoles

Au niveau national, les surfaces cultivées en chanvre par les producteurs atteignent 11 ha en moyenne en 2022. Toutefois au niveau de l'échantillon, les exploitants livrant en chanvrière disposent de surfaces de chanvre plus élevées (25,7 ha/exploitation), que les producteurs indépendants (5,3 ha/exploitation).

La majorité des exploitants produisant du chanvre ont comme activité principale les grandes cultures (73%). Cette proportion importante s'explique par l'intérêt agronomique du chanvre en tant que tête de rotation. En effet, il s'agit d'un très bon précédent au blé. On compte également des polyculteurs-éleveurs (20 %), ou des élevages spécialisés. Les élevages les plus représentés sont : bovin viande et ovin.

Figure 156 : Principale orientation des exploitations produisant du chanvre (en nombre d'exploitations)

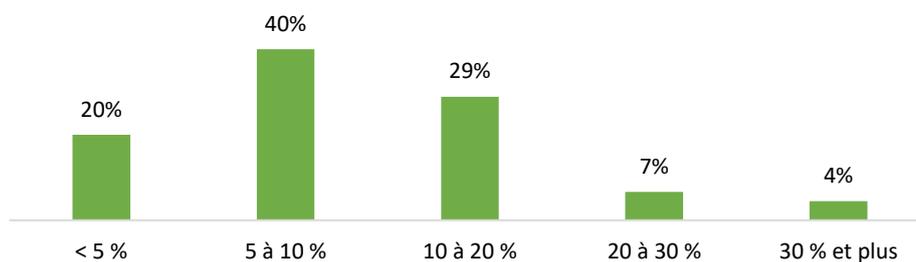


Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les exploitations de moins de 100 ha représentent un peu plus d'un quart des répondants, on y retrouve en majorité des producteurs indépendants, qui valorisent eux-mêmes leur production, ce qui nécessite un investissement en temps (transformation et commercialisation). A l'inverse, les agriculteurs de plus de 200 ha sont sous contrat avec une chanvrière, et représentent 38 % de l'échantillon. De manière générale, les plus grosses exploitations ont comme activité principale les grandes cultures et intègrent donc le chanvre dans leurs rotations.

Les surfaces en chanvre des enquêtés représentent en moyenne 9 % de la SAU totale des exploitations. Ainsi, ce sont 60 % des producteurs de chanvre qui allouent moins de 10 % de leur SAU au chanvre. Les exploitations semblent donc rarement spécialisées dans le chanvre, la culture se présentant davantage comme moyen de diversifier les assolements.

Figure 157 : Poids de la surface en chanvre sur la SAU totale (en nombre d'exploitations)



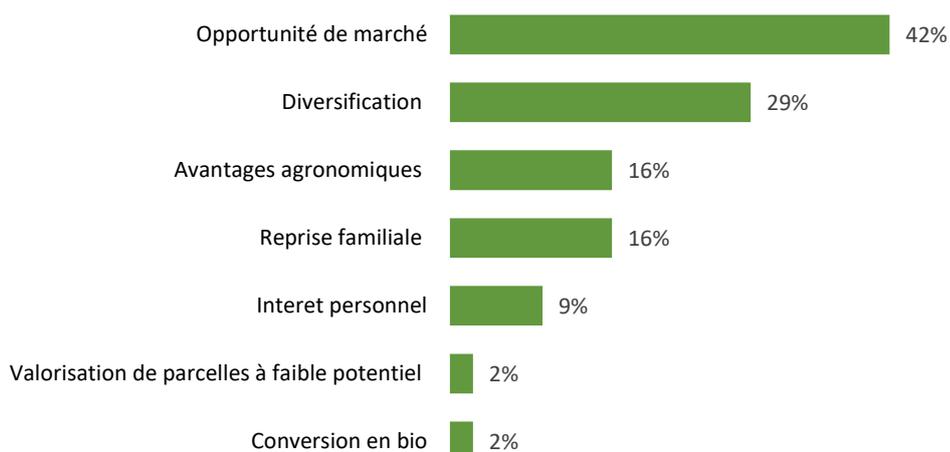
Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

7.3.2. Motivations et freins à l'implantation de chanvre

7.3.2.1. *Les motivations des producteurs de chanvre et avantages de la culture*

De nombreuses raisons poussent les agriculteurs à implanter du chanvre dans leurs parcelles. Pour 42 % des producteurs, cette culture représente une opportunité de marché. Au vu de la demande croissante pour les produits issus du chanvre, les chanvrières recherchent de nouveaux adhérents pour assurer un approvisionnement suffisant. La possibilité de signer un contrat garantit un prix fixe aux producteurs, et contribue à la stabilisation des revenus de l'exploitation. Certains agriculteurs font la comparaison avec le colza par exemple, une autre tête d'assolement, pour lequel le cours est beaucoup plus volatil. De plus, pour les producteurs indépendants, le chanvre se révèle être un marché de niche encore peu connu du grand public, avec assez peu de concurrence locale.

Figure 158 : Motivations principales des producteurs de chanvre (plusieurs réponses possibles)

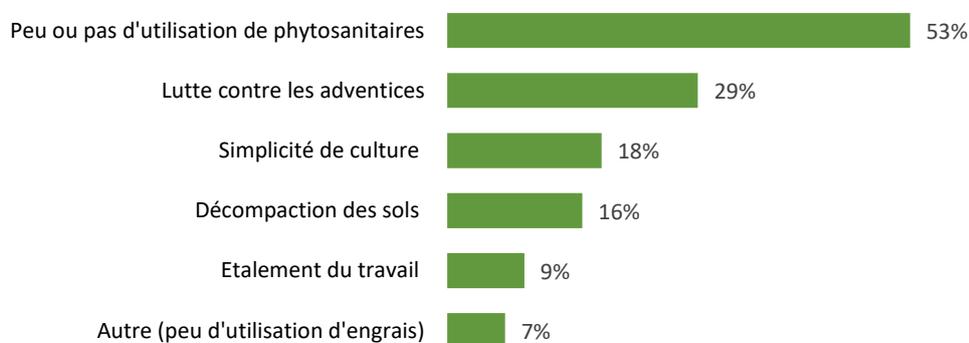


Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La diversification des assolements est le second facteur de motivation des producteurs (29 %). En effet, l'introduction du chanvre, notamment dans un itinéraire de grandes cultures, permet un allongement des rotations, bénéfique pour les rendements des autres cultures de l'exploitation, et limite le développement des maladies. Les avantages agronomiques du chanvre sont également mentionnés par 16 % des producteurs. En effet, le chanvre est une très bonne tête de culture. De plus, la reprise de l'activité familiale est également évoquée par 16 % des exploitations : les jeunes agriculteurs ont ainsi poursuivi la culture de chanvre mise en place par leurs parents. L'intérêt personnel pour la culture et ses caractéristiques sont évoqués par 9 % des répondants. La culture de chanvre étant historique dans certaines régions comme le Grand Est, elle est implantée de façon pérenne dans le fonctionnement des exploitations. Les contrats conclus avec les chanvrières assurent une certaine stabilité financière pour l'exploitation. De manière plus anecdotique, la valorisation de mauvaises parcelles ou l'aide à la conversion en bio ont également été évoquées.

Les motivations des producteurs à implanter du chanvre sont diverses, et la majorité des agriculteurs mettent également en avant les bénéfices de la culture au niveau de l'environnement. Ainsi, 53 % des agriculteurs soulignent l'absence d'utilisation de produits phytosanitaires dans l'itinéraire cultural. Le chanvre, par sa rusticité, est une culture peu sensible aux attaques de ravageurs et aux maladies. En plus d'être vertueux pour l'environnement, cela représente une économie en intrants.

Figure 159 : Avantages perçus pour le chanvre par les producteurs (plusieurs réponses possibles)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La lutte contre les adventices est également citée par 29 % des producteurs. La densité de semis (environ 200 plantes/m²) et la hauteur de la culture (jusqu'à plus de 2 mètres) limitent le développement de

plantes concurrentes. La croissance rapide du chanvre permet la création d'un couvert étouffant les adventices. Cela en fait une bonne tête d'assolement, favorisant le bon développement des cultures suivantes. Cet avantage est couplé avec un pouvoir décompactant du sol, soulevé par 16 % des producteurs. Le réseau racinaire profond permet d'aérer le sol, et profite aux cultures suivantes (facilité à puiser l'eau et les éléments nutritifs).

Outre l'absence de traitements phytosanitaires, la rusticité du chanvre en fait une culture facile à produire pour 18 % des agriculteurs. Les deux principales étapes sont le semis (préparation du sol, semis) et la récolte. Entre ces deux étapes, les agriculteurs n'interviennent pas ou peu. Certains producteurs (9 %) soulignent à ce titre que le chanvre permet un meilleur étalement des temps de travaux : la récolte intervient au mois de septembre, période où les agriculteurs sont plus disponibles.

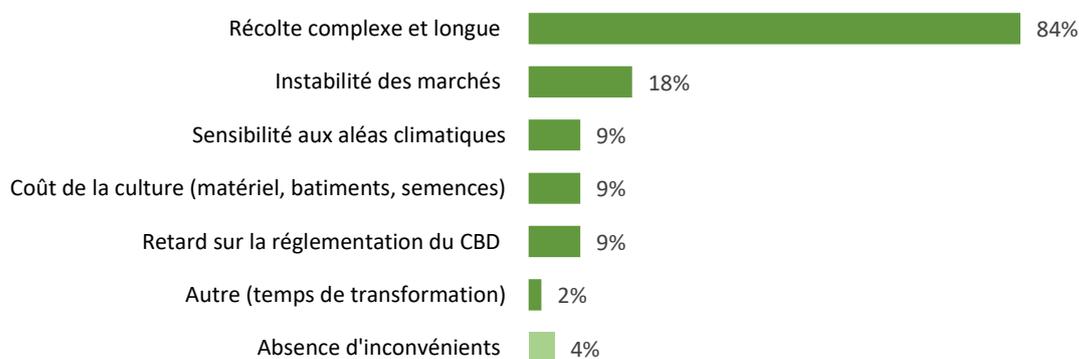
Enfin, certains producteurs prônent l'absence ou la faible utilisation d'engrais : cette observation est néanmoins à nuancer, car les apports dépendent des types de valorisation visées. L'apport d'engrais est nécessaire pour la valorisation du chènevis.

7.3.2.2. Les freins et inconvénients de l'implantation de chanvre

Malgré les nombreux avantages cités, 96 % des agriculteurs interrogés évoquent au moins un inconvénient. Pour la grande majorité des producteurs (84 %), il s'agit de la complexité de récolte, notamment du chènevis. En effet, en mode battu (récolte de la graine), un premier passage est effectué en moissonneuse batteuse pour récolter le chènevis, puis un second passage intervient pour faucher la paille. La récolte du chènevis est longue, et les graines ne mûrissent pas en même temps. Le choix de la date de récolte est stratégique pour limiter le nombre de grains verts récoltés.

Les producteurs évoquent également des problématiques pour la récolte de la paille (bourrages, agglomérats difficiles à répartir pour les andaineuses, pressage compliqué). Ces inconvénients techniques sont accentués par la nécessité d'effectuer l'ensemble de ces étapes sur une courte période, en général deux semaines.

Figure 160 : Inconvénients du chanvre pour les producteurs (plusieurs réponses possibles)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

D'autres faiblesses sont avancées par les enquêtés comme l'instabilité des marchés (18 %). Ce point semble principalement impacter les producteurs indépendants, qui pour 46 % d'entre eux, évoquent des difficultés relatives au développement d'un marché de commercialisation. Le marché du chanvre apparaît souvent comme saturé par les produits issus des chanvrières, ou mal valorisé du fait du caractère industriel de la culture. En effet, le chanvre est utilisé le plus souvent dans l'industrie du papier ou du BTP, des débouchés à faible valeur ajoutée en comparaison au textile par exemple. De manière moins significative, la sensibilité aux aléas climatiques est évoquée par 9 % des agriculteurs, notamment les problématiques de sécheresse au moment de la levée, qui peuvent impacter les rendements. Les coûts de la culture sont également évoqués : le prix du matériel spécifique, des semences et des bâtiments de

stockage. Pour les producteurs de cannabidiol (CBD), le retard de la réglementation française comparé à la réglementation européenne est un frein au développement de leur activité.

7.4. LA PRODUCTION DE CHANVRE ET LES COUTS ASSOCIES

7.4.1. La variabilité des rendements

La culture de chanvre permet la production de 2 produits : la paille et le chènevis. Les rendements des agriculteurs enquêtés atteignent 5,84 tMB/ha pour la paille et 0,87 tMB/ha pour le chènevis (données correspondant à la moyenne des 5 dernières campagnes). Toutefois, les rendements sont très variables. Les différences sont particulièrement notables en fonction des types de contrats établis (en chanvrière ou indépendant). Il faut noter que pour cette approche, la notion de « producteurs indépendants » correspond aux producteurs sans contrats/ou circuits de commercialisation organisés. Ils ne dépendent ni des 6 principales chanvrières, ni des groupements de producteurs assimilés à des petites chanvrières locales. Ils exploitent et commercialisent leur production seuls, sans intermédiaire.

Tableau 54 : Rendements moyens, minimums et maximums sur les 5 dernières années (tMB/ha)

	Rendement min (tMB/ha)	Rendement moyen (tMB/ha)	Rendement max (tMB/ha)
Paille (en chanvrière)	1,90	6,37	10,00
Paille (indépendants)	1,50	2,50	3,00
Chènevis (en chanvrière)	0,50	0,92	1,42
Chènevis (indépendants)	0,20	0,68	1,00

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les rendements en paille atteignent 6,37 tMB/ha pour les producteurs en chanvrière, contre 2,5 tMB/ha pour les indépendants. Par ailleurs, les rendements en chènevis s'établissent en moyenne à 0,92 tMB/ha pour les agriculteurs sous contrats, contre 0,68 tMB/ha pour les indépendants. Il faut noter que les rendements en paille des producteurs indépendants sont certainement sous-estimés dû à une surreprésentation des agriculteurs ayant fait le choix de valoriser le chènevis. En effet, le choix de valoriser le chènevis implique des itinéraires techniques favorisant la croissance de la graine, au détriment de la croissance de la tige. Les rendements en paille sont donc moins élevés.

Cependant, au sein de l'échantillon, on constate de fortes disparités de rendements, avec plusieurs facteurs explicatifs :

- La densité de semis des producteurs indépendants (34,5 kg/ha) est inférieure à celle des producteurs sous contrat (47,2 kg/ha). Une densité de semis faible est favorable à la production de chènevis, mais très défavorable pour la production de paille.
- Le rendement paille est nettement plus faible pour les producteurs n'ayant pas fait d'apport d'azote (2,5 tMB/ha contre 6,12 tMB/ha avec un apport). En revanche, l'apport d'azote ne semble pas avoir d'impact marqué sur le rendement en chènevis. Cette corrélation traduit aussi les stratégies déployées producteurs (orientation chènevis ou paille).
- Enfin, les différences de rendement en chènevis peuvent s'expliquer par la difficulté de récolte de la graine. Les producteurs indépendants ont cultivé du chanvre pour la première fois en moyenne en 2017, et peuvent être moins expérimentés que les exploitants en chanvrière (première implantation en moyenne en 2007).

Ainsi, la variabilité des rendements au sein d'une même typologie d'exploitations (en chanvrière ou indépendants) est importante. Pour les agriculteurs sous contrat avec les chanvrières, la production varie de - 70 % à + 57 % par rapport à la moyenne. Pour les indépendants, les variations sont moins importantes, mais restent significatives (- 40 % à + 17 %). La mise en place d'itinéraires techniques

différents peut expliquer ces écarts. Différents aléas climatiques ont également impacté les productions de chanvre de manière localisée sur les dernières années, notamment les sécheresses.

7.4.2. Les coûts de production de la culture

La production de chanvre se caractérise par un itinéraire technique très simplifié, avec peu d'interventions entre le semis et la récolte, qui représentent donc les principaux postes de coûts. Le chanvre est généralement semé au printemps, entre avril et mai. La croissance rapide de la plante permet une récolte entre septembre et octobre.

7.4.2.1. *Les coûts d'implantation du chanvre industriel*

Les différents coûts de la culture de chanvre ont été estimés grâce aux informations collectées auprès des producteurs enquêtés. Les moyennes ont été pondérées par la fréquence de chaque pratique. Ces coûts tiennent compte de la rémunération de la main d'œuvre, des frais de mécanisation et du prix des intrants. Le coût moyen total hors récolte atteint en moyenne 554,2 €/ha, dont 355,9€/ha d'intrants (semences, engrais, produits phytosanitaires).

Tableau 55 : Coûts moyens de plantation du chanvre (hors producteurs de CBD)

Actions	Coûts moyens pondérés par la fréquence (€/ha)	Coûts moyens mécanisation (€/ha)	Coûts moyens main d'œuvre (€/ha)	Coûts moyens intrants (€/ha)
Préparation du sol	85,3	67,8	17,5	-
Semis	253,0	37,5	11,1	204,5
Fertilisation	206,9	48,1	10,9	147,9
Désherbage	9,0	4,6	0,9	3,45
Irrigation	0	-	-	-
Total hors récolte	554,2 €/ha	158,0 €/ha	40,4 €/ha	355,9 €/ha

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Le chanvre est une plante rustique qui s'adapte relativement bien à différentes conditions pédoclimatiques. Toutefois, il est nécessaire de soigner son implantation, pour éviter tout risque de retard de croissance du réseau racinaire, et une sensibilité accrue aux sécheresses en été. La préparation du sol nécessite généralement un travail profond du sol par labour ou décompacteur (55 %), suivi d'un travail superficiel (65 % en 1 passage, 23 % en 2 passages). Pour les agriculteurs qui ne font qu'une préparation peu profonde (45 %), l'utilisation d'un déchaumeur ou d'une herse rotative est la plus fréquente. Cette étape génère un coût moyen de l'ordre de 85 €/ha.

Le principal coût est relatif au semis, soit environ 250 €/ha. Ce coût est dû au prix des semences de chanvre industriel, qui est en moyenne de 205 €/ha. La densité de semis est en moyenne de 44,7 kg/ha, mais varie généralement de 40 à 50 kg/ha, soit entre 200 et 250 grains/m². Les semences utilisées doivent obligatoirement être certifiées et les variétés inscrites au catalogue européen.

Les producteurs de chènevis ont tendance à diminuer la quantité de semences, pour espacer les plantes et maximiser les rendements en graines. À l'inverse, les producteurs de chanvre roui densifient leur semis pour disposer de meilleurs rendements en paille. Le choix des semences pour les producteurs sous contrat est principalement conseillé par les chanvrières (63 %). Dans certains cas, les variétés peuvent être imposées par les chanvrières (19 %).

La fertilisation est le second poste de dépense lors de l'implantation du chanvre, avec un coût de l'ordre de 210 €/ha. 33 % réalisent une fertilisation chimique, 28 % apportent un amendement organique et 23 % effectuent les deux. Ainsi, ce sont 18 % des agriculteurs qui ne fertilisent pas leur culture de chanvre,

principalement des indépendants (71 %). Les apports organiques correspondent en majorité à des effluents d'élevage, produits sur l'exploitation. La fertilisation minérale se concentre principalement sur un apport azoté (86%) et sur un apport en potassium et phosphore (36 %).

Le désherbage d'une parcelle de chanvre reste assez rare (12,5 % des agriculteurs de l'échantillon), en général avec du glyphosate. Ce passage a pour but de réduire la concurrence des adventices sur la pousse du chanvre. Le coût pondéré pour la gestion de l'enherbement est d'environ 10 €/ha.

Finalement, l'irrigation des cultures de chanvre est une pratique très peu rependue. Seulement 5 % des enquêtés conduisent leurs productions de la sorte, le coût moyen sur l'échantillon reste donc négligeable.

7.4.2.2. Les coûts de récolte du chanvre

Les différentes interventions intervenant pour la récolte diffèrent en fonction du mode de valorisation retenu : en mode battu (graine et paille) ou en non-battu (paille uniquement). Pour le premier type de récolte, les coûts s'élèvent à 525,6 €/ha, contre 411,1 €/ha pour le second.

Tableau 56 : Coûts moyens de récolte et stockage du chanvre (€/ha)

Actions	Coûts moyens, récolte en battu (€/ha)	Coûts moyens, récolte en non-battu (€/ha)
Récolte du chènevis	123,4	-
Fauche de la paille	75,6	75,6
Fanage	31,4	39,4
Andainage	34,1	34,1
Pressage	160,2	160,2
Transport	54,3	54,3
Stockage	46,6	47,5
Total récolte / transport / stockage	525,6	411,1

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

En mode battu :

La récolte concerne à la fois le chènevis et la paille, et coût moyen de la récolte est de l'ordre de 200 €/ha. La récolte du chènevis peut s'avérer complexe et nécessite une certaine dextérité pour s'adapter aux différences de hauteur de la plante, ainsi 50 % des agriculteurs délèguent la moisson à un prestataire. Par ailleurs, certains prototypes de moissonneuses-faucheuses sont à l'essai, et certains producteurs font appel à des ETA pour une prestation complète (moisson/fauche), pour un coût de l'ordre de 200 €/ha. Lorsque les deux opérations fauche/moisson sont scindées, la fauche est généralement réalisée par l'agriculteur (seulement 5% de prestation). Cette dernière intervient en septembre, après la moisson, et permet la production de paille non rouie (paille jaune). Un fanage permet ensuite d'aérer la paille et d'accélérer son séchage. Il dure en moyenne 10 jours, mais varie en fonction des conditions météorologiques. Le coût pour cette étape est d'environ 31 €/ha.

Une fois récolté, le chènevis doit être séché rapidement, avec un objectif de 8 à 9 % d'humidité. Pour 78 % des producteurs de chènevis, le séchage n'est pas effectué sur l'exploitation (réalisé en chanvrière). Pour les 22% restants, le séchage et le stockage de la graine sont réalisés à la ferme, c'est le cas notamment pour les producteurs indépendants. Les coûts de transport et séchage du chènevis n'ont pas été intégrés aux coûts de récolte présentés ci avant, mais ils représentent environ 35 €/ha.

En mode non battu :

En mode non-battu, seule la paille est récoltée. La fauche est réalisée plus tôt dans la saison, généralement au début du mois d'août avant la floraison, pour un coût d'environ 70 €/ha. La paille est ensuite laissée environ 6 semaines au champ pour la phase de rouissage. Toutefois, cette étape est dépendante de la météorologie, et nécessite une alternance de pluie et de soleil. Ainsi, le rouissage peut durer jusqu'à 10 semaines, voire plus dans de rares circonstances. 70 % des producteurs de paille rouie estiment prendre un risque lors du rouissage, principalement du fait de la dépendance aux conditions climatiques. Cette étape se traduit par plusieurs interventions de l'agriculteur : la paille est retournée plusieurs fois pour permettre son aération. Le coût du fanage moyen est d'environ 40 €/ha, soit 25 % de plus que pour la paille non rouie. En effet, certains agriculteurs sont amenés à réaliser plusieurs passages de faneuses (variable selon les besoins de la météorologie).

Une fois séchée, la paille est mise en andain (coût d'environ 35 €/ha), puis pressée. Le pressage constitue une opération délicate, les fibres de chanvre peuvent s'enrouler dans la presse et provoquer des bourrages. Le pressage de la paille requiert en moyenne 1,9 heure/ha, mais ce temps peut être beaucoup plus important en cas de problème technique. Le coût de cette étape atteint environ 160€/ha. Le recours à un prestataire reste limité, et concerne seulement 30 % des producteurs. Certaines chanvrières assurent elles-mêmes ce service. Par ailleurs, certains (11 % des producteurs) réalisent un ensilage du chanvre et évitent l'étape de pressage. Le coût de l'ensilage s'élève à 113 €/ha. Toutefois, la valorisation du chanvre ensilé est inférieure, puisque ce mode de récolte joue sur la longueur des fibres. D'une manière générale, les chanvrières ont standardisé leurs outils de production pour des bottes rondes d'environ 400 kg. Cependant, 25 % des producteurs indiquent utiliser des presses à bottes carrées.

Contrairement au chènevis qui est majoritairement séché et stocké dans les chanvrières, la grande majorité des producteurs conservent la paille sur leur exploitation (95 %), les chanvrières ne disposant pas des surfaces de stockage nécessaires. En effet, un calendrier de récupération est établi par les chanvrières afin d'approvisionner les usines de transformations toute l'année. Pour le transport de la paille jusqu'au site de stockage, les producteurs sont équipés d'un télescopique et d'un tracteur avec plateau. Le temps de trajet est limité (distance moyenne de l'ordre de 3 km), mais le ramassage de la paille nécessite un temps de manutention au champ et de déchargement. Le coût de chargement et transport est ainsi estimé à 54 €/ha. La durée de stockage constatée sur l'échantillon atteint en moyenne 8,8 mois, mais elle est très variable selon les années. La demande sur la paille de chanvre étant forte ces dernières années, les volumes stockés sont généralement retirés dans les 12 mois suivant la récolte, mais certains producteurs évoquent des temps de stockage qui peuvent aller ponctuellement jusque 2 ans après la récolte. Ainsi, le coût de stockage moyen est estimé à 47 €/ha. La plupart des producteurs utilisent un bâtiment spécifique pour le chanvre, dont 30 % en sol nu, et 70 % en sol bétonné. Il faut environ 15 m² de bâtiment pour stocker un hectare de chanvre.

Transformation :

La transformation est assurée dans la presque totalité des cas, par les chanvrières pour les producteurs sous contrat. A contrario, les producteurs indépendants sont nombreux à transformer directement leur production de paille et de chènevis (85 %). Les coûts de transformation dépendent des types de valorisation souhaitée par les producteurs, et compte tenu de la taille de l'échantillon et de la variabilité des pratiques, il est difficile de faire des estimations.

Le chènevis est principalement transformé en huile par pressage (75 % des transformateurs de chènevis). L'investissement pour la création de l'huilerie et l'achat de la presse est en moyenne de 10 000 €. La transformation intervient tout au long de l'année en fonction des besoins.

La paille est quant à elle ensilée pour la totalité des indépendants, qui la transforment ensuite à l'aide d'une trieuse à fibre et chènevotte. Les trieuses sont le plus souvent fabriquées sur mesure par les agriculteurs, pour un coût d'environ 20 000 €. Elles nécessitent l'utilisation de 2 tracteurs pour son

fonctionnement, avec un débit moyen de 533 kg de paille triée par heure. La transformation de la paille intervient également tout au long de l'année en fonction des besoins des agriculteurs. Toutefois, cette étape se révèle assez contraignante, car le défibrage est long et dégage de nombreuses poussières, rendant les conditions de travail difficiles.

7.4.3. Synthèse des coûts de production

Le chanvre se caractérise par une diversité de pratiques, de la production à la récolte. Ainsi, différentes typologies de cultures peuvent être établies :

- La production de graines et de paille (récolte battue) sans transformation
- La production de graines et de paille avec transformation (pressage de l'huile, défibrage, conditionnement)
- La production de paille rouie (récolte non-battue) sans transformation

Tableau 57 : Coûts moyens de production des différents modes de culture

Actions	Paille et chènevis battus sans transformation	Paille et chènevis battus avec transformation	Paille non-battue
Fréquence *	75 %	20 %	35%
Total semis/entretien	554,2	554,2	554,2
Total récolte	525,6	467,3	411,1
Total €/ha	1 079,8	1 021,4	965,3

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

* Note : La somme des fréquences dépasse 100 % car certains producteurs adoptent plusieurs pratiques sur leurs exploitations.

Le coût de production pour une récolte de type « battu » (paille et chènevis) sans transformation atteint environ 1 080 €/ha. Ce coût intègre l'ensemble des charges (intrants, mécanisation, main d'œuvre, y compris stockage), mais s'entend hors frais de transport pour l'acheminement vers le lieu de commercialisation. En effet, le transport est le plus souvent pris en charge par les chanvrières. Pour les exploitants ayant un prix d'achat « rendu » (transport à la charge de l'exploitant) le coût du transport a été directement retranché de la valorisation totale, afin d'harmoniser les données.

Le coût de production de la paille et du chènevis pour les producteurs indépendants qui procèdent à une transformation sur site, est d'environ 1 020 €/ha. Il intègre des producteurs qui récoltent la paille à l'ensileuse (pour ensuite la défibrer), ce qui représente une économie en fanage et pressage, étapes onéreuses de la récolte traditionnelle. Cependant, le coût affiché ne tient pas compte des transformations supplémentaires de la production (pressage de l'huile, défibrage, conditionnement) et du temps de commercialisation.

Pour les producteurs de paille rouie, les coûts de production sont moins importants étant donné l'absence de récolte de chènevis. Ils s'élèvent en moyenne à 965 €/ha.

7.5. LES DIFFERENTES VALORISATIONS DU CHANVRE

7.5.1. Les modes de commercialisation du chanvre

On distingue deux profils de producteurs de chanvre : les agriculteurs en contrat avec une chanvrière et les agriculteurs produisant de manière indépendante. La construction de l'échantillon a conduit à une répartition de 77 % de producteurs sous contrat contre 23 % de producteurs indépendants. Dans la réalité la commercialisation en chanvrière est un peu plus importante : elle représenterait 86 % des surfaces de chanvre.

7.5.1.1. Les modes de contractualisations avec les chanvrières

Figure 161 : Durées des contrats avec les chanvrières

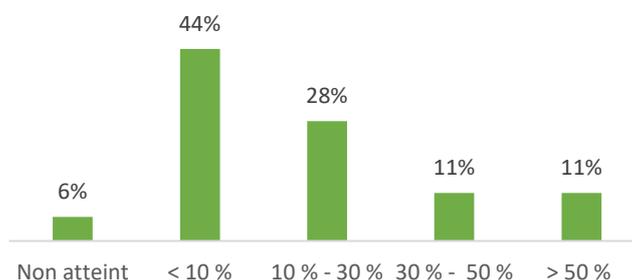


Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Pour l'ensemble des agriculteurs non-indépendants, le contrat de production est conclu pour une durée qui se situe entre 1 et 5 ans. Ainsi, 56 % des producteurs sont engagés pour 5 ans auprès de la chanvrière. Toutefois, le contrat peut être révisé chaque année en fonction des surfaces de production allouées au chanvre et du type de paille produite (rouie ou non-rouie). Les autres producteurs sont majoritairement engagés à l'année (38 %). Ce type de contrat est principalement émis par de plus petites chanvrières.

Les modalités de contractualisation sont variables : l'agriculteur peut être engagé sur des surfaces (56 % des cas) ou sur un tonnage de paille à produire (44 %). Ce type de contrat est plus contraignant pour l'agriculteur, puisque les rendements de paille et de chènevis sont variables, en général le chènevis n'est pas concerné par l'engagement de volume. 94 % des répondants indiquent atteindre leurs objectifs de production, contre seulement 6 % rencontrant des difficultés.

Figure 162 : Niveau d'atteinte du contrat (% de dépassement)

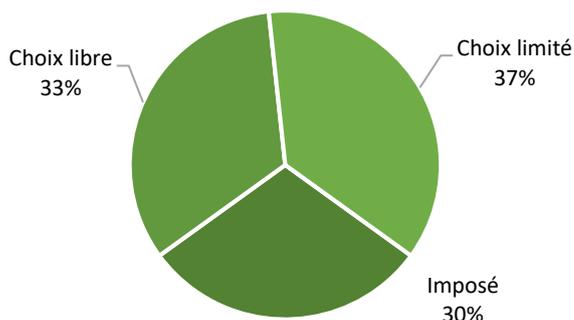


Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La grande majorité des producteurs dépassent les objectifs du contrat. Pour 44 % d'entre eux, l'écart entre les volumes engagés et produits est inférieur à 10 %. Néanmoins, certains producteurs produisent bien plus que l'engagement du contrat. La demande étant forte, les chanvrières sont amenées à accepter les surplus. Cette production supplémentaire est souvent valorisée au même prix que celle du contrat initial.

La chanvrière peut venir en appui des agriculteurs sur les aspects techniques, mais l'agriculteur reste libre de l'itinéraire cultural, même sous contrat, dans 81 % des cas. Certaines chanvrières interviennent pour conseiller sur certains aspects de la production, mais cela reste limité à 19% des exploitations. Aucune chanvrière n'impose un itinéraire strict, mais un cahier des charges peut être mis en place, notamment pour maîtriser la qualité de la paille et du chènevis, par exemple en interdisant l'utilisation de glyphosate. À l'échelle nationale, plusieurs labels sont instaurés pour garantir et standardiser la production en France, notamment le Label Chènevis Français, ou pour garantir l'absence d'utilisation de produits phytosanitaires, avec le label fibre de chanvre Zéro phyto.

Figure 163 : Choix des variétés implantées au sein des chanvrières



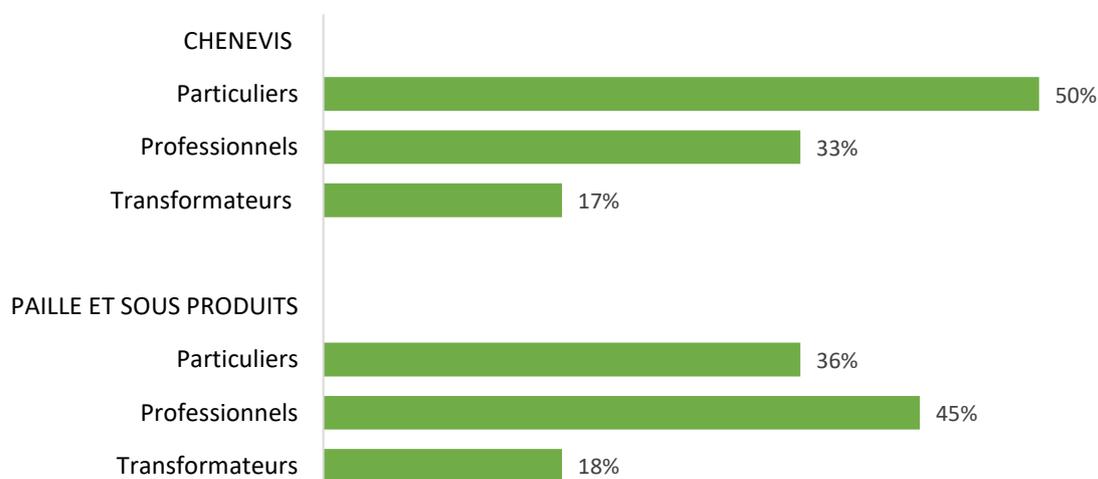
Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La politique des chanvrières concernant les variétés est variable. Pour un tiers des producteurs, le choix est libre ; pour 37 % des agriculteurs le choix est restreint (en fonction du type de paille produit, de la précocité, des caractéristiques du sol). Finalement, pour 30 % des exploitants, la variété de chanvre est imposée par la chanvrière.

7.5.1.2. Les circuits de distribution des indépendants

Les producteurs indépendants doivent valoriser directement leur production, et organiser la commercialisation de leurs produits. La commercialisation s'effectue au travers de trois principaux circuits de distribution : les clients particuliers, les clients professionnels et les transformateurs. Il convient d'analyser les résultats ci-après avec précaution, en tenant compte de la taille réduite de l'échantillon d'indépendants.

Figure 164 : Circuit de distribution par canaux type de produits (producteurs indépendants)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les produits issus du chènevis sont pour moitié à destination des particuliers. La commercialisation se fait en vente directe dans des magasins de producteurs ou sur les marchés. La clientèle professionnelle représente 33 % des acheteurs, essentiellement des restaurateurs ou des éleveurs. Pour ces deux typologies de clients, le chènevis est vendu déjà transformé. La commercialisation de chènevis brut à destination des transformateurs est moins importante (17 %), car les valorisations sont plus faibles.

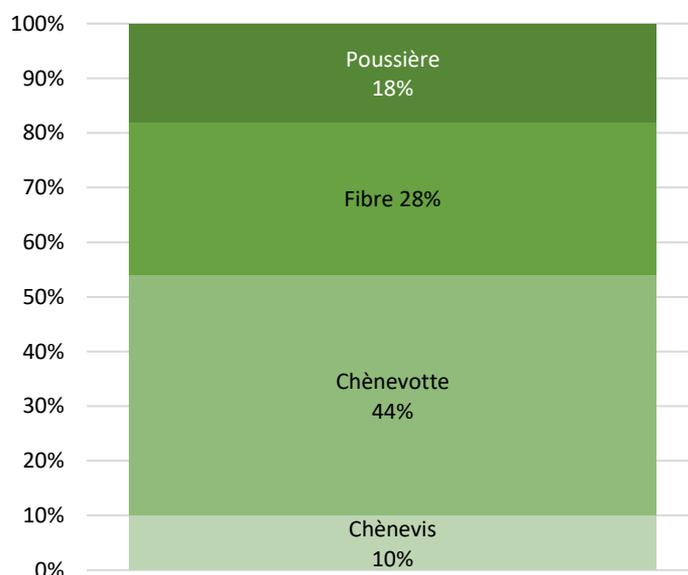
La vente de la paille et de ses sous-produits concerne prioritairement les clients professionnels du BTP ou des espaces verts. La vente aux particuliers est moins importante (36%) et intervient principalement dans le cadre de l'isolation d'une habitation personnelle. Enfin, la vente de paille brute à des entreprises de la transformation concerne 18 % des agriculteurs hors contrats.

7.5.2. Des débouchés variés

La particularité du chanvre est de pouvoir être valorisé dans son ensemble. Plusieurs produits transformés peuvent être issus de la culture :

- Le chènevis, qui correspond à la graine du chanvre. Elle ne représente qu'une faible partie du poids total de la plante (10 %) et est utilisée en alimentation animale et humaine, notamment du fait de ses valeurs nutritives.
- La fibre est l'un des principaux produits issus de la transformation de la paille et constitue 28 % du poids de plante. Elle se valorise principalement dans des filières de qualité comme la papeterie ou le BTP.
- La plus grande partie de la plante correspond à la chènevotte, second produit issu du défibrage de la paille. La chènevotte est principalement utilisée pour le jardin ou comme litière pour les animaux.
- Les poussières correspondent aux plus petits résidus de transformation de la paille. Leurs utilisations sont principalement à destination de l'énergie.

Figure 165 : Poids des différents sous-produits du chanvre (%)

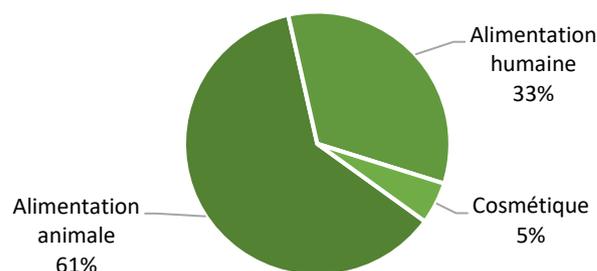


Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

7.5.2.1. Les principaux débouchés au sein des chanvrières

Les chanvrières concentrent la majorité de la production de chanvre. Chaque chanvrière a développé ses spécificités et trouvé des marchés variés.

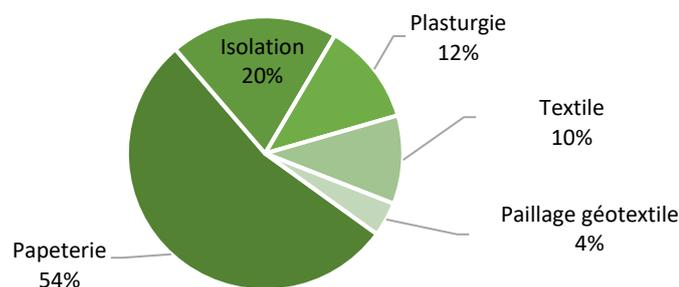
Figure 166 : Débouchés du chènevis à l'échelle nationale pour les chanvrières



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

L'alimentation animale constitue la principale source de valorisation pour le chènevis (61 %), avec deux débouchés : l'oisellerie et le secteur de la pêche (confection d'appâts). L'essentiel du chènevis produit en mode conventionnel y est destiné, alors que le chènevis biologique s'oriente davantage vers l'alimentation humaine (33 % des volumes commercialisés). Ce marché est en croissance ces dernières années, grâce aux propriétés de cette graine riche en protéines, en fibres, acides gras et vitamines. Elle peut se consommer entière, décortiquée, en farine ou en huile. Sa popularité s'accroît avec le développement de tendances alimentaires plus saines. Dans une proportion plus négligeable, l'huile est utilisée pour ses vertus dermatologiques en cosmétique, également grâce aux bonnes caractéristiques de la graine.

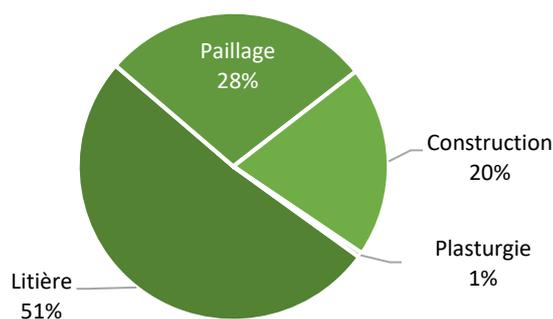
Figure 167 : Débouchés de la fibre à l'échelle nationale pour les chanvrières



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La transformation de la paille conduit à deux éléments à valoriser : la fibre, qui est la partie la mieux valorisée, et la chènevotte. Le papier technique constitue le débouché historique de la fibre de chanvre (54 %), en particulier pour la fabrication de papier à cigarette. C'est principalement ce débouché qui a propulsé le développement de cette culture depuis 50 ans. Ce papier a l'avantage de ne pas devoir être traité chimiquement pour son blanchiment, contrairement au bois. L'isolation des habitations est également un débouché significatif pour la filière (20% de la fibre). La laine de chanvre permet une isolation thermique et acoustique plus écologique que la laine de verre. La fibre de chanvre s'est également développée en plasturgie pour la fabrication de bioplastiques (12%), avec des utilisations en automobile. Les bioplastiques de chanvre sont légers, mais adaptés aux contraintes de l'industrie. Ils sont fabriqués à partir d'un matériau composite, assemblage entre un polymère et un renfort en fibre végétale. Enfin, le chanvre textile se développe de nouveau, après avoir connu un déclin important, notamment sous l'impulsion du lin textile qui s'est démocratisé. D'autres applications de la fibre sont possibles, comme le paillage géotextile. Néanmoins ce dernier reste encore un marché de niche.

Figure 168 : Débouchés de la chènevotte à l'échelle nationale dans les chanvrières



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

La chènevotte correspond à la partie ligneuse à l'intérieur de la tige de chanvre. La litière animale en est le principal débouché (51 %). Elle est broyée finement pour une utilisation en litière d'animaux de compagnie, ou plus grossièrement en litière équine pour les chevaux présentant des problèmes respiratoires. Elle peut également être utilisée pour l'élevage de volailles ou de lapins. L'utilisation en litière nécessite un dépoussiérage de la chènevotte pouvant être plus ou moins important selon l'utilisation. Elle est reconnue pour ses caractéristiques, en particulier son pouvoir de rétention et d'isolation contre le froid du sol. Elle est également recommandée pour les chevaux présentant une fragilité des voies respiratoires. La chènevotte est aussi utilisée en paillage horticole, épandue au sol pour limiter le développement des adventices. Elle dispose de propriétés isolantes et protège les plantations contre le froid, et permet de conserver un bon niveau d'humidité dans le sol. La chènevotte est également utilisée dans le secteur du bâtiment pour la confection de béton de chanvre. Cette utilisation permet une meilleure régulation de la température dans les bâtiments en conservant la fraîcheur en été et en isolant en hiver.

La poussière, sous-produit issu de la transformation, est moins bien valorisée que la fibre ou la chènevotte. Elle peut être utilisée dans le domaine de l'énergie (en méthanisation ou mélangée avec du bois pour la réalisation de pellets pour les chaudières biomasses). La poussière peut également être récupérée par des entreprises produisant du compost (terreau).

7.5.2.2. Les débouchés des producteurs indépendants

Les producteurs indépendants disposent de moyens plus limités. Les agriculteurs convertis à l'agriculture biologique sont également plus nombreux, notamment parmi ceux qui vendent en direct leur production. De ce fait, une part plus conséquente du chènevis est destinée à l'alimentation humaine, et est commercialisée auprès de la clientèle des particuliers sous diverses formes (graines, huile, farine). Le reste du chènevis, notamment conventionnel, est destiné à l'alimentation animale. Pour optimiser la production de graines, certains exploitants limitent la densité de leur semis. Cela permet un meilleur développement de la plante, mais réduit la quantité de paille produite.

La fibre de chanvre est commercialisée principalement pour l'isolation, et est destinée soit aux professionnels du bâtiment, soit directement aux particuliers ayant un projet de construction d'habitation. Dans une moindre mesure, la fibre textile se développe, mais nécessite l'intervention de transformateurs, et reste donc plus anecdotique.

Enfin, la chènevotte issue du défibrage est destinée principalement au paillage horticole, à la construction et dans une moindre mesure à la litière.

Les débouchés de la vente directe sont moins diversifiés que ceux des chanvrières. Cela s'explique d'une part, par les volumes de production qui ne permettent pas d'alimenter de grosses industries comme le BTP ou le papier. D'autre part, la transformation de la paille en chènevotte et fibre est une étape fastidieuse, quand elle est réalisée de manière artisanale. L'outillage utilisé n'est souvent pas adapté et

la transformation dégage beaucoup de poussière, rendant le travail difficile. La production de chènevis s'oriente donc principalement vers l'alimentation humaine qui permet une meilleure valorisation, sans difficulté technique majeure.

7.5.2.3. Synthèse : les principaux débouchés du chanvre à l'échelle nationale

Ainsi, à l'échelle de l'ensemble de la filière (chanvrières et producteurs indépendants), il a été possible d'estimer les volumes de chaque sous-produit et ses débouchés.

Tableau 58 : Débouchés nationaux des différents produits du chanvre

Produits	Débouchés	Part de la production
Chènevis (10 %)	Alimentation animale	59 %
	Alimentation humaine	36 %
	Cosmétique	5%
Chènevotte (44 %)	Litière	50 %
	Paillage	28,5 %
	Construction	21 %
	Autre (<i>plasturgie</i>)	0,5 %
Fibre (28 %)	Papeterie	51 %
	Isolation	22 %
	Plasturgie	12 %
	Textile	11 %
	Autre (<i>géotextile</i>)	4 %
Poussière (18%)	Energie	100 %

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

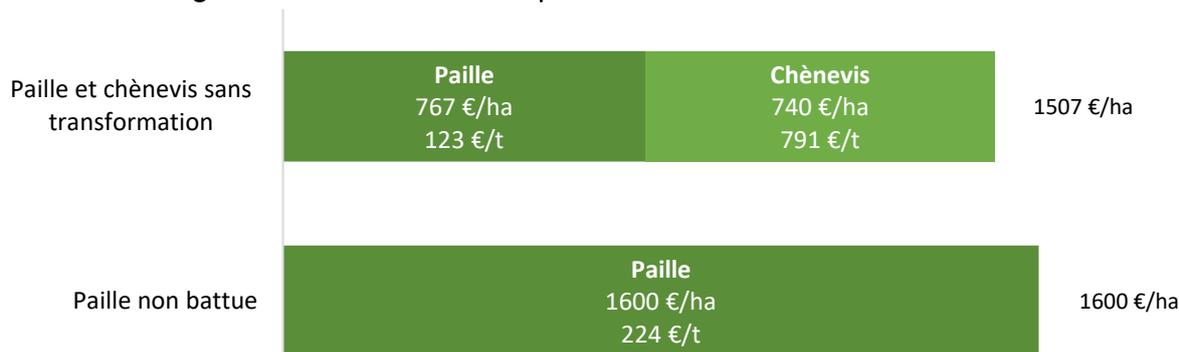
7.5.3. Les différences de valorisation par produit

7.5.3.1. Les valorisations du chanvre industriel

Compte tenu de l'existence de différents coproduits, il convient d'analyser la valorisation de l'ensemble de la culture (paille et chènevis). On peut distinguer 3 types de valorisation :

- En mode battu « sans transformation » (vente de paille non rouie en botte et de chènevis)
- En mode non-battu (vente de paille rouie),
- En mode battu avec transformation (la paille et/ou le chènevis sont transformés par le producteur avant d'être vendus). Ce mode concerne les producteurs indépendants.

Figure 169 : Prix de vente de la paille et du chènevis sans transformation



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les producteurs valorisant la paille non battue en botte et le chènevis brut commercialisent leur production à respectivement 123 €/tMB (paille) et 791 €/tMB (chènevis). Les prix d'achat sont relativement homogènes entre les différentes chanvrières et entreprises transformatrices. Le chènevis est valorisé près de 6 fois plus que la paille. Toutefois, à l'échelle de la parcelle, la paille et le chènevis représentent chacun près de 50 % de la valeur générée par la culture, avec une valorisation totale d'environ 1 510 €/ha. À noter, qu'il existe un fort différentiel de prix entre le chènevis conventionnel et biologique (1 400 €/tMB pour le bio et 600 €/tMB pour le conventionnel).

La grande majorité des producteurs de paille non battue ne produisent pas de chènevis, puisque le chanvre doit mûrir pendant environ 6 semaines avant d'être récolté. Des variétés plus tardives sont utilisées, permettant de meilleurs rendements de paille qu'en récolte battue (la paille non-battue possède un rendement environ 15 % plus élevé que la paille battue). Le prix de vente de cette paille s'établit en moyenne à 224 €/tMB. Ce prix est bien supérieur à la valorisation de la paille non rouie, la différence s'explique par la qualité supérieure de la paille rouie, notamment utilisée dans l'industrie du textile. La production de paille non battue permet de générer une valorisation de l'ordre de 1 600 €/ha.

Figure 170 : Décomposition du produit pour les producteurs de paille / chènevis avec transformation



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les producteurs indépendants transforment le chanvre de différentes manières selon la valorisation souhaitée :

- Transformation de la paille uniquement (pas de production de graines),
- Transformation du chènevis uniquement (absence de valorisation de la paille)
- Transformation simultanée de la paille et du chènevis.

Ainsi, le graphe ci-avant présente une moyenne des différentes valorisations au sein de l'échantillon de producteurs interrogés.

Le chènevis est la partie du chanvre la mieux valorisée par les producteurs indépendants « transformateurs » (1 293 €/t). Cette proportion importante s'explique par des prix élevés de la graine à destination de l'alimentation humaine (1 481 €/tMB pour l'huile et 1 237 €/tMB pour la graine

décortiquée bio). Ces prix sont comparables à ceux du chènevis bio vendus sous contrat, commercialisé en moyenne 1 433 €/tMB. Le chènevis pour l'alimentation animale est vendu 638€/tMB. Ce prix de vente est similaire à celui du chènevis conventionnel sous contrat (633 €/tMB).

La paille transformée possède une valorisation moins importante que le chènevis, avec 174 €/tMB pour la fibre et 111 €/tMB pour la chènevotte. Ainsi, vu les difficultés rencontrées lors du défibrage (temps de travail, pénibilité du aux poussières), les indépendants-transformateurs semblent davantage s'orienter vers la commercialisation du chènevis que de la paille.

7.5.3.2. Focus sur le chanvre thérapeutique

La culture de chanvre permet également la production de sommités florales à destination de la production de CBD, et plus largement d'autres molécules thérapeutiques contenues dans la plante. Quelques producteurs indépendants de l'échantillon se sont spécialisés en CBD, ce qui a permis d'identifier quelques tendances, en termes de coûts, rendements, et valorisation. Cependant, compte tenu de la taille de l'échantillon (5 producteurs), il convient d'analyser ces résultats avec précautions.

Les rendements en fleurs séchées sont en moyenne de 57 kg/ha, avec des variations très fortes de 15 kg/ha à 120 kg/ha. La disparité des rendements s'explique essentiellement par les densités de semis (entre 1 000 et 5 000 pieds/ha). Compte tenu des surfaces restreintes (en moyenne 1,5 ha / producteur), l'itinéraire technique est assez différent de celui du chanvre industriel, avec notamment des interventions manuelles nombreuses (notamment pour la plantation et la récolte). Le coût de production récolte incluse est estimé à environ 5 100 €/ha.

Tableau 59 : Coûts moyens de production et récolte du chanvre thérapeutique

Interventions	Coûts moyens (€/ha)
Préparation du sol	85
Plantation	2 305
Fertilisation	17
Désherbage	340
Irrigation	-
Récolte	1 650
Total avant séchage et transformation	5 087 €/ha

Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Les interventions les plus coûteuses correspondent à la plantation et à la récolte. En effet, le prix des variétés utilisées pour le CBD est plus important que pour le chanvre industriel, avec un coût moyen de 1 750 €/ha, auquel il faut ajouter les temps d'interventions manuelles (de l'ordre de 40 heures/ha). Cette étape comprend notamment le temps de préparation des plants et le repiquage manuel de ces derniers en pleine terre. Ce coût élevé s'explique par l'utilisation de variétés dites féminisées, car le chanvre est une plante dioïque, produisant des pieds mâles et femelles. Or, seuls les pieds femelles sont importants pour la production de sommités florales.

Peu de producteurs fertilisent leur parcelle, dans la mesure où les exports en matière organique sont limités, la paille étant laissée sur place. Les interventions en désherbage sont à l'inverse plus fréquentes que pour la culture de chanvre industriel, car les densités de plantation plus faibles (couvert moins dense). Le désherbage est effectué au début de la plantation, toutes les 2 à 3 semaines, à la main, pour un coût d'environ 340 €/ha.

Le besoin en eau de la culture est également plus important que pour le chanvre industriel. Les exploitations sont systématiquement équipées d'un réseau d'irrigation, souvent par goutte-à-goutte. Ce

coût n'a pas été chiffré du fait d'un manque de précision des producteurs interrogés et de la taille limitée de l'échantillon, mais il conviendrait de l'intégrer.

La récolte des sommités florales est également réalisée à la main, pendant une période de 2 à 3 semaines, soit un coût de main d'œuvre de 1650 €/ha.

Transformation :

Tous les producteurs de chanvre thérapeutique interrogés transforment leurs productions. En effet, le marché de la vente en gros est peu développé en France, notamment à cause de la concurrence des autres pays européens, plus avancés sur la production de CBD. Les fleurs sont nettoyées puis vendues directement aux consommateurs. Les débris et fleurs les moins attrayantes sont transformés pour fabriquer divers produits, comme des tisanes, des huiles infusées, du savon, des cigares ou des huiles essentielles. La transformation pour l'heure semble se limiter à de petites quantités et est effectuée de manière traditionnelle. Les investissements se limitent à du petit matériel (petite presse, tamis) et le temps de transformation n'est pas comptabilisé par les producteurs.

Le prix moyen des sommités florales en vente directe à des particuliers atteint environ 1,7 €/g.

Les grossistes achètent à des prix nettement plus faibles (entre 0,3 et 0,5 €/g), la concurrence étant forte avec les produits importés. Par ailleurs, les grossistes sont peu nombreux en France, entraînant une forte pression sur le prix d'achat. Des travaux sont engagés par l'AFPC (Association Française des Producteurs de Cannabinoïdes) et par les producteurs pour promouvoir la qualité de la production française.

7.6. LES DIFFERENTS FACTEURS INFLUENCANT LA VALORISATION DU CHANVRE

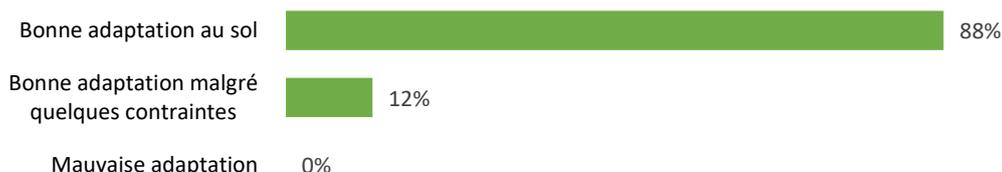
7.6.1. Les facteurs agronomiques, environnementaux et pédoclimatiques

7.6.1.1. Les facteurs agronomiques et pédoclimatiques

Le chanvre est principalement utilisé comme tête de rotation, au même titre que le colza. Sa fréquence de rotation moyenne est de 6 ans, bien qu'elle présente une grande variabilité. Au sein des producteurs, les fréquences de rotations varient entre 2 et 11 ans.

Les producteurs indépendants pratiquent des rotations plus courtes pour le chanvre (en moyenne 4,8 années), contre 6,4 ans pour les agriculteurs sous contrats. Ils sont en général, plus spécialisés sur la culture de chanvre, et cherchent à maximiser les volumes produits, notamment du fait de la transformation et de l'investissement commercial induit par cette culture. Par ailleurs, ils disposent de surfaces d'exploitations plus restreintes, ce qui limite les possibilités de rotations. Aucune corrélation n'a pu être établie entre les fréquences de rotation et l'itinéraire cultural mené (utilisation d'engrais, amendements).

Figure 171 : Adaptation du chanvre aux conditions pédologiques (% en nombre d'exploitations)

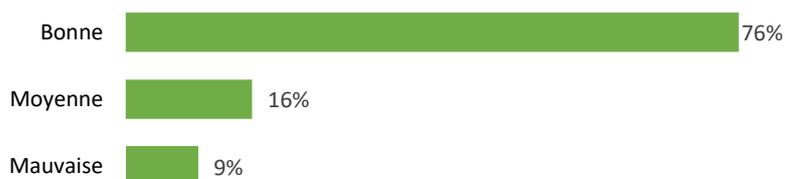


Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Le chanvre est perçu par la grande majorité des producteurs comme une culture s'adaptant bien aux conditions pédologiques (88 %). Cependant, le chanvre est plus adapté aux terres légères, et nécessite

un travail du sol préalable assez fin. Les sols lourds ne permettent pas le bon développement de la racine pivot, et le chanvre peut être sensible à la sécheresse, notamment en présence de terres argileuses. La présence de cailloux peut pénaliser l'homogénéité de la levée, mais également entraîner des difficultés lors du ramassage de la paille. En effet, la paille ne doit pas contenir de pierres, sous peine de devoir être triée, entraînant généralement une pénalité facturée par la chanvrière. Par ailleurs, l'acidité du sol apparaît comme défavorable au bon développement de la plante, expliquant un développement important de la culture en Champagne, où elle peut bénéficier des terres crayeuses. Dans les autres régions, un amendement calcique, permet de maintenir un PH optimal.

Figure 172 : Adaptation du chanvre aux conditions climatiques (% en nombre d'exploitations)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

Pour 76 % des agriculteurs, le chanvre est une culture qui s'adapte bien aux conditions climatiques de leur région. La culture apparaît alors comme rustique, résiliente aux aléas climatiques. La racine pivot du chanvre capte l'eau en profondeur, ce qui permet à la plante de résister aux sécheresses. L'implantation de la graine apparaît comme un élément essentiel au bon développement du réseau racinaire de la plante. En cas de semis tardif ou de période de sécheresse au semis, les plantes sont moins résistantes pendant la période estivale. Ainsi, 31 % des producteurs évoquent une sensibilité à une sécheresse prolongée, qui peut impacter fortement la production de chènevis. Du fait de ses caractéristiques, la culture est ainsi plus développée dans le Nord de la France que dans la moitié Sud. De manière moins fréquente, les producteurs évoquent également une sensibilité aux excès d'eau (11 %), notamment en période de semis. Par ailleurs, les producteurs de CBD estiment qu'une irrigation de la culture est nécessaire, ce qui s'explique par des densités de plantation plus faibles, retenant moins l'eau contenu dans le sol.

7.6.1.2. Les facteurs environnementaux

Outre l'adaptation du chanvre aux conditions climatiques, la culture est également positive sur le plan environnemental. En effet, c'est une culture très peu exigeante en intrant. Sur l'échantillon de producteurs interrogés, l'utilisation de produits phytosanitaires est restreinte. Seuls 11 % des agriculteurs gèrent l'enherbement avec des traitements chimiques (un seul passage de glyphosate au semis). Aucun agriculteur ne procède à des traitements contre les ravageurs ou maladies. La seule difficulté observée est le risque d'apparition de l'orobanche, une plante parasite pouvant se développer aux pieds des brins de chanvre. Cette menace est principalement évoquée dans le Grand Est, zone de culture historique. Pour limiter les risques, les agriculteurs jouent sur la durée des rotations. Le risque de contamination est accru en cas de partage de matériel. Les graines d'orobanche peuvent être disséminées lors de la fauche et la récolte de la paille, si le matériel n'est pas bien nettoyé, génère un risque de contamination de parcelles saines. Cette menace reste pour l'instant localisée dans quelques parcelles.

L'utilisation très restreinte de produits phytosanitaires est plébiscitée, notamment par les exploitations en agriculture biologique. Par ailleurs, le chanvre possède un fort pouvoir nettoyant en limitant le développement des adventices sur les cultures suivantes.

68 % des agriculteurs plébiscitent l'action du chanvre pour la biodiversité. Le couvert épais joue le rôle d'abri, notamment pour les insectes, et les racines profondes favorisent la biodiversité du sol.

Figure 173 : Nuage de mots – Facteurs environnementaux

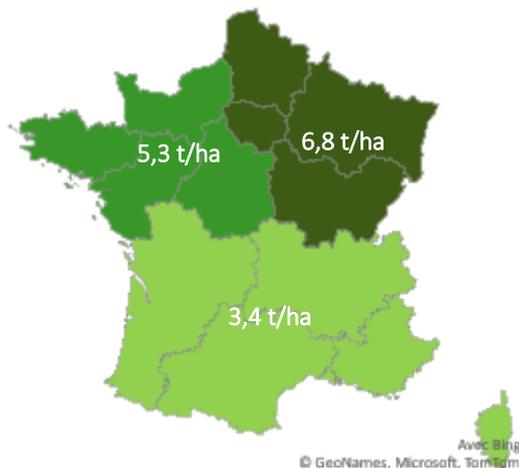


Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

7.6.1.3. Les facteurs géographiques

Selon les producteurs, l'un des principaux facteurs limitant le rendement du chanvre est la sécheresse. On note des variations importantes des rendements en paille et chènevis à l'échelle de l'échantillon.

Figure 174 : Rendements en paille par région en 2020 (tMB/ha)



Sources : Agrex Consulting d'après Agreste

Ainsi, les rendements moyens en paille sont plus importants dans la zone Nord-Est (6,8 tMB/ha), que dans les zones Nord-Ouest (5,3 tMB/ha), et Sud (3,4 tMB/ha). La nature des sols, particulièrement adaptés dans le quart Nord-Est de la France, explique en partie ces résultats, et le fort développement de la culture notamment dans l'Aube, sur sol crayeux. Les plus faibles précipitations dans le Sud peuvent également expliquer le différentiel de rendement observé. Par ailleurs, on retrouve une proportion importante de paille non battue dans le Grand est (disposant d'un rendement un peu plus élevé que la paille battue).

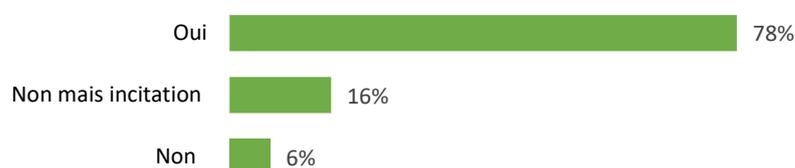
7.6.2. Les facteurs logistiques et humains

7.6.2.1. Les facteurs logistiques

Le stockage du chènevis est rarement pris en charge sur les exploitations. Pour les agriculteurs sous contrat, le chènevis est directement livré aux chanvrières. Seuls les producteurs indépendants conservent la graine en attendant de la commercialiser ou de la transformer. A l'inverse, 95 % des producteurs de chanvre stockent la paille. La durée de stockage au sein de l'échantillon atteint en moyenne 8,8 mois. Il est communément conseillé de disposer d'une capacité de stockage de 18 mois, même si la récolte précédente est livrée le plus souvent avant la nouvelle récolte. En effet, les chanvrières fonctionnent en continu toute l'année, mais ne disposent pas de surfaces de stockage suffisantes sur site. Des plannings de récupération de la paille sont alors établis pour acheminer la production des exploitations aux chanvrières, en fonction des besoins de ces dernières.

Pour le stockage d'un hectare de chanvre, les producteurs comptent en moyenne 15 m² (pour un rendement de 6 tMB/ha).

Figure 175 : Nécessité de disposer de capacité de stockage (contrat avec les chanvrières)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes

Pour la grande majorité des producteurs (78 %), la possibilité de stocker la paille est une condition obligatoire pour établir un contrat avec une chanvrière. Ce dernier n'est pas obligatoire dans 22 % des cas, mais reste toutefois incité pour 16 % des producteurs. Le coût du stockage est le plus souvent à la charge de l'exploitant (77 %). La mise en œuvre d'un bonus de stockage concerne 16 % des interrogés.

De manière plus générale, le facteur logistique est considéré comme un frein potentiel par 59 % des producteurs de chanvre, notamment en ce qui concerne le stockage de la paille, qui mobilise des surfaces de bâtiment importantes. Pour les producteurs qui procèdent à un ensilage, cette problématique est exacerbée, car le chanvre triple de volume lorsqu'il n'est pas pressé. Par ailleurs, 31 % des producteurs sous contrat doivent livrer la paille par leurs propres moyens aux chanvrières. La livraison se fait avec le matériel de l'exploitation (tracteur et plateau) si les distances sont restreintes, ou en faisant appel à un transporteur si l'éloignement est important. La distance moyenne de transport reste cependant limitée (25 km). Pour les autres producteurs, la paille est enlevée directement par les chanvrières qui organisent l'acheminement jusqu'au lieu de défibrage.

Pour les producteurs indépendants, qui transforment la paille et/ou le chènevis, ces étapes sont délicates : notamment le séchage de la graine, qui doit être effectué rapidement, mais aussi le processus de défibrage de la paille, qui constitue une étape difficile, le travail étant complexifié par la production importante de poussière.

7.6.2.2. Le temps de travail

Le chanvre présente comme avantage d'être une culture nécessitant peu de temps de travail du fait de sa rusticité. Les interventions se limitent à la préparation du sol pour le semis et à la récolte. Toutefois, la période de récolte est chronophage, notamment en mode battu (paille et graine). Sur une période de 2 semaines, le producteur doit moissonner le chènevis et faucher, sécher, presser et stocker la paille. La moisson de la graine étant complexe, le recours à des ETA est fréquent (54%) et vient limiter le temps de travail des producteurs. En mode non-battu, le travail est mieux réparti, puisque la fauche de la paille a

lieu au début du mois d'août et sa récolte intervient 6 semaines plus tard. De manière générale, le chanvre permet une bonne répartition des temps de travaux, car la période de septembre est souvent relativement creuse.

Par ailleurs, les avantages agronomiques du chanvre permettent pour certains exploitants une réduction des intrants pour la culture suivante (pour 13 % des producteurs : réduction des herbicides) et du travail du sol sur la culture suivante (pour 18 % des producteurs, pas de labour sur la culture suivante). Les économies sont variables en fonction des conditions climatiques de l'année suivante. Pour les autres, le chanvre représente une bonne tête de rotation, mais l'itinéraire de la culture suivante n'est pas modifié.

Pour les producteurs réalisant de la transformation et/ou de la vente directe, le temps de travail est beaucoup plus important. La commercialisation s'effectue généralement de bouche à oreille, notamment pour la vente des sous-produits de la paille. Le chènevis étant souvent transformé et destiné à la consommation humaine, il nécessite une démarche de commercialisation active pour la plupart des producteurs valorisant cette fraction de la plante.

7.6.3. Les facteurs de marché et externes

7.6.3.1. La concurrence des marchés

Les surfaces de chanvre sont en augmentation depuis 50 ans. La filière a connu plusieurs phases de structuration, et reste aujourd'hui organisée autour de l'activité des différentes chanvrières. À l'échelle nationale, la production de chanvre reste inférieure à la demande nationale et internationale. Les principales chanvrières sont encore en phase de développement (volonté d'augmenter le nombre d'adhérents et de clients). Cependant, 25 % des producteurs (notamment les indépendants) estiment qu'il est complexe d'établir un contrat avec une chanvrière.

Pour 64 % des producteurs qui commercialisent leur production eux-mêmes, le marché du chanvre est perçu comme concurrentiel. La demande nationale est principalement alimentée par les grosses chanvrières, alors que les producteurs indépendants se focalisent davantage sur le marché local. Les marchés de l'isolation, de la litière et du paillage sont considérés comme très concurrentiels par les producteurs indépendants. Néanmoins, la concurrence est moins forte sur les marchés de niches, notamment la production de chanvre textile et d'huile alimentaire pour la consommation humaine.

7.6.3.2. La fixation des prix de vente

77 % des producteurs français commercialisent leur production à une chanvrière, qui fixe un prix d'achat garanti dans le cadre de contrats établis avec les producteurs. Le prix de vente de la paille non rouie a très peu évolué sur les 5 dernières années. Pour les agriculteurs en vente directe, la fixation du prix se fait en fonction de la demande. La valorisation de la paille reste néanmoins industrielle (BTP, isolation), et intervient dans un marché concurrentiel. De manière plus générale, 83 % des producteurs pensent encore que la paille n'est pas suffisamment bien valorisée sur les marchés.

Les prix de vente du chènevis sont plus volatiles que ceux de la paille, et sont liés aux cours mondiaux. Une forte différence de valorisation est constatée entre le chènevis bio et conventionnel, le premier étant à destination de l'alimentation humaine et le second à destination de l'alimentation animale. Cette différence a d'ailleurs tendance à progresser avec la hausse de la demande en bio.

7.6.3.3. Les facteurs financiers

L'itinéraire cultural du chanvre est différent de celui des autres grandes cultures traditionnelles. Il nécessite du matériel particulier.

Pour un tiers des producteurs, la culture du chanvre a nécessité la réalisation d'investissements. Parmi ces derniers, la faucheuse a été l'outil le plus fréquemment acheté (18 %). En effet, les tiges de chanvre étant solides, les producteurs doivent utiliser une faucheuse dite « à section ». L'achat de presses et d'andaineurs sont les deux autres outils les plus achetés, respectivement pour 15 % et 10 % des producteurs. Cependant, ce matériel n'est pas spécifique au chanvre et peut avoir une double utilisation (pour la paille). Enfin, sur l'ensemble des producteurs, 10 % ont dû investir dans un nouveau bâtiment de stockage.

7.7. CONCLUSIONS ET SYNTHESE

7.7.1. Les marges associées à la culture de chanvre

En synthèse, une marge semi-nette a été calculée dans différents cas de figures. Elle intègre les charges d'intrants et de mécanisation. Toutefois **les fermages et toutes les autres charges fixes de l'exploitation non spécifiques au chanvre ne sont pas déduits**. Les éventuelles aides ne sont pas prises en compte dans ce calcul (DPU notamment). Il convient donc de distinguer 3 cas :

- La vente de paille et de chènevis sans transformation permet une rémunération d'environ 430 €/ha. Cette marge tient compte de la vente du chènevis et de la paille non rouie. Cette valorisation est la plus courante au sein des producteurs de chanvre, car elle concerne les producteurs sous contrats avec les chanvrières (75 % des exploitations).
- La paille non-battue présente une marge semi-nette supérieure à la précédente (635 €/ha). Le prix de vente de la paille non-battue est supérieur à celui de la paille battue, afin de compenser le manque à gagner dû à l'absence de production de chènevis et au risque supplémentaire pris lors du rouissage.
- La vente de paille et de chènevis avec transformation permet une meilleure valorisation du chanvre. La marge semi-nette est en moyenne de 885 €/ha. Cette dernière reste portée par le chènevis qui est transformé en huile ou trié pour l'alimentation humaine. La paille défibrée (fibre et chènevotte) possède une valorisation moins importante. Cette marge ne tient pas compte des coûts de transformation supplémentaires (pressage de l'huile, tri de la graine, défibrage de la paille) et du temps passé pour la commercialisation, qui sont non négligeables.

Tableau 60 : Coûts moyens de production des différents modes de culture

€/ha	Actions	Paille et chènevis battus sans transformation	Paille et chènevis battus avec transformation	Paille non-battue
Produit	Paille	767	182	1600
	Chènevis	740	1724	-
Charge	Semis/entretien	554	554	554
	Récolte	526	467	411
	Total	1080	1022	965
Marge semi-nette	€/ha	427	885	635

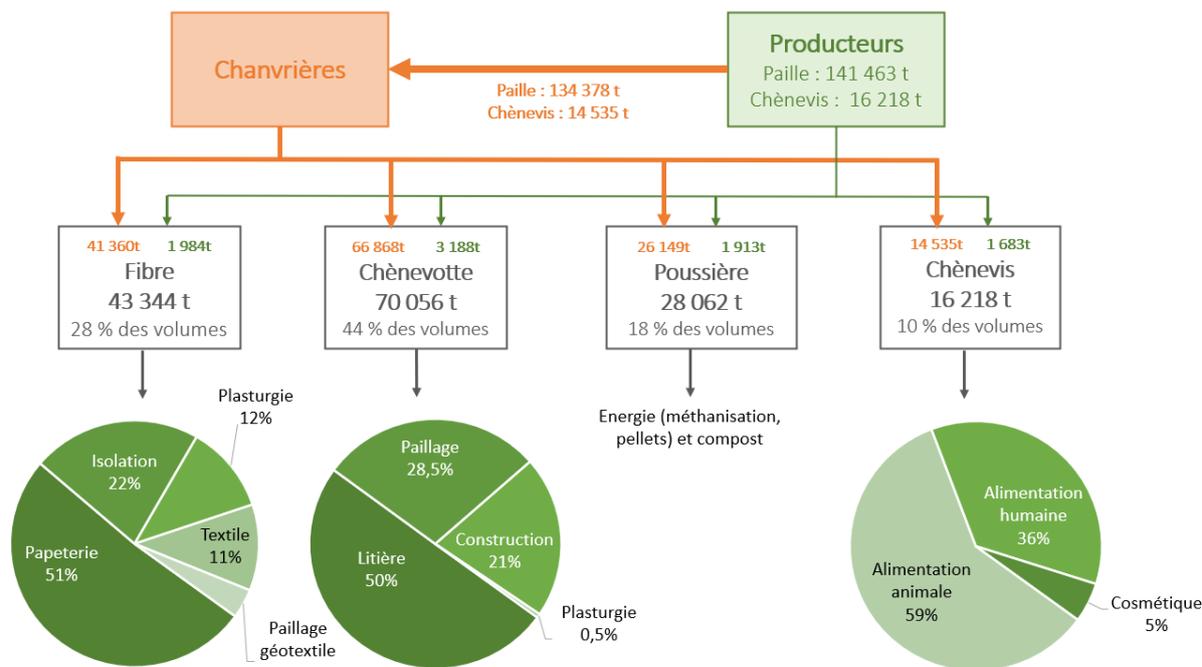
Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes

La vision que les producteurs ont de leur marge pour la culture de chanvre est assez contrastée. D'une manière globale, 20 % des exploitants estiment que la marge du chanvre est supérieure à celles de leurs autres cultures, 29 % dans la moyenne et 38 % plus basse. Les producteurs indépendants ont une vision plus pessimiste de la marge du chanvre comparé aux producteurs sous contrat. Au niveau des

producteurs livrant en chanvrière, les points de vue sont hétérogènes, puisque 22 % estiment que leur marge chanvre est supérieure aux autres cultures de l'exploitation, et 38 % la perçoivent comme inférieure aux autres cultures.

7.7.2. Le schéma des flux de la filière chanvre française

Figure 176 : Schéma des flux de la filière chanvre à l'échelle nationale en 2021 (tMB)



Sources : Agrex Consulting d'après les enquêtes professionnelles

En 2021, la production de paille de chanvre est estimée à 141 000 tMB et celle du chènevis à 16 000 tMB. La majorité des volumes viennent approvisionner les chanvrières qui assurent la transformation et la commercialisation du chènevis, de la fibre et de la chènevotte. Ces dernières commercialisent environ 14 500 tMB de chènevis et transforment 134 400 tMB de paille. Le reste des volumes est produit et commercialisé par des producteurs indépendants, ou par l'intermédiaire de petits groupements de producteurs, soit 1 700 tMB de graines et 7 100 tMB de paille. Après transformation, l'essentiel des volumes sont valorisés sous forme de chènevotte (44 %), de fibre (28%), et de chènevis (10 %). Enfin 18 % des volumes correspondent à de la poussière, valorisé en énergie ou compost.

7.7.3. Les perspectives de développement

Dans le but d'évaluer l'évolution de la filière, les agriculteurs ont été interrogés sur les perspectives de développement du chanvre sur leurs exploitations. La grande majorité des producteurs (72 %) souhaitent stabiliser leurs surfaces de chanvre, dans la mesure où ils estiment que l'équilibre actuel est idéal (en termes de rotation).

En revanche, 12 % des producteurs souhaitent augmenter leurs surfaces de production, avec des perspectives de développement importantes à court-terme (+63 % de surfaces de chanvre). L'idée sous-entend soit l'augmentation totale de la SAU de l'exploitation, soit la diversification des assolements.

Finalement, 7 % des producteurs de chanvre prévoient de diminuer leurs surfaces de production, et 9 % d'arrêter totalement cette culture. La principale raison évoquée est l'absence de rentabilité du chanvre, qui ne permet pas d'engendrer une marge suffisante. Parmi ces agriculteurs, 71 % sont sous contrat avec des chanvrières, les autres commercialisant leur production en vente directe.

8. CONCLUSIONS

La présente étude s'est donnée pour objectif de dresser un panorama complet des valorisations non alimentaires des exploitations agricoles. Elle s'est appuyée sur 6 études de cas :

- Les cultures du lin, du chanvre et du miscanthus
- Les effluents d'élevage, la paille de grandes cultures, et la méthanisation.

Les cultures du lin, du chanvre et du miscanthus présentent certaines similitudes. Ces trois cultures sont en fort développement en France, même si les surfaces implantées sont beaucoup plus importantes en lin (131 700 ha), qu'en miscanthus (9 500 ha) ou en chanvre (19 500 ha). Les surfaces de ces trois cultures ont quasiment doublé en 10 ans, témoignant d'un engouement des producteurs, et de valorisations attractives. Néanmoins, les agriculteurs restent encore peu nombreux à les cultiver (1 700 en chanvre, 2 400 en miscanthus et 8 200 en lin), et les surfaces sont relativement concentrées sur le Nord de la France. La zone de production du lin est très localisée (bordure maritime de la Manche), bien que la zone tende légèrement à s'étendre à l'intérieur des terres. La culture du chanvre est concentrée autour des chanvrières situées dans la moitié Nord du pays, avec un bassin de production très important autour de la chanvrière de l'Aube. Enfin, le miscanthus s'est développé plutôt dans le nord de la France, dans les Pays de la Loire et le Centre Val de Loire.

Le miscanthus et le chanvre présentent la particularité d'être des cultures très peu gourmandes en intrants (pas d'utilisation de produits phytosanitaires, et peu ou pas d'engrais). Cet aspect positif pour l'environnement est souvent mis en avant par les producteurs. Les coûts de production sont donc limités, particulièrement pour le miscanthus, puisque contrairement au lin et au chanvre, il s'agit d'une plante pérenne, et le travail réalisé par l'agriculteur se limite à la récolte, une fois la culture implantée.

Tant pour le lin que pour le miscanthus et le chanvre, l'intégralité de la plante est récoltée. Les rendements sont de l'ordre de 13 tonnes/ha pour le miscanthus. Ils sont moindres pour le chanvre et le lin : 6 à 6,5 tonnes/ha de paille.

Le miscanthus est valorisé sous sa forme brute, en vrac, pour la grande majorité des volumes. Le travail de transformation se limite souvent à un conditionnement ou un dépoussiérage. Ce mode de valorisation permet aux agriculteurs qui le souhaitent de se charger eux-mêmes de la commercialisation. Ainsi, une partie des volumes sont écoulés en vente directe, ou autoconsommés sur l'exploitation. Le lin et le chanvre sont dans une autre configuration : ils nécessitent une transformation industrielle poussée pour la valorisation de la fibre, ce qui limite les possibilités de vente directe, et explique que la majorité des volumes transitent par les usines de teillages ou les chanvrières. Quelques producteurs de chanvre indépendants valorisent néanmoins eux-mêmes leurs productions, souvent quand ils sont situés loin des chanvrières.

Le principal débouché de la fibre de lin reste le textile (85 % en valeur), mais les utilisations des coproduits issus de cette transformation (anas ou fibre courte) sont nombreuses : produits composites, panneaux agglomérés, paillage horticole, litière, énergie, etc. La fibre de chanvre est majoritairement utilisée en papeterie, mais également en isolation, plasturgie ou encore textile (seulement 11 % des volumes de fibre). La chènevotte est, quant à elle, utilisée en litière animale, paillage horticole ou construction. Ainsi, le lin et le chanvre se retrouvent en concurrence avec le miscanthus sur le marché de la litière animale (principal débouché du miscanthus), ou du paillage horticole, qui se développe de plus en plus, au détriment du chauffage, débouché historique du miscanthus.

En termes de marges brutes, le lin se distingue par une très forte valorisation économique ces dernières années, mais aussi par une prise de risque importante. Le miscanthus et le chanvre conservent des niveaux de marges proches de ceux des autres cultures des producteurs, à l'exception des producteurs qui s'investissent dans la vente directe et/ou la transformation à la ferme. Les marges sont dans ce cas beaucoup plus importantes, mais l'investissement en temps également.

La paille, les effluents d'élevage et la méthanisation présentent également des similitudes dans leur approche par les agriculteurs.

La valorisation des effluents d'élevage est une « nécessité » pour les éleveurs. Cependant, nombreux agriculteurs ont pris conscience de la valeur agronomique des effluents, phénomène amplifié par l'augmentation récente du prix des engrais. Près de 87 millions de tonnes de fumier sont produites et disponibles annuellement à l'échelle nationale. La majorité (92 %) reste sur l'exploitation agricole, le reste du fumier est vendu à des méthaniseurs, valorisé par échange paille/fumier, ou vendu à des structures de négoce qui se chargent de le valoriser sur des zones déficitaires. Seuls 21,4 % du lisier est disponible car produit hors pâturage/plein air, ce qui correspond à près de 40 millions de tonnes. Le lisier collecté est principalement épandu brut sur l'exploitation agricole (54 %), mais il peut être cédé à d'autres agriculteurs dans le cadre d'un plan d'épandage, être cédé à un méthaniseur, ou, dans les zones excédentaires, être traité.

La production de paille de céréales atteint annuellement environ 25 millions de tonnes de matière sèche. Les céréaliers sont nombreux à broyer la paille pour un retour au sol (62 %), alors que les éleveurs cherchent à approvisionner en grande partie les besoins en litière de leurs exploitations. Au total, environ 15 millions de tonnes de paille sont récoltées. Les céréaliers approvisionnent les filières élevage sous différentes formes : vente directe, échange paille/fumier, ou par l'intermédiaire de négoce pour approvisionner les zones déficitaires. D'autres débouchés existent : énergie, construction, substrat pour champignons, entre autres, pour des volumes estimés à environ 650 000 tonnes. Différents choix technico-économique opérés par les producteurs céréaliers conduisent à des valorisations différentes : le broyage et l'échange paille/fumier permettent d'économiser des fertilisants, la vente de paille en andains permet aux agriculteurs non équipés en matériel de pressage de générer un complément de rémunération. La valorisation économique est plus importante dans le cas d'une vente de paille pressée, mais elle nécessite d'être équipé en matériel et de disposer de main d'œuvre au moment de la moisson.

La paille et les effluents d'élevage peuvent également être utilisés pour approvisionner les unités de méthanisation, en complément d'autres matières (cultures végétales, résidus de cultures, déchets d'IAA). Les 870 unités de méthanisation à la ferme se fournissent auprès d'environ 2 100 exploitations associées, qui couvrent plus de 680 000 hectares. Les besoins des méthaniseurs en matières premières sont d'un peu moins de 10 millions de tonnes, qui proviennent en grande partie des agriculteurs-méthaniseurs associés, mais aussi des autres acteurs du territoire (agriculteur voisin, coopératives partenaires, ou IAA). Les unités de méthanisation génèrent ainsi environ 9 millions de tonnes de digestat, qui retournent au sol, principalement sur les exploitations liées au méthaniseur, mais également leurs proches voisins. Les agriculteurs sont conscients de la valeur agronomique du digestat et cherchent à le valoriser au mieux en limitant les pertes par volatilisation par l'utilisation d'un matériel adapté. Le développement de l'injection directe de biométhane a conduit à faire évoluer les rations d'intrants des méthaniseurs, avec une part de CIVE et de résidus de cultures végétales plus importante. Ainsi, la méthanisation permet d'assurer des débouchés aux cultures des exploitations et a conduit à faire évoluer légèrement les systèmes pour alimenter leurs unités en CIVE, puisque de nombreux agriculteurs cherchent à être autonomes en matières premières.

Annexe : Table des sigles

AAMF : Association des Agriculteurs Méthaniseurs de France
AB : Agriculture Biologique
ACF : Agriculteurs Composteurs de France
ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, devenue Agence de la transition écologique
AGPB : Association Générale des Producteurs de Blé
ANICC : Association Nationale Interprofessionnelle du Champignon de Couche
AOC : Appellation d'Origine Contrôlée
APCA : Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture, devenue Chambres d'agriculture France
BCMA : Barème des Coûts du Matériel Agricole
BCPF : Bureau Commun des Pailles et Fourrages
CH₄ : Méthane
CIVE : Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique
COOPERL : Coopérative Agricole et Agroalimentaire du Grand Ouest
CO₂ : Dioxyde de carbone
CIPALIN : Comité Interprofessionnel de la Production Agricole du Lin
CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole
DPU : Droit à Paiement Unique
DROM : Départements et Régions d'Outre-Mer
ETA : Entreprise de Travaux Agricoles
FESTAL : Fédération Syndicale du Teillage Agricole de Lin
FNPC : Fédération Nationale des Producteurs de Chanvre
GNC : Gaz Naturel Compressé
GNL : Gaz Naturel Liquéfié
GNR : Gazole Non Routier
GNV : Gaz Naturel Véhicule
HVE : Haute Valeur Environnementale
IAA : Industrie Agro-Alimentaire
ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IDELE : Institut de l'Élevage
IFIP : Institut du Porc
IFV : Institut Français de la Vigne et du Vin
INAO : Institut National de l'Origine et de la Qualité
ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
ITAVI : Institut Technique de l'Aviculture, Pisciculture et Cuniculture
ITL : Institut Technique de Lin
K : Potassium
MB : Matière Brute
MS : Matière Sèche
N : Azote
ONRB : Observatoire National des Ressources en Biomasse
P : Phosphore
PAC : Politique Agricole Commune
PCI : Pouvoir Calorifique Intérieur
RFCP : Réseau Français de la Construction Paille
RSD : Règlement Sanitaire Départemental
SAU : Surface Agricole Utile
SAV : Service Après-Vente
UGB : Unités de Gros Bétail

USRTL : Union des Syndicats des Rouisseurs-Teilleurs de Lin de France
VANA : Valorisations Agricoles Non Alimentaires
VC1 : Volume de Contrainte Technique
VC2 : Volume de Contrainte Agronomique
VTD : Volume Théorique Disponible
VTP : Volume Total Produit