

La logistique des légumineuses en France : enjeux et perspectives

Le développement des légumineuses est une des priorités affichées pour l'agriculture française. Elles permettent en effet de réduire la dépendance aux importations de matières riches en protéines, d'améliorer l'autonomie alimentaire des élevages et de renforcer l'offre de légumes secs. Mais elles impliquent aussi de repenser les chaînes logistiques : collecte, stockage, travail du grain, expédition vers le client ou le silo portuaire. Dans ce contexte, le ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire (MASA) a commandé une étude pour mieux comprendre les enjeux liés à ces cultures, et en particulier les défis logistiques¹. Cette note en présente les principaux enseignements.

Les légumineuses sont des plantes de la famille des fabacées, qui ont la capacité de fixer l'azote de l'air et qui possèdent un taux élevé de protéines. Dans la deuxième moitié du xx^e siècle, l'intensification de l'agriculture et la spécialisation des exploitations ont conduit à une réduction des cultures de légumineuses, en France, qui ne représentent que 5,5 % des terres arables en 2019². Par exemple, les surfaces de pois ont été divisées par 7 entre 1993 et 2008, pour ensuite se stabiliser³.

La faible part des légumineuses dans les rotations de grandes cultures est aujourd'hui remise en question, pour des raisons agronomiques, environnementales et climatiques. De plus, la diversification permettrait de réduire la dépendance aux importations de matières riches en protéines, notamment le soja. Elle améliorerait l'autonomie alimentaire des élevages, à l'échelle des exploitations, des territoires et des filières. Enfin, elle renforcerait l'offre de légumes secs, déficitaire à l'échelle nationale.

Le contexte institutionnel (*Green Deal* européen, Stratégie nationale bas carbone, Stratégie nationale en faveur du développement des protéines végétales) est favorable à cette diversification des cultures. Pourtant, celle-ci change les habitudes des acteurs et les schémas organisationnels actuels. Elle implique notamment de repenser les chaînes logistiques, à tous les maillons de la filière : collecte, stockage, travail du grain, expédition et transport. Une approche multidimensionnelle est donc nécessaire pour en relever les défis.

Pour identifier les freins et leviers logistiques au développement des légumineuses, le ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire (MASA) a souhaité disposer d'un état des lieux chiffré et de clés de lecture. Il a

commandé une étude à Ceresco, avec l'appui de Circoé et Terres Inovia, pour identifier les voies de diversification possibles, à l'échelle de bassins géoéconomiques. Il s'agissait aussi de définir les principaux modèles d'intégration des légumineuses dans les chaînes d'approvisionnement, en réalisant un bilan des coûts logistiques. Cette note en présente les principaux résultats. Elle s'intéresse en particulier au soja, aux protéagineux (féverole et pois), aux légumes secs (lentilles, pois chiche, haricot) et à la luzerne.

La première partie décrit les différents bassins géoéconomiques et la deuxième les principaux itinéraires logistiques. La suivante, s'appuyant sur des études de cas, présente l'organisation des filières légumineuses. Enfin, des pistes d'amélioration sont évoquées.

1 - L'organisation logistique des filières de diversification

L'étude a débuté par un état des lieux et un diagnostic des opportunités de diversification des cultures, en France, par grands bassins de production. À partir d'un repérage de l'implantation de ces cultures, y compris non alimentaires (lin fibre, chanvre, miscanthus), un découpage du territoire métropolitain en douze bassins géoéconomiques a été réalisé (encadré 1). Pour chaque bassin présentant une homogénéité des systèmes de production et de leurs voies de valorisation, une monographie a permis de souligner leurs caractéristiques générales (rotations, grandes tendances), de décrire les processus à l'œuvre (évolution des surfaces, dynamiques territoriales, positionnement des opérateurs économiques, freins) et d'analyser les perspectives de diversification.

L'étude réalisée met en évidence une décroissance de certains flux auparavant massifiés

(pois, féverole, etc.), en particulier dans les bassins situés au nord de la Loire. La baisse des surfaces et des rendements, au cours des deux dernières décennies, ne permet plus d'atteindre des volumes suffisants pour rentabiliser les outils de stockage, ou pour intéresser des fabricants d'aliments demandeurs d'un approvisionnement régulier. En outre, la fermeture de l'Égypte en féverole, pour des raisons de qualité (bruche), et la mise en place de barrières à l'importation par l'Inde, pour le pois, ont supprimé deux grands débouchés qui concentraient les flux vers des centres d'expédition unique (silos portuaires). En légumes secs, dans tous les bassins, les flux ont tendance à se disperser en réponse à une demande de plus en plus segmentée (espèces, variétés, signes de qualité dont agriculture biologique, filières « sans », etc.), entraînant une gestion plus complexe de l'allotement.

Le développement des productions se fait souvent dans le cadre de conversions à l'agriculture biologique, et surtout dans des zones céréalières ou d'élevage peu habituées à gérer des flux de légumineuses. En production biologique, de surcroît, le développement de cultures associées (ex. : blé et lentilles) engendre des contraintes logistiques spécifiques : récolte, séparation des graines, gestion du risque de contaminations croisées d'allergènes. La collecte tend ainsi à se diversifier et à se segmenter, impactant l'organisation logistique des grains et les coûts afférents.

1. Ceresco, Circoé, Terres Inovia, 2022, *Freins et leviers logistiques au développement de systèmes de culture diversifiés et riches en légumineuses*, étude pour le MASA : <https://agriculture.gouv.fr/freins-et-leviers-logistiques-au-developpement-de-systemes-de-culture-diversifies-et-riches-en-0>

2. Schneider A., Huyghe C., dir., 2015, *Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables*, Éditions Quæ.

3. Bilans de campagne FranceAgriMer, Campagnes 1993/94 à 2020/21.

2 - Des itinéraires logistiques variés

Différents schémas d'organisation et itinéraires logistiques ont ensuite été dégagés. Ces itinéraires comportent quatre grandes étapes : collecte, nettoyage et tri, stockage, expédition. À chaque étape correspondent des choix réalisés par les opérateurs et des coûts associés.

Les itinéraires logistiques sont décrits dans neuf études de cas, prenant en compte la diversité des espèces de légumineuses cultivées dans les onze bassins géoéconomiques, mais aussi les types de débouchés. Ils ont été identifiés grâce à soixante entretiens semi-directifs avec des parties prenantes, en particulier des organismes stockeurs (OS). Des groupes de travail réunissant des OS et des acteurs de l'aval des filières ont ensuite testé et validé le contenu de l'analyse. Enfin, une synthèse des enjeux a été produite, servant de base à un « outil d'aide à la réflexion »⁴ : récapitulant les questions clés, il est destiné aux acteurs souhaitant s'impliquer dans les filières légumineuses et aux collectivités territoriales désireuses d'encourager leur développement.

Les neuf études de cas sont les suivantes : logistique intégrée par des OS préexistants sur la zone de collecte (A) ; externalisation du travail du grain (B) ; flux émergents en légumes secs (C) ; micro-flux locaux en légumes secs (D) ; soja à destination de l'alimentation humaine (E) ; flux de protéagineux destinés à l'alimentation animale (F) ; flux de pois protéagineux et de féverole, à double fin (alimentation humaine et animale), actuellement en perte de vitesse (G) ; approvisionnement de la restauration collective en légumes secs (H) ; nouvelles valorisations de la luzerne (I).

Nous décrivons seulement ici les cas A à D, décrivant les filières légumes secs (figure 2), en mettant de côté le cas particulier H. Les flux sont principalement localisés au sud de la Loire, bien que certains soient en cours de constitution dans des bassins plus septentrionaux. Quelle que soit l'espèce concernée, les légumes secs sont destinés à l'alimentation humaine. Les taux de pureté exigés par le marché sont élevés, tant pour la consommation sous forme brute que pour la transformation.

Les opérateurs (OS) effectuent toujours un pré-nettoyage de la collecte. Ils peuvent ensuite réaliser eux-mêmes la totalité du travail du grain ou externaliser les opérations les plus poussées (études de cas A et B respectivement). Vu la fragilité des graines de légumineuses, celles-ci nécessitent un matériel de tri adapté, des réglages précis et un personnel formé. La croissance de ces filières et la recherche d'outils de tri performants a entraîné l'apparition de nouveaux acteurs, organismes stockeurs ou opérateurs de tri, et a contribué à la structuration de filières émergentes (étude de cas C). Enfin, divers flux émergent parallèlement aux OS « historiques ». Dans le cas D, des micro-flux, souvent en agriculture biologique et à partir d'un noyau d'agriculteurs mutualisant un outil de stockage et de tri, répondent au besoin précis d'un industriel ou d'une consommation locale : restauration hors domicile, magasin de producteurs, TPE et PME agroalimentaires cherchant à réorienter leurs

Encadré 1 - Identification de bassins géoéconomiques de légumineuses en France métropolitaine

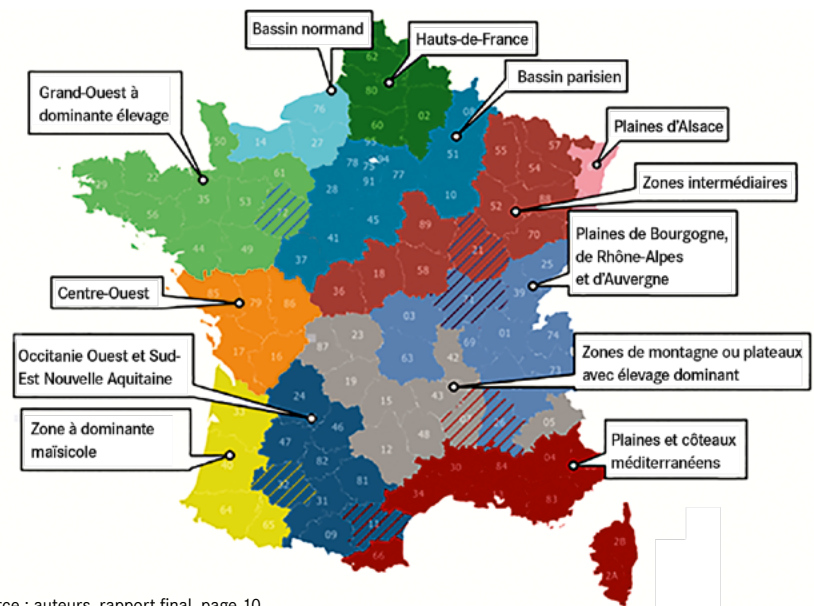
Les limites des bassins géoéconomiques reprennent les limites départementales, sauf dans certains cas signalés par les zones hachurées (figure 1).

Selon les données Agreste⁵, certains bassins ont une part importante de cultures de diversification (> 10 % de la surface agricole utilisée, hors prairies permanentes). Le bassin méditerranéen en possède la plus grande proportion (légumineuses fourragères notamment), mais elle doit être relativisée par le faible pourcentage de surfaces arables dans cette zone. Les cultures de diversification en ouest-Occitanie et dans le sud-est de la Nouvelle-Aquitaine sont tirées par les rotations en production biologique. Le bassin normand est, quant à lui, spécialisé en lin, grâce à des conditions pédo-climatiques favorables. Dans les bassins les moins diversifiés (cultures de diversification inférieures à 5 % de la surface

agricole utilisée) figure le Grand-Ouest à dominante d'élevage, dont une part importante de la sole est tournée vers des cultures fourragères (blé, maïs ensilage), pour l'approvisionnement du bétail. La plaine d'Alsace et les Hauts-de-France ont des terres à haut potentiel agricole ; ils bénéficient d'un accès aux marchés industriels et d'infrastructures adéquates (irrigation, transport massif grâce au Rhin), qui participent à la rentabilité des cultures installées, rendant les cultures de diversification difficilement concurrentielles. Enfin, la zone maïsicole de Nouvelle-Aquitaine est spécialisée dans la production de maïs grain irrigué, avec des systèmes très peu diversifiés.

Un douzième bassin a été identifié (« zones de montagne ou plateaux avec élevage dominant »), mais non retenu du fait de son orientation productive principale.

Figure 1 - Les 12 bassins délimités dans le cadre de l'étude



Source : auteurs, rapport final, page 10.

approvisionnements vers de l'origine France, par exemple.

En fonction de l'espèce et du marché, l'étape de tri requiert différents matériels. Un trieur optique n'est pas forcément approprié, compte tenu de son coût et de son faible débit. En revanche, la désinsectisation est une étape quasi-systématique dans les flux de légumes secs. Il existe en la matière diverses pratiques, avec un développement croissant de techniques sans insecticides de contact (phosphine, anoxie, congélation, caisson hyperbare), y compris en filières conventionnelles. Cette étape nécessite souvent un reconditionnement (par exemple une mise en *big bag*), et constitue une rupture de charge importante, en particulier quand elle est sous-traitée, avec des transports aller-retour dépassant souvent la centaine de kilomètres. Pour la vente au consommateur sous forme brute, une étape de mise en sacs ou sachets peut aussi avoir lieu. Les graines sont alors parfois stockées en chambre froide pour empêcher le développement des insectes.

La figure 3 illustre les coûts associés à chacune des étapes logistiques du cas A. La hauteur des intervalles représentés s'explique par une

hétérogénéité des niveaux de spécialisation des opérateurs en légumes secs, et par la diversité des espèces de légumes secs représentée.

3 - Les spécificités de la logistique des légumineuses

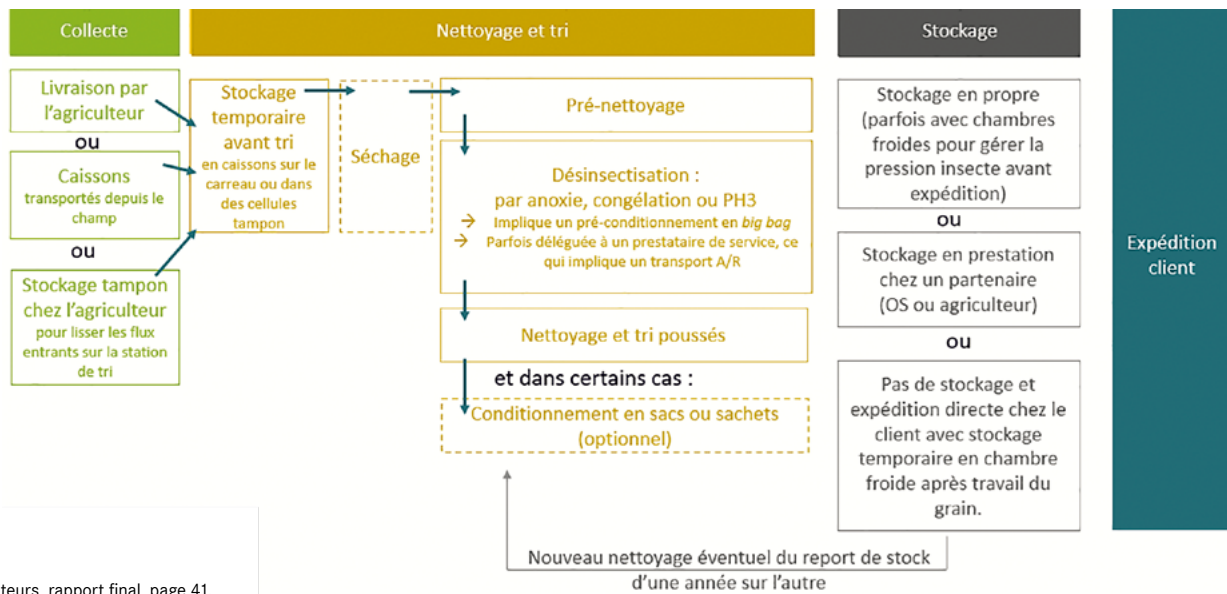
Les légumineuses représentent seulement 5 à 10 % des volumes collectés par chaque organisme stockeur. Elles coexistent donc avec les flux logistiques des cultures dominantes, céréales et oléagineux en particulier.

Elles ont des rendements inférieurs et les parcelles sont plus dispersées géographiquement, induisant plus de transports en charge partielle. Les volumes sont faibles mais la demande de différenciation par les clients est importante, ce qui engendre un besoin de stockage en petits lots, à une échelle rarement adaptée au dimensionnement des outils actuels, pensés il y a plusieurs décennies pour les céréales et oléagineux.

4. Cet outil est annexé au rapport de l'étude (pages 120-129).

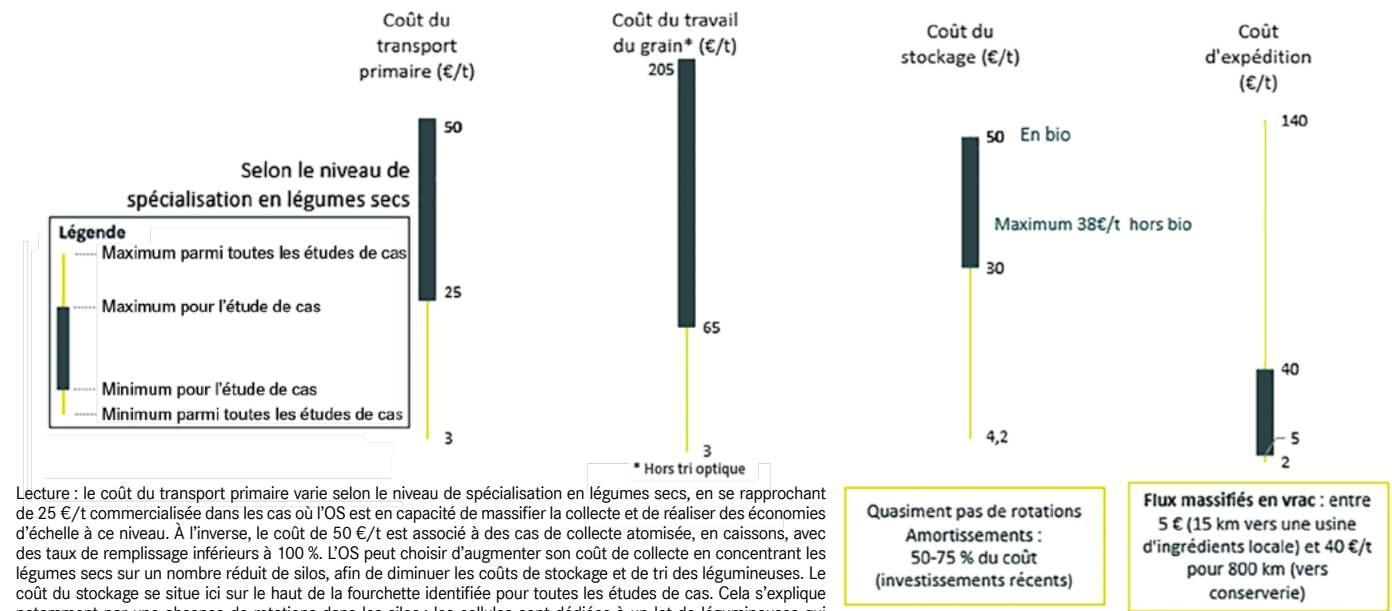
5. Extraction et étude de l'indicateur « superficie développée » issu de la statistique agricole annuelle pour 2019. Données disponibles sous les liens hypertexte suivants : [Cultures développées \(hors fourrage, prairies, fruits, fleurs et vigne\)](#) et [Fourrage et prairies](#).

Figure 2 - Les itinéraires logistiques des légumes secs



Source : auteurs, rapport final, page 41.

Figure 3 - Coûts associés à l'étude de cas A (logistique intégrée par des OS préexistants sur la zone de collecte)



Lecture : le coût du transport primaire varie selon le niveau de spécialisation en légumes secs, en se rapprochant de 25 €/t commercialisée dans les cas où l'OS est en capacité de massifier la collecte et de réaliser des économies d'échelle à ce niveau. À l'inverse, le coût de 50 €/t est associé à des cas de collecte atomisée, en caissons, avec des taux de remplissage inférieurs à 100 %. L'OS peut choisir d'augmenter son coût de collecte en concentrant les légumes secs sur un nombre réduit de silos, afin de diminuer les coûts de stockage et de tri des légumineuses. Le coût du stockage se situe ici sur le haut de la fourchette identifiée pour toutes les études de cas. Cela s'explique notamment par une absence de rotations dans les silos : les cellules sont dédiées à un lot de légumineuses qui diminue au fil des expéditions. La cellule est rarement de nouveau remplie au cours de la campagne. Enfin, les coûts d'expédition identifiés concernent des flux massifiés en vrac, à destination d'usines agroalimentaires (ingrédients, conserveries, etc.) et varient entre 5 et 40 €/t commercialisée, selon la distance à parcourir.

Source : auteurs, rapport final, page 44.

Les périodes de récolte des légumineuses et des cultures dominantes se chevauchent parfois. Par exemple, la fin de la récolte du soja recouvre, plus ou moins longtemps selon les années, celle du maïs. Pour les OS, cela constitue un problème supplémentaire. Ce télescopage des flux oblige parfois les opérateurs à mélanger le produit segmenté avec le produit standard, ce qui entraîne une perte de valeur ajoutée.

Les graines de légumineuses sont en général collectées et livrées aux silos dans une qualité plus éloignée de son état final que pour les céréales : taux de pureté plus faible, hétérogénéité de la qualité des graines, etc. Cela génère des écarts de tri d'autant plus élevés. La gestion de ces derniers est une contrainte forte pour les opérateurs : peu pondéreux (densité 3 à 4 fois inférieure au grain), ils mobilisent inutilement des espaces de stockage et constituent un déchet

difficile à valoriser. Ces écarts de tri comprennent une part de freinte (produit noble éliminé par erreur avec les impuretés lors du processus de tri), dont la quantité augmente avec la multiplication des opérations. Le taux de freinte est un bon indicateur de l'équilibre économique des OS, particulièrement difficile à maîtriser pour les légumineuses. Le taux de perte total varie de 1-2 % (protéagineux pour l'alimentation animale) à 30 % du tonnage collecté (lentilles prêtes pour la consommation humaine, sans impuretés), alors qu'il est plutôt de 1 % en céréales.

La manutention des légumineuses doit aussi tenir compte de la fragilité des graines. Il faut donc un matériel adapté : débits de chute du grain réduits, matières appropriées comme le plastique et le caoutchouc à la place du métal, convoyeurs à godets, etc. Le réglage des chaînes de tri doit trouver le meilleur compromis entre

débit et efficacité, machine par machine, d'où un besoin en opérateurs spécifiquement formés sur ces cultures, dont la rareté a été soulignée par les acteurs interrogés. La gestion des insectes aux silos doit prendre en compte le fait qu'ils sont originaires du champ cultivé, et non liés au stockage, comme c'est le cas en céréales. Une étape de désinsectisation est alors quasi systématique : insecticide de contact, fumigation ou, dans le cadre des cahiers des charges en agriculture biologique ou sans insecticides de stockage, traitements thermique, sous pression ou inertage. Ces traitements spécifiques constituent des goulets d'étranglement des flux logistiques.

Pour le marché de l'alimentation humaine, les clients imposent des contraintes supplémentaires de pureté (absence de gluten et d'allergènes). Cela empêche la cohabitation de graines contenant du gluten (blé) et de celles faisant

l'objet d'une classification européenne en tant qu'allergène majeur (soja, lupin), tant au champ que dans les infrastructures de stockage et de tri.

4 - Analyse des coûts

Chaque flux comporte une taille critique, nécessaire pour rentabiliser les outils (dimensionnés pour des filières plus massifiées comme les céréales), ou pour faciliter l'accès à certains marchés (commandes par des fabricants d'aliments pour animaux).

Cette taille critique est difficile à atteindre pour les flux de protéagineux pour le grand export, par exemple, ou pour les filières en cours de développement : légumes secs, protéagineux pour l'alimentation animale. L'organisation logistique doit aussi prendre en compte l'augmentation des aléas climatiques et agronomiques (pression des insectes, etc.), qui font varier d'une année sur l'autre, en quantité et qualité, les flux entrants de légumineuses. Les masses à collecter, trier, stocker et expédier sont moins prévisibles et la cohérence entre les volumes collectés et contractualisés est difficile à assurer. Il en résulte des stocks de report ou, à l'inverse, des défauts de marchandise.

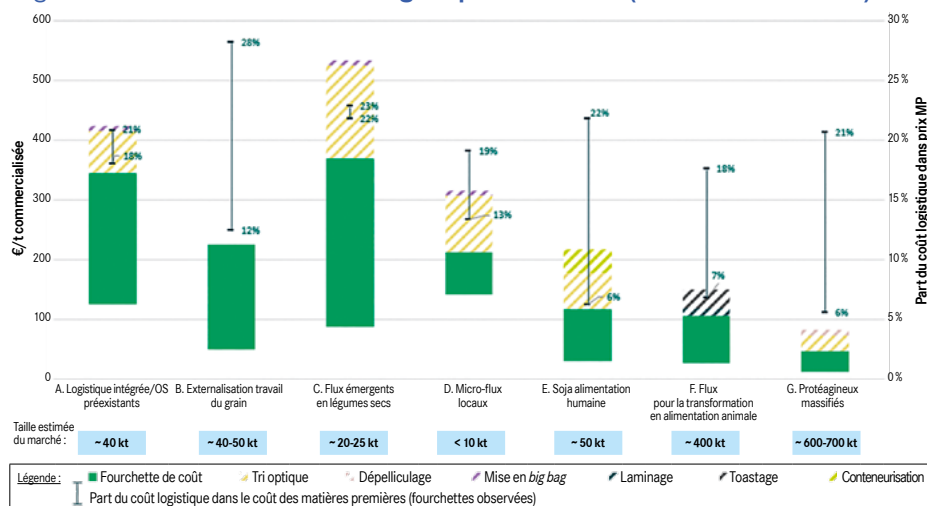
Les flux entrants se multiplient du fait de la diversification des systèmes de production (rotations, variétés, associations de cultures, etc.). Simultanément, les flux sortants répondent à la demande croissante de segmentation venant des clients. Cette diversification par l'amont et l'aval s'accompagne d'un effort d'allotement supérieur de la part des OS, avec pour corollaire une moindre fongibilité des lots rendant encore plus difficile l'atteinte de tailles critiques.

Les OS disposent de silos largement amortis et vieillissants. Les défis de la transition agro-écologique, du changement climatique et de la segmentation de la demande rendent nécessaires de nouveaux investissements. La diversification des cultures et la variabilité des productions, en qualité et quantité, créent de nouveaux besoins en stockage et en capacités de séparation des flux. Or, dans des filières en cours de structuration, l'incertitude commerciale génère des risques d'investissement. Simultanément, le besoin de fonds de roulement augmente avec ces risques croissants.

De façon générale, le coût logistique ramené au prix de vente est significatif. Sa dispersion varie, selon les études de cas, de 6 à 37 % du prix de vente sortie OS. Les coûts recensés, de 12 à 370 €/t commercialisée (hors opérations de tri optique, conditionnement ou première transformation), sont élevés comparativement à des cultures comme les céréales, pour lesquelles les coûts logistiques globaux vont de 20 à 50 €/t (figure 4), soit environ 10 à 20 % du prix de vente des céréales en 2019⁶.

Les différences entre les neuf études de cas sont significatives, par exemple entre les légumes secs et les flux plus massifiés (protéagineux, alimentation animale), nécessitant moins d'opérations de tri et dont les cahiers des charges sont moins exigeants. En revanche, les coûts logistiques élevés sont souvent en partie compensés par de meilleures valorisations⁷, avec

Figure 4 - Fourchettes de coûts logistiques identifiés (études de cas A à G)



Lecture : sur l'échelle de gauche, représentées par les histogrammes figurent des fourchettes de coûts associés aux postes identifiés en légende. Les fourchettes hachurées sont des tâches optionnelles, pas systématiquement mises en œuvre dans les cas étudiés. Sur l'échelle de droite, représentée par des segments verticaux, figure la fourchette correspondant à la part du coût logistique dans le coût des matières premières. Les cas H et I ne sont pas présentés ici, pour des raisons de manque d'homogénéité des données (pour plus d'explications, voir le rapport, pages 64 et 68).

Hypothèses de prix des tonnes commercialisées utilisées pour la réalisation de la figure :

Prix €/t	A	B	C	D	E	F	G
Max	2 300 Lentille issue de l'agriculture biologique	800 Pois chiche bio	2 300 Lentille bio	2 300 Lentille bio	1 000 Soja bio extrudé	850 Soja bio pour l'alimentation animale	400 Féverole bio
Min	600 Pois chiche issu de l'agriculture conventionnelle	400 Pois chiche conventionnel - tri simple	400 Pois chiche conventionnel - tri simple	700 Pois chiche conventionnel	500 Soja conventionnel	400 Soja conventionnel pour l'alimentation animale	220 Pois conventionnel

Source : auteurs, rapport final, page 71.

une logistique qui représente autour de 20 % du prix de vente contre environ 15 %, en moyenne, pour les cultures plus massifiées. La part du transport (collecte et expédition client) dans le coût logistique total varie fortement selon les cas. Elle est de l'ordre de 40 % pour les flux de légumes secs, avec des opérations de tri poussées (hors cas du transport en charges partielles), et se rapproche des valeurs en céréales (60 à 80 % du coût logistique représentés par le transport), voire les dépasse dans le cas de flux plus massifiés avec opérations de tri plus simples.

*

Dans un contexte de forte ambition affichée par la Stratégie nationale protéines végétales, l'étude présentée ici s'est intéressée aux possibilités d'optimisation de la logistique et de diminution des coûts. Compte tenu des difficultés d'allotement et de tri rencontrées par les organismes stockeurs, il y aurait un intérêt à mutualiser des infrastructures de divers acteurs et, en corollaire, à spécialiser certains outils sur un nombre limité d'espèces, pour les rendre plus performants.

Les logiques concurrentielles entraînent, au contraire, un déficit d'organisation collective. Si de nouveaux outils peuvent venir combler ce manque, ils peuvent aussi, faute de coordination territoriale, déstabiliser l'environnement concurrentiel et les marchés.

Des dispositifs de veille et d'animation, dans les différents bassins de production, permettraient une amélioration de la coordination et favoriseraient la mutualisation des besoins et les économies d'échelle. L'amélioration du dia-

logue dans la filière, à l'échelle territoriale, et une meilleure compréhension des contraintes qui s'exercent sur chacune des parties prenantes, constituent d'autres leviers. L'essentiel est que la logistique ne devienne pas, à moyen terme, un frein à la diversification des cultures.

L'étude a permis d'acquérir des connaissances techniques et économiques sur la logistique des filières légumineuses en France, et sur la diversification des cultures dans différents bassins géoéconomiques. Elle ouvre des pistes pour optimiser la performance des filières et replacer la logistique parmi les défis agronomiques, climatiques et économiques auxquelles elles font et devront faire face.

Romain Joya, Justine Hamon
Ceresco

6. Ceresco, 2020, *Étude sur l'évaluation des coûts de la chaîne logistique céréalière française*, rapport pour FranceAgriMer : <https://www.franceagrimer.fr/Actualite/Filieres/Cereales/20202/Nouvelle-etude-sur-l-evaluation-des-couts-de-la-chaîne-logistique-cerealiere-francaise>

7. Se reporter au rapport (p. 71) pour plus de précisions sur ce point.

Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire
Secrétariat Général
Service de la statistique et de la prospective
Centre d'études et de prospective
3 rue Barbet de Jouy
75349 PARIS 07 SP
Sites Internet : www.agreste.agriculture.gouv.fr
www.agriculture.gouv.fr

Directrice de la publication : Corinne Prost

Rédacteur en chef : Bruno Héralut
Mel : bruno.herault@agriculture.gouv.fr
Tél. : 01 49 55 85 75

Composition : DESK (www.desk53.com.fr)
Dépôt légal : À parution © 2022