

Etude

Des cultures qui migrent et qui se développent à la faveur
du changement climatique



Rapport établi par Simon Devisme

Juillet 2023

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude est d'identifier les nouvelles cultures ou les cultures migrant avec le changement climatique. Il s'agit d'identifier des cultures pouvant intégrer une stratégie de diversification des assolements, une des pratiques d'adaptation identifiée comme des plus intéressantes.

La méthode retenue a consisté à analyser les évolutions en cours dans la sole française, permettant d'identifier des cultures en développement, et a priori considérées comme rentables par les agriculteurs.

On remarque une remontée vers le nord de certaines cultures déjà largement présentes en France : maïs grain (surtout non irrigué), tournesol et blé dur.

Des cultures qui étaient moins présentes il y a une vingtaine d'années se développent également :

- sur tout le territoire : sorgho, soja, lentilles, mélanges de céréales et méteils, autres céréales non mélangées (sarrasin, alpiste, millets, quinoa, etc.), fève et féverole, luzerne, prairies multi-espèces ;
- surtout dans les régions Sud : pois sec, lin oléagineux ;
- surtout dans les régions Nord : chanvre, lin textile, miscanthus, silphie.

Les facteurs liés à la production de ces cultures ont été étudiés pour comprendre si leur développement est effectivement dû au changement climatique.

Parmi les cultures étudiées, beaucoup sont des cultures de printemps, qui auront l'avantage, dans les régions Nord, de casser les cycles des ravageurs. Les principales problématiques sont cependant celle de la gestion de la pression adventice à l'implantation et le compromis à trouver entre date de semis, précocité de la culture et date de récolte.

Nombre des cultures étudiées sont également des légumineuses, dont on retrouve les atouts environnementaux importants : on note ainsi une synergie entre pratiques d'adaptation, d'atténuation et de transition agro-écologique.

Certaines cultures se distinguent pour leurs faibles besoins en eau : pois chiche, chanvre, légumineuses à graines ; d'autres par une résistance à la sécheresse importante (tournesol, pois chiche). Pois chiche et chanvre, offrent une efficacité économique de l'eau importante en pluvial, et sont donc intéressantes économiquement pour des régions où la ressource en eau est rare.

Le développement de ces cultures étudiées est limité par une marge brute moindre que les cultures traditionnelles. Les effets « précédents culturaux » sont cependant à prendre en compte dans les raisonnements à l'échelle des systèmes de production.

Tous facteurs confondus, les cultures étudiées qui paraissent intéressantes d'un point de vue résilience sont : tournesol, soja, sorgho, méteils, pois chiche, prairies multi espèces, chanvre, pistache.

Parmi elles, soja, sorgho, tournesol, chanvre et pois chiche, font l'objet d'une étude plus approfondie des freins et leviers à leur développement.

D'un point de vue agronomique, on peut noter :

- un retard dans la recherche variétale dans ces différentes cultures
- des pratiques à développer pour la gestion des adventices, notamment au moment de l'**implantation**
 - des impasses techniques à anticiper face au retrait de substances actives
 - des besoins de recherche dans le matériel (notamment matériel de récolte du chanvre).

D'un point de vue économique, il ressort :

- des marges brutes qui ne sont pas toujours concurrentes face au triptyque « colza/blé/orge » et au maïs
- une concurrence internationale importante et empêchant le développement de filières nationales. Le cas du soja est particulièrement éloquent à ce sujet
- une variabilité des prix qui ne permet pas à ces cultures de se lancer : le cas du pois chiche montre **que même si l'amont et l'aval s'accordent sur une contractualisation, les variations de prix trop importantes mettent à mal le respect de ces contrats**
- de nouveaux débouchés à trouver (en alimentation humaine par exemple pour les légumineuses, avec un enjeu de **transformer ces productions pour qu'elles soient facilement accessibles**, notamment en restauration hors foyer) et à consolider (industrie du chanvre)
- une contractualisation tri partite, entre amont, aval et consommateur, dans le cadre de projets alimentaires territoriaux, pourrait en partie permettre de résoudre ces problématiques.

En ce qui concerne l'**organisation** de filière :

- les outils de production sont locaux pour certaines filières (chanvre) et donc à construire en cas de migration ; mais peuvent aussi être réutilisables (exemple de la trituration pour le tournesol)
- la logistique est un point clé, notamment pour les légumineuses à graines. La récolte et le stockage coûtent.

Table des matières

1	Présentation de l'étude et de son contexte	5
2	Identification de cultures qui se développent ou qui migrent	6
2.1	Objectif	6
2.2	Méthodologie	6
2.3	Résultats : des cultures en développement et des cultures en migration	8
3	Analyse des facteurs liés à la production des principales cultures qui migrent	13
3.1	Objectif	13
3.2	Méthodologie	13
3.3	Résultats	13
3.4	Des éléments de comparaison avec la situation espagnole	21
4	Présentation de cultures d'intérêt	23
4.1	Choix des cultures d'intérêt	23
4.2	Sorgho	24
4.3	Tournesol	27
4.4	Soja	30
4.5	Pois chiche	34
4.6	Chanvre	36
4.7	Conclusions - Freins et leviers au développement des cultures d'intérêt	39
5	Bibliographie	41
6	Annexes	50

1 PRESENTATION DE L'ETUDE ET DE SON CONTEXTE

La récurrence des épisodes de sécheresse, et également l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des autres aléas climatiques, révèle de manière exacerbée la nécessité et l'urgence d'engager une adaptation profonde des exploitations et des filières agricoles au changement climatique, permettant à la fois une gestion reconçue et un partage équilibré des ressources en eau et, plus largement, une meilleure résilience.

A cet égard, le Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique (VAECC) a, par sa thématique 2, lancé d'importants travaux visant à renforcer la résilience de l'agriculture dans une approche globale en agissant notamment sur les sols, les espèces et variétés, les pratiques culturales et d'élevage, les infrastructures agro-écologiques et l'efficience de l'eau d'irrigation.

Dans une perspective d'anticipation, le Délégué interministériel pour le Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique (DIVAE) a sollicité l'appui du Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER) pour la conduite d'une première réflexion exploratoire sur des scénarios de transformation en étudiant notamment les potentialités d'implantation de nouvelles productions, ou de migration/relocalisation de productions déjà présentes sur le territoire, dans la perspective de développement de nouvelles filières à terme.

Par ailleurs, la diversification des cultures étant une des stratégies les plus à même de s'adapter au changement climatique, l'objet de cette étude est de trouver de nouvelles cultures à inclure dans les rotations pour augmenter la résilience au sein des exploitations agricoles.

Par lettre de commande en date du 05/01/2023, le directeur de cabinet du ministre de l'agriculture sollicitait le CGAAER pour mener cette mission (rapport CGAAER n°23021).

La DIVAE s'est, avec l'appui de la mission, chargée de l'étude des facteurs liés à la production des cultures identifiées comme étant d'intérêt par rapport au sujet de la commande. Le présent document est le résultat de cette étude.

Un groupe de travail a par ailleurs été constitué afin d'enrichir les travaux et échanger sur les cultures identifiées et enseignements tirés par la mission. Ce groupe de travail était composé, outre la DIVAE et le CGAAER, de Chambres d'agriculture France, la Coopération agricole, l'ACTA, INRAE, les ministères en charge de l'environnement (DGEC/ONERC) et de l'agriculture (DGPE/SDPE).

2 IDENTIFICATION DE CULTURES QUI SE DEVELOPENT OU QUI MIGRENT

Le changement climatique entraîne des variations des températures, des régimes de précipitations et des teneurs en CO₂. Des changements dans ces paramètres peuvent rendre certaines zones géographiques moins propices à la culture de certaines espèces ; à l'inverse, certaines zones peuvent devenir plus propices.

L'objectif principal de l'étude est de comprendre les migrations ou le développement de cultures qui se produisent en France métropolitaine en raison du changement climatique, **d'identifier ces cultures (parties 2 et 3)** et, **pour certaines d'entre-elles, d'examiner les freins et leviers à leur développement (partie 4)**.

2.1 OBJECTIF

L'étude consiste à identifier les nouvelles cultures ou cultures migrantes et les localiser territorialement. En premier lieu, il s'agit donc de dégager :

- de nouvelles cultures qui apparaissent dans la sole française du fait du changement climatique : **il s'agit** de cultures qui représentaient une faible part de la sole et dont les surfaces ont augmenté significativement, soit relativement, soit de manière absolue (par exemple des cultures qui apparaissent dans les régions Sud) ;
- des cultures qui migrant : **il s'agit** de cultures dont les surfaces évoluent négativement ou sont constantes dans une région et évoluent positivement dans une autre, à la faveur du changement climatique. On peut citer le cas **d'espèces traditionnellement cultivées** dans les régions Sud qui migrant vers les régions Nord.

Par culture, on entend espèce et non variété. Le travail sur les évolutions variétales a déjà été fortement identifié et pris en compte dans le Varenne agricole de **l'eau et de l'adaptation au changement climatique (VAECC)**. L'objectif de cette étude est notamment **d'identifier** de nouvelles cultures pour diversifier les assolements **et d'aller plus loin que l'adaptation par le changement de variété**.

2.2 METHODOLOGIE

2.2.1 Des conditions multifactorielles pour l'adoption de nouvelles cultures

Les systèmes agraires sont très complexes dans leur fonctionnement. Le choix de culture par un exploitant dépend de nombreux paramètres : des conditions pédoclimatiques en premier lieu, mais également du fonctionnement de son système de production, de **son accès à l'eau**, des conditions de marché, des politiques agricoles, etc.

Le principal écueil à éviter est donc de penser que **l'adoption** et la migration de nouvelles culture ne seraient dictés que par les évolutions climatiques, et donc que si de nouvelles **conditions pédoclimatiques sont adaptées à la culture d'une plante, elle serait nécessairement cultivée par les agriculteurs**. Aussi, l'identification des nouvelles cultures ne peut se faire sans avoir en tête ces éléments multifactoriels.

2.2.2 Deux principales méthodes pour identifier les cultures qui migrent : ex-ante et in itinere

Deux principales méthodes peuvent être utilisées pour repérer ces nouvelles cultures.

La première est plutôt de type *ex-ante* : il s'agit de se baser sur la modélisation des climats futurs et d'analyser les plantes adaptées à ce climat (donnant des rendements comparables aux rendements actuels). Cette analyse peut être réalisée grâce à des modèles dynamiques de développement végétatif, comme le modèle Stics¹, qui donnent des rendements potentiels en fonction des conditions pédoclimatiques. Ces analyses sont cependant purement agronomiques, et portent peu sur des considérations économiques, essentielles à l'adoption de cultures par les agriculteurs. En outre, seule une vingtaine d'espèces sont pour le moment adaptées à ce modèle. Une étude présentée en Annexe 1 utilise cette méthode pour le soja.

Cette analyse *ex-ante* peut également être menée à travers la comparaison des cultures présentes dans des régions ayant actuellement des conditions pédoclimatiques qui seront celles des régions françaises à l'avenir. L'Espagne peut ainsi être un élément de comparaison pour les régions du sud de la France. La complexité se trouve ici dans le fait de trouver des régions le plus comparables possibles, et de ne pas de « plaquer » des systèmes espagnols sur des régions françaises relativement semblables d'un point de vue climatique.

Une deuxième méthode, de type *in itinere*, consiste à analyser les évolutions en cours dans la sole française. Le changement climatique étant déjà à l'œuvre, cette méthode repose sur l'hypothèse selon laquelle les agriculteurs effectuent déjà des changements de cultures liés à ces évolutions. La difficulté de cette méthode provient des causes multifactorielles de ces évolutions, le facteur prix de vente étant particulièrement prépondérant dans les évolutions de court terme. En revanche, la force de cette méthode est d'identifier des cultures qui ont un potentiel de développement dans les régions étudiées, et considérées comme rentables par les agriculteurs.

2.2.3 La méthode retenue : analyse *in itinere* de l'évolution de la sole agricole française à partir des statistiques agricoles annuelles

C'est la deuxième méthode qui a été retenue. Un travail d'analyse des évolutions de la sole a été réalisé à partir des données de la statistique agricole annuelle² entre 2000 et 2020, complétée par des données prévisionnelles pour 2021 à 2023, ainsi que des données du registre parcellaire graphique (RPG) pour quelques cultures spécifiques (ex : chanvre).

A partir de ces données ont été analysées les évolutions de surfaces et repérées :

- d'une part, les cultures dont la surface a globalement augmenté entre 2000 et 2020 ;
- d'autre part, les cultures dont la surface a augmenté dans les régions de la moitié nord (Hauts-de-France, Bourgogne-Franche-Comté, Grand-Est, Normandie, Ile-de-France, Bretagne, Centre-Val-de-Loire, Pays-de-la-Loire) et a stagné ou diminué dans les régions de la moitié sud (Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Auvergne Rhône-Alpes, Nouvelle Aquitaine).

Il s'agissait également de repérer des cultures particulièrement emblématiques d'un point de vue surface ; un seuil de 5 000 ha a ainsi été défini.

Les cultures légumières et fruitières, aux faibles surfaces et faisant par ailleurs l'objet d'un plan de souveraineté spécifique³, n'ont pas été étudiées. Par ailleurs, l'utilisation de serres et de

¹ <https://www6.paca.inrae.fr/stics/Qui-sommes-nous/Presentation-du-modele-Stics>

² https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/SAANR DEVELOPPE_2/detail/

³ <https://agriculture.gouv.fr/sia2023-marc-fesneau-lance-le-plan-de-souverainete-pour-la-filiere-fruits-et-legumes>

l'irrigation étant particulièrement forte dans ces filières, les moyens de production sont des facteurs qui peuvent être prépondérants par rapport au climat ; il est donc difficile de prédire les évolutions purement climatiques. De même, la vigne étant déjà bien identifiée comme remontant vers le nord, elle **n'a pas été étudiée ici**.

Il est cependant très probable que les fruits et légumes, très présents dans les pays plus au sud, devraient être amenés à se développer massivement en France au regard des conditions climatiques.

2.3 RESULTATS : DES CULTURES EN DEVELOPPEMENT ET DES CULTURES EN MIGRATION

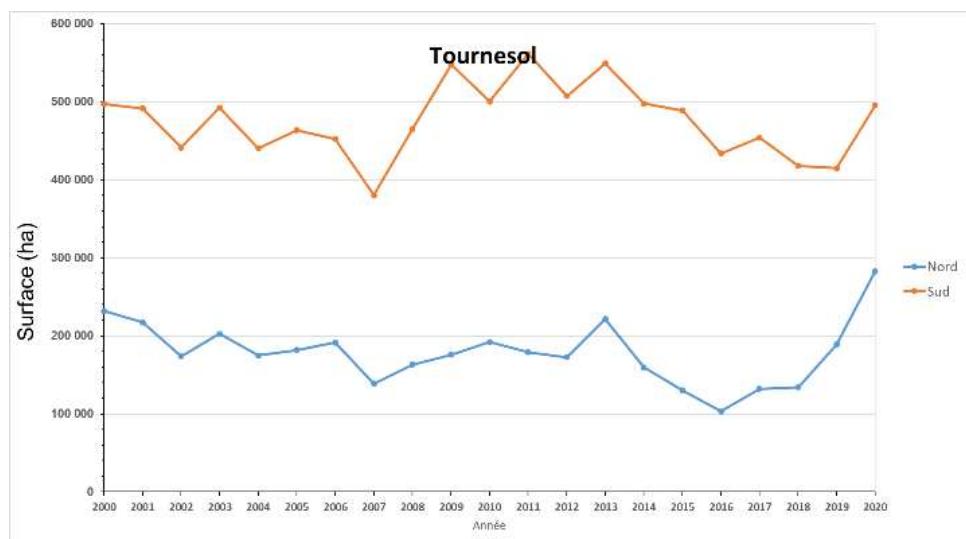
Les cultures dont les surfaces **sont dans une dynamique d'augmentation** importante sont le tournesol, le soja, le pois chiche, la lentille, le chanvre ; *a contrario*, la dynamique est négative pour le blé dur et le maïs (irrigué et pluvial).

Le détail de l'évolution des surfaces des cultures est présenté dans le tableau en Annexe 2.

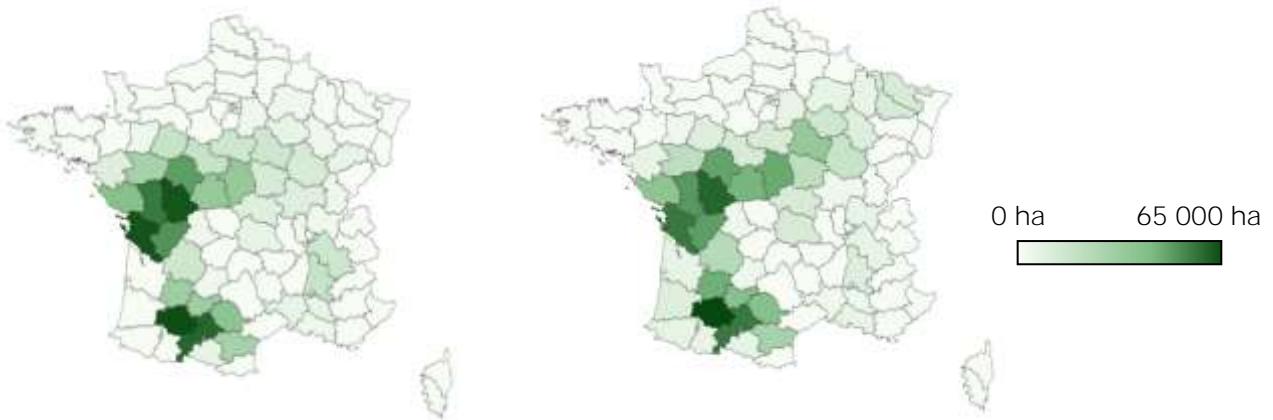
- Cultures qui migrent

On remarque une remontée vers le nord de certaines cultures déjà largement présentes en France : maïs grain (surtout non irrigué) ; tournesol, blé dur.

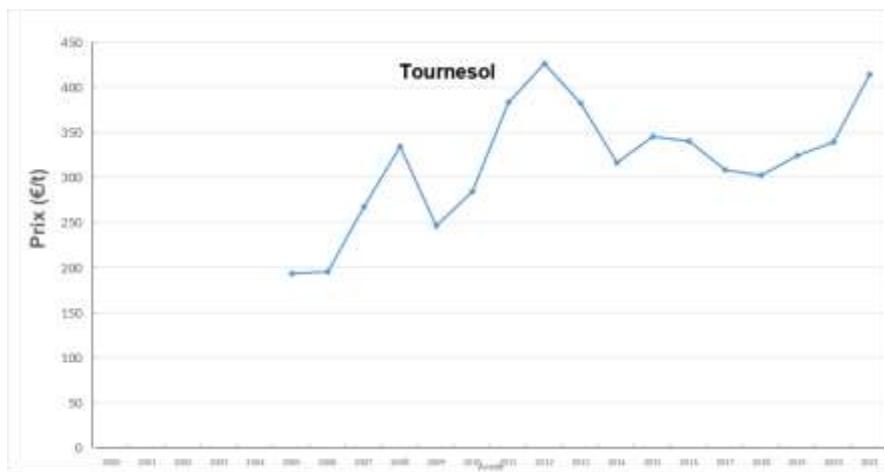
Le cas du tournesol est particulièrement intéressant avec une augmentation très importante dans les régions Grand-Est (+302% entre 2000 et 2020, soit 35 000 ha supplémentaires) et Bourgogne-France-Comté, alors que les surfaces sont plutôt constantes dans les régions du sud. Cette hausse des surfaces est par ailleurs corrélée à une hausse des prix (renforcée par le contexte de guerre en Ukraine).



Evolution de la surface cultivée en tournesol en fonction des régions entre 2000 et 2020
(source : statistique agricole annuelle)



Surface cultivée en tournesol par département en 2000 (gauche) et 2020 (droite) (source : statistique agricole annuelle)



Evolution des prix payés au producteur en tournesol entre 2005 et 2021 (source : FranceAgriMer)

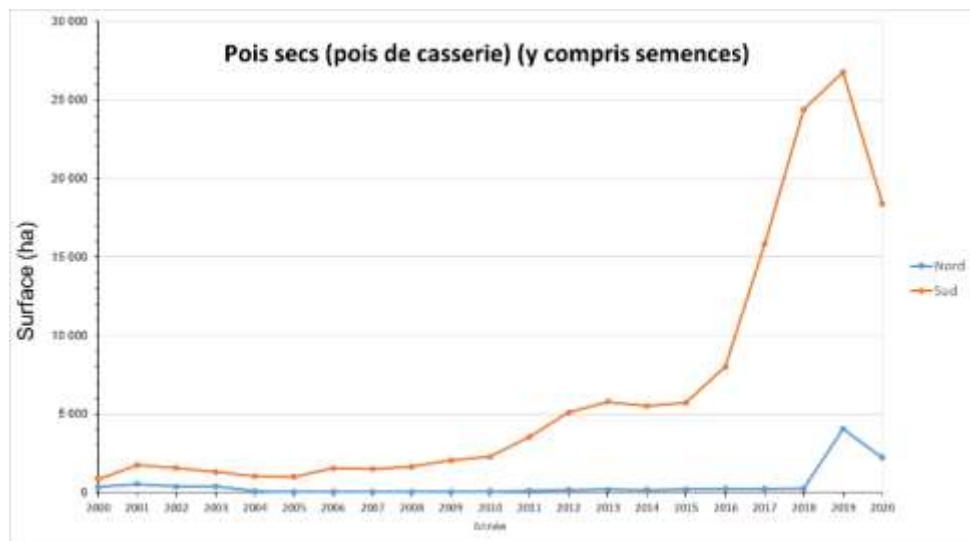
Le colza est également une culture qui se développe dans des régions comme les Hauts-de-France, la Normandie et la Bretagne. Ce développement se fait en parallèle d'une baisse de la production dans les régions Bourgogne-Franche-Comté et Grand-Est notamment, du fait de la problématique de ravageurs (altises). Il est également sans doute lié en partie à des conditions climatiques plus favorables dans ces régions, notamment pour son implantation qui a lieu assez tôt pour une culture d'hiver (août) et qui craint la sécheresse dans les régions plus au sud.

- Cultures qui se développent

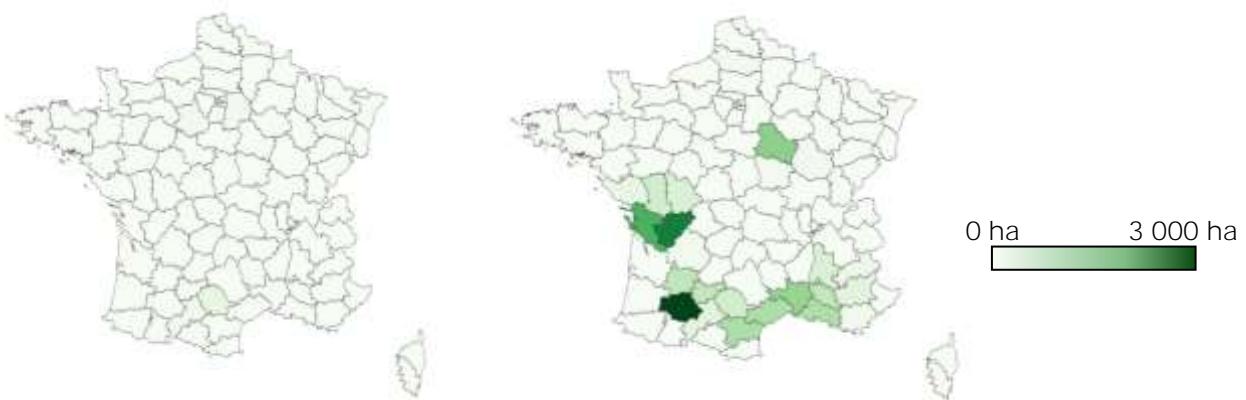
Des cultures qui étaient moins présentes il y a une vingtaine d'années se développent également :

- sur tout le territoire : sorgho, soja, lentilles, mélanges de céréales hors méteil (orge-avoine, blé-avoine, etc.), autres céréales non mélangées (sarrasin, alpiste, millets, quinoa, etc.), fève et féverole ;
- surtout dans les régions Sud : pois sec (dont pois chiche), lin oléagineux ;
- surtout dans les régions Nord : chanvre, lin textile.

Le pois chiche s'est en effet particulièrement développé entre 2000 et 2020 (les surfaces sont passées de 1200ha à plus de 20 000ha), notamment en Occitanie, en phase avec une demande croissante en France et à l'international (notamment en provenance d'Inde).

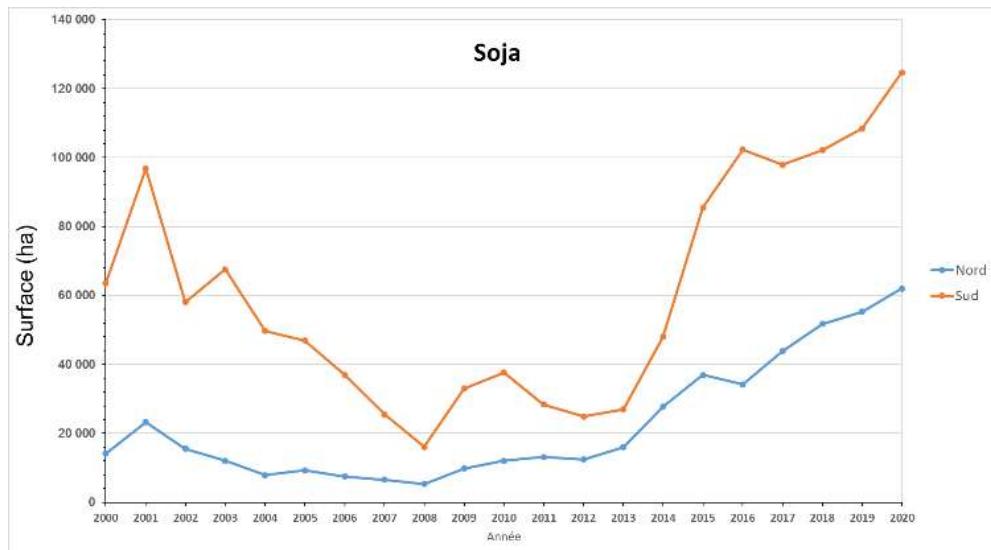


Evolution de la surface cultivée en pois secs en fonction des régions entre 2000 et 2020
(source : statistique agricole annuelle)



Surface cultivée en pois secs par département en 2000 (gauche) et 2020 (droite) (source : statistique agricole annuelle)

Le cas du soja est également particulièrement intéressant : après une baisse assez forte sur la première décennie 2000, les surfaces sont en expansion dans la totalité du territoire, mais majoritairement dans le Sud-Ouest où la culture est irriguée.



Evolution de la surface cultivée en soja en fonction des régions entre 2000 et 2020 (source : statistique agricole annuelle)



Surface cultivée en soja par département en 2000 (gauche), 2010 (milieu) et 2020 (droite) (source : statistique agricole annuelle)

- Bilan

Cette première étape a permis déterminer les cultures se développant particulièrement depuis une vingtaine d'années. On retrouve beaucoup de cultures de printemps, de protéagineux.

En parallèle, une revue de presse réalisée au cours de la mission a permis d'identifier d'autres cultures qui semblent se développer à la faveur du changement climatique :

- mûteils,

- prairies multi-espèces,
- luzerne,
- miscanthus,
- silphie.

Pour l'ensemble des cultures, les surfaces sont majoritairement **corrélées à l'évolution des prix** de chaque production, mais également des prix relatifs aux autres productions (par exemple la remontée plus importante des prix pour le maïs et le blé que ceux du sorgho en 2022 a certainement participé à la baisse des surfaces en sorgho). Les prix des productions étudiées sont globalement orientés à la hausse. Les rendements en revanche sont au mieux stagneants, et parfois à la baisse (pois protéagineux notamment) ; les produits bruts sont donc à la baisse pour certaines cultures comme le pois protéagineux / les féveroles et le sorgho grain.

De plus, certaines cultures comme les protéagineux font l'objet de soutiens directs dans le cadre de la politique agricole commune notamment (aides couplées).

Il s'agit donc de compléter l'étude par des données agronomiques pour considérer si ces évolutions de surface sont également le fait de **facteurs d'adaptation au changement climatique**. C'est l'objet de la partie 3 « Analyse des facteurs liés à la production des principales cultures qui migrent ».

Résumé de cette partie :

L'étude a pour objectif d'identifier les nouvelles cultures ou cultures migrantes et les localiser territorialement. La méthode retenue consiste à analyser les évolutions en cours dans la sole française, permettant d'identifier des cultures qui ont un potentiel de développement, et considérées comme rentables par les agriculteurs.

On remarque une remontée vers le nord de certaines cultures déjà largement présentes en France : maïs grain (surtout non irrigué) ; tournesol, blé dur.

Des cultures qui étaient moins présentes il y a une vingtaine d'années se développent également :

- sur tout le territoire : sorgho, soja, lentilles, mélanges de céréales et méteils, autres céréales non mélangées (sarrasin, alpiste, millets, quinoa, etc.), fève et féverole, luzerne, prairies multi-espèces ;
- surtout dans les régions Sud : pois sec, lin oléagineux ;
- surtout dans les régions Nord : chanvre, lin textile, miscanthus, silphie.

Il convient d'étudier les facteurs liés à la production de ces cultures pour comprendre si leur développement est effectivement dû au changement climatique.

3 ANALYSE DES FACTEURS LIES A LA PRODUCTION DES PRINCIPALES CULTURES QUI MIGRENT

3.1 OBJECTIF

Après avoir identifié les cultures migrantes, l'objectif est d'évaluer si ces cultures sont adaptées aux changements climatiques, en se concentrant notamment sur les facteurs de température et de besoins en eau. L'objectif est également de comprendre les principaux atouts et contraintes de ces cultures en matière agronomiques, ainsi qu'au regard des aspects environnementaux tels que l'utilisation de produits phytosanitaires et de fertilisants. De plus, il s'agit de mener une première analyse des freins et les leviers à leur adoption, tant au niveau de l'exploitation agricole que des filières. Cela permettra alors de dégager des cultures qui semblent les plus à même d'être rapidement adoptées par les agriculteurs.

3.2 METHODOLOGIE

Pour avoir un premier aperçu de la résilience des cultures, des critères d'analyse ont été retenus concernant l'adaptation à :

- un contexte pédo climatique : exigences culturales en ce qui concerne les sols, l'eau, la température, la sensibilité à des ravageurs ;
- une rotation et un système de culture : gestion des adventices, de la fertilisation, facilité de mise en place dans une rotation ;
- une filière et un marché : marge brute, présence de débouchés et évolution du marché.

Ces éléments ont été étudiés à partir d'une analyse bibliographique composée de publications d'instituts techniques, des chambres d'agriculture, des statistiques nationales et de la presse spécialisée.

3.3 RESULTATS

Un tableau détaillant les résultats culture par culture est disponible en Annexe 3, un résumé est présenté ci-dessous.

Culture	Type culture	Surface (milliers ha) (2020)	Rendement (2020) (q/ha)	Diversité variétale	Exigence sol	Tolérance T° élevée	Résistance à la sécheresse	Période sensibilité	Besoins totaux eau (mm)	Irrigation habituellement constatée (mm)	Pression adventice	Besoins fertilisation (N/ha)	Besoins phyto	Sensibilité maladie et pathogénies	Temps de rotation PB moyenne 10 ans (€/ha)	MB moyenne en pluvial (€/ha)	MB moyenne en irrigué (€/ha)	Efficacité écon de l'eau en pluvial (€/m³)	Efficacité écon de l'eau irrig (€/m³)		
Blé tendre d'hiver	Hiver	4221	68,5	++	+	+	++	+	printemps	430	100	0	200	++	+	3	1112	716		0,17	
Colza	Hiver	1111	29,6	+	+	+	++	+	été	600	100	0	210	++	++	3	925	789		0,13	
Tournesol	Printemps	778	21	+	+	++	0	++	été	400	100	0	80	+	+	3	774	440	615	0,11 0,18	
Sorgho	Printemps	115	47	+	+	++	0	++	été	400	150	++	100	+	0	3	746	400	540	0,10 0,09	
Maïs grain (non irrigué)	Printemps	1 060	71	++	+	++	0	0	été	550	200	+	160	+	+	2	1159	756	962	0,14 0,10	
Blé dur	Hiver/printemps	251	53	+	++	+	+	0	printemps	430	140	+	200	++	+	2	1115	789		0,18	
Méteils	Interculture	31	80	++	0	+	+	+	printemps	430		0	25	0	0	2	Raisonnement à l'exploitation				
Millet	Printemps	20	30	+	0	++	0	++	été	450	60	+	100	+	0	3	750	450		0,10	
Soja	Printemps	187	22	+	+	++	+	0	été	450	200	++	0	+	+	2	925	550	790	0,12 0,12	
Lentille	Printemps	36	8	0	+	+	0	0	été	172		++	0	++	++	6		700		0,41	
Pois chiche	Printemps	23	17	+	++	++	0	++	0	175		++	0	+	+	6		700		0,40	
Pois protéagineux	Printemps (hiver)	230	27	+	+	+	+	0	printemps	300	60	++	0	++	++	6	722	500		0,17	
Féverole	Hiver (printemps)	76	19	+	+	+	+	0	été	300	60	+	0	+	+	6	641	580		0,19	
Prairies multiespèces	Prairie T	?	70	++	0	++	?	+	?	?		0	20	0	0	X	Raisonnement à l'exploitation				
Luzerne	Prairie T	350	100	+	+	+	+	+	été	1342	120	+	0	0	0	4	Raisonnement à l'exploitation				
Chanvre	Printemps	22	80	+	+	++	+	+/++	0	280	X	+	100	0	0	5	1412	850	X	0,30	
Lin textile	Printemps (hiver)	142	52,7	+	++	+	+	0	printemps	600	60	++	80	++	+	7	3600	3000		0,50	
Lin oléagineux	Hiver (printemps)	32	19	+	++	+	+	0	été	>600		70	++	80	++	+	7	1260	700		
Miscanthus	Pérenne	7	150	0	0	+	0	0	été	775		+	0	0	0	X		650		0,08	
Silphie	Pérenne	3	150	0	0	0	++	+	printemps	450		+	105	0	0	X		?			
Pistaches	Pérenne	0,2		0	+	++	0	++	0	?		0	?	0	+	X					

0 : faible / + : moyenne / ++ : importante

PB : produit brut / MB : marge brute

Les données chiffrées sont des moyennes nationales, ou des dires d'expert ; les situations peuvent être très contrastées selon les contextes.

Résumé des principaux facteurs liés à la production des cultures étudiées

3.3.1 Principaux résultats agronomiques

Parmi les cultures étudiées, beaucoup sont des cultures de printemps, quelques-unes sont des cultures plus pérennes (pistache, miscanthus, silphie), et on retrouve également quelques prairies.

Ce sont souvent des cultures venant de pays chauds, qui ont besoin de somme de degré-jours⁴ et une température de démarrage de croissance plus importantes, ce que le changement climatique peut apporter. Le soja a par exemple besoin de températures relativement élevées pour arriver à maturité.

Le principal avantage agronomique de ces cultures de printemps est d'interrompre les cycles des adventices et ravageurs **des cultures d'hiver** dans les régions nord. A l'inverse, le peu de **cultures d'hiver recensées** ne comblera pas les besoins des régions Sud en la matière, ces dernières cultivant majoritairement déjà des cultures de printemps. L'**adoption** de nouvelles cultures semble donc plus complexe dans le sud.

Ces cultures de printemps posent cependant deux problématiques majeures :

- La gestion de la pression adventice au moment de **l'implantation** de la culture. C'est une étape-clé pour la réussite des cultures, **et il s'agit d'éviter** la concurrence avec les adventices qui sont également dans leur période de développement optimal au printemps.
- La nécessité de trouver un compromis entre date de semis, précocité de la culture et date de récolte. **Afin d'éviter les risques** de gel auquel les cultures de printemps étudiées sont particulièrement sensibles et qui seront encore présents dans les régions nord, la date de semis **est souvent repoussée jusqu'à ce que le risque soit faible**. Cela peut engendrer un cycle de croissance plus tardif dans le temps et une survenue de la période de sensibilité au stress hydrique au moment des périodes les plus sèches. Pour une même variété, la date de récolte sera également souvent repoussée. Or, une date de récolte tardive peut rendre les conditions de **récolte et d'implantation** de la culture suivante difficiles (sol moins praticable), mais aussi détériorer la qualité (les légumes secs doivent par exemple être récoltés dans des conditions pas trop humides). Un choix peut alors être **d'opter pour** des variétés plus précoces, mais le rendement en est affecté négativement car les cycles végétatifs sont moins longs.

Une des stratégies d'évitement des périodes sèches est d'avancer les dates de semis, ce qui est le cas pour les cultures du blé dur, du pois protéagineux et de la féverole, espèces habituellement cultivées au printemps, mais pour lesquelles les **variétés d'hiver** se développent ces dernières années.

Nombre des cultures étudiées sont également des légumineuses, dont on retrouve les atouts environnementaux importants : absence de fertilisation, amélioration de la structure du sol du fait de leur réseau racinaire, très bons précédents culturaux, fourniture de protéines végétales pour l'alimentation humaine et animale... Une inoculation des sols est cependant nécessaire

⁴ La somme de degré-jours est une mesure utilisée en agronomie pour quantifier l'accumulation de chaleur nécessaire à la croissance des plantes. Elle est calculée en sommant les écarts positifs entre la température moyenne quotidienne et une température de base spécifique.

afin de rendre possible la captation d'azote atmosphérique, notamment dans les terrains où ce type de culture n'a pas été cultivée, en particulier dans le nord de la France.

En ce qui concerne les cultures pérennes et les mélanges prairiaux, un gros avantage résulte dans une maîtrise de la pression adventice une fois le couvert implanté, engendrant l'utilisation minime voire quasi-inexistante de produits phytosanitaires.

Enfin, certaines cultures sont particulièrement impactées par des pathogènes ; c'est le cas du pois protéagineux, affecté par *Aphanomyces euteiches*, champignon attaquant ses racines.

3.3.2 Point sur l'adaptation aux sécheresses et aux températures

3.3.2.1 Besoins en eau et résistance à la sécheresse

Pour étudier les problématiques liées à l'eau, plusieurs facteurs ont été pris en compte :

- les besoins totaux en eau (mètres cubes consommés sur la totalité du cycle cultural), qui dépendent du climat, des besoins journaliers **en eau d'une plante** (le maïs avec ses grandes feuilles transpire plus et a besoin de **plus d'eau qu'un radis**), de la phase de développement de la plante (le maximum étant atteint à la fin de la phase de développement végétatif) et de la longueur de la période végétative.
- la capacité de résistance à la sécheresse qui représente la façon dont le rendement est **affecté par un manque d'eau**.
- la période de sensibilité forte à la sécheresse de la culture : **le manque d'eau à certains stades végétatifs** impacte particulièrement le rendement (par exemple la floraison chez le maïs).
- **l'efficience** économique **d'utilisation d'eau** de la culture qui a été représentée par la valeur ajoutée brute par m^3 d'eau totaux : elle mesure la création de richesse par m^3 d'eau utilisée. **Elle permet d'identifier les cultures qui valorisent le mieux l'eau**.
- les besoins en irrigation : ils représentent la quantité d'eau généralement apportée pour irriguer les cultures.

En ce qui concerne les besoins en eau, on remarque que les plantes à cycle plus long ont généralement besoin de **plus d'eau** (la luzerne par exemple). Certaines cultures se distinguent pour leurs faibles besoins en eau : pois chiche, chanvre, légumineuses à graines.

La résistance des cultures étudiées à la sécheresse est majoritairement due à un système racinaire **développé qui permet d'aller chercher de l'eau en profondeur**. On note qu'il n'y a pas forcément de corrélation entre besoin en eau **et résistance à la sécheresse**. C'est par exemple le cas des pois protéagineux, qui semblent peu résistants à la sécheresse, bien que nécessitant **relativement peu d'eau**.

On note également des périodes de sensibilité différentes : si la plupart des cultures sont sensibles pendant la période estivale, certaines le sont un peu plus tardivement (cas du soja avec des besoins plus étalés que le maïs), ou plus précocement, notamment pour les cultures **d'hiver ou encore la silphie**. Dans ce dernier cas, les cultures sont donc moins impactées en cas de sécheresse estivale. Ces périodes de sensibilité différentes peuvent permettre de mieux répartir l'utilisation de l'eau en cas d'irrigation.

	Mars		Avril		Mai		Juin		Juill		Août		Sept		Oct		
Maïs							Orange										
Soja								Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange		Orange		
Blé dur				Orange	Orange	Orange											
Sorgho							Orange										
Tournesol												Orange	Orange				
Colza				Orange	Orange	Orange											
Pois protéagineux					Orange												
Pois chiche						Orange											
Chanvre					Orange	Orange											
Lentille							Orange										
Féverole												Orange	Orange				

Rouge : période de sensibilité forte au stress hydrique – orange : sensibilité modérée

Périodes de sensibilité des différentes cultures étudiées (évaluées d'après les dates de stade végétatifs courantes)

L'irrigation est par ailleurs utilisée pour quelques-unes de ces cultures en France, notamment dans les régions où elle est déjà pratiquée, et particulièrement dans les régions Sud. Ainsi, le soja est majoritairement irrigué dans ces régions (38% du soja est irrigué au niveau national en 2020⁵). De même, sorgho et tournesol peuvent être irrigués afin de maximiser les rendements, mais leur résistance à la sécheresse plus importante entraîne une irrigation moindre (6% du tournesol est irrigué au niveau national en 2020). Le blé dur est également irrigué, la période d'irrigation, en décalage avec celles des cultures précédemment citées, peut être facilitatrice. Le choix d'irriguer ou non dépend des autres cultures en place sur l'exploitation (l'irrigation va en priorité au maïs dans la plupart des cas), des terrains (l'irrigation est plus fréquente sur les terrains superficiels), du matériel et du temps disponibles (intercaler des tours d'eau sur d'autres cultures en plus de cultures de maïs peut être générateur de temps), ainsi que des arrêtés de restriction en vigueur le cas échéant.

On peut étudier **l'efficience économique de l'eau** pour chaque culture, que l'on caractérise par la valeur ajoutée créée à partir de la totalité de l'eau utilisée par la plante (marge brute (€/ha) / besoins totaux en eau de la plante (m³/ha)).

Il s'agit ici de moyennes, et les situations peuvent être très différentes selon les cas. En particulier, en cas de sécheresse, ces résultats peuvent être totalement différents, les marges brutes s'effondrant pour certaines cultures. On remarque cependant que les pois chiches, lentilles, chanvre et lin textile, se distinguent avec une efficience importante, permise par des besoins en eau faibles et une marge brute élevée. Pois chiche et chanvre, qui ont des résistances importantes à la sécheresse, sont donc très intéressants économiquement pour des régions où la ressource en eau est rare.

Enfin, on peut également s'attarder sur **l'efficacité économique de l'eau utilisée pour l'irrigation** définie comme étant égale à (MB pluvial – MB sec) / eau d'irrigation. Là encore, les résultats peuvent être contrastés en fonction des situations. Dans les moyennes retenues ici, maïs, sorgho et soja valorisent l'eau de façon équivalente, le tournesol légèrement mieux. Ces

⁵ https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/GraFra2022Integral/GraphAgri_2022_accessible.pdf

éléments peuvent être particulièrement utiles lorsque la ressource en eau est rare et qu'une valorisation économique la plus importante veut lui être donnée.

3.3.2.2 Résistance aux températures extrêmes

Concernant la résistance à des températures élevées, elle ne pose pas vraiment de problème pour les cultures qui sont issues de régions plus chaudes : maïs, sorgho (plantes en C4 qui peuvent avoir une activité photosynthétique avec une teneur en CO₂ réduite, et donc avec des températures élevées), soja, ou encore tournesol.

Les céréales à paille (blé dur, méteil) sont plus affectées dans le sud par les risques d'échaudage (>25°C), dont le nombre de jours est amené à augmenter également dans le Nord. De même, les lentilles supportent mal des températures plus élevées. La luzerne stoppe sa photosynthèse à partir de 30°C. Cela ne semble pas être une problématique très forte dans les régions Nord.

En revanche, la résistance au gel est encore un facteur déterminant. Bien que le nombre de jours de gel soit amené à diminuer, sa survenue après une phase de croissance végétative peut être très impactante. On note par exemple que les productions fruitières seront particulièrement influencées par les gels tardifs et ne seront pas forcément adaptées aux régions plus septentrionales. De même, le pois chiche est très sensible au gel printanier, empêchant son développement dans certaines régions concernées par ces gels. **C'est le cas** également, dans une moindre mesure, pour des légumineuses comme le soja, le pois et les lentilles (résistance jusqu'à -5 à -7°C). Le sorgho est également sensible en début de cycle. Ce n'est pas le cas de productions telles que la silphie, dont les rhizomes assurent une résistance importante (-30°C).

3.3.3 Principaux résultats économiques

L'étude des simples marges brutes montre que les cultures traditionnelles que sont blé tendre, orge, colza, maïs, possèdent des marges brutes en moyenne supérieures à celles des cultures étudiées.

Les charges de production des cultures étudiées sont souvent moins importantes que celles du blé ou du colza. Si le coût des semences peut être élevé (prairies multi-espèces, silphie, mœteils), l'utilisation moindre d'engrais minéraux (en particulier pour les légumineuses) ou de produits phytosanitaires réduit ces charges. Cela ne parvient pas à compenser un produit brut moins important. C'est particulièrement vrai en rapport avec le maïs grain : pour la plupart des cultures annuelles étudiées, le produit brut est moindre d'environ 350€/ha par rapport au maïs grain non irrigué. Cela se traduit par des marges brutes inférieures d'environ 50 à 350€/ha pour la plupart des cultures.

On retrouve par ailleurs ces ordres de grandeurs pour les marges brutes en irriguée, et même davantage si on compare la marge brute du maïs irrigué (962€/ha) et du sorgho (540€/ha).

La comparaison entre le maïs et le sorgho est particulièrement intéressante car ces plantes sont assez facilement substituables entre elles. En conditions non limitantes, le sorgho est moins attractif que le maïs en ce qui concerne la marge brute, notamment du fait d'un produit brut plus faible : prix de vente inférieur (entre 10 et 20€/tonne en moins environ) et rendements plus faibles. En revanche, en cas de conditions limitantes sur l'eau notamment, la marge brute du sorgho peut devenir plus intéressante (voir partie sur le sorgho ci-dessous). Ces conditions limitantes sont notamment perçues en cas de sécheresse estivale ; aussi, il est probable qu'à

l'avenir ces conditions soient de plus en plus souvent réunies, rendant le sorgho plus substituable au maïs non irrigué.

Il faut cependant noter que ces résultats sont très dépendant des contextes et des variétés. Le maïs, qui possède une très grande variété génétique, possède des variétés qui peuvent avoir des résistances à la sécheresse accrues⁶.

Le développement des cultures étudiées peut donc être limité par un produit brut moindre que les cultures traditionnelles. **En revanche, il conviendrait d'analyser plus finement à l'échelle de systèmes de production le facteur économique.** En effet, les effets précédents cultureaux sont à prendre en compte et permettent une diminution des charges et l'augmentation des produits bruts des cultures suivantes (cas d'une céréale à paille suite à une légumineuse). De même, l'étude se concentre ici essentiellement sur des cultures de vente ; dans le cas des systèmes de polyculture élevage la substitution par rapport à des achats d'aliments peut s'avérer intéressante économiquement.

3.3.4 Enseignements tirés de l'**étude des facteurs liés à la production**

L'**étude des principaux facteurs** de production a permis de dégager, parmi les cultures identifiées en premier lieu, celles qui paraissaient les plus résilientes. Il semble ainsi que la résilience soit forte :

- au regard du facteur sécheresse pour le tournesol, sorgho, le pois chiche et le chanvre ;
- au regard des facteurs environnementaux (fertilisation, utilisation de produits phytosanitaires) pour les prairies multi-espèces, le miscanthus, la luzerne et le chanvre en premier lieu et légumineuses (soja, pois chiche notamment) également ;
- au regard des seuls facteurs économiques le lin textile offre une marge brute très importante, mais des conditions de culture qui le limitent à certaines régions. Le blé tendre d'hiver, maïs et blé dur et colza sont sans surprise les plus intéressants dans la majorité des cas. Pour les cultures identifiées comme résilientes au changement climatique, chanvre, pois chiche, tournesol, sorgho, soja peuvent offrir des marges brutes intéressantes.

Pour le miscanthus et la silphie, la résistance à la sécheresse et aux températures élevées ne semble pas très importantes. Leur développement semble avant tout lié à leurs atouts environnementaux exploités en zone de captage et au développement de la méthanisation pour la silphie, et non pour des raisons essentiellement liées au changement climatique.

De même, le lin textile ou oléagineux **semble essentiellement se développer du fait d'un contexte économique favorable depuis une dizaine d'année, et non du fait du changement climatique.** La culture **n'est** en effet pas particulièrement résistante à la sécheresse. En revanche, le développement de variétés **d'hiver est un facteur** de résilience. De même, on **pourrait assister à l'avenir à un déplacement** vers la région Bretagne dont le climat plus doux sera peut-être plus adapté.

⁶ Voir <https://www.perspectives-agricoles.com/recherche-agronomie/tolerance-du-mais-la-secheressequelques-processus-en-decryptage>

Les nouvelles cultures ou cultures qui migrent, et qui paraissent donc intéressantes **d'un point de vue résilience**, sont : tournesol, soja, sorgho, méteils, pois chiche, prairies multi espèces, chanvre, pistache.

Des cultures sont également évoquées dans la littérature, mais ne sont pas encore très développées en France : millet, **d'autres espèces** de lentille (lentille du Canada) et nèfles, grenade...

Il est également à noter que des cultures très présentes en France comme le **blé tendre d'hiver ou l'orge d'hiver, ainsi que le colza**, qui sont des culture d'hiver, sont plutôt résilientes d'un point de vue climatique étant donné le fait qu'elles évitent les sécheresses estivales. Les rendements du colza en 2022 ont ainsi été élevés malgré la sécheresse importante touchant le pays. Ces cultures sont plus touchées en cas de sécheresse printanière où lors de leur implantation en ce qui concerne le colza.

Concernant les mélanges (prairies et méteils), on note un manque de données important, bien que celles disponibles conduisent à penser à une résistance plus importante du fait de la complémentarité des espèces entre-elles permettant une meilleure adaptation au milieu. La principale problématique est celle du choix du mélange.

Enfin, la pistache **semble être une culture d'avenir pour le sud**. Les données manquent encore, mais sa résistance à la sécheresse et les expériences d'autres pays montrent que cette culture peut être intéressante dans un contexte sec, et rentable économiquement.

Si les facteurs de résilience évoqués ci-dessus favorisent le développement des cultures identifiées, certains freins ont été identifiés.

En premier lieu, le frein économique comme expliqué précédemment, avec des marges brutes inférieures aux cultures traditionnelles. Les marges brutes sont cependant sous-estimées pour les légumineuses, leur apport en tant que précédent cultural étant attribué à la culture suivante. On observe aussi des marges assez dégradées du fait de rendements faibles, notamment dans le cas du pois par exemple.

Une approche plus systémique est requise pour évaluer la façon dont ces cultures peuvent être incluses dans des systèmes de **production et les bénéfices qu'elles peuvent y apporter**. Plus que la marge brute, il s'agit d'étudier le revenu dégagé par les systèmes de production mettant en œuvre ces cultures.

Ce frein est également lié à un deuxième, qui concerne la recherche effectuée sur ces cultures. Les cultures traditionnelles comme le colza, le blé et le maïs bénéficient souvent de décennies de recherche et de développement, ce qui se traduit par des variétés améliorées et des pratiques de gestion bien établies. En revanche, les cultures adaptées au changement climatique sont souvent moins développées, et peuvent nécessiter davantage de recherche pour optimiser les rendements et les performances économiques. Il s'agit à la fois de recherche en termes de variétés : développement de nouvelles variétés, mais aussi adaptation de variétés déjà existantes au contexte français pour le cas de la lentille par exemple ; et de recherches en termes de **leviers d'adoption** dans les systèmes de production : place dans la rotation, gestion des adventices, matériel de récolte adapté (pour le chanvre par exemple).

Des **freins liés à l'aval des filières** sont à noter : logistique, investissement dans du matériel spécifique, volumes de production trop faibles et répartis de façon disparate⁷.

Afin d'approfondir les freins et leviers, quelques cultures ont été étudiées plus en détail et font l'objet de la partie 4.

3.4 DES ELEMENTS DE COMPARAISON AVEC LA SITUATION ESPAGNOLE

La situation espagnole, dont le climat actuel des régions de Castille-et-Leon, Catalogne et Castille-la-Manche pourrait s'apparenter à celui de la moitié sud française, est d'intérêt pour appuyer les hypothèses de développement des cultures étudiées.

L'étude des surfaces des cultures étudiées précédemment (tableau ci-dessous) montre que ces cultures se retrouvent bien sous le climat espagnol. On note un fort développement du pois chiche, des lentilles, du pois sec, des pistaches ; à l'inverse, soja, sorgho et chanvre ne sont que très peu développés. Si les surfaces en chanvre sont en augmentation, celles de sorgho sont en forte baisse depuis 2016. Enfin, on note également la présence de cultures quasi-inexistante en France, telle que le coton.

Culture	Surface 2020 Espagne	Dont irriguée	Surface 2020 France
Blé dur	250 000 ha	42 000 ha	300 000 ha
Sorgho grain	5 000 ha (en forte diminution depuis 2016)	2 200 ha	62 000 ha
Millet	1 200 ha	500 ha	20 000 ha
Fèves	10 000 ha	3 500ha	
Lentilles	78 000 ha (38 000ha lentilles, 40 000 ha lentille du Canada)	3 200 ha	25 000 ha
Pois chiche	38 000 ha	2 900 ha	15 000 ha
Pois sec	116 000 ha	20 000 ha	180 000 ha
Vesce (graine)	82 000 ha	9 000 ha	
Lupin (graine)	2 400 ha	238 ha	3 300 ha
Coton	61 000 ha	56 000 ha	< 100 ha
Chanvre	570 ha	?	20 000 ha
Soja	1 450 ha	1 400 ha	1 450 ha
Tournesol	650 000 ha	67 000 ha	670 000 ha
Agrumes	270 000 ha	?	4 000 ha
Amandes	720 000ha	120 000 ha	1 200 ha
Pistaches	50 000 ha	15 000 ha	200 ha

Surfaces des cultures étudiées en Espagne en 2020 et comparaison avec la France (source : [anuario de estadística 2021 - Capítulo 07 - superficies y producciones de cultivos](#))

En ce qui concerne leur localisation (carte ci-dessous), les cultures qui sont présentes dans les régions avec un climat qui correspondra à peu près à celui du sud de la France en 2050 sont celles identifiées : tournesol, pois chiche, soja, sorgho, pois sec/fève ou féverole, lentilles, avec en complément millet et vesce. On remarque également que certaines cultures sont cultivées dans tout le pays : tournesol, pois chiche, pois sec, sorgho, indiquant une adaptation à des contextes climatiques plus secs. Le chanvre et les lentilles sont cultivées aussi dans des milieux plus secs. Le soja, le millet et les fèves sont essentiellement cultivés dans les régions Nord avec

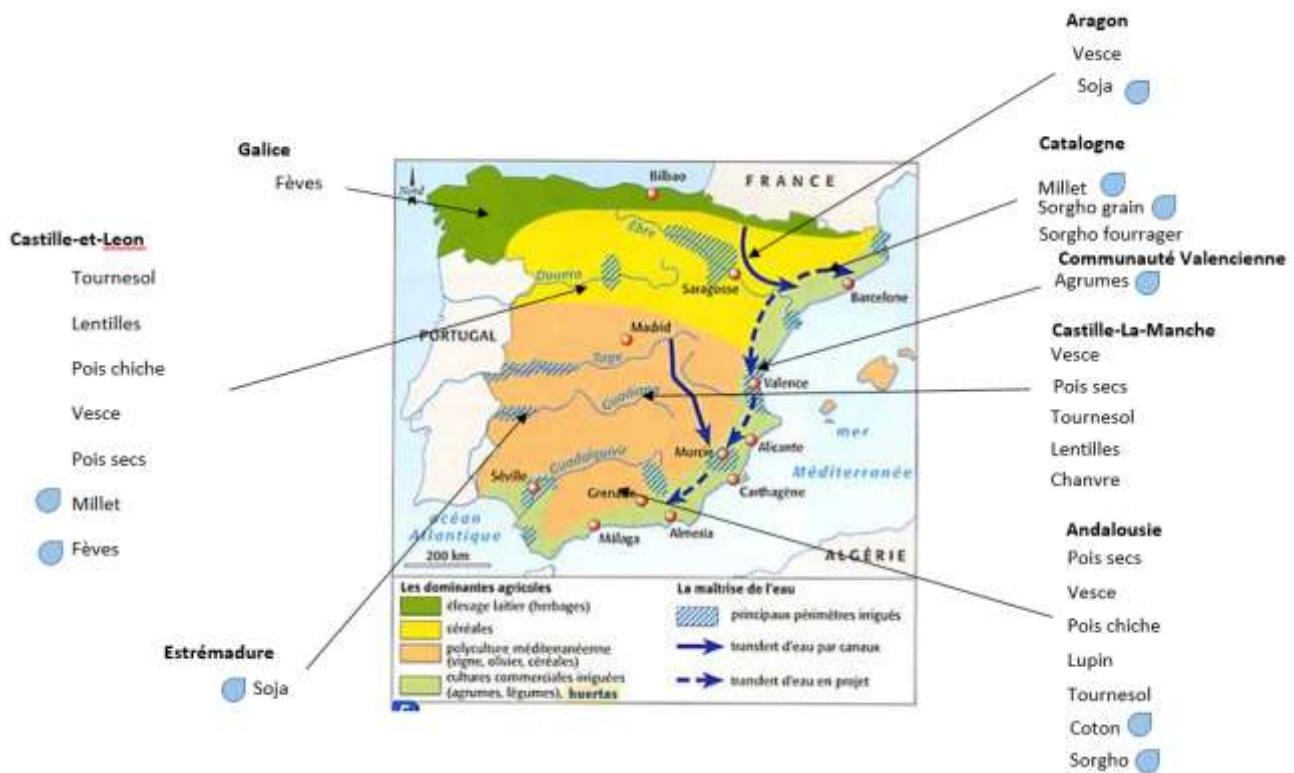
⁷ Voir à ce sujet <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/diversification-des-cultures-rapport-d-etude-1.pdf> et <https://agriculture.gouv.fr/freins-et-leviers-logistiques-au-developpement-de-systemes-de-culture-diversifies-et-riches-en-0>

un climat plus tempéré. Enfin, le coton est essentiellement cultivé en Andalousie, en irrigué pour satisfaire ses besoins en degré-jours.

Pour ce qui est du mode de culture (irrigué ou pluvial), la plupart des cultures sont soit irriguées à plus de 90 % (coton, soja, sorgho, millet), soit très peu irriguées (pois chiche à 7%, tournesol à 10 %, blé dur à 16%). Cela semble confirmer la résilience de ces cultures à des climats plus secs.

Le soja (qui est très peu présent en Espagne), est irrigué à 90 %, ce qui laisse à penser que s'il se développe en France, l'irrigation dans les régions Sud sera fortement sollicitée.

Plus étonnant, le sorgho grain est irrigué à plus de 90% en Espagne. La culture est cependant peu présente dans le pays. Une hypothèse de cette irrigation massive est que le sorgho est en concurrence avec un maïs à 95% irrigué, et donc en conditions non limitantes la plupart du temps, ce qui n'est pas forcément le cas en France.



Culture irriguée à plus de 90%

Principale localisation des différentes cultures étudiées et mode de production (source : anuario de estadística 2021)

Cette comparaison a cependant des limites, il conviendrait d'étudier plus finement les modes et conditions de production de ces cultures (pédologie, inclusion dans les systèmes de production, mode d'irrigation...).

Résumé de cette partie

Parmi les cultures étudiées, beaucoup sont des cultures de printemps, qui auront l'avantage dans les régions Nord de casser les cycles des adventices et ravageurs. Les principales problématiques sont cependant celle de la gestion de la pression adventice à l'implantation et le compromis à trouver entre date de semis, précocité de la culture et date de récolte.

Nombre des cultures étudiées sont également des légumineuses, dont on retrouve les atouts environnementaux importants : on note ainsi une synergie entre pratiques d'adaptation, d'atténuation et de transition agro-écologique.

Pois chiche et chanvre, qui ont des résistances importantes à la sécheresse, offrent une efficacité économique de l'eau importante en pluvial, et sont donc très intéressantes économiquement pour des régions où la ressource en eau est rare.

Le développement des cultures étudiées est cependant limité par un produit brut moindre que les cultures traditionnelles. Les effets précédents culturaux sont cependant à prendre en compte dans les raisonnements à l'échelle des systèmes de production.

Une approche plus systémique est cependant à adopter afin d'étudier plus finement comment ces cultures peuvent s'intégrer dans des systèmes de production.

Les nouvelles cultures ou cultures qui migrent et qui paraissent donc intéressantes d'un point de vue résilience sont : tournesol, soja, sorgho, méteils, pois chiche, prairies multi espèces, chanvre, pistache.

4 PRESENTATION DE CULTURES D'INTERET

4.1 CHOIX DES CULTURES D'INTERET

Les principales cultures résilientes ayant été identifiées dans la partie précédente, il s'agit de présenter plus précisément certaines d'entre-elles et d'approfondir la compréhension des freins et leviers à leur adoption, notamment ceux liés au marché et à l'aval.

Cinq cultures d'intérêt ont été choisies relativement à leur résilience forte d'un point de vue sécheresse, à des surfaces non négligeables et donc une certaine rentabilité, et à des migrations importantes vers le nord. Il s'agit de : sorgho, tournesol, soja, pois chiche, chanvre.

Les mélanges (prairies et méteils) constituent un domaine à part entière et ne seront pas étudiées plus en détail ici.

Pour chacune des cultures d'intérêt, sont présentés : 1/ la description de la culture, de ses intérêts agronomiques en terme de résilience climatique ou d'atténuation, de ses principaux débouchés ; 2/ les dynamiques de développement observées géographiquement et dans le temps ; 3/ la temporalité des changements ; 4/ les moyens d'accompagnement des transitions (à court et moyen/long terme).

4.2 SORGHO

4.2.1 Description de la culture, de ses intérêts agronomiques en termes de résilience **climatique ou d'atténuation**, de ses principaux débouchés.



©Xavier Remongin/Min.agri.fr

Culture de printemps, de climat chaud, le sorgho (*Sorghum bicolor*) s'est surtout développé au sud de la Loire (surtout en Occitanie et Nouvelle-Aquitaine), les régions du nord n'apportant pas les degrés jours suffisants, notamment pour les variétés les plus propices à l'alimentation animale (BMR).

La plante est surtout cultivée dans les sols non irrigués en coteau argilo-calcaire où le maïs est peu cultivé, ou utilisée en substitution au maïs, et est connue pour sa résistance au stress hydrique grâce à son réseau racinaire développé et sa capacité à mobiliser l'azote même en conditions de sécheresse. Il ne faut cependant pas considérer cette résistance comme inépuisable ; des sols moyens à profonds sont tout de même nécessaires pour que la plante puisse puiser l'eau. En conditions non limitantes (absence de sécheresse ou irrigation), les rendements en maïs restent plus importants.

La culture nécessite une fertilisation relativement modérée, mais restitue une bonne partie de l'azote au sol sous forme organique ; elle est peu sensible aux ravageurs et nécessite peu de produits phytosanitaires. La principale problématique est celle de la gestion des adventices, avec peu de solutions chimique mais un désherbage mécanique. La culture ne demande pas de matériel spécifique, mais sa récolte ayant lieu au même moment que celle du maïs, il y a parfois concurrence d'utilisation pour le matériel de récolte.

En France, le sorgho est très majoritairement utilisé pour l'alimentation animale (récolte du grain et export vers l'Espagne en grande partie ; ou ensilage du sorgho grain et autoconsommation ; ou pâturage). En Afrique, le sorgho est également utilisé pour l'alimentation humaine (cinquième céréale cultivée dans le monde, le sorgho est l'aliment de base de 300 millions de ruraux pauvres des régions semi-arides).

4.2.2 Dynamiques de développement observées géographiquement et dans le temps

La plante est cultivée principalement dans les régions plus chaudes : Occitanie (33 000ha en 2020) et Nouvelle-Aquitaine. Cependant, avec le réchauffement climatique et des variétés qui commencent à s'adapter, elle commence à être cultivée en Centre Val de Loire et Bourgogne Franche-Comté. La sélection variétale est cependant encore à développer pour obtenir des variétés plus précoces et moins sensibles au froid.

Déjà présente depuis les années 1970 en France, elle a atteint 3 fois les 100 000ha. Depuis une vingtaine d'années, la surface fluctue et se situe à environ 55 000ha. Un pic de surfaces de production a eu lieu en 2020 (115 000ha), mais les surfaces ont réduit de plus de 40% entre 2020 et 2023. En 2020, la forte production s'expliquait notamment par des difficultés de semis

des céréales à paille, l'augmentation importante des prix des céréales à paille et du maïs entre 2020 et 2023 expliquent la diminution des surfaces en sorgho.

La France est le deuxième producteur européen après la Hongrie. Au niveau mondial, les principaux pays producteurs sont en Afrique (Nigeria, Ethiopie, Soudan), avec une production annuelle de près de 30 millions de tonnes, suivi des Etats-Unis avec 10 millions de tonnes environ, de l'**Inde**, de l'**Amérique centrale et du Sud**, de la Chine, puis de l'**Australie**.

Les raisons de son développement sont de deux ordres : diversifier la rotation et faire face aux **restrictions à l'irrigation**. Ce sont donc principalement des raisons climatiques et agronomiques qui poussent son développement.

Le sorgho peut ainsi être valorisé en tant que culture alternative au maïs dans des conditions **limitantes, quand l'irrigation n'est pas possible**. A noter toutefois que certaines phases du cycle de la plante sont sensibles : ainsi en 2022, le rendement du sorgho en France a été affecté par **des difficultés d'implantation en raison des conditions sèches et à un stress hydrique élevé dès la fin de montaison voire plus précocement**⁸.

Les rendements moyens varient de 50 à 60 q/ha à l'échelle nationale, avec une importante variabilité régionale et interannuelle.

En ce qui concerne la marge brute, elle est comparable à celle du maïs grain lorsque les conditions de croissance de ce dernier sont limitées : maïs non irrigué (par manque d'équipement ou par restriction) dans les régions où les besoins en eau ne sont pas couverts. Le prix de vente du sorgho est légèrement inférieur à celui du maïs (moins d'une dizaine d'euros en moyenne), c'est principalement sur le rendement et les charges que se fait la différence. Cela explique qu'en conditions peu ou non limitantes permettant d'atteindre un rendement plus important (notamment par la couverture des besoins en eau par irrigation, ou naturellement dans les régions avec des précipitations le permettant ou des sols retenant l'eau), la marge brute du maïs soit plus importante.

Outre les besoins en allongement de rotation, le sorgho peut donc particulièrement s'intégrer :

- dans les systèmes avec maïs non irrigué, faisant face à des sécheresses régulières ;
- dans les systèmes en maïs irrigués faisant régulièrement l'objet de restrictions.

Bien que le sorgho soit amené à se développer dans les régions plus au nord, il semble que son évolution soit plus limitée car la différence de rendement et de marge brute avec le maïs est plus importante : **d'une part actuellement par des rendements limités par les variétés de sorgho, d'autre part, car les rendements potentiels du maïs dans ces régions sont plus importants (précipitations et sols)**.

En termes de marché, le sorgho est principalement utilisé pour l'alimentation animale (porcs et volailles notamment). Les variétés inscrites au catalogue officiels françaises n'ont pas les problématiques de tanins limitant leur incorporation dans les aliments ; le sorgho a par ailleurs des propriétés nutritives proches de celles du maïs, avec une teneur en protéines plus élevée (+2-3%). La fabrication des aliments pour les animaux nécessite cependant un approvisionnement en matière première régulier et stable (en quantité et en qualité). En effet, les industriels disposent de capacité de stockage de matières premières limitées.

⁸ Voir https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/70598/document/Qualit@im_Sorgho_2022.pdf?version=1

L'introduction d'une nouvelle matière première en usine mobilise une capacité de stockage (**aux dépens d'une autre matière première**). Pour limiter les coûts logistiques, les opérateurs vont privilégier les matières premières disponibles régulièrement tout au long de l'**année**. Les faibles disponibilités en sorgho pénalisent de ce fait son incorporation généralisée en alimentation animale. Le sorgho est actuellement exporté en Espagne en grande partie.

Des marchés sont également à explorer : alimentation humaine (près de la moitié de l'utilisation dans les pays des continents africain et asiatique), industrie de l'amidon.

4.2.3 Temporalité des changements : progressivité (évolution de processus) v/s rupture.

La dynamique est plutôt à une croissance progressive et semble assez marquée par le changement climatique selon les facteurs identifiés ci-avant. La culture du sorgho étant techniquement comparable à celle du maïs, il est assez facile de changer de **culture d'une année sur l'autre** ; le pic de production intervenu en 2020 en est un exemple.

Le principal frein au développement de la filière étant la quantité produite, l'incorporation dans les systèmes de production semblant être relativement facilement réalisable, il semble que le développement du sorgho pourrait être accéléré en cas de **construction d'une filière** forte. Enfin, des investissements dans la logistique pour les collecteurs sont à prévoir (transport, mobilisation de séchoirs et silos dédiés).

4.2.4 **Diversité des moyens d'accompagnement des transitions avec les logiques** de couverture des risques associée :

Concernant les outils physiques : la sélection variétale se poursuit pour développer les variétés plus au nord, le changement climatique aidant également⁹. Concernant la lutte contre les adventices, peu de produits sont homologués, la possibilité de désherbage mécanique est à encourager et les leviers de limitation du développement des adventices via les rotations à pousser.

Concernant les outils financiers, contrairement à la filière des protéagineux, la filière sorgho ne **semble pas avoir bénéficié d'aides** importantes des pouvoirs publics pour la structuration de filière. Le sorgho ne **bénéficie par ailleurs pas d'aides couplées**. Le marché du sorgho ne possède pas de marché à terme, son cours est corrélé à celui du maïs sur Euronext.

Enfin, concernant les futures créations de valeur, le sorgho pourrait diversifier ses débouchés (à long terme) **vers l'alimentation humaine, comme c'est le cas dans certaines parties du monde** (un peu plus de 40% de **la production mondiale du sorgho grain est destiné à l'alimentation humaine**).

⁹ A noter que l'UE subventionne un consortium, Sorgho ID, pour promouvoir son développement (<https://www.sorghum-id.com/>)

4.3 TOURNESOL

4.3.1 Description de la culture, de ses intérêts agronomiques en termes de résilience **climatique ou d'atténuation**, de ses principaux débouchés.



©Xavier Remongin/Min.agri.fr

Le tournesol (*Helianthus annuus*) est une plante de printemps, à cycle court, moins exigeante que certaines autres espèces en matière de température de démarrage de croissance : 4,5°C contre 6°C pour le maïs, voire 8°C pour le sorgho. La réussite de la culture est cependant largement conditionnée par un semis réussi, c'est pourquoi les semis dans les régions septentrionales sont souvent réalisés vers la fin avril, sur un sol ressuyé et réchauffé permettant une levée rapide ; avancer la date de semis **peut s'avérer risqué** dans ces régions.

Le semis est également une période-clé pour le développement du système racinaire de la culture qui **peut aller puiser jusqu'à 2m de profondeur**. Le tournesol est adapté aux sols à faible réserve hydrique.

Le système racinaire du tournesol lui permet également de puiser des nutriments dans le sol, réduisant ainsi la fertilisation (80UN/ha). Le tournesol nécessite un emploi restreint de produits phytopharmaceutiques, la seule intervention étant un désherbage en post-semis. La culture est par ailleurs adaptée au désherbage mécanique (avec un écartement large). En revanche, le tournesol est sensible au mildiou, pouvant entraîner des pertes de rendements importantes. Un temps de retour dans la rotation supérieur à 3 ans est nécessaire.

La culture **s'insère bien dans la plupart des systèmes culturaux**. Elle est notamment complémentaire des céréales à paille en termes de calendrier de travail, et ne nécessite que peu d'interventions. Sa récolte laissant peu de résidus et s'effectuant sur sol sec, elle permet d'implanter facilement une céréale.

Le tournesol est issu de régions semi-arides et résiste bien à la chaleur et la sécheresse, notamment du fait de son enracinement profond, qui permet en outre un bon drainage du sol. Il est cependant sensible au manque d'eau pendant la période de floraison. Dans les régions Sud, peu d'évolutions de pratiques sont attendues avec le changement climatique ; la principale problématique sera la variabilité inter-annuelle due aux périodes de sécheresse, contre laquelle une irrigation est pratiquée dans certaines exploitations. Une autre stratégie consiste à esquiver la sécheresse estivale en choisissant des variétés à cycle plus court, pour que la floraison n'advienne pas trop tard en été afin d'assurer des capitules mieux fécondés.

Bien que tolérant au stress hydrique, le tournesol peut être irrigué dans certains cas, notamment dans les sols superficiels. Si la plante peut consommer beaucoup d'eau en cas de ressource non limitante, elle **valorise bien l'eau disponible en quantité limitée**, notamment au moment de la floraison (elle peut atteindre un rendement optimal avec une couverture de 75 % des besoins). L'irrigation est particulièrement valorisée lorsqu'elle est contrainte : par exemple lorsque l'interdiction d'irrigation est précoce, mais aussi dans les exploitations ayant

déjà d'autres cultures irriguées en place mais ne pouvant les irriguer de façon optimale (du fait de volumes restreints).

L'irrigation du tournesol est la mieux valorisée dans les sols superficiels et intermédiaires : gain moyen de l'ordre + 1,2 à + 1,4 q/ha par tranche de 10 mm d'apport dans les sols superficiels, + 0,8 à + 1 q/ha dans les sols intermédiaires et de + 0,5 q/ha dans les sols profonds.¹⁰

Si de nombreuses variétés sont disponibles, des recherches variétales permettront de stabiliser les rendements et d'améliorer le potentiel de la culture, notamment dans les régions Nord. Des outils de conseil agricole (basés sur le modèle SUNFLO par exemple) sont mis en place pour aider à choisir la variété la plus adaptée au milieu.

Le principal débouché économique du tournesol est l'**huile**, riche en acide linoléique (oméga 6), particulièrement en alimentation humaine (90 % de l'**huile produite**). Une graine de tournesol donne 40 % d'huile et 60 % de tourteau, ce dernier étant valorisé en alimentation animale (bovins, porcs, volailles...) pour ses apports en protéines (28 % de protéines¹¹). Un décorticage de la graine avant trituration permet la production d'un tourteau plus riche en protéines, capable de concurrencer en partie le soja dans les formules alimentaires des animaux. D'après Terres Univia il y a 5 usines de trituration majeures capables de triturer des graines de tournesol en France¹² (Lezoux (63) ; St Nazaire (44) ; Dieppe ; Bassens (33) ; Sète (34) ; une nouvelle usine a ouvert en 2023 dans l'Allier). D'autres usages, plus restreints, sont également possibles : consommation des graines directement, bioproduits tels que peintures, cosmétiques... Le tournesol entre par ailleurs dans la composition d'environ 5 % des biogazoiles produits en France¹³.

4.3.2 Dynamiques de développement observées géographiquement et dans le temps

Le tournesol est produit sur près de 670 000 ha en moyenne ces 10 dernières années, mais connaît une augmentation importante depuis 2019 (861 000 ha cultivés en 2022 – en relation avec les augmentations de prix sur le marché mondial). Majoritairement implantée dans le Sud et le Centre-Ouest (la Nouvelle-Aquitaine cultive 250 000 ha) la culture se déplace vers le nord : Centre, Bourgogne-Franche-Comté et Grand-Est, mais également Normandie et Hauts de France. C'est dans le Grand-Est que l'augmentation est la plus importante : + 302 % entre 2000 et 2020 (+35 000 ha).

Culture de printemps, elle est semée en avril et récoltée en août ou septembre selon les régions. Dans les régions Nord, la récolte plus tardive peut engendrer des difficultés : il convient de trouver un équilibre entre date de semis, durée du cycle et récolte, qui doit être réalisée entre 8 et 11 % d'humidité (avant fin septembre). Le recours à des variétés précoces, bien que moins productive, est privilégié pour le moment.

Les rendements sont en moyenne de 23q/ha sur 2000-2020. Les progrès génétiques ont permis d'améliorer le potentiel ces dernières années. Le tournesol dispose d'une filière solide et d'un marché relativement porteur. La marge brute reste cependant inférieure à celles des céréales et colza, bien que les charges soient plutôt réduites (elles sont peu variables et s'établissent autour de 350-500€/ha entre 2014 et 2020) ; dans les terrains difficiles, il semble cependant

¹⁰ <https://www.terresinovia.fr/-/irriguer-le-tournesol-un-interet-acclu-dans-les-sols-superficiels-et-intermediaires>

¹¹ <https://www.terresunivia.fr/produitsdebouches/alimentation-animale/tourteaux-d-oleagineux>

¹² <https://www.terresunivia.fr/produitsdebouches/alimentation-animale/tourteaux-d-oleagineux>

¹³ <https://www.senat.fr/rap/r19-136/r19-13612.html>

que la marge brute soit comparable. En irrigué, la culture est bien valorisée dans les terrains superficiels **comparativement aux autres productions (pois, soja, maïs, sorgho)**, mais l'est moins bien dans les sols profonds par rapport au maïs et au soja.

La Russie et l'Ukraine représentent près de 76 % des échanges mondiaux de tournesol et l'Ukraine, à elle seule, compte pour 43 % des exportations mondiales.

Le marché est assez rapidement saturé, et largement dépendant de la production ukrainienne et russe, ce qui se fait ressentir sur les prix. La guerre en Ukraine a fait augmenter les prix de façon très importante, le cours du tournesol oléique rendu Bordeaux atteignant le prix record de 1050 €/t en avril 2022. Depuis, les cours n'ont fait que glisser pour atteindre en mai 2023 un prix de 425 €/t pour le même produit.

4.3.3 Temporalité des changements : progressivité (évolution de processus) v/s rupture.

Pour les exploitants, le tournesol s'insérant relativement bien dans les systèmes culturaux et étant basé sur une filière solide, il ne nécessite pas de rupture fondamentale des systèmes de production et peut se développer relativement facilement. En termes de **matériel, l'adaptation** de la coupe de moissonneuse est tout de même nécessaire, de même un semoir mono graine (graine fragile), pas toujours présent dans les exploitations, est conseillé.

Les usines de trituration qui triturent du colza sont également capables de triturer du tournesol (même process). Elles ont globalement un objectif de saturation de leurs outils. Si la culture remonte vers le nord et si la capacité de trituration est disponibilité, les usines du nord de la France seront vraisemblablement en mesure de triturer les graines (certaines ont trituré du tournesol par le passé).

4.3.4 **Diversité des moyens d'accompagnement des transitions avec les logiques** de couverture des risques associée

Les rendements du tournesol sont stables, les effets du marché sont prépondérants.

Les outils de couverture du risque qui pourraient être approfondis sont :

- Physiques : les recherches variétales ces dernières années ont porté leur fruit en **parcelle d'essai**, mais cela ne se traduit pas forcément au champ. Il conviendra de résoudre cette difficulté.
- Financier : un marché à terme avait été testé, mais ne semble pas avoir fonctionné.

4.4 SOJA

4.4.1 Description de la culture, de ses intérêts agronomiques en termes de résilience **climatique ou d'atténuation**, de ses principaux débouchés.



Le soja est une culture de printemps. C'est un oléoprotéagineux qui fait partie de la famille des légumineuses.

Il s'agit d'une plante thermophile, de jours courts, sa germination nécessite une température de 10-11°C. Elle a **besoin d'une somme** de températures élevées pour arriver à maturité. Il s'agit donc de choisir des sols se réchauffant vite, ce qui peut poser problème dans certains sols lourds du Nord ; les sols avec une bonne réserve utile sont également à privilégier. Par ailleurs, les sols calcaires affectent la nodulation (la Champagne crayeuse est donc peu propice) et il est généralement conseillé d'éviter les sols dont le **taux** de calcaire actif est supérieur à 10%. Il est également nécessaire d'**inoculer la parcelle** car les bactéries permettant la fixation symbiotique ne sont pas naturellement présentes dans les sols français (**vrai surtout lorsqu'il n'y a jamais eu de soja cultivé dans la parcelle considérée**).

© Xavier Remongin/Min.agri.fr

Le soja, en tant que légumineuse, ne nécessite **pas d'apport azoté** et constitue un très bon précédent cultural, notamment pour les apports azotés pour la culture suivante. Il peut s'insérer dans une rotation pour casser le cycle d'adventices et de ravageurs et revenir tous les trois ans. La culture est peu touchée par des ravageurs, et peu de traitements sont par ailleurs disponibles. La tolérance variétale s'est améliorée avec la sélection ces dernières années. En revanche, la gestion des adventices est une des principales difficultés de sa culture. Certaines adventices telles que l'ambroisie, le datura ou le xanthium sont très concurrentielles. Les parcelles à fort risque d'enherbement sont à proscrire.

Le soja est sensible à la sécheresse, notamment entre la floraison et la maturation des graines (entre juillet et début septembre). Si, dans la moitié Nord, la culture pluviale est rentable dans les sols profonds en cas de températures suffisantes (Bourgogne France-Comté notamment), l'**irrigation est** nécessaire dans la majorité des surfaces cultivées de la moitié Sud et en Alsace, sauf dans les sols très profonds (où les rendements sont déjà corrects). Le soja valorise par ailleurs bien l'**irrigation en termes** de rendement (gain de 8 à 10q/ha pour 100mm apportés) et de teneur en protéines. Il nécessite 30 à 50 mm de mois que le maïs, mais les besoins sont plus étalés et tardifs que pour ce dernier. La gestion de l'**eau peut être par ailleurs plus souple** (l'**impact d'un tour d'irrigation en moins est faible**).

En irrigué, le rendement peut atteindre 30 à 40q/ha, et en pluvial, 20 à 25q/ha dans les sols très profonds. La moyenne nationale, en irrigué ou non, sur ces 10 dernières années est de 27q/ha. Ces rendements subissent cependant des variations importantes selon les conditions **climatiques et les restrictions d'eau**. Des variations sont également à noter sur les prix ces dernières années, la demande étant massivement tirée par la Chine (importation en moyenne

de 60% du soja disponible sur le marché). Après une période de prix faibles autour de 350 €/t, les prix ont flambé depuis 2021 avec l'augmentation de la prime accordée aux sojas non OGM sur les marchés (raréfaction de ce type de soja à l'international). En non irrigué, la marge brute, qui était proche de 600 €/ha, peut maintenant atteindre 1250 €/ha en conditions non séchantes et être compétitive face au maïs. Un des avantages du soja réside dans les faibles charges, d'autant plus lorsque des semences de ferme sont utilisées. Cela est particulièrement vrai en **période d'augmentation des prix des fertilisants minéraux**.

Concernant les débouchés, le soja est la plante la plus riche en protéines et elle peut servir à de nombreux usages : alimentation humaine (huile de table, graines germées, alimentation infantile), animale (apport de protéines), usages industriels (utilisation de la lécithine, lipide au pouvoir émulsifiant, fertilisant, peinture...).

L'huile de soja est le premier produit issu du soja, historiquement valorisé en alimentation humaine. Il s'agit de l'une des huiles les plus produites et des plus exportées après l'huile de palme. Le tourteau de soja est le produit de la **transformation du soja aujourd'hui le plus** valorisable. Dominant dans les échanges mondiaux, c'est au niveau mondial, la source principale de protéines concentrée pour l'alimentation animale. La transformation du soja en huile et tourteau a par ailleurs un fort rendement en tourteau (1 t de soja donne environ 800 kg de tourteaux).

La production de soja est largement dominée par 3 pays : Etats-Unis, Argentine et Brésil, en très grande partie avec des production OGM. Même si la France est moins dépendante que ses voisins aux tourteaux de soja, du fait de sa filière colza, les tourteaux de soja restent incontournables. Ce sont ainsi 3,3 Mt de tourteau de soja qui sont consommées au niveau national, largement importées du Brésil (3,2 Mt en 2019). Des graines, triturées sur le territoire national sont également importées, majoritairement depuis les Etats-Unis (0,6 Mt). La production française de 295 000 t de soja (non OGM) en moyenne ces 10 dernières années ne couvre qu'une faible partie des besoins (elle est cependant en augmentation : 375 000t en 2022).

4.4.2 Dynamiques de développement observées géographiquement et dans le temps

La culture de soja s'est développée en France à partir du sud-ouest, dans les années 1980, à la suite du plan protéines européen (soutien des prix). Après une vague de prix faibles et une diminution des soutiens de la PAC, pendant laquelle les surfaces ont été réduites, la culture connaît une croissance importante depuis 2012, tirée par des prix mondiaux élevés avec la forte demande chinoise. La surface atteint aujourd'hui 187 000 ha, dont près de 35 % sont produits en Occitanie, majoritairement en culture irriguée. L'objectif de la filière est d'atteindre 250 000 ha en 2025.

Le développement de la culture principalement dans les régions Sud s'explique par le fait que la plante nécessite une somme de degrés jour importante. Cela a deux conséquences principales dans les régions Nord : ne pas atteindre cette somme de températures diminue les rendements et grève la rentabilité de la culture ; la maturité est atteinte relativement tard (fin octobre), rendant complexe l'implantation de la culture d'hiver suivante, notamment dans les sols lourds. De plus, la récolte devant se faire à un taux d'humidité de 16 % maximum, elle nécessite des conditions pas trop humides, au risque de devoir recourir au séchage.

La diversité des variétés s'est étoffée ces dernières années et des progrès ont été fait en matière agronomiques, de potentiel, et de tolérance aux maladies. Certaines variétés plus précoces (groupes 00 et 000) sont par ailleurs maintenant adaptées aux régions plus au nord, réduisant les difficultés de récolte, de frais de séchage et d'implantation de la culture suivante. Elles offrent cependant un rendement moindre.

A la faveur du changement climatique, les projections montrent un déplacement des aires les plus productives depuis le sud du continent européen vers le nord et l'est. A l'horizon 2050, il semble que les potentiels de rendements dans le Sud-Ouest seront moins importants qu'actuellement, rendant l'irrigation quasi obligatoire.

En France on assiste à un fort développement des surfaces dans les régions septentrionales (en pluvial) ces dernières années (variétés 00 et 000). Dans le Grand-Est par exemple, où le soja était déjà présent en irrigué en Alsace, les surfaces ont augmenté de 5 200 % (240 à 12 700 ha) entre 2000 et 2020. Ce développement est notamment poussé par le programme ARPEGE, porté par la Chambre régionale d'agriculture et piloté par Terres Inovia et l'Institut de l'élevage, qui a bénéficié de fonds européens dans la cadre d'un PEI (Projet européen pour l'innovation). Les surfaces continuent également à augmenter sur le bassin Occitanie Ouest et en Nouvelle-Aquitaine, en irrigué et en remplacement du maïs et du tournesol.

Avec le réchauffement climatique, il devient également possible de réaliser la culture de soja en interculture après une céréale récoltée tôt, notamment en Occitanie. Les perspectives de **culture du soja en relay cropping en combinaison avec une céréale d'hiver** semblent par ailleurs intéressante à cet égard¹⁴.

4.4.3 Temporalité des changements : progressivité (évolution de processus) v/s rupture.

L'évolution de la sole en soja est grandement liée à celle des accords commerciaux internationaux, **sous l'impulsion des Etats-Unis** qui ont cherché à favoriser le développement de leur marché en Europe. Le soja est ainsi exonéré de droits de **douanes à l'importation** en Europe depuis les accords du Dillon Round de 1961-62. La dépendance aux protéines américaines a atteint des niveaux très élevés jusqu'à l'embargo des Etats-Unis de 1973 sur ses exportations de soja, face auquel les premiers plans protéines ont été mis en place en Europe avec un soutien couplé à la production de protéines végétales. Ce soutien a été en partie stoppé par les accords de Blair House qui ont réduit les possibilités de soutiens spécifiques aux oléagineux (soja, colza, tournesol).

Outre l'**absence** de droits de douane, le fait que le soja importé soit OGM lui fournit des avantages économiques. L'avantage réside non seulement dans des critères agronomiques (travail du sol moins important), mais également dans des critères de certification : la filière OGM a engendré un surcoût pour la filière non-OGM qui a dû mettre en place une certification et une traçabilité, induisant la mise en place d'une « prime non-OGM » sur les marchés (prime qui a explosé avec la diminution de la production de soja non-OGM brésilien pour répondre à l'importante demande chinoise en soja OGM ou non ; la prime est passée de 100 €/t en 2020 à 250-300 €/t en 2021).

Le soja français n'est donc pas compétitif par rapport au soja importé pour la majorité des élevages français (le poste tourteaux de soja représente une part importante des charges).

¹⁴ Voir <https://www.perspectives-agricoles.com/conduite-de-cultures/reussir-deux-recoltes-par-relay-cropping-ou-double-culture>

Depuis quelques années, le marché de l'alimentation animale recherche cependant du tourteau de soja non-OGM local (notamment les filières qualité type label rouge ou AB). Il est cependant illusoire de **penser qu'avec une telle différence de prix (300 €/t)** et la faible disponibilité actuelle en soja, la majorité des élevages français puisse passer au soja local. Les élevages ruminants **en recherche d'autonomie protéique semblent d'avantage** se tourner vers des prairies avec légumineuses telles que le pois, la vesce ou la luzerne.

La demande en graines pour l'alimentation humaine est aussi en plein essor, mais reste pour **l'instant un marché de niche** qui continuera à se développer. Il fait **cependant l'objet** de tensions concernant la teneur en isoflavones du soja, se traduisant par des limitations de **l'incorporation du soja en RHF**.

Il n'y a donc pas de rupture à attendre dans la production de soja tant que les conditions de marché seront favorables à l'importation de soja OGM américain. Une croissance progressive **de la production du soja non OGM pour les filières qualité (tourteaux) et pour l'alimentation humaine** (graine) est en cours et de nouveaux marchés sur cette dernière sont à construire en France. Il ne paraît pas envisageable dans les conditions économiques actuelles de développer le soja non-OGM dans les élevages dits conventionnels standards ; la recherche de protéines produites dans ces élevages se fera plutôt sur les bases de tourteau de colza ou de **légumineuses prariales, moins chères à l'achat**.

4.4.4 **Diversité des moyens d'accompagnement des transitions avec les logiques de couverture des risques associée**

En ce qui concerne les outils « physiques », la recherche variétale de ces dernières années a **permis d'adapter les variétés, tant en ce qui concerne les climats plus septentrionaux que la résistance aux maladies**. Il reste à améliorer la gestion des adventices. Les aléas climatiques sont cependant encore vecteurs de variabilité forte dans les rendements.

Les filières protéines ont bénéficié de soutiens importants pour leur structuration (notamment dans le cadre du plan de relance). Ces soutiens sont importants dans la mesure où les filières font face à des difficultés liées aux bassins de production très étendus, à la gestion des stocks pointue pour éviter toute contamination entre céréales et légumineuses, à la segmentation importante des marchés légumineuses.

Dans le marché de l'alimentation humaine, on sent une certaine « logique start up » : des investissements qui peuvent être importants pour répondre à des débouchés en cours de développement.

4.5 POIS CHICHE

4.5.1 Description de la culture, de ses intérêts agronomiques en termes de résilience climatique ou d'atténuation, de ses principaux débouchés.



Culture de régions tropicales, le pois chiche (*Cicer arietinum*) est principalement semé au printemps en France. On compte plus de 20 000 variétés, qui se divisent en trois grands types : Desi, Kabuli et Gulabi ; la deuxième étant la plus cultivée en France.

Le pois chiche nécessite une somme de degré-jour importante, ne **tolère pas les excès d'eau** et supporte mal les fins de printemps humides. De plus, il est très sensible au gel au stade 3-4 feuilles. Il est donc plutôt adapté aux climats chauds et secs, et valorise donc bien le climat méditerranéen. Les sols mal drainés, froids ou avec limons battants ne sont pas adaptés. En revanche, les sols secs du Sud peuvent être valorisés avec cette culture, ainsi que les sols caillouteux du fait de son port dressé.

©Xavier Remongin/Min.agri.fr

Etant une légumineuse, elle ne nécessite pas de fertilisation, mais des sols inoculés en mesorhizobium. Une des principales difficultés concerne la pression adventice. Le choix des parcelles pour éviter la présence de morelle, xanthium ou datura est important, en raison du risque sur les rendements et de déclassement en qualité à la récolte. Le désherbage mécanique est cependant possible. A noter par ailleurs l'**absence** de solutions chimiques en post-levée. De même, compte-tenu des risques de maladie cryptogamique **représentés par l'ascochytose** (anciennement appelé anthracnose), transmise par les semences et le sol, il est conseillé de ne faire revenir le pois chiche dans la rotation qu'une fois tous les 5 à 6 ans.

Des progrès sont également à faire afin de sélectionner des variétés adaptées au contexte français avec de bons potentiels de rendement, des pertes limitées à la récolte, et une moindre sensibilité des graines aux taches (normes de qualité) et à la germination dans des conditions humides.

C'est une culture qui supporte des stress hydriques relativement importants sans que son potentiel de rendement ne soit fortement impacté. La culture est cependant irriguée dans certaines situations séchantes, au semis et à la floraison.

L'usage de la culture est actuellement exclusivement alimentaire et constitue un excellent apport protéagineux. On note un véritable engouement pour sa consommation en France.

Elle pourrait également être intéressante pour l'alimentation des porcs et des volailles, mais ne semble pas compétitive par rapport au pois protéagineux.

4.5.2 Dynamiques de développement observées géographiquement et dans le temps

Le pois chiche était historiquement présent en régions PACA et Occitanie, cette dernière étant la région la plus productrice (7000 ha en 2022). On assiste depuis quelques années à son

expansion vers la Nouvelle-Aquitaine et le Centre-Ouest. Les surfaces ont particulièrement augmenté entre 2017 et 2019 (36 700 ha), notamment du fait d'un prix mondial explosant avec la demande mondiale et une production indienne fluctuante. La surproduction et les stocks importants ont cependant fait chuter les prix par la suite. La surface en 2022 reste cependant relativement élevée avec plus 16 000 ha en culture.

Les rendements sont en moyenne de 17q/ha en France, et ont un potentiel assez variable, compris entre 15 et 30q/ha en conventionnel. Ils ont notamment diminué depuis les années 2000 (la moyenne 2000-2010 était de 20,5q/ha). La marge brute, comprise entre 500 et 950 €/ha (hors prime), reste inférieure à la plupart des cultures. Cependant le pois chiche, en tant que légumineuse, offre un très bon précédent cultural, notamment pour le blé dur dans le contexte méditerranéen.

Le pois chiche est soumis à la volatilité des prix sur un marché mondial dominé par l'Australie et très fortement dépendant de la demande indienne en expansion et qui n'est pas autosuffisante.

Pour faire face à la volatilité, des contrats ont été mis en place avec un prix fixé pour la production. C'est par exemple le cas dans la création de la filière légumes secs dans le Sud-Ouest (Landes et Pyrénées-Atlantiques) par Euralis et Bonduelle, les industriels apportant des garanties de revenus aux exploitants.

Il s'agit encore d'un marché de niche. La société CIACAM, leader français de fourniture de légumes secs aux industriels, indique que, à partir de 2010, la mise en place de la filière a permis de relocaliser sur le territoire la quasi-totalité de l'approvisionnement des pois chiche usinés.

4.5.3 Temporalité des changements : progressivité (évolution de processus) v/s rupture.

Si la croissance de la filière paraissait progressive entre 2000 et 2017, les années 2017 à 2019 ont montré qu'elle pouvait augmenter subitement avec la volatilité des prix mondiaux.

Pour un exploitant, le matériel classique de semis et de récolte de céréales permet de cultiver le pois chiche. Par ailleurs, la moisson se faisant après celle des blés, le matériel est disponible. En revanche, le désherbage mécanique nécessite herse étrille et bineuse dont les exploitants non bio ne sont pas tous équipés.

La société CIACAM était déjà équipée pour traiter des pois chiches qu'elle importait à 99 % avant 2010. Pour ce type de société, il n'y a donc pas de rupture pour traiter du pois chiche local. La traçabilité des produits français semble par ailleurs avoir permis de substituer facilement les imports par des produits locaux. En revanche, pour aller plus loin dans la création de filière, le fait de passer un seuil de surfaces produites et dépasser le marché de niche est crucial.

4.5.4 Diversité des moyens d'accompagnement des transitions avec les logiques de couverture des risques associée

Les moyens d'accompagnement et outils de couverture du risque qui pourraient être approfondis sont :

Physiques :

- Adaptation des variétés, pourtant nombreuses ; mais un travail reste à mener sur la qualité pour les semences / graines et la stabilité des rendements qui sont assez

variables ; le pois chiche est parfois vu uniquement pour son intérêt pour la culture suivante).

- Recherches / essais à amplifier pour le désherbage : soit par du désherbage mécanique, soit par des aspects de rotation ou de couvert.

Financiers :

- Contractualisation à approfondir (des contractualisations tripartites, entre agriculteurs, transformateurs et collectivités pourraient par exemple être développées dans le cadre de projets alimentaires territoriaux)
- **Le pois chiche bénéficie d'aides couplées dans le cadre de la PAC**
- Structuration des filières protéines dans le cadre du plan de relance

4.6 CHANVRE

4.6.1 Description de la culture, de ses intérêts agronomiques en termes de résilience **climatique ou d'atténuation**, de ses principaux débouchés.



©Xavier Remongin/Min.agri.fr

Le chanvre (*Cannabis sativa*) est une culture de printemps à pousse rapide (120 jours en moyenne). Entre le semis (en avril-mai) et la récolte (entre fin août et octobre), le chanvre ne nécessite aucune intervention au champ, permettant d'étailler la charge de travail sur l'exploitation. Un des avantages majeurs du chanvre réside en effet dans l'utilisation quasi nulle de produits phytosanitaires, ce qui en fait une plante particulièrement sollicitée pour la protection de la qualité de l'eau. Les apports en fertilisants sont par ailleurs limités (de l'ordre de 110 UN/ha).

C'est une culture rustique, résistante aux fortes chaleurs et à la sécheresse, qui nécessite peu d'eau et généralement pas d'irrigation grâce à un système racinaire profond, pivotant et fasciculé. Cela le rend cependant sensible à l'anoxie racinaire, et donc aux sols compactés et à la battance ; les sols lourds et hydromorphes ne conviennent donc pas à sa culture, de même que les sols acides.

Le chanvre est un bon précédent pour les céréales à paille, notamment du fait de la **structuration du sol** qu'il permet grâce à sa racine en pivot. Les rendements de blé derrière un chanvre peuvent être augmentés de 10 à 20 %. Cependant, certaines difficultés peuvent intervenir pour l'implantation du blé derrière un chanvre. En effet, la moisson du chanvre peut être réalisée jusqu'en octobre et la récolte de la paille, qui doit rester au champ au minimum une semaine, ont pour conséquence un semis tardif du blé qui vient derrière, rendant complexe le semis, notamment dans les sols lourds.

A l'état naturel, le chanvre est dioïque : fleurs mâles et fleurs femelles fleurissent sur des pieds distincts. Or, les pieds mâles sont moins productifs en fibre, ne produisent pas de graines et

meurent dans la culture avant les pieds femelles. Par ailleurs, leurs pieds, secs avant récolte, posent des problèmes de fauche. La sélection s'est donc attachée à obtenir des variétés monoïques, plus productives¹⁵. Par ailleurs, peu de variétés sont actuellement disponibles¹⁶s. La qualité des semences est également encore fragile, avec des problématiques d'humidité et de germination.

Le chanvre est une culture dont toutes les parties sont valorisables, et ce pour de nombreux débouchés (papeterie, litière pour animaux, bâtiments, textile, industrie automobile pour la fibre et le chènevotte, alimentation humaine, cosmétique ou oisellerie pour les graines).

4.6.2 Dynamiques de développement observées géographiquement et dans le temps

Culture très développée et atteignant plus de 100 000 ha à la fin du XIXème siècle, la disparition de la marine à voile et le développement des fibres synthétiques l'ont quasiment fait disparaître au cours du XXème siècle en France. A la faveur de nouveaux débouchés, les **surfaces sont en croissance depuis une vingtaine d'années, et plus particulièrement depuis 10 ans**. Elles représentent aujourd'hui près de 22 000 ha, plaçant la France en troisième producteur mondial et le premier européen en 2023. **Actuellement pour couvrir l'ensemble des débouchés au niveau national 40 000 ha seraient nécessaires.**

Ces débouchés semblent cependant encore peu connus et restent à se faire connaître. Les produits du chanvre ne sont pas encore compétitifs au premier abord face à leurs concurrents (exemple : pour une maison isolée en chanvre cela revient + 20 à +30% plus cher qu'avec des isolants classiques, mais leur durabilité peut être supérieure).

Si les débouchés peuvent être nationaux ou internationaux, la culture du chanvre nécessite un approvisionnement local pour deux principales raisons : la nécessité de sécher la graine dès la sortie du champ, et la faible densité de la paille qui rend son transport non rentable à plus de 100 km. Les surfaces cultivées sont donc localisées autour des 6 chanvreries, notamment dans la moitié nord du pays (Grand-Est, Bourgogne-Franche-Comté, Pays de la Loire, Centre-Val-de-Loire et Normandie). **On note également le développement d'une filière en Nouvelle-Aquitaine basée sur un modèle avec de plus petites unités de transformations.**

Résistante à la sécheresse, la culture pourrait également s'implanter dans des régions plus au sud, mais nécessite l'implantation de nouvelles structures industrielles. Cette problématique a d'ailleurs été celle des tests de la culture dans le Vaucluse, le Var et les Hautes-Alpes (la plus proche usine étant située à 400 km).

Les rendements moyens se situent entre 8 et 10 q/ha en chènevis (graines) et 8 t/ha de paille. Ils sont cependant assez variables selon le type de sol, avec des rendements moindres en terres argilo-calcaires superficielles, et légèrement plus élevés en terres profondes (Champagne crayeuse par exemple). Cela a un impact sur la marge brute, au-delà des charges de récolte élevées (250 €/ha), qui peut varier entre 600 et 1 500 €/ha. La marge brute est souvent légèrement inférieure à une tête de rotation classique (colza, maïs ou tournesol) et aux céréales, mais l'effet précédent du chanvre peut amener à une marge équivalente ou supérieure sur l'ensemble de la rotation.

¹⁵ <https://www.terresinovia.fr/-/les-varietes-du-chanvre>

¹⁶ 6 pour le chanvre dioïque et 20 pour le chanvre monoïque (<https://www.semae.fr/catalogue-varietes/base-varietes-gnis/>)

Le prix de la paille n'a pas évolué depuis 10 ans (environ 110 – 115 €/t) sans valorisation supplémentaire en bio. En revanche, le prix du chènevis varie énormément (depuis 10 ans fourchette allant de 600 à 1100 €/t en conventionnel et peut être multiplié par 2 à 2,5 en bio).

Les difficultés liées à la récolte peuvent en revanche **réduire l'attractivité** de cette culture. **C'est en effet un moment clé** : trop tarder augmente les risques de pertes de rendements en graines (graine déhiscente), mais favorise une paille de **meilleure qualité**. **Le fait qu'un matériel spécifique soit nécessaire pour récolter engendre**, dans une majorité des cas, le recours à des entrepreneurs ou aux coopératives qui possèdent leur matériel de récolte, et donc *in fine* des pertes de rendements chez certains agriculteurs. Des progrès sur ces matériels de récolte sont par ailleurs encore attendus (casses lorsque la fibre est trop rigide, séchage de la graine) : le **secteur semble connaître un manque d'investissements en la matière**.

La récolte a par ailleurs été complexifiée par la valorisation de la graine, **qui n'était pas forcément récoltée il y a encore quelques années, mais qui amène aujourd'hui une valorisation importante et qui semble encore sous-exploitée**.

Le chanvre étant par ailleurs une culture à contrat annuel dans la plupart des modèles de filière, **son débouché pour l'exploitant est sécurisé sur une année**.

4.6.3 Temporalité des changements : progressivité (évolution de processus) v/s rupture.

Pour un territoire, il y a une certaine logique de rupture **dans l'évolution vers la production de chanvre** ; elle nécessite un investissement important dans une/des usines de transformation.

Pour un exploitant, **l'inclusion du chanvre dans sa rotation peut être plus souple si une filière est présente à proximité, et à condition que le matériel requis pour la récolte soit disponible et facilement mobilisable**.

Enfin, si les surfaces augmentaient rapidement, une interrogation subsiste sur la disponibilité de semences (obligation de semer des semences certifiées tous les ans¹⁷).

4.6.4 **Diversité des moyens d'accompagnement des transitions avec les logiques** de couverture des risques associée :

En **termes d'outils « physiques »**, qui semblent les risques les plus importants (récolte), il y a apparemment un sous-investissement dans le matériel de récolte, de même que dans la recherche en variétés adaptées et dans la mise en place de garanties de qualité en ce qui concerne les semences.

En **termes d'outils « financiers »** pourraient être travaillés :

- La contractualisation entre les industriels et les agriculteurs qui ne garantit pas toujours une récolte optimale du fait de la disponibilité de matériel.
- Aides couplées aux producteurs dans le cadre de la PAC pour la production de chanvre (100aine d'euros/ha)
- « Logique start up » pour les nouveaux débouchés : potentiellement de gros débouchés, mais de gros investissements à réaliser avec un risque important de ne pas écouler la production (variation des prix des matériaux issus de la pétrochimie). Il semble qu'un besoin de communication auprès des industries potentiellement

¹⁷ Les semences doivent être certifiées avec un taux de THC inférieur à 0,2%

utilisatrices des dérivés du chanvre soit à réaliser. A ce titre, l'interprofession a un rôle essentiel à jouer.

4.7 CONCLUSIONS - FREINS ET LEVIERS AU DEVELOPPEMENT DES CULTURES D'INTERET

L'étude des différentes cultures permet de dresser les principaux points communs en termes de freins et leviers de leur développement.

D'un point de vue agronomique, on peut noter :

- Un retard dans la recherche variétale dans ces différentes cultures.
- Des pratiques à développer pour la gestion des adventices, notamment au moment de l'implantation.
- Des impasses techniques à anticiper face au retrait de substances actives¹⁸
- Des besoins de recherche dans le matériel (notamment matériel de récolte du chanvre).

D'un point de vue économique, il ressort :

- Des marges brutes qui ne sont pas toujours concurrentes face au triptyque « blé/orge/colza » et au maïs.
- Une concurrence internationale importante et empêchant le développement de filières nationales. Le cas du soja est particulièrement éloquent à ce sujet.
- Une variabilité des prix qui ne permet pas à ces cultures de se lancer : le cas du pois chiche montre que même si l'amont et l'aval s'accordent sur une contractualisation, les variations de prix trop importantes mettent à mal le respect de ces contrats.
- De nouveaux débouchés à trouver (en alimentation humaine par exemple pour les légumineuses, avec un enjeu de transformer ces productions pour qu'elles soient facilement accessibles, notamment en restauration hors foyer) et à consolider (industrie du chanvre).
- Une contractualisation tripartite, entre amont, aval et consommateur, dans le cadre de projets alimentaires territoriaux, pourrait en partie permettre de résoudre ces problématiques.

En ce qui concerne l'organisation de filière :

- Les outils de production sont locaux pour certaines filières (chanvre) et donc à construire en cas de migration ; mais peuvent aussi être réutilisables (exemple de la trituration pour le tournesol).
- La logistique est un point clé, notamment pour les légumineuses à graines. La récolte et le stockage coûtent.

¹⁸ Terres Inovia indique que le soja, les protéagineux et les légumes secs (pois-chiche, lentille), ces cultures risquent d'être sujets à des impasses pour le désherbage, la lutte contre les maladies et les ravageurs du fait des retraits envisagés de substances actives.

- Un effet seuil est présent dans la plupart des filières étudiées, qu'on peut résumer en « l'amont attend l'aval et l'aval attend l'amont ». La contractualisation est une solution, mais peut buter sur les freins économiques évoqués précédemment.

5 BIBLIOGRAPHIE

5.1 BLE DUR

ARVALIS. (2013, 02 21). Climat - Adapter la conduite du blé dur au changement climatique. Récupéré sur [cette page](#).

ARVALIS. (2021). Guide du blé dur en région Centre et Ile de France.

ARVALIS. (2023, 02 16). Du blé dur aux pâtes : une histoire très récente en France. Récupéré sur [cette page](#).

GIE Blé dur. (2017, 11). GIE blé dur. Récupéré sur [cette page](#).

INRAE. (2021, 07 09). Blé dur : Synthèse des connaissances pour une filière durable. Récupéré sur [cette page](#).

La France Agricole. (2021, 02 24). Normandie : Une filière blé dur sur les rails. Récupéré sur [cette page](#).

Le sillon belge. (2020, 09 24). Le blé dur, une opportunité crédible dans la diversification de nos grandes cultures ? Récupéré sur [cette page](#).

PleinChamp. (2022, 12 19). Semis d'automne : colza en hausse, blé dur en berne. Récupéré sur [cette page](#).

Sciences et avenir. (2022, 06 10). Changement climatique : les scientifiques français et portugais s'associent pour sauver le blé. Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2011, 02 28). Le blé dur malmené, les pratiques doivent évoluer. Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2020, 08 31). Les sept clés pour réussir la culture de blé dur. Récupéré sur [cette page](#).

5.2 CHANVRE

Agence de l'eau Seine Normandie. (2020). Le chanvre, une bioressource qui a le vent en poupe ! Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture Hauts-de-France. (2019, 06). Fiche technique Chanvre. Récupéré sur [cette page](#).

Herborisia. (2019, 12 06). Les vertus écologiques du chanvre, culture d'avenir. Récupéré sur [cette page](#).

InterChanvre. (2020). Plan de filière chanvre. Récupéré sur [cette page](#).

Karibati- Orialis. (2019, 02). Perspectives de développement de la filière chanvre en Nouvelle-Aquitaine. Récupéré sur [cette page](#).

Le Point. (2022, 08 24). Le chanvre, une solution pour l'agriculture contre le réchauffement climatique ? Récupéré sur [cette page](#).

Terres Inovia. (2020). Guide de culture chanvre. Récupéré sur [cette page](#).

Ward, L. (2021). Diagnostic agraire du Graylois. AgroParisTech.

Blandinières, H., & Amaducci, S. (2022). Adapting the cultivation of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) to marginal lands: A review. *GCB Bioenergy*, 14, 1004– 1022. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12979>

5.3 FEVEROLE

Centre de recherche agronomique Wallonie. (sans date). La féverole - Une légumineuse à graines riches en protéines et en énergie. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de Bretagne. (2016). La féverole d'hiver et de printemps. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de Normandie. (2021). La féverole, un concentré protéique et énergétique. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de Normandie. (2023). Féverole - ses atouts - ses contraintes. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture des landes. (2020). Fiche technique féverole. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture du Nord-Pas-de-Calais. (2013). Fiche technique agriculture biologique - Féverole. Récupéré sur [cette page](#).

ITAB Asso. (2014). Fiche technique - La culture de la féverole en AB. Récupéré sur [cette page](#).

Perspectives agricoles. (2020, 10 01). La filière féverole à la loupe : une culture en mutation. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Inovia. (2022). Guide de culture Féverole. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Oléopro. (2022). Féverole. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Univia. (2019). Carrefour pois et féverole. Paris.

Terres Univia. (2023). Féverole. Récupéré sur [cette page](#).

Wiki triple performance. (2023). Féverole. Récupéré sur [cette page](#).

5.4 LENTILLE

Chambre d'agriculture de Centre Val de Loire. (2017). La lentille. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de la Loire. (2022). La culture de lentilles sur le territoire de la Loire. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture d'Eure et Loir. (2021). Association de cultures de printemps à la lentille BIO pour lutter contre le bruche. Récupéré sur [cette page](#).

Farah, S., Arar, A., & Miller, D. (1988). Water requirements and the irrigation management of pea, lentil, faba bean and chickpea crops. Summerfield, R.J. (eds) World crops: Cool season food legumes. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, vol 5. Springer, Dordrecht https://doi.org/10.1007/978-94-009-2764-3_26.

GEO. (2020, 10 16). Plébiscitée, la lentille verte fragilisée par les aléas climatiques. Récupéré sur [cette page](#).

ITAB. (2021). Semence bio - Lentilles. Récupéré sur [cette page](#).

La France agricole. (2021, 10 05). Filière : La production de lentilles vertes divisée par cinq. Récupéré sur [cette page](#).

La France agricole. (2022, 08 26). Etude : L'impact du réchauffement climatique sur les lentilles. Récupéré sur [cette page](#).

L'Aurore Paysan. (2022, 06 18). Les producteurs de lentilles se projettent dans l'avenir. Récupéré sur [cette page](#).

ODG Lentille verte du Puy. (2013). La lentille verte du Puy AOP. Récupéré sur [cette page](#).

Perspectives agricoles. (2022, 06 01). Diagnostic de la filière « Lentille » : une culture d'avenir mais encore fragile. Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2021, 10 04). Une année de moissons désastreuses pour toutes les lentilles de France. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Inovia. (2023). Guide de culture lentille. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Univia. (2022, 07 26). Tout connaître de la filière lentille en France. Récupéré sur [cette page](#).

5.5 LIN OLEAGINEUX

Alteragri. (2009). Fiche culture - lin oléagineux. Alteragri, n°97.

CAPL. (2023). Lin oléagineux. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de la Meuse. (2015). Fiche technique - lin oléagineux. Récupéré sur [cette page](#).

JAMAG. (2021, 12 23). La France a de la place pour du lin oléagineux. Récupéré sur [cette page](#).

Perspectives agricoles. (2011). La culture du lin oléagineux relancée par les oméga 3. Récupéré sur [cette page](#).

Plein champ. (2021, 12 13). Le lin oléagineux en quête de producteurs. Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2019, 09 19). Lin oléagineux d'hiver : une alternative en cas d'échec de semis de colza ? Récupéré sur [cette page](#).

Terres inovia. (2022). Guide de culture lin oléagineux. Récupéré sur [cette page](#).

Terres inovia. (2023). Le lin d'hiver. Récupéré sur [cette page](#).

5.6 LIN TEXTILE

Actu. (2020, 06 26). La culture du lin mise à mal par la sécheresse. Récupéré sur [cette page](#).

ADEME. (1998). Lin fibre - étude agrice. Récupéré sur [cette page](#).

Arvalis. (2023). Fiche arvalis - lin - manque d'eau. Récupéré sur [cette page](#).

Cerfrance Normandie. (2022). Le lin : une culture résiliente dans un marché porteur. Récupéré sur [cette page](#).

Cultivar. (2022, 02 02). La précocité des variétés de lin textile pour répondre au défi climatique. Récupéré sur [cette page](#).

La France Agricole. (2023, 03 28). Europe : Le lin textile, une filière en expansion. Récupéré sur [cette page](#).

Libération. (2022, 09 18). Industrie textile - lin plein d'allant. Récupéré sur https://www.libération.fr/lifestyle/mode/textile-le-lin-plein-dallant-20220918_H2CHEXTBGFB6NNMSBMFPDSECCQ/

Lin et chanvre bio. (2023). Fiche technique - lin. Récupéré sur [cette page](#).

Perspectives agricoles. (2019). Culture du lin fibre - la production s'adaptera au changement climatique. Récupéré sur [cette page](#).

RTBF. (2017, 07 22). Villers-le-Bouillet: le lin wallon, victime de la sécheresse. Récupéré sur [cette page](#).

5.7 LUZERNE

Barenbrug. (2022, 03 24). Semis de la luzerne à la loupe. Récupéré sur <https://agriculture.barenbrug.fr/semis-de-la-luzerne-la-loupe>

Chambre d'agriculture de Bourgogne. (2014). Fiche technique - la luzerne. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de Normandie. (2023). Luzerne. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture des Landes. (2020). Fiche technique - la luzerne. Récupéré sur [cette page](#).

Coop de France. (2019-2021). Luzerne - Références. Récupéré sur [cette page](#).

Culture Luzerne. (2023). Producteurs de luzerne. Récupéré sur [cette page](#).

DRAAF Nouvelle Aquitaine. (s.d.). Estimation des flux de luzerne à l'échelle de la Nouvelle-Aquitaine. Récupéré sur [cette page](#).

Herb'actifs. (2023). Arroser ses prairies pour faire face au stress hydrique ? Récupéré sur [cette page](#).

Herb'actifs. (2023). Quand et comment semer la luzerne ? Récupéré sur [cette page](#).

INN'OVIN. (2022, 09 30). Produire et valoriser la luzerne - webinaire InnOvin. Récupéré sur [cette page](#).

La coopération agricole - Luzerne de France. (2021). La luzerne enquête culturelle Agroluz+2021. Récupéré sur [cette page](#).

Plantes fourragères. (2023). La luzerne. Récupéré sur [cette page](#).

Rita, A., Julier, B., & Pecetti, L. (2017). La culture de la luzerne dans un climat méditerranéen. 19p. hal-01594651 .

Webagri. (2015, 10 16). Redonner ses lettres de noblesse à la luzerne. Récupéré sur [cette page](#).

Webagri. (2017, 08 18). Semer à la fin de l'été pour récolter au printemps suivant. Récupéré sur [cette page](#).

Webagri. (2022, 07 19). Implanter la luzerne tôt dans l'été pour maximiser sa production. Récupéré sur [cette page](#).

5.8 MAÏS

Arvalis. (2020, 05 07). Fertilisation du maïs : ajuster la dose d'engrais azoté à la parcelle. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture des Landes. (2022). Marges brutes - maïs grain non irrigué. Récupéré sur [cette page](#).

DRAAF Nouvelle-Aquitaine. (2018). Agreste - Filière maïs grain. Récupéré sur [cette page](#).

ISAGRI. (2020, 07 11). Irrigation maïs, blé : Quel besoin en eau pour assurer de bons rendements ? Récupéré sur [cette page](#).

La France Agricole. (2022, 11 08). Campagne 2022 : Le rendement du maïs grain chute de 25,2 quintaux par hectare. Récupéré sur [cette page](#).

SEMAE. (2021). Dossier espèces et utilisation : le maïs. Récupéré sur [cette page](#).

Semence mag. (2015). Comment le maïs va-t-il s'adapter au changement climatique ? Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2014, 01 02). Baisse significative des rendements du maïs irrigué à défaut d'adaptations. Récupéré sur [cette page](#).

Web agri. (2022, 11 10). Révision à la baisse de la production de maïs grain 2022. Récupéré sur [cette page](#).

5.9 MILLET

Agrihebdo. (2017, 06 16). Le millet avait presque disparu, mais revient timidement dans la campagne. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de Centre Val de Loire. (2019). Fiche culture - le millet. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de la Meuse. (2013). Fiche technique Millet perlé. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de la Vienne. (2020). Fiche culture - le millet. Récupéré sur [cette page](#).

Intercéréales. (2023). Le millet. Récupéré sur [cette page](#).

La France Agricole. (2012, 02 13). L'enrubannage de millet remplace le foin de nos génisses. Récupéré sur [cette page](#).

La nouvelle république. (2020, 09 22). Moissons en Loir-et-Cher : le millet tente de pallier l'absence de blé. Récupéré sur [cette page](#).

La ruche qui dit oui. (2016, 11 21). Grâce à lui, la Vendée retrouve son millet. Récupéré sur [cette page](#).

5.10 METEIL

AP3C. (2021). En bovins viande,du méteil pour maximiser l'autonomie fourragère. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de la Loire. (2014). Cultrues de méteils, quelques aspects techniques et économiques. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture des Landes. (2020). Le méteil - fiche technique. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture du Nord-Pas-de-Calais. (2013). Fiche technique agriculture biologique - Méteil. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de la Loire. (2015). Cutlure de méteils - bilan de campagne 2015. Récupéré sur [cette page](#).

CIVAM. (2019). Aléas climatique en Massif Central : quelles adaptations mises en oeuvre par les paysans du réseau agriculture durable de moyenne montagne ? Récupéré sur [cette page](#).

Paysan Tarnais. (2022, 09 15). Semer un méteil à l'automne pour sécuriser ses stocks. Récupéré sur [cette page](#).

Proconseil. (2021). Fiche technique méteils. Récupéré sur [cette page](#).

Projet interreg PROTECOW. (2020, 03 11). Quels type de fourrage pour faire face au changement climatique ? Récupéré sur [cette page](#).

Réussir Lait. (2019, 05 16). Face au changement climatique, nous faisons plus de stock à base d'herbe, luzerne et méteil. Récupéré sur [cette page](#).

SEMAE. (2021, 04 15). Dix voies d'adaptation des systèmes fourragers face au changement climatique. Récupéré sur [cette page](#).

Web agri. (2022, 02 02). Du semis à la récolte, réussir son méteil fourrager. Récupéré sur [cette page](#).

Wiki Triple performance. (2023). Méteil. Récupéré sur <https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/M%C3%A9teil>

5.11 MISCANTHUS

Chambre d'agriculture de Seine-Maritime. (2018, 05). Le miscanthus. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture des Ardennes. (2007). Miscanthus - programme LIDEA. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture des Hauts-de-France. (2022, 04 11). Le miscanthus, une plante aux multiples vertus ! Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture des Pyrénées Atlantiques. (2020). Le miscanthus, un atout pour votre exploitation. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture Pays de la Loire. (2009). Les cultures énergétiques - le miscanthus. Récupéré sur [cette page](#).

France Miscanthus. (2023). Le miscanthus, une culture de nos territoires. Récupéré sur [cette page](#).

La Ruche qui dit oui. (2018, 01 24). Le miscanthus, culture du futur ? Récupéré sur [cette page](#).

Les mots de l'agronomie. (2023). Miscanthus : une culture nouvelle en France. Récupéré sur [cette page](#).

NOVABIOM. (2023). Le miscanthus giganteus : un géant plein de ressources, cultivé en France depuis 2006. Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2009, 03 30). Se lancer dans la culture de miscanthus. Récupéré sur [cette page](#).

Wiki Triple performance. (2022). Miscanthus. Récupéré sur [cette page](#).

5.12 PISTACHE

Chambre d'agriculture du Vaucluse. (2022). Tech and bio - diversification, cultiver le pistacher. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture Vaucluse. (2022, 02). Itinéraire technique Pistache : culture du pistachier en Provence. Récupéré sur [cette page](#).

France bleu. (2021, 09 07). La nouvelle éco : le retour des pistaches en Vaucluse. Récupéré sur [cette page](#).

France info. (2022, 11 01). Agriculture : l'Espagne devient le premier cultivateur de pistaches en Europe. Récupéré sur [cette page](#).

Freshplaza. (2022, 08 22). Le nombre d'agriculteurs intéressés par les pistaches est en augmentation. Récupéré sur [cette page](#).

Innovation EU. (2020, 01 27). Culture rentable et en croissance : pistaches. Récupéré sur [cette page](#).

La vie éco. (2022, 11 18). Pistache : Le potentiel encore en coque d'une culture résiliente. Récupéré sur [cette page](#).

La voix du Nord. (2019, 06 19). Des agriculteurs prônent le retour de la pistache en France. Récupéré sur [cette page](#).

Le Point. (2022, 08 29). Sécheresse : la pistache plus facile à cultiver que l'olive ? Récupéré sur [cette page](#).

Marcelle. (2021, 10 01). Le grand retour du pistachier en France. Récupéré sur [cette page](#).

Ministère de l'agriculture du Maroc. (2005). Le pistachier, un arbre fruitier et forestier. Transfert de technologie en agriculture.

NETAFIM. (2022, 09 21). La pistache. Récupéré sur [cette page](#).

Pistache en Provence. (2023). Pistachier en provence. Récupéré sur <https://www.pistacheenprovence.com/pistachier>

Réussir. (2022, 06 15). Pistache : la filière française cherche à sécuriser la production. Récupéré sur [cette page](#).

Wikifarmer. (2023). Récolte et rendement du pistachier. Récupéré sur [cette page](#).

5.13 POIS CHICHE

Chambre d'agriculture Centre Val de Loire. (2019). Fiche technique - Le pois chiche. Récupéré sur [cette page](#).

France bleu. (2022, 10 31). Euralis et Bonduelle créent une filière légumes secs. Récupéré sur [cette page](#).

MASA. (2020). Statistique agricole annuelle - En 2018, les surfaces des cultures céréalières au plus bas depuis dix ans.

Semences de provences. (2023). Pois chiche - pour réussir sa culture. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Inovia. (2023). Guide de culture pois chiche.

Terres Univia. (2023). Pois chiche. Récupéré sur [cette page](#).

5.14 POIS PROTEAGINEUX

Chambre d'agriculture du Grand-Est. (2021). Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement cLimatique - Pois. Récupéré sur [cette page](#).

Association française d'agronomie. (2013, 2013). Politique agricole commune européenne - lectures et propositions agronomiques. Agronomie environnement et société - volume 3.

Chambre d'agriculture de Normandie. (2016). Prospectives grandes cultures - Fiche débouchés - Les protéagineux en Normandie. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de Normandie. (2023). Pois protéagineux. Récupéré sur [cette page](#).

ITAB. (2009). Fiche technique - Le pois protéagineux en AB. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Inovia. (2019, 03 29). Accidents climatiques du pois : sécheresse et températures élevées. Récupéré sur [cette page](#).

5.15 PRAIRIE MULTI-ESPECES

ADEME - Rhône-Alpes. (sans date). Concevoir des prairies multi-espèces résistantes à la sécheresse, productives et pérennes. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture Pays de la Loire. (2007, 05). La prairie multiespèce - guide pratique. Récupéré sur [cette page](#).

Chambres d'agriculture Bretagne. (2020, 07 09). Mélanges prairiauxmulti-espèces. Récupéré sur [cette page](#).

CIVAM de Normandie. (2023). Prairies multi-espèces : composer son mélange et réussir son implantation. Récupéré sur [cette page](#).

Dagorn, N. (2016). Prairies multi-espèces et pâturage : analyse de l'aptitudede différents mélanges multi espèces à la poursuite dupâturage en période estivale. Sciences du Vivant [q-bio], hal-01767283 .

Eleveur laitier. (2016, 11 14). Des prairies mutli-espèces et variétales pour résister aux aléas. Récupéré sur [cette page](#).

Gastal, F., Fernandez, L., Louarn, G., Julier, B., Barradas, A., Crespo, D., & Godinho, B. (2015). Les mélanges de variétés méditerranéennes/tempérées comme stratégie d'adaptation des espèces fourragères au changement climatique ? Actes du colloque présentant les méthodes et résultats du projet Climagie. Poitiers: INRAE.

Inosys élevage. (2017, 02). Les multi-espèces pour une complémentarité des couverts. Récupéré sur [cette page](#).

Jouffray-Drillaud. (sans date). Mélanges fourragers multi-espèces. Récupéré sur [cette page](#).

Mon Cultivar. (2020, 10 19). Prairies multi-espèces - Vers des mélanges plus stables dans le temps et plus riches en protéines. Récupéré sur [cette page](#).

Protin, P., Pelletier, P., Gastal, F., Surault, F., & Julier, B. (2014). Les prairies multi-espèces, un levier pour des systèmes fourragers performants. Fourrages, 218, pp.167-176.

RMT DévAB. (2009, 06). Les prairies multi-espèces en agriculture biologique. Récupéré sur [cette page](#).

5.16 SILPHIE

AGREAU. (2020, 08 07). Réchauffement climatique : la silphie, plante miracle contre la sécheresse et les pesticides ? Récupéré sur [cette page](#).

Avenir agricole de l'Ardèche. (2021, 04 29). Silphie : une culture écologique d'avenir . Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture d'Alsace. (2019). La silphie perfoliée. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de Nouvelle Aquitaine. (2021). La silphie perfoliée. Récupéré sur [cette page](#).

Réussir lait. (2021, 07 06). La silphie, une pérenne remise au goût du jour. Récupéré sur [cette page](#).

Semence mag. (2022). La silphie, elle a tout pour plaire ! Récupéré sur [cette page](#).

Silphie France. (2023). Présentation de la Silphie. Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2020, 08 21). La silphie, une culture écologique et résistante à la sécheresse. Récupéré sur [cette page](#).

Web agri. (2022, 10 28). La silphie, une fourragère pérenne aux valeurs protéiques alléchantes. Récupéré sur [cette page](#).

Wiki Triple performance. (2023). Silphie. Récupéré sur [cette page](#).

5.17 SOJA

Actu. (2019, 12 20). Soja, pois chiche... Face au réchauffement climatique, de nouvelles cultures en Normandie. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture du Loiret. (2018). La culture du soja. Récupéré sur [cette page](#).

Cultivar. (2021, 05 05). Irrigation du soja : les principaux points d'attention. Récupéré sur [cette page](#).

Guilpart, N., Iizumi, T., & Makowski, D. (2022). Data-driven projections suggest large opportunities to improve Europe's soybean self-sufficiency under climate change. *Nature food*, 3(4), 255-265. Récupéré sur [cette page](#).

INRAE. (2020, 04 01). Mieux comprendre la biologie du soja pour développer sa culture en France et en Europe. Récupéré sur [cette page](#).

Nendel, C., Reckling, M., Debaeke, P., Schulz, S., Berg-Mohnickle, M., & Constantin, J. (2023). Future area expansion outweighs increasing drought risk for soybean in Europe. *Global change biology*, Vol 29 - issue 5, pp 1340-1358.

Ouest France. (2022, 04 29). Avec le changement climatique, l'Europe pourrait se passer du soja américain. Récupéré sur [cette page](#).

Plein Champ. (2022, 04 11). Soja sans complexe (1/4) : l'Europe potentiellement autonome, selon l'Inrae. Récupéré sur [cette page](#).

Réussir. (2021, 11 03). Soja : les faibles coûts de production, un atout clé pour la culture. Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2022, 09 21). La culture du soja peut-elle se développer dans le nord de la France ? Récupéré sur [cette page](#).

Terres Inovia. (2022). Guide de culture soja. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Univia. (2023). Le soja. Récupéré sur [cette page](#).

5.18 SORGHO

Amigues, J., Debaeke, P., Itier, B., Lemaire, G., Seguin, B., Tardieu, F., & Thomas, A. (2006). Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective, Rapport, INRA (France), 380 pages + annexes.

Arvalis. (2022-2023). Sorgho - variétés et interventions - synthèse nationale. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de la Vienne. (2023). Le sorgho - fiche technique. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture de Normandie. (2022). Cultiver du sorgho fourrager en Normandie. Récupéré sur [cette page](#).

France culture. (2022, 11 08). Le sorgho, une culture d'avenir. Récupéré sur [cette page](#).

Semences de Provence. (2021). Sorgho grain - itinéraire cultural. Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2020, 12 11). Sorgho, houblon, sarrasin...7 cultures atypiques pour sortir des sentiers battus. Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2021, 02 01). Sorgho : « cette petite graine qui monte ». Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2022, 01 04). Sorgho : comprendre les types génétiques pour mieux les valoriser. Récupéré sur [cette page](#).

5.19 TOURNESOL

Chambre d'agriculture de la Vienne. (2021, 06). Fiche technique - Irrigation du tournesol. Récupéré sur [cette page](#).

Chambre d'agriculture Hauts-de-France. (2022). Tournesol - faisabilité de la culture - synthèse expérimentation 2020-2021. Récupéré sur [cette page](#).

INRAE. (2020, 07 08). Sécheresse : le potentiel du tournesol. Récupéré sur [cette page](#).

La France Agricole. (2021, 04 29). Adaptation : Composer la culture du tournesol avec le changement climatique. Récupéré sur [cette page](#).

Le soir. (2021, 06 23). Du blé dur et du tournesol en Wallonie, en phase avec le changement climatique. Récupéré sur [cette page](#).

LG seeds. (2023). Culture du tournesol : tout savoir du semis à la récolte. Récupéré sur [cette page](#).

Terre-net. (2021, 03 23). Le tournesol et sa forte capacité d'adaptation. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Inovia. (2019, 03 22). Irriguer le tournesol : un intérêt accru dans les sols superficiels et intermédiaires. Récupéré sur [cette page](#).

Terres inovia. (2019, 04 05). Le tournesol : une culture qui s'intègre à toutes les exploitations agricoles. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Inovia. (2020, 07 02). Les vrai-faux de l'irrigation du tournesol. Récupéré sur [cette page](#).

Terres Inovia. (2022, 03 22). Tournesol : augmenter les surfaces et optimiser la prochaine récolte d'une culture essentielle pour la souveraineté alimentaire. Récupéré sur [cette page](#).

Usine Nouvelle. (2020, 03 16). Le tournesol peut être "rentable et bénéfique dans les champs". Récupéré sur [cette page](#).

Wikiagri. (2023, 02 06). Le tournesol quitte sa zone de confort. Récupéré sur [cette page](#).

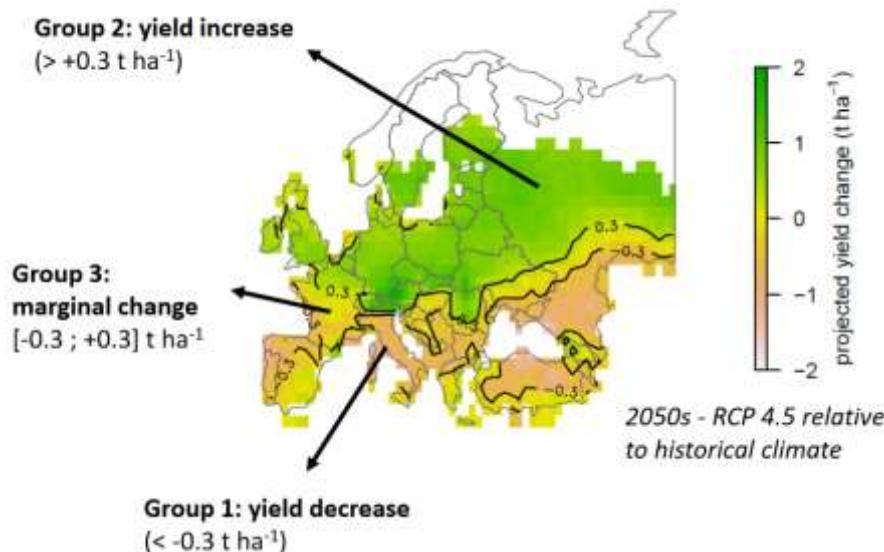
6 ANNEXES

Annexe 1 - Résultats des méthodes ex-ante - exemple de la modélisation des rendements du soja à la faveur du changement climatique

Une étude de (Guilpart, Iizumi, & Makowski, 2022), dans le cadre du projet européen Legvalue se concentre sur la prédition des rendements du soja dans différents contextes climatiques. L'objectif principal est d'identifier les régions qui seront les plus adaptées à sa production dans le climat futur, en particulier celles où les rendements seront élevés et stables. Les scénarii de réchauffement climatique du GIEC jusqu'à l'année 2090 ont été utilisés et servent de donnée d'entrée à un modèle de prédition de rendements. Les rendements sont comparés par rapport à ceux dans le climat historique de la période 1981-2010. Les résultats de l'étude suggèrent que, les zones appropriées pour la culture du soja se déplacent vers le nord-est de l'Europe.

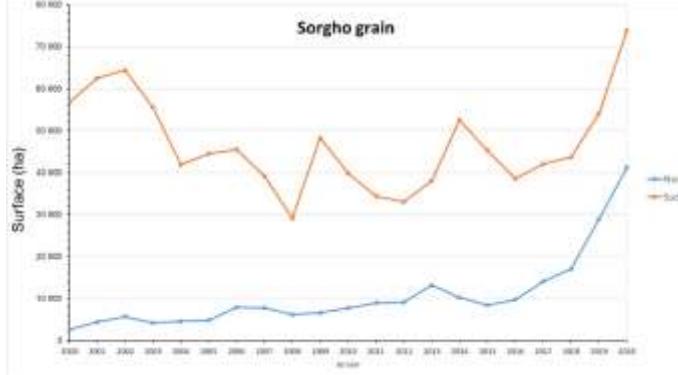
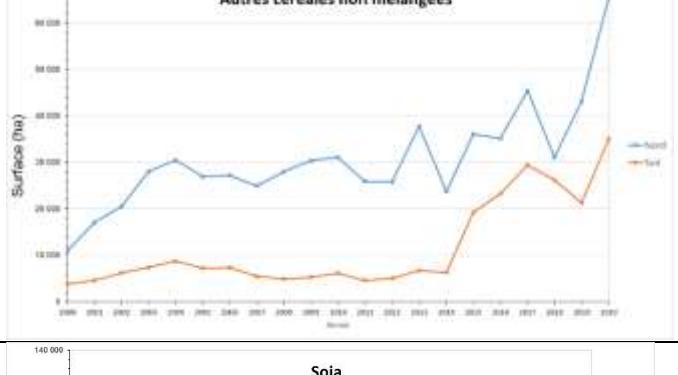
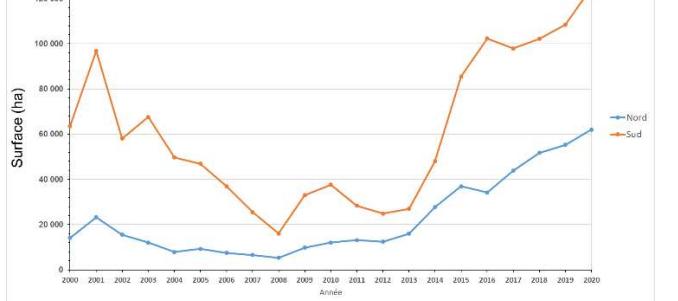
En France, sous le scénario RCP 4.5 du GIEC (stabilisation des émissions avant la fin du XXI^e siècle à un niveau faible), la modélisation donne des rendements en hausse dans le nord du pays, mais en baisse dans le sud.

Il est prévu de réaliser le même genre d'étude pour les cultures suivantes : pois, féverole, pois chiche, lentille.

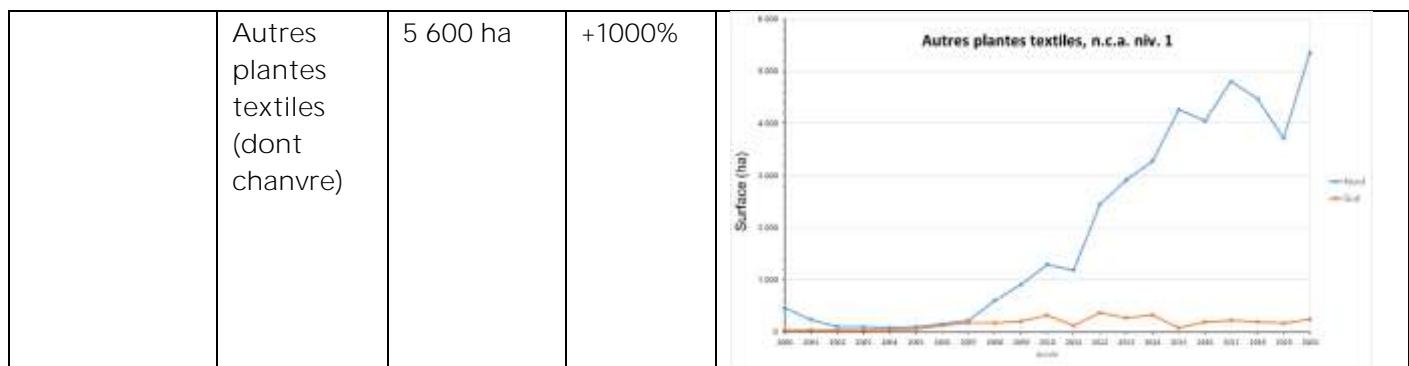


Modélisation des rendements en soja en 2050 et comparaison avec les rendements 1981-2010 (Guilpart et al, 2022).

Annexe 2 - Evolution des surfaces des différentes cultures

Type de culture	Surface en 2020	Evolution 2000-2020	Evolution des surfaces entre 2000 et 2020 en fonction des régions	
Se développant partout sur le territoire	Sorgho grain	115 000 ha	+100%	
	Mélanges de céréales hors mélteil*	107 500 ha	+100%	
	Autre céréales non mélangées *	100 500 ha	+600%	
	Soja	187 000 ha	+150%	

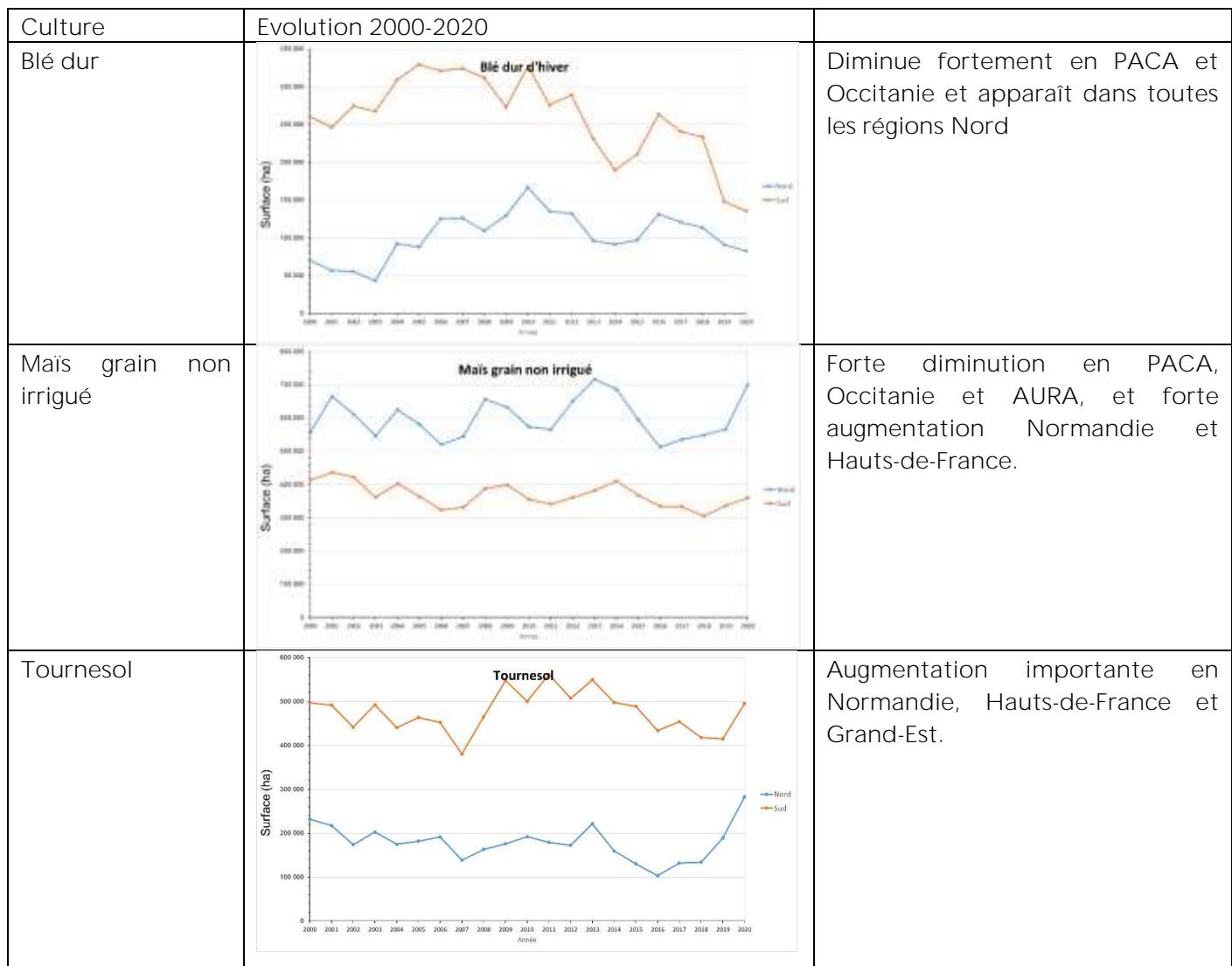
	Féveroles et fèves	76 500 ha	+200%	
	Lentilles (y compris semences)	33 000 ha	+400%	
Se développant surtout dans les régions Sud	Lin oléagineux	32 000 ha	+100%	
	Pois sec (pois casserrie)	20 500 ha	+1600%	
Se développant surtout dans le nord	Lin textile	141 000 ha	+150%	



* Mélanges de céréales hors méteil : Il s'agit de cultures de plusieurs espèces récoltées ensemble : orge-avoine, blé-avoine, etc.

* Autre céréales non mélangées : figurent notamment dans ce poste toutes les autres céréales non mélangées non dénommées ailleurs : sarrasin (*Polygonum fagopyrum*), alpiste (*Phalaris canariensis*), millet à grappes ou commun (*Panicum miliaceum*), millet panis (*Setaria italica* [L.] P. Beauv.), quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Cultures qui migrent :



Source : statistique agricole annuelle

Annexe 3 – Analyse des principaux facteurs liés à la production des cultures

	Cultures	Tournesol				Sorgho				Mais grain (non irrigué)							
Données macro	Aire géographique	Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :			Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :			Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :						
		Quart Sud Ouest	Remonté vers le nord : expansion dans le Centre, la Bourgogne-Franche-Comté et le Grand-Est			Occitanie et Nouvelle-Aquitaine (et Centre Val de Loire)	Développement au Sud et migration vers le Centre et les régions nord			Majoritairement Sud Ouest Sud Ouest - Alsace : irrigué	Se développe en Normandie et Hauts-de-France						
	Surface	778 000 ha en [2020]	Tendance : stable au global - forte augmentation nouvelles régions ; diminution anciennes régions. Haute guerre Ukraine	Stabilité / Variabilité interannuelle : cyclique	115 000 ha en [2020] (sorgho grain) (48 249 ha en 2022 selon FAM)	Tendance : + jusqu'en 2020 ; - depuis 2021	Stabilité / Variabilité interannuelle : très fluctuant sur longue période		Non irrigué : 1.06Mha en [2020] Irrigué : 0.59Mha en [2020] Total : 1.66Mha en [2020]	Tendance : baisse dans les régions sud, augmentation dans les régions nord	Stabilité / Variabilité interannuelle :						
	Production	1.6M t en [2020]			0,5M t en [2020]				Non irrigué : 75.6 Mt en [2020] Irrigué : 57Mt en [2020] Total : 132.6Mt en [2020]								
Agronomie	Diversité variétale	Nécessite encore des recherches pour valoriser pleinement son potentiel et stabiliser ses rendements et pour adapter aux nouvelles régions de production			Variétés non adaptées aux régions Nord pour le moment				Grande diversité variétale. Recherche toujours en cours pour développer des variétés plus précoces.								
	Rendement	20.6 q/ha en [2020]	Tendance : gain de 1 q/ha tous les dix ans, en lien avec le progrès génétique			46,5q/ha en [2020]	Tendance : stable			71.3q/ha en [2020] 104.5q/ha en irrigué en 2020	Tendance : Rendements stagnent dans les régions sud. En augmentation dans les régions nord. Les années de sécheresse, les rendements deviennent supérieurs dans les régions nord.	Stabilité / Variabilité interannuelle : variation plus importante pour non irrigué					
	Calendrier cultural	Culture de printemps Semé en avril Floraison juillet Récolté août septembre			Culture de printemps – Plantation : fin avril à juin / Récolte : septembre-octobre				Culture de printemps Plantation : fin mars à mai Récolte : fin octobre à mi novembre								
	Exigences culturelles	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advanticess :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advanticess :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advanticess :				
		Adapté aux sols à faibles réserves hydriques Supporte mal les sols tassés (développement racinaire)	Le tournesol est moins exigeant en chaleur que d'autres espèces d'été Forte sensibilité au gel	Résistance à la sécheresse ++ Sensibilité début de la floraison - fin du remplissage des graines Besoins totaux 400 à 600mm d'eau Ky = 0.95	Maîtrisable	Sensible aux terres froides et excès eau	Sensible au gel en début de cycle et froid (méiose) Tolère hautes températures	Résistance à la sécheresse ++ (+ que le maïs) Sensibilité : entre gonflement et floraison Besoins totaux (réserve du sol + pluie + irrigation) de l'ordre de 400 à 600 mm. Ky = 0,9	++ en début de cycle		Ne craint pas les hautes températures. Besoins de sommes de températures Croît à partir de 6°C	Résistance à la sécheresse : 0 Sensibilité : stade "fin montaison" jusqu'à la floraison femelle et, quinze jours plus tard, au remplissage des grains (juin - juillet) Besoins totaux : 500 à 800mm Ky = 1.25	+				
	Besoins en intrants	Azote :	Phytos :		Azote :	Phytos :			Azote :	Phytos :							
		80UN/ha	Herbicide : + (début cycle) Fongicide : 0/+ (mildiou) Insecticide : 0		100 à 150 UN	Herbicide : + (début cycle, mécanisable) Fongicide : 0 Insecticide : 0			160 UN/ha en non irrigué	Herbicide : + Fongicide : 0 Insecticide : 0							
	Système cultural	Culture de diversification particulièrement compétitive, qui permet d'allonger les rotations. Respecter délai de retour > 3 ans			Culture de printemps : améliorer la maîtrise du désherbage (effet de rupture) Culture de diversification particulièrement compétitive, qui permet d'allonger les rotations				Déjà largement inclus dans les systèmes culturaux. Tête de rotation.								

	Cultures	Tournesol		Sorgho		Mais grain (non irrigué)			
Sanitaire	Sensibilité aux pathogènes et ravageurs	Maladies : mildiou - temps de retour 3 ans	Ravageurs : peu concerné	Maladies : ne nécessite pas de fongicide	Ravageurs : peu concernée	Maladies : peu concerné	Ravageurs : peu concerné (pyrale maïs)		
Economie	Débouchés / Marché	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))		
		90% de son huile (500 000t) est utilisée en alimentation humaine et les tourteaux (700 000t) sont très appréciés pour l'alimentation du bétail	Saturation rapide du marché	alimentation animale monogastrique (grain) et bovins (fourrages) principalement	Pas d'industrie de l'amidon de sorgho volumes produits sont réduits : difficulté d'incorporation par les fabricants aliments ; majoritairement exporté vers l'Espagne	Large débouchés : alimentation animale, industrie, amidon	Filière très structurée. Nécessité de séchage et stockage		
	Rentabilité	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...	Marge brute entre 341 €/ha et 484 €/ha sur la période 2014- 2020 (peut aller à >1000€/ha en fonction prix et rendement). rendement économique plus limité que d'autres cultures comme le blé ou le colza, mais comparable en rotations sur des terres difficiles.	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...	Marges brutes : 360 à 440 €/ha - proches du tournesol En conditions non limitantes (= pas sécheresse, ou irrigation possible), le rendement est moindre que celui d'un maïs ; en revanche en conditions limitantes (irrigation non possible pour maïs, sécheresse) le sorgho est plus résistant et offre un meilleur rendement.	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions... Marge brute 880€/ha moyenne 2017-2021			
Autres	Culture intéressante agronomiquement et économiquement en zones difficiles. Irrigation d'appui bénéfique.		Souvent présentée comme une "plante miracle" par rapport à la sécheresse..						
Atouts	Résistance à la sécheresse Nécessite peu d'intrants (fertilisant ou phyto) Adapté aux sols peu profonds donc dans certaines zones difficiles (ZI)		*Plante plus résistante à la sécheresse que le maïs (substitut possible au maïs dans les rotations), mais sa capacité de résistance au stress hydrique a des limites en cas de forte sécheresse, - Résistante aux ravageurs et nécessite peu d'intrants		Très bonne valorisation Nombreux débouchés Plante très efficace (tant d'un point de vue azote que eau fournie)				
Faiblesses	Marge moindre que le colza Saturation du marché rapide Dans les régions du Nord, la récolte peut être compromise pour les variétés tardives		*Rendement moindre que le maïs en condition non limitante - Variabilité des surfaces et faible production ne permettent pas une incorporation importante dans l'alimentation du bétail - Gestion des adventices difficile en début de cycle - Pas d'industrie de l'amidon de sorgho, donc valorisation uniquement pour les monogastriques, surtout le porc et les volailles		Faible résistance au stress hydrique Marché fluctuant				

	Cultures	Blé dur				Méteil				Millet			
Données macro	Aire géographique	Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :			Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :			Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :		
		4 bassins de production ; Centre/Ouest océan/Sud Est/Sud Ouest	Une certaine remontée de la culture dans le Nord. BFC +7625% (+1500ha), mais surtout un développement dans le Centre Val de Loire (+28% hiver ; +164% printemps) par rapport à 2020			Zones d'élevage (AURA - Massif Central)	Dynamique positive dans le Sud.			Millet blanc (grain) : Centre Val de Loire (75% de la production)	Retour en Vendée (territoire historique de production). Développement de millet fourrager dans des régions d'élevage (France Comté, Bretagne...)		
	Surface	251 500 ha en [2020]	Tendance : -- dans les régions sud	Stabilité / Variabilité interannuelle : division par 2 en 10 ans	Seigle et mélange : 31 815 ha en [2020]	Tendance : stable	Stabilité / Variabilité interannuelle : Stable au sud, variations cycliques au Nord			20 000 ha en [2020]	Tendance : ?	Stabilité / Variabilité interannuelle : ?	
	Production	1,3 M t en [2020]				Seigle et mélange : 1,3 M t en [2020]				?			
Agronomie	Diversité variétale	Des variétés plus résistantes sont testées (variétés de printemps notamment, mais donnant des rendements moindres				Diversité présente, mais problématique de la mixologie				Grande diversité variétale à travers le monde, mais faible en France			
	Rendement	52,5 q/ha en [2020]	Tendance : stable			Méteil protéique : pour protéines : 3 à 8tMS/ha	Tendance : stable	Stabilité / Variabilité interannuelle : stable		30q/ha	Tendance : ?	Stabilité / Variabilité interannuelle : ?	
	Calendrier cultural	Culture de printemps mais surtout cultivée comme une culture d'hiver Plantation : octobre / Récolte : juillet				Toutes combinaisons possibles. Mais généralement : Interculture Mélange d'1 à 2 céréales et 2 à 3 protéagineux/légumineuses				Culture de printemps (ou dérobée pour le millet fourrager) Plantation : mai / Récolte : septembre-octobre			
	Exigences culturelles	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advantices :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advantices :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advantices :
		Pour les régions plus au nord le blé dur peut geler en hiver. Échaudage (>25°C, notamment si sol superficiel)	Résistance à la sécheresse : 0 (plus sensible que le blé tendre)	Malgré des dates de semis plus tardives que sur blé tendre, le désherbage du blé dur n'en n'est pas moins difficile.	A priori tout type de sol	Certaines variétés de légumineuses craignent le gel hivernal	Résistance à la sécheresse : + (stratégie évitement sécheresse estivale)	Culture très couvrante, pas de pression advantice	Peu exigeant, mais nécessite des sols légers et pas d'excès d'eau.	Très résistant à la chaleur	Résistance à la sécheresse : ++	Sensibilité : ?	Besoins totaux : ?
Besoins en intrants	Azote :	Phyto :			Azote :	Phyto :			Azote :	Phyto :			
	200 UN/ha	Le blé dur a des besoins en azote supérieurs à ceux du blé tendre. Avec un potentiel de rendement plus faible, il nécessite une dose totale d'azote égale ou souvent plus élevée.	Herbicide : + Fongicide : + Insecticide : +		0 à 50UN/ha	Herbicide : 0 Fongicide : 0 Insecticide : 0				Herbicide : + Fongicide : -- Insecticide : --			
	Semble un peu plus sensible sur certains points que le blé tendre.				Pour améliorer l'autonomie par rapport aux concentrés. Peut venir en culture intermédiaire.				Bon précédent cultural du fait de la structuration du sol et de la date de récolte. Vecteur de la fusariose				

	Cultures	Blé dur		Méteils		Millet	
Sanitaire	Sensibilité aux pathogènes et ravageurs	Maladies : sensible aux maladies de l'épi causées par Fusarium et Microdochium (climat pluvieux)	Ravageurs : peu concerné	Maladies : peu concerné (rouille)	Ravageurs : peu concerné	Maladies :	Ravageurs : peu concerné
Economie	Débouchés / Marché	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))
		Environ 600 000 tonnes de blé dur sont écrasées par les semouleries françaises. 75% sont transformées en pâtes alimentaires et couscous, et 15 à 20% de la semoule produite en France est exportée.	Près des 2/3 des de la production française sont destinés à l'export, dont plus de 60% vont vers des pays de l'Union Européenne. Arrivent ensuite les pays du Maghreb, et plus particulièrement l'Algérie. Lustucru ; nouvelle filière Normandie une volatilité des prix exacerbée par rapport aux autres céréales du fait des spécificités du marché mondial du blé dur : marché avec peu d'intervenants et dépendant d'un acteur majoritaire le Canada.	Autoconsommation pour alimentation animale Méteil grain : pour réduire l'achat de concentré Méteil fourrager : pour améliorer l'autonomie fourragère et apporter des protéines	Autoconsommation pour alimentation animale	Millet grain : alimentation animale (oisellerie - avec exportation au Royaume Uni) - alimentation humaine marginalement (Bio) Millet fourrager : alimentation animale (génisses) - peu de données sur la valeur fourragère	Filière essentiellement localisée en Centre Val de Loire. Séchage nécessaire si les conditions d'humidité ne sont pas respectées.
	Rentabilité	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions... Marge supérieure de 200 à 500 €/ha en fonction des départements.	Malgré des performances irrégulières d'une année à l'autre, en lien avec les aléas climatiques, la culture du blé dur reste compétitive en pluriannuel, comparée au blé tendre.	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions... Coût des semences plus élevés, permet cependant de faire des économies sur l'achat de fourrages ou concentrés. Besoin d'analyse à l'échelle du système de production	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions... Marge brute : environ 450€/ha	
Autres						Très peu de références. Pas de filière autre que locale (ex : Centre Val de Loire).	
Atouts	- Marge globalement plus importante que le blé tendre en moyenne - Culture qui devrait profiter du changement climatique - Importance pour la souveraineté alimentaire			- Economie d'intrants (possible sans azote minéral et sans produits phyto) - Très bonne structure du sol après récolte (semis simplifiés possibles) - Reliquat azotés		- Bon précédent (structure du sol et date de récolte) - Culture d'été à cycle court (90-110 jours) pouvant se semer tard, résistante à la sécheresse - Quasi absence de traitement phytosanitaire encours de culture en dehors du désherbage - Semis et récolte avec le matériel à céréales classique	
Faiblesses	- Variabilité des prix et de la production - Moins résistant aux stress (hydrique, maladies) que le blé tendre - Nécessite plus d'azote que le blé tendre - Conditions en fin de cycle séchante pour pouvoir avoir une récolte de qualité Logistiques : petits volumes, manque d'outil de stockage, difficile à optimiser. Agronomique : peu de diversité génétique (tolérance maladies). Économique : compétition (blé dur, PPAM) et manque débouchés/innovations produits, mauvaise adéquation entre offre/demande.			- Valeurs alimentaires moyenne si récoltés à un stade avancé (après épiaison) - Valeur protéique variable selon le mélange et les conditions pédoclimatiques - Coût de semence élevé - Rendement et les valeurs alimentaires varient beaucoup en fonction du stade de récolte et du type de mélange - Fourrage à faible densité énergétique - Récolte délicate (fenêtre d'intervention restreinte)		- Marché de niche - Marché fluctuant - Souvent récolté à 17-18 % d'humidité nécessitant une ventilation ou un séchage - Vecteur de fusariose	

	Soja				Lentille							
Données macro	Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :			Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :						
	Sud Ouest, vallée du Rhône/BFC	En sec : Fort développement des surfaces ces dernières années (variétés 00 et 000) sur les régions septentrionales mais qui stagne en Alsace et plaines de bourgogne/AURA, Centre Ouest, excepté sur le Bassin parisien, ZI (et Grand Ouest) où les surfaces continuent d'augmenter. Une légère progression sur le bassin Occitanie Ouest en remplacement du tournesol. Irrigué : forte augmentation dans la zone maïssicole de Nouvelle Aquitaine.			Puy et Berry historiquement - CVL et GE sont les régions les plus productrices.	Forte augmentation en NA : de 0 à +4000ha depuis 2000. En augmentation depuis quelques années, mais stagne (Centre Ouest) Ouest), voire baisse en zones intermédiaires, Bassin parisien, grand Ouest. Légère augmentation en Occitanie Ouest les plaines de bourgogne/AURA et HdF. Augmentation restreinte par les aires de l'appellation, mais développement des autres types de lentilles. Diminution en 2020 (sécheresse).						
	186 700 ha en [2020]	Tendance : ++	Stabilité / Variabilité interannuelle : augmentation		35 516 ha en [2020]	Tendance : +	Stabilité / Variabilité interannuelle : en baisse ces 3 dernières années suites à des pertes de rendements importantes en 2020.					
	0,4 M t en [2020]			0,03 M t en [2020]								
Agronomie	Fort développement ces dernières années - génétique adaptée aux terroirs et aux conditions pédoclimatiques. Les progrès en termes de potentiel, tolérance aux maladies et agronomiques ont été fulgurants ces dernières années				Très faible diversité variétale							
	21,8 q/ha en [2020]	Tendance : stable	Stabilité / Variabilité interannuelle : ?		8,2 q/ha en [2020]	Tendance : très affectée par aléas climatiques, plutôt en baisse ces dernières années.	Stabilité / Variabilité interannuelle : + ou -					
	Culture de printemps - Semis : mai – Récolte : octobre/septembre Peut se faire en double culture (dérobé, relay-cropping) dans le sud				Culture de printemps Plantation : février-mars Récolte : juillet							
	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advantices :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advantices :				
	Eviter les sols trop calcaires (supérieur à 10 %) Privilégier les sols qui se réchauffent rapidement, car ils favorisent la levée et la nodulation Les sols doivent être inoculés	Besoin d'une somme de température élevée pour arriver à maturité. - variétés précoces ont des rendements plus faibles	Résistance à la sécheresse : 0 Sensibilité de la floraison à la première gousse brune Besoins totaux 450/570mm d'eau pour 30-35q/ha Ky = 0.85	++ Evitez les parcelles à fort risque d'enherbement en flore printanière	Supporte les sols argilo calcaires superficiels. Eviter les sols compactés, mal aérés, acides (pH mini: 6,5), lourds ou hydromorphes Exige des sols drainants mais pas séchants en été.	Gel de la culture à -5°C/-7°C Supporte mal les températures >25-30°C	Résistance à la sécheresse : 0 Sensibilité de la floraison Besoins totaux 115-230mm Ky ?	++ Evitez les parcelles à fort risque d'enherbement en flore printanière				
	Azote :	Phyto :			Azote :	Phyto :	Herbicide : ++ Fongicide : + Insecticide :					
	Légumineuse	Herbicide : + Fongicide : 0 Insecticide : 0/+			Légumineuse	Bon précédent (azote) Laisse des parcelles propres Intervalle 5-6 ans pour éviter maladies						
	Bon précédent pour céréales (azote et structuration sol)				Maladies : Les risques de pathogènes sont importants Intervalle 5-6 ans pour éviter maladies							
Sanitaire	Maladies : peu concerné - Temps de retour 2 ans min	Ravageurs : peu concernée			Ravageurs : bruche, Aphanomyces							

	Soja		Lentille	
Economie	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))
	La principale utilisation en France est celle de l'alimentation animale. Le tourteau de soja est utilisé par les bovins laitiers (36%) et viande (8%), les volailles de chair (29%), les volailles de ponte (9%), les porcins (6%) et autres (10%). 28 000t d'huile de soja produite. La production française ne couvre qu'une infime partie de la demande nationale, laquelle est satisfaite par les importations (Brésil, USA principalement).	Développement des surfaces tiré par le marché de l'alimentation animale, même si marché de l'alimentation humaine en progression.	Alimentation humaine.	La qualité requise pour l'alimentation humaine entraîne des exigences importantes pour la récolte, le tri et le stockage. Culture sous contrat uniquement
	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...		Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...	
	Marge brute moyenne autour de 500€/ha, a augmenté ces derniers temps (700-1000€/ha) Marge brute plus élevée pour irrigué Les prix de vente atteignent 350 €/t en filière alimentation animale, 425 €/t en filière conso. Moins compétitif que autres cultures (notamment dans régions Nord) mais compétitivité boostée par prix énergie		Marge brute de 600 à 800€/ha mais variable avec les rendements.	
	Le soja est une culture pour laquelle l'irrigation est souvent indispensable pour atteindre des niveaux de rendement économiquement intéressant dans les régions sud. Principal frein : pas assez compétitif par rapport aux importations, sauf sur le créneau non OGM.			
	<ul style="list-style-type: none"> - Semis possible avec un semoir à céréales classique mais meilleure implantation au semoir mono-graine - Très peu de ravageurs (hors lièvres et oiseaux) et de maladies - Pas de fertilisation azotée - Exigence en eau un peu plus modérée que le maïs - Culture adaptée à l'agriculture biologique - Bon précédent pour les céréales - Effet structurant sur le sol (plante pivot) 		Restitution d'azote (30 u pour culture suivante) Diversification de la rotation : alternance culture automne / printemps pour briser le cycle des mauvaises herbes Rotation : 3 à 5 ans	
	<ul style="list-style-type: none"> - Inoculation des graines indispensable les 1ères sannées - Attention aux mouches des semis et limaces si levées lentes et difficiles - Semis dans un sol réchauffé début mai (environ 10°C) - Plante peu couvrante en début et fin de cycle, très sensible à la concurrence - Besoins en eau tardifs et importants tout au long du cycle. Consommation équivalente à un maïs - 1ères gousses basses compliquent la récolte sans coupe adaptée - Débouchés variables selon le secteur - Ne convient pas aux sols trop calcaires - Vigilance aux attaques d'oiseaux et gibiers au démarrage de la culture <p>Logistique : opérateurs organisés autour du maïs (NA) dans les régions spécialisées, allergène. Economique : concurrence du maïs plus rentable. Technique : difficulté à produire en sec, irrigation nécessaire.</p>		Logistique : petits volumes, manque d'outil de stockage, difficile à optimiser. Agronomique : peu de diversité génétique (tolérance maladies). Economique : compétition (blé dur, PPAM) et manque débouchés/innovations produits, mauvaise adéquation entre offre/demande.	

	Cultures	Pois chiche				Pois protéagineux				Féverole			
Données macro	Aire géographique	Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :			Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :			Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :		
		Occitanie	Augmentation depuis quelques années des surfaces particulièrement en Occitanie Ouest et Bassin méditerranéen en bio car bonne tolérance à la sécheresse et un peu sur Bassin parisien et ZI. Mais développement très instable (saturation rapide du marché). Développement très récent en HdF, plaines de bourgogne/AURA, mais surfaces très confidentielles. Diminution en 2020 (sécheresse).			Moitiée Nord de la France, notamment dans les zones intermédiaires (problématique de baisse de rendement du fait de déplacement dans ces zones intermédiaires)	Forte diminution depuis une trentaine d'années (problèmes agronomiques et concurrence colza) Fluctuant. Léger développement du pois et de la féverole depuis 2018 en ZI, Bassin parisien, Centre Ouest, HdF, Occitanie Stagne partout ailleurs. Basculement vers du pois d'hiver pour éviter le stress therminque/hydrique.			Féverole d'hiver : moitié ouest et Nord Féverole de printemps : Sud Ouest	Diminution des surfaces cultivées dans le sud du fait d'aléas climatiques ayant particulièrement affectés les rendements ces dernières années.		
	Surface	23 464 ha en [2020] (y compris pois de casserie)	Tendance : ++	Stabilité / Variabilité interannuelle : augmentation constante		230 000 en [2020] ; 134 000 ha en [2022]	Tendance : à la baisse			76 539 ha en [2020] ; 68 000 ha en [2022]	Tendance : à la baisse après un pic en 2010	Stabilité / Variabilité interannuelle : pic en 2010 - varie entre 40 000 et 60 000ha	
	Production	0.03M t en [2020]			0.6 M t en [2020]				0.15 M t en [2020]				
Agronomie	Diversité variétale	Variétés pas encore adaptées pour le nord				A développer. Se diversifie vers des pois d'hiver				Développement de la féverole de printemps, développement de variétés important. Reste encore des problématique pour les variétés à fleurs blanches, sans tanin, mais moins productive. Féverole de printemps : sud et nord Féverole d'hiver : ouest			
	Rendement	16.6q/ha en [2020]	Tendance : baisse importante	Stabilité / Variabilité interannuelle : baisse continue		27.4q/ha en [2020]	Tendance : à la baisse ; cela s'explique par le fait que la zone de production est essentiellement située dans zones à potentiels moins importants qu'auparavant, par des aléas climatiques, ainsi qu'une sensibilité aux maladies	Stabilité / Variabilité interannuelle : très sensible aux aléas climatique - tendance à la baisse.		19.4 q/ha en [2020]	Tendance : baisse (problématique de qualité avec la bruche); mais aussi développement de variétés moins productives.	Stabilité / Variabilité interannuelle : forte variabilité en fonctions des aléas climatiques (notamment les vagues de chaleur).	
	Calendrier cultural	Culture hiver ou printemps - principalement semée au printemps en remontant vers le nord Semi : novembre ou février Floraison : avril - mai Récolte : juin				Culture historiquement de printemps, mais des variétés d'hiver se développent, notamment dans le but de réduire l'exposition au stress hydrique. Plantation : Pois de printemps : février - mars Pois d'hiver ; novembre Récolte : en même temps que les céréales - juillet				Culture de printemps, mais développement de variétés d'hiver Plantation : fin octobre-début novembre / Récolte : juillet			
	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+0	Pression advantices :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+0	Pression advantices :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+0	Pression advantices :	

	Cultures	Pois chiche				Pois protéagineux				Féverole				
	Exigences culturelles	Evitez : - les sols hydromorphes (excès eau) - les sols froids et les limons battants (levée) - les sols acides et les sols sableux - une parcelle avec un stock grainier important - déconseillé en sol profond (maturité trop lente des plantes)	Très sensible au gel dès le stade 3-4 feuilles Problématique maturité : n'est pas monté aussi au nord que le pois, la lentille et la féverole, car c'est une culture qui n'aime pas les climats doux et pluvieux et préfère le climat méditerranéen.	Résistance à la sécheresse : ++ Sensibilité : floraison Besoins totaux 110 et 240 mm par an pour produire des rendements en fonction des types de sol : impact sur le rendement et sur la qualité Supporte mal les fins de printemps trop humides	Très sensible à la concurrence des adventives en fonction des types de sol : impact sur le rendement et sur la qualité	Eviter les sols caillouteux	Pois d'hiver : encore sensible aux gels	Résistance à la sécheresse : 0 Sensibilité : mi-mai/juin Besoins totaux : 410mm - 300 à 500mm Ky = 1.15	+ implantation	Pas très exigeant, mais préférentiellement sur sols profonds, aérés, non battants (elle est plus sensible à la battage que le pois). Eviter les sols légers, hydromorphes ou asphyxiants.	Féverole d'hiver résiste au gel (-12°C) mais de façon moindre que le pois. Craint les températures >25°C	Résistance à la sécheresse : 0 Sensibilité : floraison (fin mai - mi juillet) nécessite plus d'eau que le pois en fin de cycle Besoins totaux : 300mm - environ même que le pois Ky = ?	+ - capable d'étouffer les adventives	
	Besoins en intrants	Azote : Légumineuse (attention inoculation, pas toujours faite dans le nord)	Phyto : Herbicide : + Fongicide : + Insecticide : 0	Azote : 0 légumineuse	Phyto : Herbicide : + Fongicide : + Insecticide : 0					Azote : 0 légumineuse	Phyto : Herbicide : + Fongicide : 0 Insecticide : +			
	Système cultural	Cette culture est un bon relais d'assoulement et donc de diversification des systèmes d'exploitation (apport azote culture suivante). Elle permet de casser le cycle des adventives du fait de son semis au printemps.			Très bonne tête de rotation, très bon précédent pour céréale. Temps de retour minimal : 6 ans.				Très bon précédent pour céréale (gain pour un blé peut être de 200€/ha). Difficulté pour le matériel de semi qui est particulier étant donné la taille des graines.					
Sanitaire	Sensibilité aux pathogènes et ravageurs	Maladies : Délai de retour: 5-6ans (/risque anthracnose)	Ravageurs : peu concernée		Maladies :	Ravageurs : le risque d'avoir une attaque due à l'aphanomyces est important Bruche			Maladies :	Ravageurs : bruche				
Economie	Débouchés / Marché	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))		Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))			Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))				
		Le débouché exclusif est l'alimentation humaine	Alimentation humaine.		Le principal débouché était l'alimentation animale (élevage porcins et autoconsommation à la ferme). C'est aujourd'hui l'alimentation humaine (ingrédient ou directement consommé).	Problématique logistiques des légumineuses en général. Problématique de volume pour l'incorporation dans l'alimentation animale.			Principalement en autoconsommation pour alimentation animale. Marché alimentation humaine en progression	Pour les féveroles non autoconsommées, le coût logistique reste élevé et la capacité d'investissement est limitée par des volumes réduits. Contrairement au blé ou au pois, la féverole est encore peu valorisée sous forme fractionnée (protéines, glucides et fibres).				
	Rentabilité	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...			Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...			Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...			Marge brute : entre 230 et 900€/ha selon la conduite, le débouché et le contexte de sol et de climat. Souvent autour de 430 à 730 €/ha			
Autres									Peut remplacer le pois.					

	Cultures	Pois chiche	Pois protéagineux	Féverole
Atouts	<ul style="list-style-type: none"> - Supporte mieux les déficits hydriques et les fortes températures que les autres légumineuses à graines - Port dressé permettant l'implantation sur des sols caillouteux. - Adapté au climat sec - Coupure des cycles ravageurs et maladies des céréales - Résistant à l'Aphanomyces - Amélioration de la structure du sol si bonne implantation : son système racinaire est doté d'un puissant pivot. 	<p>Légumineuse : très bonne tête de rotation. Bon potentiel de rendement en cas de conditions climatiques favorables.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – tête d'assoulement favorable aux céréales – résistante à l'Aphanomyces du pois. – économies d'intrants ainsi que 3 à 4 passages de pulvérisateur en moins par rapport à un pois – peut se cultiver en terrains argileux ou caillouteux et s'accommode plus que les autres protéagineux d'un lit de semence grossier – également des chantiers de récolte – Améliore la structure du sol – Récolte facile grâce à une bonne tenue de tige et décalée après la récolte des céréales – Facilité de stockage 	
Faiblesses	<ul style="list-style-type: none"> - Culture mineure en France (peu de produits homologués ou de connaissances) - Très sensible à la concurrence des adventices en fonction des types de sol : impact sur le rendement et sur la qualité - Si Rhizobium cicerii absent, pas de fixation d'azote atmosphérique - Devient très sensible au gel dès le stade 3-4 feuilles - Ne supporte pas les sols présentant un excès d'eau ou mal drainés. - Supporte mal les fins de printemps trop humides. Développement de la plante est au départ assez lent. - Filière en construction - Marché volatile - Production uniquement sous contrat - Délai de retour : 4-5 ans (/risque anthracnose) 	<p>Agronomiques : conditions climatiques (sécheresse) qui pénalise les rendements, problèmes sanitaires. Economique : manque de débouchés / prix peu attractifs.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – n'aime pas les sols acides à pH < 6 – sensibilité à la sécheresse de fin de printemps et de début d'été (floraison-nouaison) – Rendements irréguliers 	

	Cultures	Prairies multiespèces			Luzerne			
Données macro	Aire géographique	Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :			Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :	
		Localisées surtout dans l'Ouest	?			Grand Est (déshydratation) Fourragère : régions de polyculture élevage et majoritairement Occitanie	En progression, surtout dans les zones où l'élevage est présent (fort développement en ZI), dans les systèmes bio (culture nettoyante).	
	Surface	Difficile à quantifier. Présence surtout en agriculture biologique - deux tiers des prairies semées en AB dans les Pays de la Loire seraient des prairies multiespèces. D'autres sources indiquent qu'elles constitueraient 70% des prairies semées.	Tendance : regain d'intérêt dans l'Ouest	Stabilité / Variabilité interannuelle ?:		350 000 ha en [2020]	Tendance : + après forte baisse depuis 1970	Stabilité / Variabilité interannuelle :
Agronomie	Production	??			3.5 M t en [2020]			
	Diversité variétale	Diversité présente, mais problématique des semences et de la mixologie			Les types nord, les plus utilisées et adaptées aux conditions climatiques des régions du nord de la France, et les types sud,			
	Rendement	Équivalent à ceux d'une prairie temporaires (environ 10tMS/ha)	Tendance : ?	Stabilité / Variabilité interannuelle : rendements plus stables qu'une prairie naturelle/prairies RGA/TB	10 tMS/ha en [2020]	Tendance : plutôt orientés à la baisse pour la luzerne déshydratée		
	Calendrier cultural	Prairie temporaire Plantation : automne ou printemps Plusieurs récoltes dans l'année			Culture fourragère implantée pour 3-5 ans Plantation : printemps ou automne (difficulté température froide et implantation, mais première coupe au printemps suivant)			
	Exigences culturelles	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+0	Pression avantages :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+0
		Très dépendant du mélange	Dépend des espèces (RGA ne pousse plus quand la température est supérieure à 25°C), mais l'association donne une résistance globale plus élevée qu'en monoculture.	Résistance à la sécheresse : + (+ importante qu'une prairie mono-espèce)	X	Eviter les sols acides et hydromorphes	Stoppe sa photosynthèse à partir de 30°C (ray grass 25°C)	Résistance à la sécheresse : + Sensibilité : implantation - floraison (juin juillet) Besoins totaux : 800 à 1600mm Ky = ?
	Besoins en intrants	Azote :	Phytos :			Azote :	Phytos : Herbicide : 0 (sauf implantation) Fongicide : 0 Insecticide : 0	
		Utilisation bien moindre avec présence de légumineuses	X			Légumineuse		
	Système cultural	Tête de rotation Nécessite la présence d'élevage sur l'exploitation (ou contrat avec éleveur)			Permet d'améliorer l'autonomie protéique, cependant moindre apport énergétique que le maïs. PRairie temporaire restant 4/5 ans, nécessite d'avoir suffisamment de parcelles.			
Sanitaire	Sensibilité aux pathogènes et ravageurs	Maladies : X	Ravageurs : X			Maladies : peu concernée	Ravageurs : limaces à l'implantation	
Economie	Débouchés / Marché	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))			Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))	
		Intraconsommation	Aux trois quarts, ces mélanges sont réalisés par les éleveurs à partir de composants qu'ils achètent et 20 à 30 % proviennent de mélanges tout faits. Nécessité d'adapter les mélange à chaque parcelle.			Fourragère : autonconsommation, alimentation animale (convient très bien aux vaches laitières) Déshydratation	Déshydratation souvent sous contrat annuel (récolte faite par entreprise). Luzerne fourragère autoconsommée	
		Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...			Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...			

	Cultures	Prairies multiespèces	Luzerne
	Rentabilité	<p>Marge brute : à raisonner à l'échelle de l'exploitation</p> <p>Plus productive, production plus régulière intra et interannuelle.</p> <ul style="list-style-type: none"> - semences plus chères (X2 par rapport à la luzerne) - utilisation moindre d'engrais 	A voir à l'échelle système de production. Peut être bénéfique par rapport à maïs + soja acheté, si rendements >10tMS/ha
	Autres		
	Atouts	<ul style="list-style-type: none"> - Une production plus régulière sur l'année et entre les années - Des prairies robustes face aux aléas climatiques - Une meilleure adaptation face à l'hétérogénéité des sols intraparcellaires - Peu de salissement - Une meilleure qualité alimentaire (MAT et UF) et plus régulière - Réduction de la fertilisation azotée - Amélioration de la biodiversité - Réponse possible au plan protéines 	<ul style="list-style-type: none"> - Economie intrants (fertilisants, phyto) - Excellente tête de rotation (structure sol, azote) - Pérennité ; peu de travail du sol - Culture « nettoyante » pour adventices - Rendements réguliers en MS et protéines
	Faiblesses	<ul style="list-style-type: none"> - Essentiellement utilisée par les élevages AB (sans fertilisation minérale) - Maintien de l'équilibre du mélange - Désherbage avec des légumineuses - Pilotage de la fertilisation - Gestion des différentes espèces au pâturage - Approvisionnement de certaines espèces difficiles - Une différence d'appétence avec un RGA-TB au pâturage 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne convient pas aux sols acides - Implantation peut être difficile - Inoculation parfois nécessaire - Difficulté pour la récolte en foin - Valeur UF limitée, nécessite complément énergie - Outil de transformation ?

	Chanvre				Lin textile A COMPLETER				Lin oléagineux A COMPLETER					
Données macro	Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :			Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :			Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :				
	Champagne-Ardenne, Bourgogne, Franche-Comté, Pays de la Loire, Ile-de-France, Basse-Normandie, Bretagne et Poitou-Charentes	Des essais sont réalisés dans les régions plus au sud.			Normandie et Hauts de France concentrent 95% des surfaces	Augmentation constante dans le bassin Normand et Hdf (x2 en 10 ans). Potentiel développement en Bretagne et dans le Cotentin du fait de l'élévation des températures.			Centre Val de Loire	Anciennement en Picardie, déplacement vers des régions plus au sud avec variété d'hiver. Stagne (Bassin parisien), voire baisse sur tous les bassins producteurs (Occitanie Ouest, Centre Ouest). Housse en 2020.				
	22 000 ha en [2020]	Tendance : hausse constante depuis dix ans sur tous les bassins de production.	Stabilité / Variabilité interannuelle : hausse quasi constante depuis 10 ans		141 809 ha en [2020]	Tendance : +			32 016 ha en [2020]	Tendance : + (objectif de 50 000 ha à l'horizon 2024)				
	0.2 M t paille en [2020] 0.02Mt chenivis en [2020]		75 M t en [2020]				6M t en [2020]							
Agronomie	Nécessite encore de la recherche.				En développement de variétés plus rustiques et des variétés d'hiver				Développement important réalisé avec des variétés d'hiver					
	8 à 10 q/ha en chenivis pour 8 t/ha de paille	Tendance : plutôt stable			52.7 q/ha en [2020]	Tendance : stable	Stabilité / Variabilité interannuelle : forte variabilité en cas de sécheresse printanière		19 q/ha en [2020]	Tendance : hausse du au progrès génétique	Stabilité / Variabilité interannuelle : + ou -			
	Culture de printemps Semé en avril-mai / Récolte fin août et octobre absence d'interventions entre le semis et la récolte. Il permet un étalement de la charge de travail				Culture de printemps - mais développement de variétés d'hiver Plantation : mars/avril / Récolte : juin puis rouissement et récolte finale jusqu'à septembre				Culture d'hiver (et aussi de printemps) Plantation : setembre - octobre / Récolte : juillet-août					
	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advanticess :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advanticess :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advanticess :		
	Préférez les terres légères, profondes et fraîches aux sols lourds, tassés ou hydromorphes	Sensible au gel en début de cycle Tolère les hautes températures	Résistance à la sécheresse : +/++ Sensibilité : peu de période sensible Besoins totaux 240-320 mm par an Ky = ?	Peu concernée - réglé par une couverture rapide au printemps	Nécessite des sols aérés et profonds. Assez exigeant.	Gel : Variétés de printemps : résistance au gel jusqu'à -5°C ; hiver jusqu'à -20°C Températures élevées : arrêt de la photosynthèse à partir de 20-25°C mais moins affecté que les céréales	Résistance à la sécheresse : 0 Sensibilité : avril à juin et aussi pendant le rouissement Besoins totaux : 600 mm Ky = ?	++	Sols profonds à privilégier	Sensibilité au froid et gels tardifs : variétés hivernales sont moins sensibles, mais restent sensibles au gel de printemps (d'où l'utilisation de variétés de printemps dans les régions où le risque de gel printannier est important) Températures élevées : très sensible aux températures >25°C en juin-juillet	Résistance à la sécheresse : 0 Sensibilité : juin-juillet (floraison) Besoins totaux : >600 mm Ky = ?	++		
	Azote :	Phyto :			Azote :	Phyto :			Azote :	Phyto :				
	100 UN/ha	aucun traitement phytosanitaire			60 à 100 uN/ha	Herbicide : + Fongicide : + Insecticide : +			70-100uN/ha	Herbicide : + Fongicide : + Insecticide : +				
	Très bonne tête de rotation améliorant la rétention d'eau et en permettant un meilleur rendement des cultures semées à sa suite Problématique de la récolte : matériel spécifique, temps de récolte réduit				Temps de rotation >6-7 ans Très bonne tête d'assoleement pour la structuration du sol Très sensible à la verse, à positionner derrière une céréale.				Temps de rotation >6-7 ans Très bon précédent aux céréales à paille Gestion des résidus post-récolte importante étant donné la fibrosité des résidus.					

	Chanvre		Lin textile A COMPLETER		Lin oléagineux A COMPLETER	
Sanitaire	Maladies : peu concerné	Ravageurs : peu concerné	Maladies : oïdium, verticilliose	Ravageurs : altises	Maladies : septoriose	Ravageurs : Altises, thrips et champignons
Economie	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))
	Toutes les parties de la plante (fibre, chènevotte ([paille], chènevise [graine] et poudre) sont utilisées : papeterie, éco-construction, plasturgie, litière pour animaux, huile alimentaire, paillage. Graine est sous-exploitée ; c'est une huile rare, usages à haute valeur ajoutée. Il présente des problèmes de débouchés (ex : les panneaux isolants ne sont pas compétitifs économiquement).	La proximité d'un outil industriel de transformation est un atout, du fait du coût important du matériel, notamment pour la récolte qui est l'étape la plus complexe	Essentiellement textile. débouché en pleine expansions du fait d'une demande importante depuis une dizaine d'années.	Non alimentaire (textile, matériaux composites). Création de nouvelles filatures dans les régions nord.	Principalement alimentation animale, mais également développement pour l'alimentation humaine.	Alimentation animale (Valorex pour la marque Bleu Blanc Coeur). Structuration de la filière importante et contractualisation forte.
	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...		Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...		Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...	
	Marge brute de l'ordre de 1000 €/ha - peut être obtenue dès lors que le rendement est de 6,4 t/ha de paille et de 0,9 t/ha de chènevise. Varie avec le type de sol - varie entre 400 et 1300€/ha En revanche, forte perte de marge en cas de récolte à la mauvaise période. Désormais, c'est la graine qui est plus intéressante, car les marges sont plus élevées.		Marge brute : 3000€/ha en moyenne ces 6 dernières années. Marge brute très importante.		Marge brute : 700€/ha Contractualisation	
Autres						
Atouts	<ul style="list-style-type: none"> - très bonne tête d'assoulement - Pas de traitement phyto - bonne résistance à la sécheresse - nombreux débouchés, tout est valorisable - Nouveaux marchés en développement (bâtiment, plastique bio-sourcé, alimentaire, jardinage...) - stockage CO2 (notamment si utilisation en construction) - favorise biodiversité - culture sous contrat 		<ul style="list-style-type: none"> - Bonne tête d'assoulement - Casse les cycles d'adventice - Marge brute très importante 		<ul style="list-style-type: none"> - Bonne tête d'assoulement - Casse les cycles d'adventice 	
Faiblesses	<ul style="list-style-type: none"> - Récolte difficile et contraignante - Valorisation moindre que colza ou blé - Développement de l'Orobanche (plante envahissante) - Nombre de variété limité, - Obligation de sécher les graines dès sortie du champ, - Durée de stockage à la ferme longue, - Filières actuelles saturées, - Culture sous contrat obligatoire, - Manque d'outils de transformation. 		Agronomique : <ul style="list-style-type: none"> - Sensible à la sécheresse. - Culture nécessitant un matériel spécifique - Culture nécessitant un certain savoir faire (surtout pour le rouissage) - Sensible à la verse (excès d'azote ...) - Exigeant vis à vis de la préparation du sol Logistique : manque d'outils de transformation.		Agronomie : forte variabilité des rendements. Economique : variabilité des prix.	

	Miscanthus			Silphie			Pistaches					
Données macro	Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :		Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :		Actuelle :	Evolutions (en cours ou potentielles) :				
	Moitié nord de la France	Poursuit son développement vers l'Ouest, Bassin parisien.		Moitié nord de la France et fortement dans l'Est	Vers l'Ouest et le Sud		Vaucluse	Développement récent dans le sud (possible remplacement amandier)				
	6 500 ha en [2019]	Tendance : à la hausse	Stabilité / Variabilité interannuelle : ?	3 000 ha en [2021]	Tendance : hausse	Stabilité / Variabilité interannuelle : ?	150 - 200 ha en [2020]	Tendance : développement	Stabilité / Variabilité interannuelle : X			
	0.01M t en [2020]			0.005M t en []			Pas encore de récolte (1ère 2023 - production au bout de 5-7 ans)					
	Miscanthus giganteus, un hybride naturel et stérile, qui est cultivé en France			1 seul fournisseur en France - 1 variété			Recherche de variété en cours (adaptation humidité, limiter risque gel)					
Agronomie	150q/ha en [2020]	Tendance : ?	Stabilité / Variabilité interannuelle : selon le type de sol et sécheresse	150q/ha en [2020]	Tendance : ?	Stabilité / Variabilité interannuelle : selon le type de sol	Références étrangères : à maturité 6 à 10kg de noix sèches par arbre ou 15-25kg de noix fraîches.	Tendance : ?	Stabilité / Variabilité interannuelle : forte alternance de production que l'on arrive à réduire avec une bonne gestion de l'irrigation, de la fertilisation et de la taille.			
	Culture pérenne (15 ans) Plantation : printemps (mars avril) 2 ans sans production Développement jusqu'en septembre Récolte en sec : février/mars			Culture pérenne (15 ans) Plantation : printemps (avril - juin) 2 ans sans production Récolte en sec : septembre			Culture arboricole Débourrement ou gonflement des bourgeons : mars Floraison : avril Récolte : Maturité pleine à partir de septembre / récolte de pistache verte : août Récolte : après 5/7 ans - 1 année sur 2 sauf si irrigation					
	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advancées :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advancées :	Sols :	Température :	Eau : résistance à la sécheresse ++/+/0	Pression advancées :
	Tolérante à une large gamme de sols. Toutefois, éviter terres hydromorphes ou séchantes. Intolérant à l'eau stagnante. Préférence pour les sols profonds et riches.	Exigences thermiques peu élevées (température moyenne annuelle de 8 °C suffit). Sensible aux basses températures lors du démarrage (gelées de printemps).	Résistance à la sécheresse : 0 Sensibilité : juin-septembre Besoins totaux : 750-800 mm par an Ky = ?	++ au moment de l'implantation -- après	Eviter les terres acides	Température de développement optimale de 10 à 15 °C Résiste bien au gel avec ses rhizomes (-30°C)	Résistance à la sécheresse : + (notamment estival mais pas début de printemps ?) Sensibilité : printemps Besoins totaux : 400-500 mm par an Ky = ?	++ au moment de l'implantation -- après	Adapté aux sols pauvres et salins. Très sensible à l'excès d'eau et au tassement des sols sols lourds et non drainants sont à proscrire	besoin d'un hiver froid et d'un été chaud et sec sensible au gel à partir de -12°C (mais floraison tardive est une stratégie d'espèce)	Résistance à la sécheresse : ++	X
	Azote :	Phyto :		Azote :	Phyto :		Azote :	Phyto :				
	0 quand sols riches	Herbicide : -- Fongicide : -- Insecticide : --		80-130 UN/ha	Herbicide : -- Fongicide : -- Insecticide : --		Pas de référence	aucun usage phytosanitaire autorisé				
	Culture pérenne entraînant la mobilisation d'une parcelle. Attention aux précédents salissants.			Culture pérenne entraînant la mobilisation d'une parcelle. Attention aux précédents salissants.								
Sanitaire	Maladies : peu concerné	Ravageurs : peu concerné		Maladies : peu concerné	Ravageurs : peu concerné		Maladies : plus sensible que l'amande aux conditions extérieures, et notamment à un champignon qui peuvent sécréter une toxine : aflatoxin	Ravageurs : X				
	Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))		Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))		Débouchés	Structuration aval et logistique (Approvisionnement (quantité et régularité) / récolte, transport, stockage (matériels, organisation))				

	Miscanthus		Silphie		Pistaches	
Economie	- chauffage ou biocombustible 2/3 de l'utilisation actuelle - paillage horticole et la litière pour animaux, et produits biosourcés : 1/3.	Forte proximité nécessaire du fait de la densité faible de la paille. Capacités de stockage importantes Construction de filière de novo	Méthanisation Alimentation animale Peu de données sur la répartition entre ces deux débouchés.	1 seul fournisseur de semence Autoconsommation	Demande de nougatiers/confiseurs locaux	Actuellement dominé par les États Unis qui concentrent plus de la moitié de la production
	Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...					Prix /Marge / Concurrence avec d'autres productions...
	Marge brute d'environ 650€/ha		Peu de données sur la marge brute.			Marge brute : pas de données en France
						Espagne et Italie : plus rentable que l'olive et l'amande
Autres						
Atouts	- Culture pérenne favorisant la lutte contre l'érosion des sols car constitue un couvert en hiver - Potentiel de production important en situation climatique favorable - Produit sec en fin d'hiver directement utilisable en combustion - Besoins limités en intrants - Temps de travaux réduits - Stockage de carbone - Culture favorable à la petite faune et aux auxiliaires de culture - La récolte se déroule en dehors des pointes de travail agricoles.	- plante pérenne (structure du sol, stockage carbone, pas de phyto, peu d'interventions sur la parcelle, favorable à la qualité de l'eau et limite l'érosion) - Une certaine résistance à la sécheresse et au gel, donc un revenu stable. - Utilisable en méthanisation avec des rendements proches de ceux du maïs, et comme fourrage - Favorable à une certaine biodiversité de la faune : réservoir d'eau pour les insectes, habitat pour le petit gibier, mais n'intéresse pas les gros gibiers - Peu de perturbation du sol, améliore sa structure, favorable aux vers de terre et aux carabes		- Résistance à la sécheresse - Floraison tardive - Marge serait meilleure que celle de l'olivier et de l'amande		
Faiblesses	- Implantation coûteuse - Culture très sensible à la concurrence les 2 premières années - Entrée en production 2 ans après l'implantation - Masse volumique faible en vrac, besoin de surfaces de stockage importantes - Culture sensible au stress hydrique, peut pénaliser le rendement - Nécessité de créer des filières très localisées.	- rendements inférieurs au maïs en conditions non limitantes - très peu de références sur l'alimentation animale - débat sur la méthanisation - Implantation délicate et coûteuse - Pas de récolte la première année, rendements maximaux au bout de 2 ou 3 ans. - Sensible aux adventices en première année.		- Peu de références, microfilière - Variétés pas encore tout à fait adaptées - Craint les conditions humides, zone de production cantonnée à l'extrême sud - Production après 5-7 ans - Production une année sur deux (sauf irrigation ou variété spéciale)		