
Mémoire de Fin d'Etudes

Faisabilité technique et intérêt économique, agronomique et environnemental de cultiver 3 cultures graines en 2 ans

Hélène CALLEWAERT

Spécialité Agriculture – Promotion 155

Parcours Agronomie et Territoire



Maître de stage : Sébastien MINETTE

Tutrice de stage : Christine LECLERCQ

Année scolaire 2015 – 2016

Résumé

Pour concilier les objectifs de couverture du sol et de rentabilité économique rapide, certains agriculteurs valorisent aujourd'hui leur période d'interculture avec l'implantation d'une culture supplémentaire : une dérobée à récolte graine.

La Chambre d'Agriculture Aquitaine – Limousin – Poitou-Charentes s'est intéressée à cette pratique et a souhaité en étudier la faisabilité et l'intérêt sur le territoire Poitou-Charentes. La culture principalement développée en dérobée dans cette zone est le sarrasin, mais des essais sont également recensés en tournesol, soja, millet... Les informations récoltées, issues à la fois du terrain et la bibliographie ont donc permis d'identifier les cultures pratiquées en dérobées ainsi que celles qui pourraient être testées avec cette conduite. Ensuite, ont pu être identifiées les cultures dont la réussite est la moins risquée, en fonction des conditions climatiques, et celles pour lesquelles la rentabilité économique est la plus assurée. Toutes les localisations du territoire Picto-Charentais ne sont ainsi pas égales face aux chances de réussite d'une telle culture. L'impact environnemental et agronomique de ces différentes productions a également été mesuré.

Cette étude a également permis d'identifier les manques d'informations sur certaines cultures à faibles surfaces malgré leur potentiel.

Enfin les résultats de cette étude ont pu être communiqués sous formes de réunions et de documents de diffusion, pour accompagner les conseillers et agriculteurs dans leurs choix.

Mots clefs : dérobée graine, double culture, interculture, besoins physiologiques, cycle court, climat, rentabilité, piégeage azote, sarrasin, millet, moha, cameline, tournesol 100 jours, soja précoce.

Summary

In agreement with goals of soil covering and quick economic profitability, today some farmers use their time between two crops to grow a cover crop for seed harvest.

The Chamber of Agriculture of the region Aquitaine – Limousin – Poitou-Charentes is interested in the production of this kind of crop and wanted to study its feasibility and benefits in Poitou-Charentes territory. In this area, the most produced harvested cover crop (for grain) is buckwheat, but other crops have been tried for this: sunflower, soybean, proso millet... Collected information, from fields and bibliography allowed to identify which crops has already been tried or could be tried as harvested cover crop. Then, the less risky crop, according to weather conditions, and most profitable crops have been notified. Thereby, each localization of the Poitou-Charentes area has not the same chances to succeed in those productions. Environmental and agronomic impacts have also been measured.

This study also allowed identifying informational lacks about some slightly produced crops, in spite of their potential.

At last, results of this study have been communicated with meetings and documents to help agricultural technicians and farmers in their choice.

Key words: cover crop harvested for grain, between crops, physiological needs, short cycle, climate, profitability, fixing nitrogen, buckwheat, proso millet, foxtail millet, camelina, short cycle sunflower, early soybean.

Remerciements

Pour ces 6 mois de stage et ce mémoire, clôtures de mes années d'étude, je souhaite remercier en premier lieu mon maître de stage : Sébastien MINETTE. Il m'a donné l'opportunité de travailler sur un sujet intéressant et innovant, et de découvrir le Poitou-Charentes grâce à des déplacements aux quatre coins de la région ! Je le remercie pour la confiance et la disponibilité qu'il m'a accordé pendant ces 6 mois... et plus, car nous allons sans doute être amenés à nous recroiser.

Ce mémoire n'aurait pas pu être réalisé sans l'aide des agriculteurs, conseillers et autres professionnels qui m'ont accordé de leur temps et ont accepté de partager leurs connaissances (et leur café). Je les remercie donc chaleureusement pour leur participation et leur accueil.

Je souhaite également remercier Jean-Luc FORT, directeur du service Agronomie et Environnement, pour ses remarques et idées toujours constructives, et sa bonne humeur lors de ses visites à Lusignan.

Mes remerciements vous aussi à Christine LECLERCQ, tutrice de ce stage, pour ses conseils et le temps qu'elle m'a accordé. Les réflexions soulevées dans nos échanges ont été très constructives pour la réalisation de ce mémoire.

Merci ensuite à Mathieu ARNAUDEAU, ô grand chef du bureau et relecteur à l'œil acéré ! Je le remercie pour ses conseils et cette bonne ambiance que nous avons pu construire au fil de ces 6 mois, qui sont finalement passés bien vite !

Je remercie également l'ensemble du personnel des Verrines : Chambre d'Agriculture, Institut de l'Élevage et INRA, pour leur accueil. Une mention spéciale est décernée à l'équipe des stagiaires « caprins » qui ont mis une belle animation dans notre bureau !

Je remercie enfin l'Institut LaSalle Beauvais, avec son personnel, mes collègues de la promotion 155 et bien d'autres. Dans cette école j'ai appris beaucoup plus que les enseignements prévus par nos emplois du temps. Merci de m'avoir permis (et poussé) à vivre autant d'expériences.

Table des matières

Résumé.....	2
Summary	2
Remerciements.....	2
Table des illustrations	7
Liste des abréviations, symboles et unités.....	9
1 Introduction.....	10
2 Contexte	11
2.1 L’agriculture en Poitou-Charentes : entre diversité et spécialisation	11
2.2 Directive nitrates et introduction de la couverture végétale	13
2.3 Culture dérobée ou CIPAN ?	14
2.4 Contexte pédoclimatique du territoire Poitou-Charentes.....	16
2.4.1 Aperçu des principaux sols.....	16
2.4.2 Climat Picto-charentais	17
2.4.3 Et le changement climatique ?	18
3 Problématique et modèle d’analyse	19
3.1 Problématique.....	19
3.2 Modèle d’analyse	19
4 Matériel et Méthode.....	21
4.1 Sources d’information et outils de collecte	21
4.1.1 Bibliographie :.....	21
4.1.2 Personnes « ressources » :.....	21
4.1.3 Conseillers agricoles :.....	21
4.1.4 Agriculteurs sur le territoire Poitou-Charentes :	21
4.1.5 Agriculteurs hors région :.....	22
4.2 Conception des cas-types	22
4.2.1 Choix des cultures : définition de critères d’exclusion	23
4.2.2 Synthèse d’enquêtes : analyse des ITK et construction des cas-types	24
4.3 Evaluation des cas-types.....	24
4.3.1 Etude climatique.....	24
4.3.2 Choix et méthode de calcul des indicateurs.....	27
5 Résultats	30
5.1 Choix des cultures	30
5.2 Synthèse des enquêtes	32

5.2.1	Présentation de l'échantillon	32
5.2.2	Retours généraux sur le sujet des cultures dérobées	32
5.2.3	Atouts et contraintes des cultures dérobées	33
5.2.4	Analyse des ITK en région.....	34
5.3	Cas-types constitués	34
5.3.1	Cas-types du sarrasin	34
5.3.2	Cas-types du Tournesol.....	35
5.4	Etude climatique	36
5.4.1	Besoins en températures : Fréquence de satisfaction.....	37
5.4.2	Introduction des besoins en eau	38
5.4.3	Cultures non étudiées.....	42
5.5	Etude économique	44
5.5.1	Etude économique annuelle	44
5.5.2	Prise en compte économique du risque climatique	46
5.5.3	Rentabilité du temps de travail	48
5.5.4	Cas de la Cameline	49
5.6	Impacts environnementaux.....	50
5.6.1	Piégeage de l'azote	50
5.6.2	IFT des cultures dérobées	51
5.7	Impacts agronomiques empiriques.....	52
5.8	Synthèse des résultats	53
6	Discussion et perspectives.....	54
6.1	Discussion de la méthode	54
6.2	Discussion des résultats.....	55
6.3	Perspectives	57
6.3.1	Pour aller plus loin	57
6.3.2	Valorisation des résultats.....	58
7	Conclusion	59
	Sources bibliographiques	60
	Annexe A : Caractéristiques des types de sols majoritaires en Poitou-Charentes.....	68
	Annexe B : Modèle d'analyse détaillé.....	68
	Annexe C : Trame de fiche d'enquête agriculteurs	70
	Annexe D : Tarifs et prix utilisés dans l'étude	73
	Annexe E : Indicateur « Grammage de Matière Active par hectare »	74

Annexe F : Cultures non retenues	75
Annexe G : Point sur l'association colza – sarrasin	78
Annexe H : Carte des exploitations enquêtées en région	79
Annexe I : Analyse des ITK du sarrasin.....	80
Annexe J : Cas-types des cultures dérochées	82
Annexe K : Etude climatique – Fréquence de satisfaction des besoins en température.....	84
Annexe L : Expériences de tournesol déroché analysées pour l'introduction des besoins en eau	84
Annexe M : Valeurs de mobilisation et exportation de l'azote	85
Annexe N : Fiches-cultures.....	86

Table des illustrations

Figure 1 : carte de l'orientation technico-économique des communes en Poitou-Charentes (Source : Agreste-recensement agricole, 2010).....	11
Figure 2 : Proportion des cultures en 2014 (Source : Agreste Poitou-Charentes, 2015).....	11
Figure 3 : Evolution des surfaces de grandes cultures entre 2000 et 2010 (Source : Agreste Poitou-Charentes, 2012)	12
Figure 4 : Carte des communes de Poitou-Charentes	13
Figure 5 : Carte des sols de Poitou-Charentes (Source : Agreste Poitou-Charentes, 2009).....	17
Figure 6 : Températures et précipitations moyennes annuelles 1961-1990 en Poitou-Charentes (Source : IAAT, 2000)	17
Figure 7 : Modèle d'analyse simplifié	19
Figure 8 : Localisation des stations climatiques étudiées (Source : IAAT, 2000).....	25
Figure 9 : Schéma des informations utilisées pour l'étude du critère des besoins en eau des cultures dérobées	26
Figure 10 : Evolution du reliquat azoté de la récolte à la fin du drainage	29
Figure 11 : Calcul du bilan EQUIF (Source : ANAUDEAU M. et MINETTE S., 2016).....	29
Figure 12: Effectif par SAU, Conduite et Culture dérobée au sein de l'échantillon.....	32
Figure 13 : Fréquence de satisfaction des besoins en température des dérobées, stations de Lusignan et Angoulême	37
Figure 14 : Carte des fréquences de satisfaction des besoins en température du soja 000.....	38
Figure 15 : Arbre de décision pour l'issue de la culture de sarrasin en fonction des conditions climatiques	40
Figure 16 : Arbre de décision pour l'issue de la culture de tournesol dérobé en fonction des conditions climatiques	41
Figure 17: Fréquence de réussite potentielle (Critères température et pluviométrie) du sarrasin et du tournesol	41
Figure 18 : Marges Brute et Semi-nette des cultures dérobées en semence de ferme	44
Figure 19 : Marges Brute et Semi-Nette des cultures dérobées en semence certifiée	44
Figure 20 : Rendements seuils du tournesol en fonction des critères climatiques.....	46
Figure 21 : Rendements seuils du sarrasin en fonction des critères climatiques.....	47
Figure 22 : Rentabilité du temps de travail des cultures dérobées et quelques cultures principales...	48
Figure 23: Efficacité du piégeage d'azote par différentes cultures et deux types de sols, en fonction des précédents pois et orge	50
Figure 24 : IFT des cultures dérobées	51
Figure 25 - Annexe B : Modèle d'analyse détaillé.....	68
Figure 26 - Annexe E : Grammage de Matière Active utilisé par cas-type.....	74
Figure 27 - Annexe F : Illustrations des cultures non retenues (Sources diverses).	75
Figure 28 - Annexe G : illustration de l'association colza - sarrasin (Source : COURTOIS N., 2011)	78
Figure 29 - Annexe H : Carte des exploitations agricoles enquêtées en Poitou-Charentes.....	79
Figure 30 - Annexe K : Fréquence de satisfaction des besoins en température des cultures dérobées pour les 6 stations climatiques.....	84

Tableau 1 : Surfaces et rendements des grandes cultures en Poitou-Charentes (Source : Agreste Poitou-Charentes, 2015)	11
Tableau 2 : Comparaison règlementaire CIPAN / Culture Dérobée (Source : d'après DREAL Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes, 2015)	15
Tableau 3 : Sources d'informations de d'étude.....	21
Tableau 4 : Guide d'entretien - Enquêtes agriculteurs	22
Tableau 5 : Jours disponibles pour une dérobée en fonction du précédent	23
Tableau 6 : Températures et précipitations annuelles des stations étudiées (Source : IAAT, 2000)	25
Tableau 7 : Calcul du Reliquat Début Drainage	29
Tableau 8 : Cultures non-retenues en fonction des critères de faisabilité	30
Tableau 9: Caractéristiques des cultures dérobées sélectionnées pour l'étude	31
Tableau 10: Atouts et contraintes des cultures dérobées évoquées par les agriculteurs enquêtés.....	33
Tableau 11 : ITK semis du sarrasin dans les expériences relevées et analyse	34
Tableau 12 : Cas-types du sarrasin en fonction du précédent	35
Tableau 13 : Cas-types du tournesol.....	36
Tableau 14 : Données climatiques médianes (1990-2015) des stations étudiées	36
Tableau 15 : Besoins en degrés-jours des cultures dérobées étudiées	37
Tableau 16: Données de cycle du sarrasin et du tournesol	38
Tableau 17 : Analyse climatique des expériences en sarrasin	39
Tableau 18 : Comparaison des différents coûts de semis.....	45
Tableau 19 : Frais de séchage des cultures dérobées.....	45
Tableau 20 : Rendement seuil annuel des cultures dérobées	46
Tableau 21 : Rendement seuil pluriannuel des dérobées, en fonction du critère climatique température	47
Tableau 22 : Marge semi-nette de la Cameline en fonction du prix de vente et du rendement.....	49
Tableau 23 : Impacts Agronomique : Analyse issue des enquêtes et de la bibliographie (Source : MINETTE S., 2010 ; FAO, 2005).....	52
Tableau 24 : Synthèse des cultures intéressantes ou non par indicateur	53
Tableau 25 : Eléments d'aide au choix d'une dérobée	56
Tableau 26 : Lacunes d'informations et solutions proposées	57
Tableau 27 - Annexe A : Caractéristiques des types de sols en Poitou-Charentes (Source : Ministère de l'Agriculture AREEAR Poitou-Charentes, 1996 ; Syndicat des Eaux du SERTAD, 2011 ; propos MINETTE S.).....	68
Tableau 28 - Annexe C : Fiche de synthèse des enquêtes agriculteurs	70
Tableau 29 - Annexe D : Tableaux des tarifs et prix utilisés dans l'étude	73
Tableau 30 - Annexe G : ITK des expériences de sarrasin dérobé	80
Tableau 31 - Annexe J : Cas-types du soja.....	82
Tableau 32 - Annexe J : Cas-types de millet	82
Tableau 33 - Annexe J : Cas-types du moha	82
Tableau 34 - Annexe J : Cas-types de la cameline	83
Tableau 35 - Annexe J : Cas-types du maïs.....	83
Tableau 36 - Annexe L : Analyse de la pluviométrie des expériences de tournesol dérobé.....	84
Tableau 37 - Annexe M : Mobilisations et exportations d'azote par culture dérobée	85

Liste des abréviations, symboles et unités

°C : degrés Celsius	MA : Matière Active
€ : euros	MB : Marge Brute
AB : Agriculture Biologique	min : minute
ALPC : Aquitaine – Limousin – Poitou-Charentes	mm : millimètres
APAD : Association pour la Promotion d'une Agriculture Durable	MSN : Marge Semi-Nette
BD : Blé Dur	N : Azote, Nitrates
BT : Blé Tendre	O ou OH : Orge d'Hiver
CAU : Coefficient Apparent d'Utilisation	ORACLE : Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique
ch : chevaux moteur	PAC : Politique Agricole Commune
CI : Culture Intermédiaire	P ou PH : Pois d'Hiver
CIPAN : Culture Intermédiaire Piège A Nitrates	PP : Pois de Printemps
cm : centimètres	PMG : Poids de Mille Grains
DJ : degrés-jours	qx : quintaux
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	RAR : Reliquat Après Récolte
EA : Exploitation Agricole	RDD : Reliquat Début Drainage (=REH)
FiBL : Forschungsinstitut für biologischen Landbau (Institut de recherche de l'agriculture biologique Suisse)	REH : Reliquat Entrée Hiver (=RDD)
FNAMS : Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences	RFD : Reliquat Fin Drainage
g : gramme	RM : Roues Motrices
h : heure	SAU : Surface Agricole Utile
ha : hectare	SARL : Société Agricole à Responsabilité Limitée
IFT : Indice de Fréquence de Traitement	STICS : Simulateur multidisciplinaire pour les Cultures Standard
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique	Rdt : Rendement
ITK : Itinéraire Technique	RU : Réserve Utile
L : Litre	SD : Semis Direct
kg : kilogramme	T : Tournesol
	TCS : Techniques Culturelles Simplifiées
	TRC : Terre Rouge à Châtaigniers
	TTP : Très Très Précoce (=Soja 0000)

1 Introduction

Rentabilité, Biodiversité, Ressources, Qualité... Autant d'enjeux auxquels les exploitations agricoles françaises doivent aujourd'hui répondre. Pourtant ces enjeux ne sont pas toujours facilement associables pour les exploitants. Par exemple, la recherche de rentabilité à court terme peut rapidement être associée à une notion de productivité et de spécialisation vers certaines productions. Dans ce cas, cette spécialisation se fait au détriment de la biodiversité cultivée, avec des assolements simplifiés. De même, la protection de la qualité des ressources en eau a donné naissance en 1991 à la Directive Nitrates, avec des mesures comme la couverture des sols, dont la légitimité n'est pas toujours perçue.

Ces dernières années, 2011 notamment avec des récoltes estivales très précoces, ont vu émerger une pratique intéressante du point de vue de ces différents enjeux : l'implantation de cultures dérobées à objectif de récolte graine. En Poitou-Charentes, cette pratique peut revêtir un intérêt particulier avec une seconde récolte après une culture de pois d'hiver. Ce protéagineux, en perte de vitesse, pourrait voir sa marge complétée par la dérobée. Cela pourrait donc encourager le maintien de la « diversification pois », et la culture dérobée en elle-même peut être source de « biodiversité cultivée » au sein de l'exploitation. Avec une implantation estivale, les cultures dérobées peuvent également permettre le piégeage de l'azote, à l'instar des couverts végétaux, mais avec une possibilité de rentabilité immédiate par la récolte du grain.

Testée depuis quelques années par certains agriculteurs, notamment avec le sarrasin, certains semenciers s'intéressent également à cette pratique de cultures dérobées dans le but de récolter 3 cultures en 2 ans. C'est dans ce contexte que la Chambre d'Agriculture Aquitaine – Limousin – Poitou-Charentes s'est interrogée sur les opportunités de cette pratique et a souhaité réaliser une **étude prospective sur la faisabilité technique et l'intérêt économique, agronomique et environnemental de l'introduction de cultures dérobées, à récolte graine, en Poitou-Charentes.**

Cette étude évoquera, dans un premier temps, le contexte agricole et pédoclimatique régional dans lequel doivent s'intégrer ces cultures dérobées. Un point réglementaire (Directive Nitrates) indiquera les différences entre CIPAN et culture dérobée.

La démarche de l'étude et les méthodes utilisées seront ensuite explicitées. Les résultats permettront d'identifier les cultures dérobées intéressantes vis-à-vis des différents critères d'évaluation retenus. Enfin les choix méthodologiques, ainsi que les résultats présentés, seront discutés, pour permettre l'émergence de perspectives à explorer pour améliorer nos connaissances sur le sujet et valoriser les résultats de cette étude.

2 Contexte

2.1 L'agriculture en Poitou-Charentes : entre diversité et spécialisation

En Poitou-Charentes, l'agriculture occupe **70% du territoire** et se caractérise par une grande diversité de productions végétales et animales (Terre de liens, 2013). Au sein de ce territoire, des spécialisations en élevage se distinguent au Nord-Ouest et à l'Est, à la frontière de la Haute-Vienne. Il s'agit principalement d'élevages de bovins, ovins et caprins. La région est la première productrice de lait et de viande caprine et la 3^e région d'élevage ovins en France. Le bassin viticole du Cognaçais en Charente et Charente-Maritime représente un dixième du vignoble français, avec ses productions de Cognac et de Pineau des Charentes. Autres particularités, les productions de melon et d'huitres pour lesquelles la région arrive première. Entre ces bassins spécialisés, les surfaces agricoles sont occupées par les grandes cultures. L'orientation technico-économique de chaque commune ainsi que les surfaces et rendements des grandes cultures sont présentés ci-dessous (tab. 1 et fig. 1) :

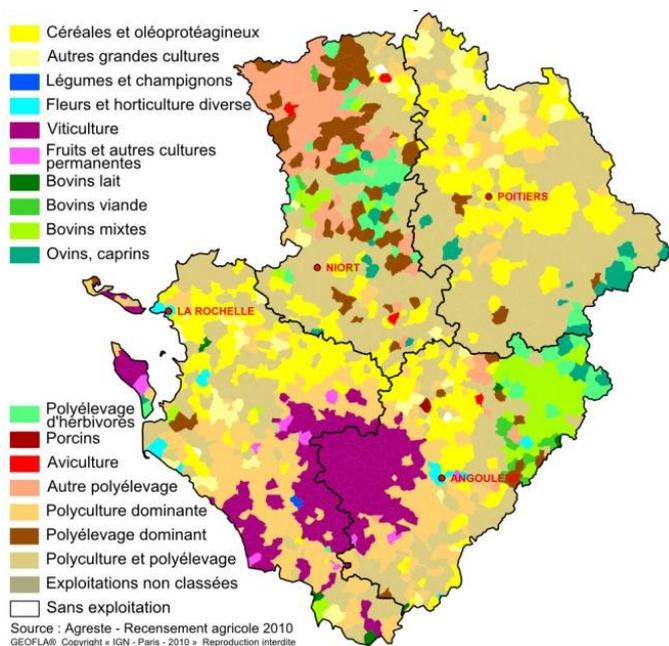


FIGURE 1 : CARTE DE L'ORIENTATION TECHNO-ECONOMIQUE DES COMMUNES EN POITOU-CHARENTES (SOURCE : AGRESTE-RECENSEMENT AGRICOLE, 2010)

TABLEAU 1 : SURFACES ET RENDEMENTS DES GRANDES CULTURES EN POITOU-CHARENTES (SOURCE : AGRESTE POITOU-CHARENTES, 2015)

Cultures	Surfaces en 2014 (ha)	Rendement moyen en 2014 (qx/ha)
TOTAL Céréales	785 205	
Blé tendre	394 940	67
Blé dur	26 350	63
Orge d'Hiver	86 500	63
Orge de Printemps	22 170	56
Avoine	5 050	41
Maïs grain et semence	210 460	102
Dont irrigué	86 675	111
Triticale	27 650	52
Sorgho	5 420	65
TOTAL Oléagineux	258 665	
Colza (et navette)	97 980	36
Tournesol	157 970	25
Soja	1 215	
TOTAL Protéagineux	20 220	
Pois Protéagineux	16 365	35
Féveroles (et fèves)	1 845	
Lupin doux	2 010	

Les **céréales** sont donc largement dominantes parmi les productions de grandes cultures, avec plus de 785 000 ha cultivés en 2014. Cette dominance se retrouve au sein des terres arables en général (fig. 2).

Cette part importante de céréales est de plus en cours d'augmentation, les surfaces concernées ont augmenté de 8% entre 2000 et 2010. Au sein des céréales, le blé dur (+270%), le triticale (+129%) et le blé tendre (+9%)

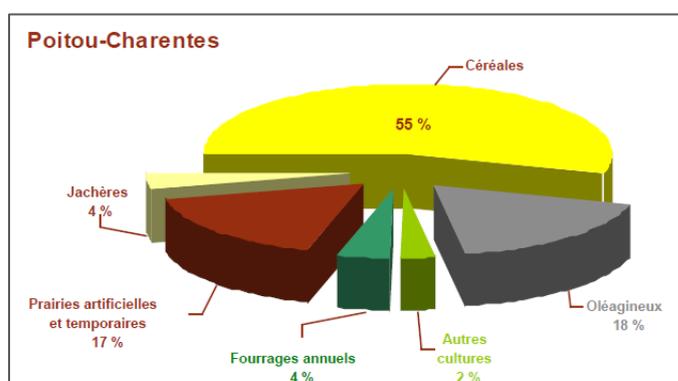


FIGURE 2 : PROPORTION DES CULTURES EN 2014 (SOURCE : AGRESTE POITOU-CHARENTES, 2015)

augmentent, tandis que les orges et le maïs sont en régression (respectivement -7% et -13%). Les surfaces d'oléagineux ont diminué de 4% sur cette même période, surtout en tournesol (-13%), car les surfaces de colza restent relativement stables (+4%). Les **protéagineux** (essentiellement pois) **n'évoluent pas** (+1%), mais représentent de faibles surfaces (1% des terres arables) (Agreste Poitou-Charentes, 2012). La fig. 3 suivante représente cette évolution :

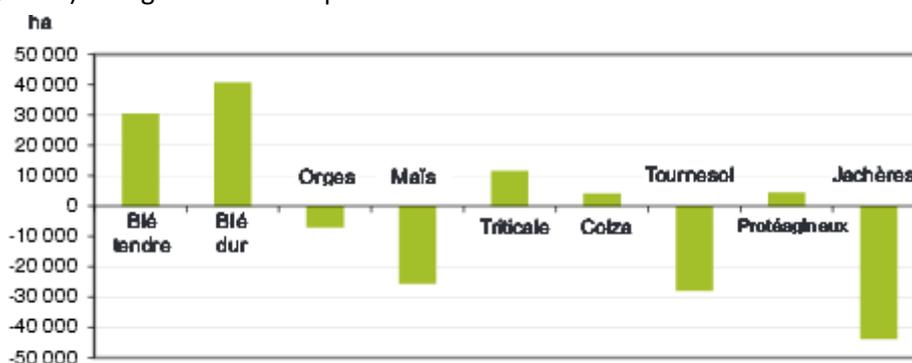


FIGURE 3 : ÉVOLUTION DES SURFACES DE GRANDES CULTURES ENTRE 2000 ET 2010 (SOURCE : AGRESTE POITOU-CHARENTES, 2012)

Les **rotations** les plus représentées sont :

- Blé Tendre – Orge hiver – Colza d'hiver (10% des surfaces)
- Blé Tendre – Blé Tendre – Colza d'hiver (4%)
- Blé Tendre – Colza d'hiver – Blé Tendre – Tournesol (4%) (FUZEAU V. et al., 2012).

Pourtant, de nombreuses études ont montré les conséquences indésirables de cette **spécialisation** et des rotations courtes :

- Augmentation de l'utilisation de produits phytosanitaires, liée aux difficultés de maîtrise des adventices et parasites (Butault et al., 2010 ; Schmitt et al., 2010 ; cités par MEYNARD J.M. et al., 2015)
- Augmentation de la consommation d'énergie fossile et des émissions de gaz à effet de serre due à la forte diminution de la part de légumineuses dans les assolements (Nemecek, 2008 ; Jeuffroy et al., 2013 ; Pellerin et al., 2013 ; cités par MEYNARD J.M. et al., 2015)
- Réduction de la biodiversité suite à une homogénéisation des habitats et à l'emploi fréquent de produits phytosanitaires (Le Roux et al., 2008 ; Vasseur et al., 2013 ; cités par MEYNARD J.M. et al., 2015)

La **diversification** des cultures doit alors participer à atteindre les enjeux agricoles actuels de diminution de l'utilisation des produits phytosanitaires et autres intrants, et réduire les pertes de rendement liées au retour trop fréquent des cultures (MEYNARD J.M. et al, 2015).

Les protéagineux, tel que le pois, peuvent répondre à ces différents objectifs.

Bien qu'en faible évolution entre 2000 et 2010 en Poitou-Charentes (fig. 3), les **protéagineux** ont connu auparavant un fort recul dans la zone nord de la France avec des surfaces divisées par 7 entre 1994 et 2009. En 2010, les surfaces de cette zone ont connu une remontée sous l'effet d'une prime « protéagineux », mais nous pouvons nous interroger sur la durabilité de cette pratique (MEYNARD J.M. et al, 2015).

Par ailleurs, le **pois** est souvent délaissé par les agriculteurs, jugeant que cette culture manque de robustesse face aux aléas climatiques, et dégage une marge brute annuelle limitée (Schneider et al., 2010 ; Carrouée et al., 2012 ; cités par MEYNARD J.M. et al., 2015).

En Poitou-Charentes le pois protéagineux présente également l'intérêt d'être l'une des premières cultures récoltées au cours de l'été. Il occasionne donc une période **d'interculture longue** : période sans culture allant de la récolte jusqu'au semis de la culture suivante. Elle donne éventuellement l'opportunité d'implanter une seconde culture, à cycle court, dans le but de récolter 3 cultures en 2 ans et de compléter la marge du pois.

Mais cette période représente également des enjeux environnementaux importants, qui, dans certaines situations, soumettent sa gestion à réglementation.

2.2 Directive nitrates et introduction de la couverture végétale

Depuis 1991, de nombreuses actions ont été entreprises dans le but de préserver la qualité des eaux en Europe, sous le nom de « **Directive nitrates** ». Cette directive a pour objectif d'enrayer la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. En France cette directive européenne s'est déclinée sous forme de **programmes d'actions** nationaux et régionaux, dont le cinquième est entré en vigueur en 2014. Ces programmes ont défini des **zones vulnérables** dans lesquelles des contraintes sont imposées. En Poitou-Charentes, une grande majorité des communes sont classées en zone vulnérable (fig. 4) (DREAL Aquitaine – Limousin – Poitou-Charentes, 2015).

Un axe de ce cinquième programme est la « **Couverture végétale pour limiter les fuites d'azote au cours des périodes pluvieuses** ». En effet, les risques de lixiviation des nitrates sont accrus en cas de fortes précipitations. Les périodes automnales sont particulièrement sensibles à la lixiviation, du fait de ces fortes précipitations et du reliquat azoté présent dans le sol. Pour limiter les fuites d'azote minéral, la couverture des sols pendant certaines périodes d'interculture est donc devenue obligatoire dans les zones vulnérables. Les périodes concernées sont les intercultures courtes entre colza et culture semée à l'automne (blé tendre), et les intercultures longues entre une culture récoltée en été ou en automne (y compris maïs grain, sorgho ou tournesol) et une culture semée à partir du début de l'hiver. Il existe des exceptions à cette obligation, en cas de récolte de la culture principale après le 15 octobre ou de terres très argileuses (> 37% d'argile) (DREAL Aquitaine – Limousin – Poitou-Charentes, 2015). Les conditions d'applications plus précises sont disponibles sur le site internet de la DREAL régionale.

Ces obligations réglementaires ont contraint au développement des Cultures Intermédiaires Pièges A Nitrates (**CIPAN**). Les successions Orge – Tournesol ou Blé – Tournesol, répandues dans la région, sont ainsi soumises à cette obligation de couverture végétale.

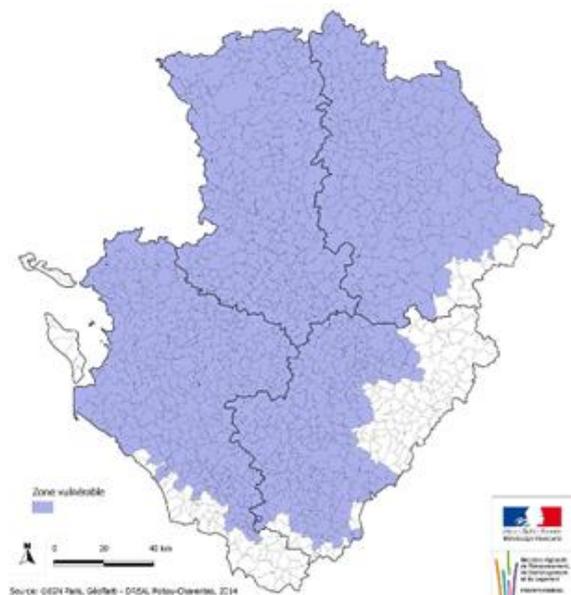


FIGURE 4 : CARTE DES COMMUNES DE POITOU-CHARENTES EN ZONE VULNERABLE AUX POLLUTIONS AZOTEES (SOURCE : DREAL AQUITAINE – LIMOUSIN – POITOU-CHARENTES, 2015)

2.3 Culture dérobée ou CIPAN ?

Certains agriculteurs ont alors trouvé un compromis entre obligation de couverture du sol et rentabilité économique rapide de leurs couverts végétaux, avec la pratique de **cultures dérobées**. Il s'agit de cultures intermédiaires, faisant office de couvert végétal, mais qui pourront être **récoltées en graine, en fourrage sec ou en ensilage** avant la culture suivante.

Une CIPAN est implantée avec un objectif d'absorption rapide de l'azote présent dans le sol à l'automne (Chambre d'Agriculture de Bourgogne, 2015). Au-delà de la fonction de piège à nitrates, aujourd'hui les cultures intermédiaires peuvent assurer une **multitude de fonctions** : la restructuration du sol par leurs racines, la protection contre la battance et le ruissellement, l'enrichissement du sol en matière organique ou encore la capitalisation d'azote à partir de l'azote atmosphérique si des légumineuses sont introduites en culture intermédiaire (Sem-Partners, 2015). Cette culture supplémentaire engendre aussi une diversification de la rotation, recherchée pour la maîtrise des bioagresseurs.

Les agriculteurs, selon leurs objectifs agronomiques, économiques et environnementaux, recherchent une ou plusieurs de ces fonctions. Le tab. 2 donne une comparaison, suite au 5^e programme d'actions Directive Nitrates en Poitou-Charentes, des **différences entre CIPAN et culture dérobée**.

Cependant la notion de culture dérobée est bien plus ancienne que la Directive Nitrates. Dans les années 1830, les cultures dérobées sont évoquées pour subvenir aux besoins en fourrages des élevages en hiver. Lorsque les cultures fourragères de printemps comme la luzerne manquaient, les éleveurs pouvaient utiliser du trèfle incarnat semé en été. Les vesces, l'avoine et le blé noir étaient alors utilisées comme dérobées fourrages fauchées plusieurs fois (J.C Favre d'Evires, 1833).

Aujourd'hui ces dérobées destinées à la valorisation en élevage peuvent être utilisées **directement en pâturage** avec des animaux, ou bien en **stock de fourrage** principalement en ensilage mais aussi en enrubannage ou en foin. Par exemple, les cultures dérobées préconisées pour cette valorisation dans le Limousin sont le sorgho fourrager, l'avoine brésilienne, le moha, le colza fourrager, le navet, le ray-grass alternatif et le ray-grass mélangé à du trèfle d'Alexandrie ou incarnat (PSHF, 2012).

En absence d'une valorisation fourragère, une **récolte en grain** peut être envisagée. Il s'agit alors d'une culture à cycle court avec un objectif de récolte à l'automne. Certaines espèces présentent naturellement un **cycle très court** qui peut convenir à cette pratique, mais certains semenciers proposent aujourd'hui des espèces ou variétés sélectionnées dans cet objectif. Pioneer a ainsi lancé en 2008 le concept Alterna avec des variétés hybrides de maïs grain et tournesol (« tournesol 100 jours ») dans le but de produire 3 cultures en 2 ans (Pioneer, 2008).

TABLEAU 2 : COMPARAISON REGLEMENTAIRE CIPAN / CULTURE DEROBEE (SOURCE : D'APRES DREAL AQUITAINE-LIMOUSIN-POITOU-CHARENTES, 2015)

	CIPAN	Culture dérobée
Composition	- CIPAN - Interdiction des légumineuses pures - Repousses de céréales ou de colza - Cannes de maïs grain, sorgho, tournesol broyées et enfouies dans les 15 jours	Pas de restriction sur les espèces implantées.
Récolte ou pâturage	Non	Oui Culture valorisable en graine ou en fourrage.
Fertilisation azotée de types I et II : déjections animales avec ou sans litière notamment	Dans la limite de 70kg/ha d'azote efficace avant et pendant la CIPAN, sauf dans les Zones d'Actions Renforcées où la limite est à 30 kg.	Dans la limite de 70kg/ha d'azote efficace avant et pendant la culture dérobée.
Fertilisation azotée de type III : engrais azotés minéraux simples, binaires ou tertiaires	Interdite	A l'implantation de la culture, sous réserve de calcul de la dose selon la méthode du bilan prévisionnel.
Plan Prévisionnel de Fumure	Non	Oui en cas d'épandage de fertilisant azoté de type III. Plan de fumure séparé de la culture principale.
Cahier d'enregistrement des Pratiques		Apports enregistrés dans le cahier d'enregistrement de la culture principale.
Dates d'implantation et de destruction	Le couvert doit être implanté au minimum pendant 2 mois. La destruction est interdite avant le 15 novembre. Broyage ou roulage sont autorisés dès la floraison du couvert pour éviter sa montée à graine, même avant la limite réglementaire de destruction. Couverture non obligatoire si la récolte de la culture principale a lieu après le 15 octobre (sauf pour maïs, sorgho, tournesol).	- Pas de contrainte d'implantation d'une CIPAN, si la récolte a lieu après le 15 octobre. - Si la récolte a lieu avant le 15/10, une CIPAN est, <i>a priori</i> , obligatoire.
Technique de destruction	Destruction chimique interdite des CIPAN et repousses, sauf sur les îlots en TCS (non-labour au cours des 3 dernières années) ou destinés à des cultures maraîchères, à des légumes, à des cultures porte-graines ou en cas d'infestation par des vivaces.	- Récolte - Si la culture n'est pas récoltée, elle est soumise à la réglementation des CIPAN.
Usage de produits phytosanitaires	Herbicides autorisés en usage localisé pour lutter contre certains adventices.	

Les **cultures dérobées** présentent donc différents avantages et inconvénients, aussi fonction des espèces choisies et de leurs conditions de culture. En voici une liste non exhaustive :

AVANTAGES :

- Une possible **diversification** des cultures pour rompre les cycles des bioagresseurs.
- Un **ITK** qui peut être **plus simple** que celui d'une culture principale.
- Peut apporter un **revenu supplémentaire** et augmenter la compétitivité de l'exploitation.
- **Valorise de l'azote** disponible à l'automne et peut répondre aux obligations de couverture du sol à l'automne.

INCONVENIENTS :

- Des effets « environnementaux et agronomiques » **pas toujours équivalents à des couverts végétaux** employés comme CIPAN ou engrais vert (restitutions d'éléments minéraux, restructuration du sol, ...).
- Un **risque de ne pas récolter** malgré des frais engagés, et une rentabilité incertaine.
- Des **débouchés pas toujours présents**.
- Un **temps de travail** accru pour le semis et la récolte de la culture.
- Une couverture permanente du sol **limitant la lutte mécanique et chimique** contre les adventices.

(THOMAS F. et WALIGORA C., 2009 ; propos MINETTE S.)

La possibilité de complément de revenu est un point significatif dans le **contexte économique** actuel des exploitations agricoles. En effet, le prix à la production des principaux produits agricoles connaît de fortes baisses et fluctuations au fil des années. Sans aides PAC (Politique Agricole Commune), certaines années beaucoup de prix à la production sont inférieurs aux coûts de production (DESNOIS D. et LEGRIS B., 2007). Une marge supplémentaire n'est alors pas négligeable. De plus, dans le cas où la culture dérobée est une diversification de la production, cette culture supplémentaire peut permettre d'améliorer la robustesse de l'exploitation.

Cependant, quelle que soit la culture choisie, sa réussite est fortement dépendante des **conditions pédoclimatiques**. En effet, les dérobées sont semées en période souvent très chaude et sèche, des conditions qui peuvent rendre sa levée et son développement difficiles. Ensuite les cultures doivent accomplir leur cycle en une durée limitée, car si la maturité des graines intervient trop tard, l'exploitant peut être exposé à des conditions de récolte difficiles et à des grains trop humides. Les conditions pédoclimatiques doivent donc permettre à la fois le bon développement de la culture et sa récolte en conditions acceptables (Chambre d'Agriculture de Bourgogne, 2015). Dans cette étude, il faudra donc s'intéresser aux conditions fournies par le territoire Picto-charentais.

2.4 Contexte pédoclimatique du territoire Poitou-Charentes

2.4.1 Aperçu des principaux sols

En Poitou-Charentes, les terres principalement exploitées en grandes cultures sont dénommées comme Terres de groies, Bornais, Terres de Brandes, Terres Rouges à Châtaigniers, Terres d'Aubues et Terres de Champagne. Les caractéristiques de ces sols sont présentées en Annexe A.

La fig. 5 présente la répartition de ces principaux sols :

- **Les plaines calcaires** : groies très superficielles à profondes, groies très fissurées et autres groies.
- **Les collines calcaires** : terres argilo-calcaires : terres d'aubues au nord de la Vienne et terres de champagne au sud des Charentes.
- **Les plateaux du seuil du Poitou** : argile à silex peu profonde à profonde, Limons moyens et profonds (bornais et brandes).
- **Les plateaux des terres rouges** : terre rouge à châtaigniers peu profonde à profonde, terre rouge sur calcaire, limon sur terre rouge.
- **Les collines et dépressions sableuses des bordures du Bassin Parisien**, au nord de la Vienne : sols sableux au sein des plaines calcaires.

(Agreste Poitou-Charentes, 2015 ; Agreste Poitou-Charentes, 2009)

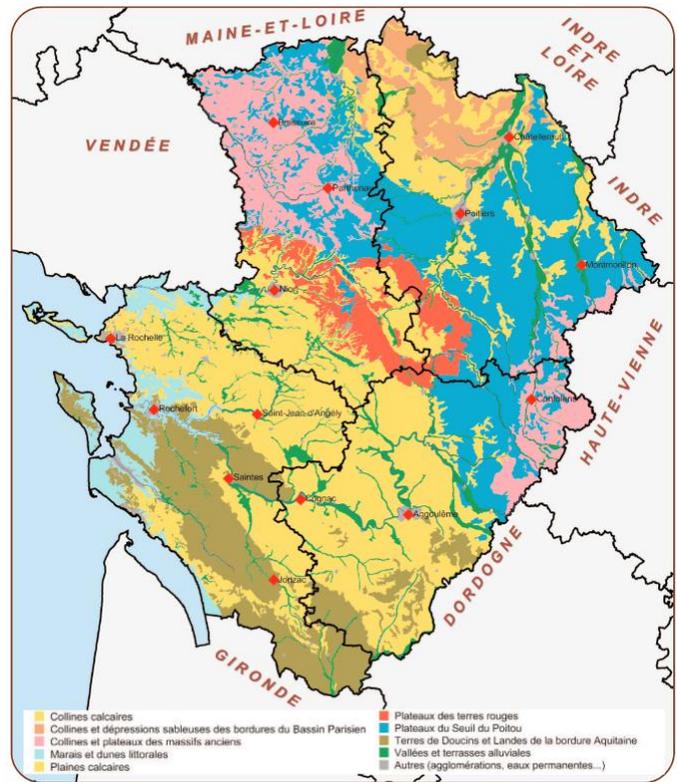


FIGURE 5 : CARTE DES SOLS DE POITOU-CHARENTES (SOURCE : AGRESTE POITOU-CHARENTES, 2009)

2.4.2 Climat Picto-charentais

Le climat de la région Poitou-Charentes est qualifié d'océanique doux, avec des hivers plutôt tempérés et pluvieux et des étés en général secs et assez chauds. Les vents littoraux peuvent être forts en hiver et les orages fréquents en été. Au sein du territoire, les **caractéristiques climatiques** varient selon différentes zones. Le nord du Poitou est moins pluvieux, avec une moyenne annuelle de 686 mm à Poitiers. La région de Cognac connaît une moyenne de 777 mm de pluviométrie annuelle, tandis que Niort reçoit 867 mm de pluie par an. La Gâtine, au nord de Niort, est la zone la plus pluvieuse de la région. A l'Est, en direction du Massif Central, les températures sont plus fraîches et la pluviométrie plus importante (METEO FRANCE, 2016). La fig. 6 présente les moyennes annuelles de températures et de précipitations entre 1961 et 1990.

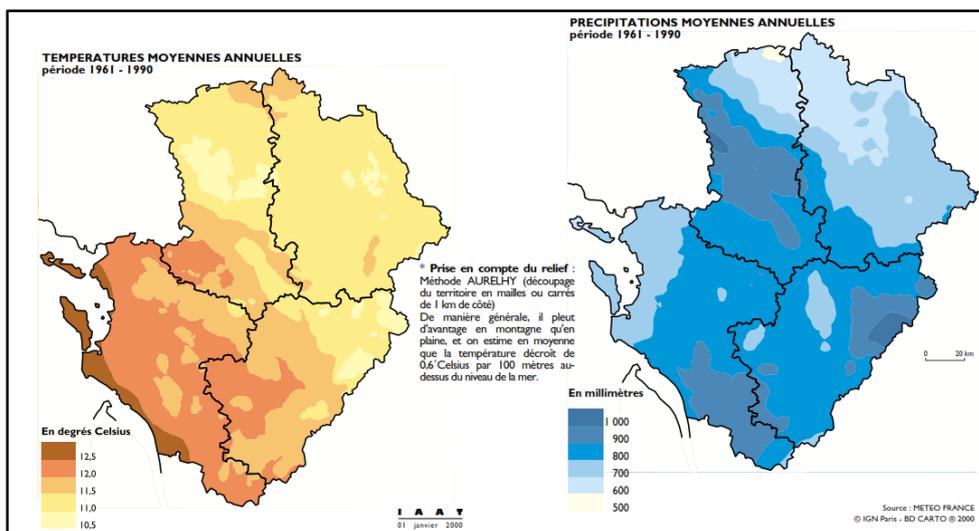


FIGURE 6 : TEMPERATURES ET PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES 1961-1990 EN POITOU-CHARENTES (SOURCE : IAAT, 2000)

Cependant, ces tendances ne sont pas forcément identiques à plusieurs époques de l'année. Pour des cultures à cycle court, il sera nécessaire d'analyser le climat en période estivale. De plus, des évolutions seront sans doute à prendre en compte ces prochaines années.

2.4.3 Et le changement climatique ?

Depuis fin 2013, les évolutions liées au changement climatique sont suivies par le dispositif ORACLE en Poitou-Charentes : Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique. Cet observatoire a mis en évidence une **augmentation de la température moyenne annuelle** de presque **0,3°C par décennie**, de façon homogène dans la région depuis 60 ans (ORACLE Poitou-Charentes, 2014).

Cette accélération du réchauffement se traduit notamment en agriculture par le **raccourcissement des calendriers culturels**, avec des dates de récolte plus précoces en été, et une disponibilité thermique estivale plus importante. La faisabilité de la culture du tournesol dérobé a ainsi été étudiée par l'observatoire ORACLE, via les sommes de température estivales de Saintes. De 1981 à 2010, la disponibilité thermique aurait été suffisante 2 années sur 3 pour cette culture (semis au 20/06 et récolte au 30/09). Le réchauffement climatique pourrait donc jouer un rôle clé dans la faisabilité d'une 3^e culture en 2 ans. Cependant, la disponibilité en eau n'a pas été prise en compte pour le calcul de cette fréquence.

Car, si le cumul des précipitations annuelles reste lui relativement stable depuis 1952 dans la région, la répartition saisonnière de ces précipitations connaît des évolutions. En effet, sur la période 1952-2010, les mois de **Juillet-Août-Septembre** connaissent une **baisse significative de précipitations** de l'ordre de **-6,5mm/décennie**. Des résultats similaires se retrouvent sur l'ensemble de la France (ORACLE Poitou-Charentes, 2014).

Ces **tendances** pourraient se poursuivre dans le futur. Le projet de recherche CLIMATOR réalisé de 2007 à 2010 avait pour but de fournir des résultats sur les impacts du changement climatique sur divers systèmes cultivés. Des simulations, réalisées pour le climat de Lusignan, utilisaient des hypothèses d'augmentation de la température moyenne annuelle de 1,4°C et de diminution de la pluviométrie annuelle de 146 mm, entre le « passé récent » (1970-1999) et le « futur proche » (2020-2049) (BRISSON N. et LEVRAULT F., 2010). Si ces projections se confirment, les besoins en degrés-jours des cultures seraient de moins en moins limitant, comme pour la production de tournesol dérobé. Mais, les cultures les plus adaptées seront aussi les moins exigeantes en eau. Nous tenterons de prendre en compte ce critère dans la présente étude.

A RETENIR :

L'agriculture picto-charentaise, riche d'une grande diversité, connaît pourtant une spécialisation grandissante vers la céréaliculture. Dans ce contexte, la production d'une culture supplémentaire (dérobée graine) dans le but de récolter 3 cultures en 2 ans, pourrait répondre à différents objectifs :

- ❖ Améliorer la rentabilité et la robustesse des exploitations grâce à un complément de marge
- ❖ Diversifier la rotation, atout à la fois agronomique et économique
- ❖ Réintroduire du pois dans les rotations : culture favorable à la production d'une dérobée

Répondre éventuellement aux obligations de couverture du sol en interculture longue. Cette opportunité est cependant soumise à d'importantes contraintes : durée de l'interculture, conditions estivales souvent sèches et chaudes, sols parfois très séchants (groies)...

La faisabilité d'une seconde culture pose de nombreuses interrogations sur sa mise en œuvre et ses impacts sur la culture suivante et/ou la rotation.

Cette étude va s'attacher à rassembler et fournir les premiers éléments de réponse.

3 Problématique et modèle d'analyse

3.1 Problématique

Les Chambres d'Agriculture conduisent des projets de recherche & développement ayant pour objectif de définir, tester et promouvoir des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, tout en conservant ou améliorant la compétitivité des exploitations agricoles.

Dans cet objectif, la Chambre d'Agriculture Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes (ALPC) souhaite concevoir des **scénarii d'introduction d'une culture dérobée graine tenant compte de la faisabilité technique, et évaluer l'intérêt agronomique, économique et environnemental de cultiver 3 cultures en 2 ans.**

Or, toutes les cultures ne présentent pas la capacité d'atteindre la maturité dans les conditions d'une interculture. Et de même, toutes les successions culturales ne fournissent pas des conditions favorables à l'implantation d'une culture dans un but de récolte. Pour concevoir des scénarii d'introduction faisables, il faudra alors :

- **Déterminer les intercultures favorables à l'introduction d'une culture dérobée :**
Quelles cultures principales sont pratiquées ? Quelles sont les durées d'interculture disponibles ?

- **Identifier les cultures dérobées potentielles faisables dans la région :**
Quelles cultures ont un cycle suffisamment court par rapport aux intercultures disponibles ? Leurs besoins physiologiques peuvent-ils être satisfaits pendant cette période ? Existe-t-il des débouchés et des données techniques suffisantes pour pouvoir étudier ces cultures ?

- **Evaluer les impacts de cette introduction, pour en déterminer l'intérêt :**
Ces cultures sont-elles toujours récoltées ? Alors quelle rentabilité économique pour ces cultures ? Quels sont ses impacts environnementaux ? Ces cultures dérobées permettent-elles de remplir le rôle de piège à nitrates ? Quelles impacts agronomiques produit l'introduction d'une dérobée ?

3.2 Modèle d'analyse

Cette étude sera donc constituée de deux volets. Dans un premier temps la **conception de cas-types** faisables techniquement aura pour but de définir les cultures dérobées, et leur conduite en fonction de la culture précédente, favorables à la production d'une deuxième culture. Un second volet d'**évaluation** répondra à la question des impacts de cette culture supplémentaire.

La fig. 7 représente le cheminement suivi pour répondre aux différentes questions, et constitue le modèle d'analyse simplifié de l'étude :

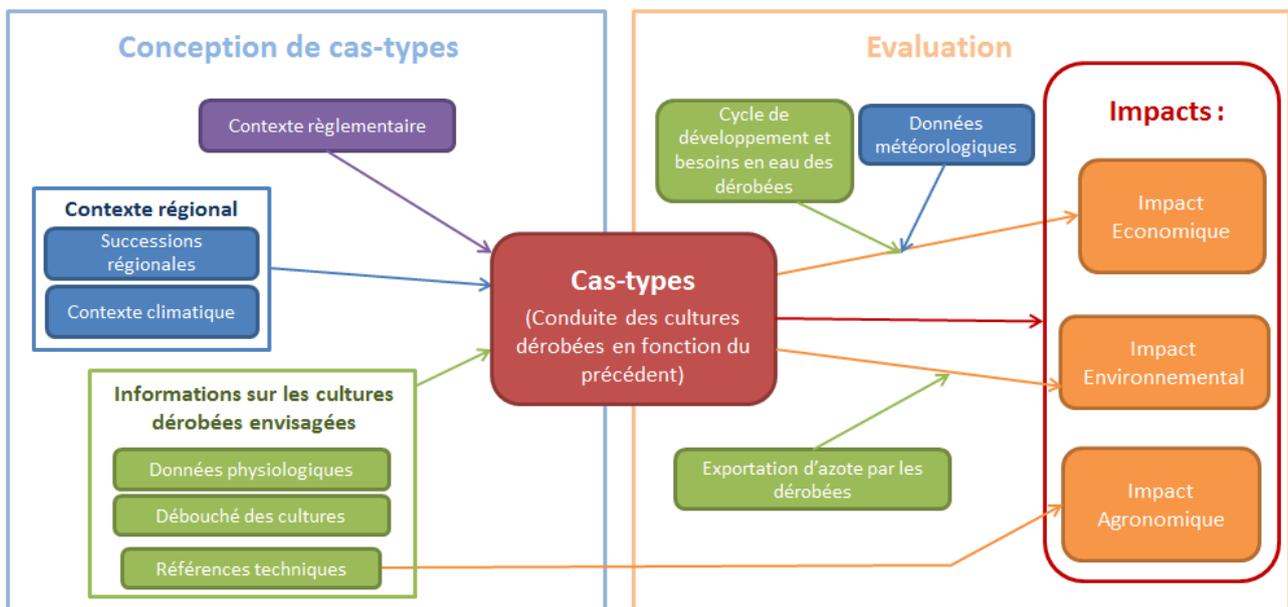


FIGURE 7 : MODELE D'ANALYSE SIMPLIFIE

La production de cultures dérobées représente une opportunité intéressante, mais doit aussi répondre à **la réglementation en vigueur sur la gestion des intercultures**. Les cas-types devront notamment respecter les interventions autorisées en interculture.

Ensuite, la question de départ concerne les opportunités permises en Poitou-Charentes : les cultures dérobées doivent donc être adaptées aux caractéristiques du contexte pédoclimatique. D'une part, il détermine les **durées d'intercultures disponibles** pour introduire une dérobée, en fonction des **successions pratiquées** dans la région mais aussi des **conditions climatiques favorables aux interventions agricoles**. Par exemple les risques de pluies automnales sont défavorables, car elles occasionnent des risques de récolte trop tardive (mauvaises conditions ou détérioration de la qualité).

D'autre part, le **contexte climatique en interculture** détermine les températures et ressources en eau qui seront disponibles pour les dérobées. Il faudra donc s'intéresser aux **données physiologiques des espèces** pour déterminer si leurs besoins pourront être satisfaits.

L'existence de débouchés pour les productions devra aussi être répertoriée, et nous devons disposer de suffisamment de **références techniques** sur les cultures, pour assurer une mise en œuvre pertinente.

Suite à la **sélection des espèces** dérobées grains, des cas-types seront établis compte tenu de la **réglementation** et grâce aux ITK et rendements observés dans les **références techniques**, et différenciés en fonction des précédents.

L'évaluation va ensuite concerner les impacts économiques, environnementaux et agronomiques.

Un risque inhérent à la production d'une culture dérobée est de ne pas récolter la culture, surtout lorsqu'on souhaite produire des graines. Pour évaluer **l'impact économique**, il sera nécessaire de prendre en compte ce risque. Pour cela, une **fréquence de récolte potentielle** sera définie à partir des **besoins physiologiques** des cultures (degrés-jour et eau) et des **données météorologiques** de différentes stations régionales.

L'impact environnemental sera défini en fonction des conduites mentionnées dans les cas-types, et des **données d'exportation en azote** des cultures. Il s'agira en effet de pouvoir comparer l'effet « piégeage d'azote » de la dérobée, but recherché par la Directive Nitrates, et celui d'un couvert végétal classique.

Enfin, les **références techniques** permettront d'identifier les **impacts agronomiques** de l'introduction d'une espèce en dérobée, sous forme d'**appréciations** quant au risque de salissement des parcelles, à l'intérêt dans la succession et d'autres impacts observés ou non sur le terrain.

Un modèle d'analyse détaillé, reprenant les éléments indiqués ici, est disponible en Annexe B.

4 Matériel et Méthode

4.1 Sources d'information et outils de collecte

Pour collecter les informations nécessaires à l'étude, différentes sources d'informations ont été mobilisées :

TABLEAU 3 : SOURCES D'INFORMATIONS DE D'ETUDE

Informations recherchées	Sources d'informations
Contexte réglementaire	Bibliographie
Successions culturelles en Poitou-Charentes	Bibliographie, Agriculteurs en Poitou-Charentes
Contexte climatique en Poitou-Charentes	Bibliographie
Besoins physiologiques des cultures Cycle de développement et besoins en eau	Bibliographie, Personnes « ressources »
Débouchés des cultures	Bibliographie, Agriculteurs en et hors Poitou-Charentes
Références techniques sur les cultures dérobées	Agriculteurs en et hors Poitou-Charentes, Conseillers agricoles
Données météorologiques dans la région	Météo France

4.1.1 Bibliographie :

L'étude bibliographique a visé à récolter un maximum d'informations diverses sur les **cultures potentielles**, le **contexte de la région** et le **contexte réglementaire** des cultures dérobées.

Pour cela de nombreuses sources ont été consultées : communications d'organismes agricoles, revues, ouvrages d'agronomie, forums agricoles... en France comme à l'international.

4.1.2 Personnes « ressources » :

Il s'agit des personnes appartenant à des **organismes de recherche et développement**, contactées pour tenter de compléter les lacunes de la bibliographie principalement sur les besoins physiologiques des cultures.

18 personnes ont ainsi été contactées, par mail ou téléphone, des organismes suivants : Arvalis, Terres Inovia, Agroscope Changins, AgriGenève, INRA (Stations de Toulouse, Lusignan, Avignon et Versailles), l'institut de recherche de l'agriculture biologique Suisse (FiBL), FNAMS et des semenciers : Pioneer, SemPartners, SARL Renaudat.

4.1.3 Conseillers agricoles :

Des conseillers productions végétales ont également été mobilisés pour fournir des **retours d'expériences terrain** : avis sur les cultures, résultats d'essais ou expériences d'agriculteurs, pour obtenir des premiers éléments techniques. Ils ont également fourni la première **liste d'agriculteurs** ayant testé cette pratique en Poitou-Charentes.

19 conseillers ont été sollicités : Chambre d'Agriculture Régionale ALPC et Départementales de la Vienne, Deux-Sèvres, Charente, Charente-Maritime, Gironde, Dordogne, Haute-Marne, Alsace et Vosges, ainsi que des Coopératives OCEALIA et CAVAC.

4.1.4 Agriculteurs sur le territoire Poitou-Charentes :

Les références techniques sur les cultures dérobées ont principalement été collectées grâce à des **enquêtes chez des agriculteurs**. Une première liste d'agriculteurs à contacter a ainsi été établie grâce aux conseillers des Chambres d'Agricultures départementales. Cette dernière a ensuite été complétée de proche en proche grâce aux indications des agriculteurs enquêtés et à la mobilisation des professionnels agricoles. L'échantillon d'agriculteurs enquêtés visait un recensement le plus exhaustif possible des pratiques de dérobées en Poitou-Charentes.

25 enquêtes ont ainsi été réalisées, par entretiens semi-directifs, avec les agriculteurs sur leurs exploitations. Le guide d'entretien suivant a été utilisé :

TABLEAU 4 : GUIDE D'ENTRETIEN - ENQUETES AGRICULTEURS

Caractéristiques de l'exploitation :	<ul style="list-style-type: none"> - Surfaces, Productions - Cultures principales, Rotations - Conduite des cultures et des intercultures - Sols (Réserve Utile, Matière Organique, % de cailloux, avantages/inconvénients)
Déterminants de la production de cultures dérobées :	<ul style="list-style-type: none"> - Objectifs de la production de dérobée - Charge de travail liée à la dérobée - Avantages et Inconvénients, limites de la pratique - Approvisionnement semences (lieu, prix) - Valorisation de la production (débouchés et prix de vente) - Sources d'informations
ITK des cultures dérobées « grains » :	<ul style="list-style-type: none"> - Précédent (Date de récolte, rendement, restitution des résidus, fertilisation, irrigation) - Type de sol de la parcelle - Dates et matériels utilisés pour le semis et les interventions - Variétés, densité de semis, profondeur, inter-rang - Objectifs des interventions - Conditions de réussite de la culture - Date de récolte, conditions de récolte - Rendement, humidité du grain – frais de séchage - Effets sur la culture suivante (gestion de l'azote, des adventices, des ravageurs, effet sur le rendement) - Avis sur le déroulement de la culture, qu'aurait-il fallu faire ? - Satisfaction ?
Perspectives des cultures dérobées sur l'exploitation :	<ul style="list-style-type: none"> - Freins et motivations liés à la culture - Autres expériences - Idées/suggestions - Contacts d'autres agriculteurs

Les informations récoltées ont été ordonnées dans une fiche d'enquête par exploitation. La trame de cette fiche est disponible en Annexe C.

4.1.5 Agriculteurs hors région :

Nous avons eu l'opportunité de passer un **appel à témoignage** par mail à tous les abonnés du magazine TCS (Techniques Culturelles Simplifiées) par l'intermédiaire de Cécile Waligora, en mars 2016. L'intérêt était d'élargir le nombre de retour d'expériences et d'apprécier la **diversité de pratiques** également hors du territoire Poitou-Charentes. En effet, cette étude concerne la région, mais a également un but informatif général sur les opportunités de cultures dérobées. Les cultures rencontrées en bibliographie ou dans d'autres régions, même si elles n'ont pas été testées dans les conditions picto-charentaises, seront présentées pour information.

Suite à l'appel à témoignage et aux contacts hors région fournis par des professionnels, **10 enquêtes téléphoniques** ont été réalisées. Les entretiens semi-directifs ont suivi le même guide d'entretien que pour les agriculteurs de la région.

4.2 Conception des cas-types

Quelle que soit la zone étudiée, les pratiques agricoles présentent une très grande variabilité. Cette diversité peut s'expliquer par des choix propres aux agriculteurs, des conditions climatiques particulières ou encore des incidents. Pour nous, affranchir de cette variabilité, nous avons choisi de constituer des cas-types : **situations moyennes basées sur des données régionales.**

4.2.1 Choix des cultures : définition de critères d'exclusion

Toutes les cultures envisagées au départ ne pourront pas constituer un cas-type et être évaluées. En effet, les cultures peu pertinentes ne pourront être étudiées.

A partir de la bibliographie, des **critères d'exclusion** de certaines cultures ont été définis. Ses critères concernent des aspects économiques et agronomiques des cultures.

Critères économiques :

La production doit présenter un intérêt à la vente pour les agriculteurs, ou au moins pouvoir être utilisée directement (*alimentation, semences de couvert ...*) :

➔ **Existence d'une filière de valorisation.**

Les agriculteurs doivent pouvoir avoir accès à la culture :

➔ **Possibilités d'approvisionnement en semences** (*ex : difficulté quinoa*).

Les dérobées sont des cultures « opportunes » au rendement peu prévisible et aléatoire, aspect problématique pour les industriels :

➔ **Les cultures nécessitant un contrat avec un industriel peuvent être un frein.**

Critères agronomiques :

Les espèces concernées sont estivales donc ne pourront pas répondre à des besoins en froid.

➔ **Absence de besoins de vernalisation.**

A partir de fin octobre, les précipitations et l'humidité risquent de devenir trop importantes pour des récoltes en bonnes conditions. « Pour récolter tôt, il faut semer tôt », les précédents récoltés début d'été seront préférés :

TABLEAU 5 : JOURS DISPONIBLES POUR UNE DEROBEE EN FONCTION DU PRECEDENT

Précédents	Pois	Orge	Blé	Colza
Dates de récolte	20 – 25 juin		5 – 10 juillet	
Jours disponibles avant le 20/10	123 – 118 jours		113 – 107 jours	

Le précédent pois permet de dégager une « plage de temps » plus importante avant le 20 octobre.

➔ **Durée de cycle de la culture dérobée assez court a priori : moins de 120 jours.**

En Poitou-Charentes, le maïs est la première culture consommatrice d'eau, avec plus de 40% de sa sole irriguée. Or c'est une ressource souvent limitante. Nous avons donc estimé qu'une culture dérobée ne devait pas nécessiter d'avantage d'irrigation qu'une culture de maïs sur groie conduite en irriguée, soit environ 200 mm. Ensuite les précipitations du 21 juin au 20 octobre s'élèvent en moyenne (sur les 6 villes étudiées, cf 4.3.1. étude climatique) à 230 mm. Les besoins des cultures dérobées doivent être satisfaits avec ces deux ressources en eau, ce qui donne le critère suivant :

➔ **Besoins en eau a priori : moins de 430 mm sur tout le cycle de la culture.**

Enfin, certaines cultures présentant, a priori, les caractéristiques de potentielles dérobées, ont dû être écartées en raison d'une absence d'informations techniques sur leur conduite et leur comportement sous nos latitudes. Ces données techniques proviennent des expériences rencontrées chez des agriculteurs ou conduits par des semenciers.

➔ **Disponibilité de références techniques.**

Les cultures satisfaisant ces critères ont été sélectionnées pour constituer les cas-types.

4.2.2 Synthèse d'enquêtes : analyse des ITK et construction des cas-types

Les **itinéraires techniques décrits** par les agriculteurs ou les conseillers lors des enquêtes ont été synthétisés dans un tableau par culture, en tenant compte de la localisation et des types de sols correspondants. Ces ITK ont ensuite été **analysés pour fournir un cas-type**. L'analyse des ITK ne correspond pas systématiquement à une moyenne des situations. Il est en effet nécessaire de faire une interprétation pour s'émanciper des biais liés à des accidents ou des contextes particuliers, et tenir compte des avis des agriculteurs sur les pratiques qu'ils ont réalisées (SCHAUB A. et al., 2016).

L'objectif n'est donc pas nécessairement la représentativité statistique des pratiques régionales mais plutôt leur **cohérence technique**, en retenant les pratiques qui semblent les plus favorables. En cas de manque de références terrain, nous avons pu avoir recours aux ressources bibliographiques, en adaptant les informations au contexte régional.

De façon générale, nous considérerons dans les cas-types qu'un **précédent pois** fourni d'avantage d'azote à une dérobée qu'un précédent céréale. La succession « précédent-dérobée-suivant » doit permettre la gestion des adventices pour **éviter le salissement** de la parcelle, et la gestion des repousses pour éviter la compétition entre les espèces. La succession cherchera également à éviter l'effet de réservoir fongique.

Les précédents **méteils fourrage** ont été écartés dans la constitution des cas-types. Ces mélanges céréale-légumineuse pour la production de fourrage sont fauchés dans la région en général au mois de mai. Cette libération de la parcelle permet la production de nombreuses cultures, mais qui correspondent d'avantage au semis tardif d'une culture principale plutôt qu'aux conditions d'une culture dérobée. C'est d'ailleurs le méteil qui est souvent considéré comme une dérobée fourrage.

4.3 Evaluation des cas-types

L'objectif est de réaliser une **évaluation multicritère** des cas-types établis afin d'estimer l'intérêt et les impacts de l'introduction de culture dérobée dans des successions culturales de Poitou-Charentes. Les risques climatiques seront particulièrement étudiés.

4.3.1 Etude climatique

L'étude climatique vise à confronter les besoins physiologiques des cultures aux conditions climatiques de la région. Cette étape permettra d'estimer des **fréquences de réussite potentielle** de la culture dérobée, en fonction des conditions climatiques. Cette fréquence sera prise en compte dans l'évaluation économique et donnera des indications sur le risque encouru par les agriculteurs lors de l'implantation d'une culture dérobée.

4.3.1.1 Choix des données météorologiques

Afin de représenter au mieux le territoire Poitou-Charentes, nous avons cherché à utiliser les données météorologiques de villes aux **climats les plus divers possibles**, et correspondant aux zones de grandes cultures. Les villes de Thouars, Poitiers, Lusignan, Niort, Saintes et Angoulême présentent une diversité à la fois climatique et géographique intéressante (fig. 8, tab. 6). Les relevés météorologiques de ces villes étaient disponibles via les Chambres d'Agriculture, elles ont donc été sélectionnées pour réaliser l'étude climatique.

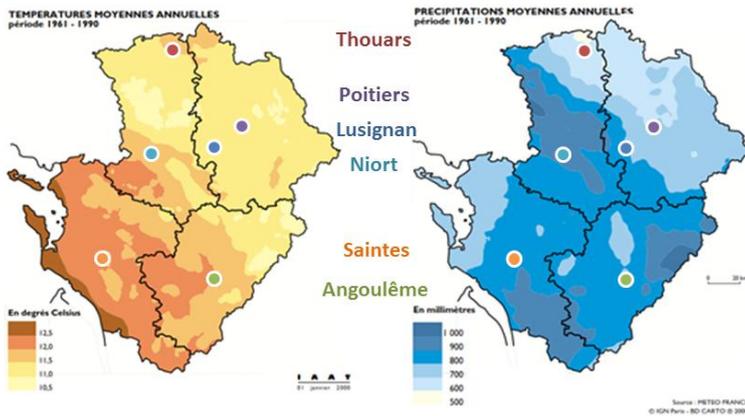


TABLEAU 6 : TEMPÉRATURES ET PRÉCIPITATIONS ANNUELLES DES STATIONS ETUDIÉES (SOURCE : IAAT, 2000)

Villes	Températures moyennes annuelles (1961-1990)	Précipitations moyennes annuelles (1961-1990)
Thouars	11-11,5	500-600
Poitiers	11	600-700
Lusignan	11	700-800
Angoulême	11,5-12	700-800
Saintes	12	800-900

FIGURE 8 : LOCALISATION DES STATIONS CLIMATIQUES ETUDIÉES (SOURCE : IAAT, 2000)

Ensuite, le dispositif ORACLE en Poitou-Charentes nous a appris que le phénomène de réchauffement climatique s'est accéléré dans la région en particulier depuis les années 1970. Or entre les années 1950 et 2010 les températures annuelles ont déjà connu une augmentation de 0,3°C par décennie (ORACLE Poitou-Charentes, 2014). Nous avons ainsi choisi d'utiliser les données climatiques des différentes stations de 1990 à 2015 afin d'éviter les décennies précédentes, plus froides. Ces 26 années permettent de conserver une variabilité climatique intéressante.

4.3.1.2 Définition des critères de réussite

Afin d'estimer des fréquences de réussite potentielle, nous avons défini des **critères climatiques à atteindre** pour que la culture dérobée puisse satisfaire au minimum ses besoins physiologiques et accomplir son cycle jusqu'à maturité.

➤ Premier critère climatique : besoins en température

Le besoin en degrés-jours (DJ) d'une culture est le premier critère étudié. Il s'agit d'une information assez accessible dans la bibliographie, qui permet de prendre en compte l'effet des températures disponibles sur la durée de cycle d'une culture.

$$\sum DJ = \sum \left(\frac{T_{min} + T_{max}}{2} - T_{base} \right) \quad (1)$$

Si la culture dispose d'un cumul suffisant en degrés-jours, elle est censée réaliser son **cycle jusqu'à maturité**. Mais l'arrivée à maturité n'est pas synonyme de « réussite » de la culture. Ici, nous parlerons de réussite de la culture lorsqu'elle arrive à maturité et produit le rendement moyen atteignable en région (d'après les enquêtes agriculteurs).

➤ Second critère climatique : besoins en eau

L'eau a été évoquée de façon unanime par les agriculteurs enquêtés comme une **clé de réussite** des cultures dérobées. Nous avons donc cherché à définir un second filtre climatique : la satisfaction des besoins en eau de la culture.

Mais pour des cultures mineures, la notion de **besoins en eau**, exprimée en millimètres, est une information bien moins présente, voire totalement absente en bibliographie. Il existe quelques références générales pour des cultures importantes comme le maïs et le tournesol, mais la **variabilité variétale** dans ces conditions de culture est peu renseignée.

Pour **relier le stress hydrique aux pertes de rendement**, qui pourrait alors constituer un critère climatique de réussite, des études utilisent le calcul de la Réserve Utile (RU) du sol pendant

l'interculture, pour obtenir l'indice de déficit hydrique k' . Pour certaines cultures comme le lin, l'indice k' a pu être relié à des pertes de rendement (FRENET F., 2004). Le coefficient cultural K_c , utilisé dans le calcul de la RU, est aussi spécifique à l'espèce étudiée et même à son stade de développement. Or, nous ne disposons pas de telles références pour les espèces ou variétés concernées en dérobée. Les relations entre productivité du sarrasin et contraintes abiotiques est notamment un projet de l'équipe Ecophysiology and Plant Genetics for Sustainable Agriculture de l'Université de Louvain.

En l'absence pour le moment de ces données de base, nous avons donc cherché à identifier une « **relation** » entre la **pluviométrie et les rendements** des cultures, grâce à des expériences décrites lors des enquêtes.

4.3.1.3 *Méthode d'étude proposée*

Il ne s'agira pas ici d'identifier des corrélations statistiques, le nombre d'expériences étant en effet beaucoup trop faible pour cela (maximum une dizaine d'expériences suffisamment renseignées pour une culture). L'objectif est plutôt d'**identifier des tendances**, qui permettent d'approcher la notion de risque climatique pour certaines cultures.

Les **expériences relevées** dans les enquêtes n'ont pas été suivies précisément (comptages, dates des stades...), mais pour un certain nombre d'entre elles nous possédons les dates de semis et de récolte, le rendement obtenu ainsi que quelques informations sur leur conduite. En fonction de leur localisation géographique, chaque expérience s'est vu attribuer la climatologie de l'année de l'une des 6 villes étudiées.

Pour les cultures présentant le plus d'expériences relevées, nous avons identifié **les stades les plus sensibles** au stress hydriques d'après la bibliographie et les retours d'expériences. Grâce à des données bibliographiques sur le cycle des cultures, nous avons alors calculé, pour chaque expérience avec son climat, les dates de ces stades.

Le **cumul des précipitations** a ensuite été calculé sur une période de **10 jours avant et après** la date calculée. Ce pas de temps de 20 jours permet d'encadrer le stade voulu même dans le cas où la date calculée ne correspond pas exactement au terrain, et permet de tenir compte des précipitations précédant le stade sensible.

L'**état de la Réserve Utile** du sol a également été pris en compte, avec l'hypothèse que même en absence de précipitations encadrant la levée, une RU importante pouvait sans doute assurer la levée de la plante. La RU en elle-même n'a pas été utilisée, mais nous avons calculé son évolution (approvisionnement ou épuisement) sur le mois avant semis de la culture dérobée.

Le schéma suivant (fig. 9) représente les différentes informations utilisées pour chaque expérience, avec pour exemple une expérience en sarrasin :

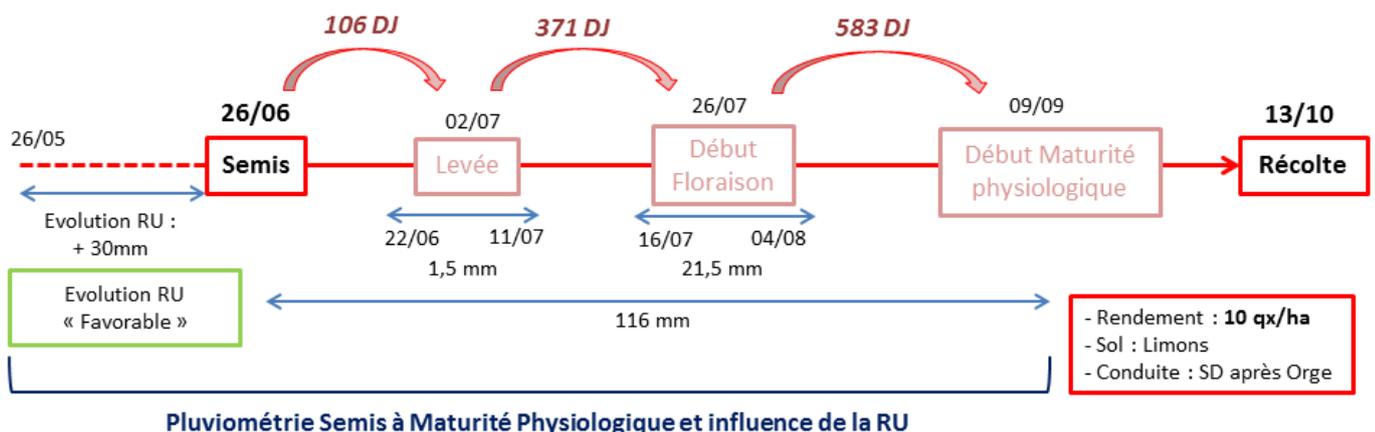


FIGURE 9 : SCHEMA DES INFORMATIONS UTILISEES POUR L'ETUDE DU CRITERE DES BESOINS EN EAU DES CULTURES DEROBEEES

En calculant ces différentes valeurs et en comparant les expériences, nous avons défini des **conditions favorables** à la réussite de la culture. Nous avons ensuite calculé pour chaque station météorologique la fréquence à laquelle ces conditions favorables ont été atteintes ces 26 dernières années, donnant ainsi une **fréquence de réussite potentielle**.

4.3.2 Choix et méthode de calcul des indicateurs

4.3.2.1 Méthodes de calculs

Nous avons d'abord envisagé de réaliser une évaluation multicritère de systèmes de culture incluant ou non une culture dérobée et de comparer leurs performances, grâce aux calculs de l'outil Systerre®. Mais les enquêtes terrain ont rapidement montré **le manque de recul** sur l'effet de cette introduction **à l'échelle de la succession**. En absence de ces informations quantifiées, nous ne pouvions modifier l'itinéraire technique des cultures principales d'une succession en fonction de la présence de la dérobée. La comparaison de systèmes avec et sans dérobée n'étant pas pertinente dans ces conditions, nous avons choisi de calculer des **indicateurs uniquement à l'échelle de la culture dérobée**. L'outil Systerre® permet une évaluation de la parcelle à l'exploitation. Il aurait pu être utilisé ici à l'échelle parcelle, mais pour cette échelle unique le temps de saisie nécessaire rendait l'outil moins attrayant. Les calculs des différents indicateurs a donc été fait « manuellement », ce qui n'a pas empêché l'utilisation de Systerre® comme base de donnée prix.

Pour évaluer l'impact environnemental, nous avons pensé utiliser les modèles STICS ou Syst'N, modèles de fonctionnement des cultures, qui permettent de simuler la production et les fuites de nitrates en fonction des sols. Ces modèles sont adaptés à des cultures intermédiaires telles que la moutarde ou le Ray-Grass d'Italie (JUSTES E. et al, 2013), mais ne possèdent pas les **paramétrages nécessaires** à toutes les cultures dérobées. Ne possédant pas les données nécessaires à ce paramétrage, nous avons choisi de réaliser un bilan « entrée/sortie » de l'azote à l'automne.

4.3.2.2 Indicateurs économiques

Les différents prix et références utilisés pour le calcul des indicateurs économiques sont disponibles en Annexe D.

Marge Brute (MB) : permet la comparaison des cultures sans charges de main d'œuvre et de mécanisation. Les aides couplées ne seront pas prises en compte dans le calcul du produit brut, ni les taxes dans les charges opérationnelles.

Les charges opérationnelles comprennent le coût des intrants : semences, engrais et produits phytosanitaires.

$$\begin{aligned}
 MB \left(\frac{\text{€}}{\text{ha}} \right) &= \text{Produit Brut} - \text{Charges opérationnelles} \\
 &= \text{Rendement} \left(\frac{\text{qx}}{\text{ha}} \right) * \text{Prix de vente} \left(\frac{\text{€}}{\text{qx}} \right) - \text{Charges opérationnelles} \left(\frac{\text{€}}{\text{ha}} \right)
 \end{aligned} \tag{2}$$

Marge Semi-Nette hors main d'œuvre : les coûts de mécanisation sont cette fois pris en compte, pour une approche réelle des coûts de la culture. Ici la marge semi-nette ne tient pas compte de la main d'œuvre car il s'agit d'un poste difficilement chiffrable en agriculture. Cet aspect sera plutôt approché sous la forme de temps de travail.

$$\text{Marge Semi Nette} \left(\frac{\text{€}}{\text{ha}} \right) = MB \left(\frac{\text{€}}{\text{ha}} \right) - \text{Coûts de mécanisation} \left(\frac{\text{€}}{\text{ha}} \right) \tag{3}$$

Les frais de séchage des récoltes seront également précisés et la marge semi-nette comprenant ces frais sera indiquée à titre indicatif. En effet en fonction de la culture et de

l'installation dont dispose chaque agriculteur, ce coût ne sera pas toujours pertinent à prendre en compte.

Rendement seuil : Il s'agit du rendement minimum à atteindre pour que le produit brut de la culture dérobée couvre les frais engagés pour cette culture. Les rendements seuils seront calculés pour que le produit égale les charges opérationnelles et de mécanisation.

$$\text{Rendement seuil } \left(\frac{qx}{ha}\right) = \frac{\text{Charges opérationnelles} + \text{Coûts de mécanisation } \left(\frac{\text{€}}{ha}\right)}{\text{Prix de Vente } \left(\frac{\text{€}}{qx}\right)} \quad (4)$$

Rendement seuil pluriannuel : Il s'agira du rendement seuil à atteindre compte tenu de la fréquence de réussite potentielle de la culture. Si cette fréquence est de 3 années sur 4, le rendement des 3 années de réussite devra également couvrir les charges engagées l'année d'échec. La fréquence de réussite potentielle, calculée grâce à l'étude climatique, est notée « Fr ».

Les années d'échec, les frais engagés sont les mêmes qu'une année de réussite, hormis les charges de mécanisation de la moissonneuse-batteuse, dites « Charges Récolte ».

$$\text{Rdt seuil pluriannuel } \left(\frac{qx}{ha}\right) = \frac{(\text{Charges opé} + \text{Charges méca} - (1 - Fr) * \text{Charges Récolte}) \left(\frac{\text{€}}{ha}\right)}{Fr * \text{Prix de Vente } \left(\frac{\text{€}}{qx}\right)} \quad (5)$$

Rentabilité du temps de travail : Les charges de main d'œuvre ne sont pas utilisées pour le calcul de la marge semi-nette. Le temps de travail varie peu entre chaque dérobée (sauf pour l'irrigation), mais les agriculteurs ont parfois indiqué des temps de travail importants par rapport à la marge dégagée par exemple. Nous allons chercher à déterminer la rentabilité de ce temps de travail. La marge semi-nette va être ramenée à l'heure de travail fournie pour produire cette marge.

$$\text{Rentabilité temps } \left(\frac{\text{€}}{ha/h}\right) = \frac{\text{Marge Semi Nette hors Main d'oeuvre } \left(\frac{\text{€}}{ha}\right)}{\text{Temps de travail } (h)} \quad (6)$$

4.3.2.3 Indicateurs environnementaux : azote, produits phytosanitaires

Nous avons vu précédemment les différences règlementaires liées à l'implantation d'une CIPAN ou d'une culture dérobée. Un objectif important de l'implantation de cultures intermédiaires est le **piégeage des nitrates disponibles** dans le sol en interculture, afin de diminuer leur risque de lixiviation. Nous avons donc cherché à déterminer si les espèces utilisées en dérobées pouvaient permettre de minimiser le Reliquat Début Drainage.

Reliquat Début Drainage : A la différence d'un couvert végétal, la production de dérobée graine va exporter de l'azote, qui ne sera pas soumis à lixiviation, même après la destruction de la culture.

Les valeurs d'exportation d'azote par les graines sont issues de la bibliographie. La Chambre d'Agriculture Régionale ALPC dispose de références sur les valeurs de Reliquat Après Récolte (RAR) pour les différents précédents et sur les dynamiques de lixiviation en fonction des sols.

Les valeurs calculées de Reliquat Début Drainage (RDD), aussi appelé Reliquat Entrée Hiver (REH), pourront être comparées à un sol nu ou à une culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN). Le calcul est expliqué par la fig. 10 et le tab. 7.

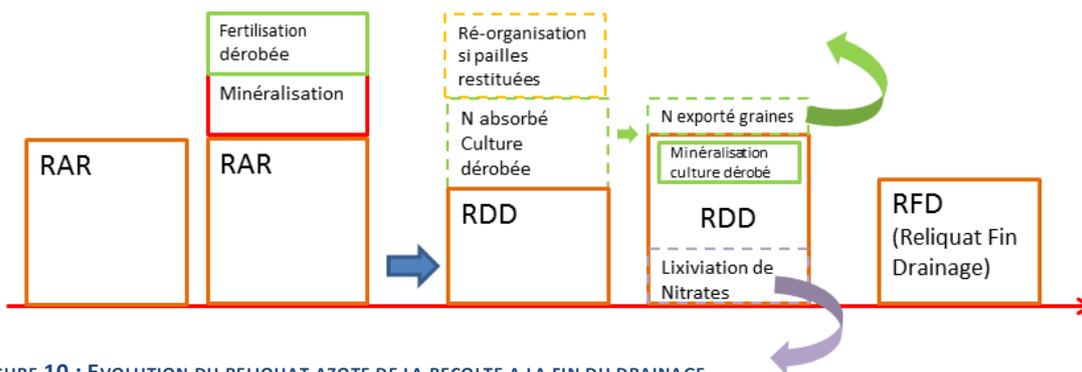


FIGURE 10 : EVOLUTION DU RELIQUAT AZOTE DE LA RECOLTE A LA FIN DU DRAINAGE

Le RDD calculé comme indicateur est le reliquat avant exportation des graines et minéralisation des résidus (fig. 10, tab. 7).

TABLEAU 7 : CALCUL DU RELIQUAT DEBUT DRAINAGE

	Minéralisation journalière du sol	Kg N/ha/jour
x	Nombre de jour (Récolte 20/06-Semis 25/10)	Jours
+	Quantité d'azote à la fermeture du bilan (Base)	Kg N/ha
+	Bilan EQUIF* culture précédente	Kg N/ha
+	Effet résidus culture précédente	Kg N/ha
+	Fertilisation azotée de la dérobée	Kg N/ha
-	Azote mobilisé par la dérobée	Kg N/ha
=	Reliquat Début Drainage	Kg N/ha

*Le bilan EQUIF est le bilan azoté de la culture calculé *a posteriori*. Il est calculé comme suit :

$$\text{EQUIF} = \text{Fournitures du sol} + \underbrace{\text{Engrais valorisé}}_{\text{CAU} \times \text{Apport N}} - \underbrace{\text{Besoins réels}}_{\text{b} \times \text{Rendement}}$$

avec CAU = Coefficient Apparent d'Utilisation de l'engrais
b = coefficient des besoins en azote des cultures (unités N/qx)

FIGURE 11 : CALCUL DU BILAN EQUIF (SOURCE : ANAUDEAU M. ET MINETTE S., 2016)

Ensuite, comme pour une culture principale, nous nous intéresserons à un indicateur de l'utilisation de produits phytosanitaires :

Indice de Fréquence de Traitement (IFT) :

$$\text{IFT}_{\text{parcelle}} = \frac{\text{Dose appliquée} \times \text{Surface traitée}}{\text{Dose homologuée minimum} \times \text{Surface de la parcelle}} \quad (7)$$

Le grammage de matière active par hectare a également été calculé, mais cet indicateur étant aujourd'hui moins utilisé comme référence, sa méthode de calcul et les résultats correspondants sont présentés en Annexe E.

4.3.2.4 Indicateurs agronomiques

Les impacts agronomiques de l'introduction de culture dérobée seront évalués de façon qualitative, à partir des retours d'expériences d'agriculteurs et de professionnels agricoles. La bibliographie pourra également apporter des éléments de réflexion qui compléteront les expériences souvent récentes des agriculteurs.

Pour chaque culture dérobée, nous rassemblerons des éléments sur les conditions de semis, les pratiques les plus favorables et les impacts sur la culture suivante.

5 Résultats

5.1 Choix des cultures

A partir des premières recherches bibliographiques et des suggestions de conseillers et des agriculteurs enquêtés, 21 cultures ont été répertoriées. **7 cultures**, répondant aux critères de faisabilités énoncés précédemment, ont été conservées et **étudiées** par la suite. Les informations sont présentées dans le tab. 9. **14 autres cultures** ont été envisagées mais **non-retenues**. Le tab. 8, présente les critères de faisabilité non satisfaits.

TABLEAU 8 : CULTURES NON-RETENUES EN FONCTION DES CRITERES DE FAISABILITE

Cultures non retenues	Absence de filière	Cycle trop long	Besoins en eau trop importants	Besoins climatiques particuliers	Uniquement contractuelle	Manque d'expérience ou d'informations en dérobée
Alpiste		X				
Chanvre		X			X	
Fenugrec		X				X
Lin Oléagineux de Printemps						X
Lentille		(X) Certaines variétés possibles ?				X
Pois Chiche						X
Maïs Doux	(X) Lieu de transformation trop éloigné		X		X	X
Maïs Pop-Corn					X	X
Quinoa				X	X	X
Ricin	X	X				
Sésame	X			X		
Sorgho		X				
Orge de Printemps	A dire d'experts, difficilement envisageables avec un semis aussi tardif , pour des raisons de déficit hydrique et d'échaudage thermique. Des agriculteurs indiquent aussi de mauvais résultats avec l'apparition de maladies inhabituelles sur ces cultures. Des expériences existent en dérobées, mais références manquantes dans les conditions de la région pour réaliser l'étude.					
Pois de Printemps						

Les principales informations collectées pour compléter le tab. 8, des cultures non-retenues, sont présentées en Annexe F.

TABLEAU 9: CARACTERISTIQUES DES CULTURES DEROBEEES SELECTIONNEES POUR L'ETUDE

Nom commun Famille Nom latin Autre nom	Variétés	Densité de semis - PMG	Besoins en eau (Pluie/irrigation)	Durée du cycle	Rendement dérobée	Valorisation	Remarques	Sources
Cameline Brassicacée <i>Camelina Sativa</i>	Camélior USA : Blaine Creek, Pronghorn, Sunson...	PMG : 1-2g. 3-5kg/ha.	Ex de bons résultats avec 200 à 300mm de pluie. Résistant à la sécheresse.	90-100 jours, Environ 1000 DJ base 5°C.	Pas plus de 10qx/ha en dérobée en France.	Huile alimentaire, alimentation animale, biocarburants, cosmétique. Surtout Bio, mais perspectives de développement. Couvert végétal.	Des expériences en dérobée en France. Allélopathique, mellifère.	THOMAS F. et WALIGORA C., 2009 ; THOMAS F. et ARCHAMBEAUD M., 2013 ; THECLE V., 2012 ; ARVALIS-Institut du végétal, 2011 ; BRACONNIER R., GLANDARD J., 1952 ; FLEENOR R.A., 2011 ; SINTIM H.Y. et al., 2016. OBOUR A.K. et al., 2015.
Maïs grain Graminée <i>Zea mays</i>	Très précoce (SEVERUS, P8521, P8307...)	85 000 (ex SEVERUS) jusqu'à 110 000 pieds/ha	Identique à une culture principale (ex 200-250 mm d'irrigation à Toulouse + pluies)	1560-1650 DJ base 6°C. (800 DJ semis-floraison pour les variétés précoces)	Potentiel de 70-85qx aux normes	Alimentation animale (grain ou ensilage pour certaines variétés).	Besoin de variétés dentées qui se dessèchent plus rapidement.	JACQUIN C., 1992 ; KWS, 2016 ; PIONEER, 2016 ; GIRARDIN P., 1998
Millet Graminée <i>Panicum milliaceum</i> Panic Faux-Millet	Types blanc, jaune, roux, rouge... USA : Dove, Earlybird...	PMG 5-6g. En moyenne 30kg/ha	Une centaine de mm sur tout le cycle.	90 jours, mais cycle qui ferait de 1000 à 1500 DJ base 10°C.	Peut atteindre voire dépasser les 20qx.	Oisellerie, éventuellement fourrage.	Valorise mal l'irrigation.	BONNEMORT C., 2008 ; KRISHNA K.R., 2014 ; D'ALPOIM GUEDES J., 2015 ; KAUME R.N., 2006 ; SHEAHAN C.M., 2014 ; CARDENAS A., 1987 ; LYON D.J. et al., 2008 ; forums agricoles
Moha Graminée <i>Setaria italica</i> Millet des oiseaux, d'Italie, à grappe Panis	?	PMG 2g. 20-25kg/ha	Une centaine de mm de pluie sur sa période de croissance.	75 à 90j, peut-être au minimum 2000 DJ base 0°C.	Peut atteindre voire dépasser les 15qx.	Oisellerie, mais surtout valorisation du fourrage. Couvert végétal.		BALTENSPERGER D.D., 1996 ; Cheng and Dond, 2010 cités par D'ALPOIM GUEDES J., 2015 ; BRINK M., 2003 ; CIRAD – GREY – Ministère des Affaires étrangères, 2002. BIGNOLLES A., 2011.
Sarrasin Polygonacée <i>Fagopyrum esculentum</i> Blé noir	La Harpe Drollet Orphée	PMG 20-30g. 30-40kg/ha	Peu exigeante en eau. Ex de cycle avec 230mm de pluie (13qx/ha).	Minimum 1060 DJ base 6°C pour atteindre le début de maturité.	Très variable de 5 à 25qx/ha.	Meunerie Oisellerie Couvert végétal	Floraison indéterminée. Allélopathique Mellifère	COURTOIS N., 2009 ; Chambre Interdépartementale d'Île-de-France, 2004 ; RENAUDAT J.C., 2008 ; BRACONNIER R., GLANDARD J., 1952 ; AB Développement, 2012 ; Chambres d'Agriculture de Bretagne, 2012
Soja Légumineuse <i>Glycine max</i>	000 : OAC Erin Sultana Tundra, Merlin ... 0000 : Annushka	PMG très variable, 180g en moyenne. 550 000 à 600 000 pieds/ha	Besoins de 400mm. 300mm en zone Sud pour Merlin. Irrig. obligatoire. Irrigation environ 150mm pratiqué en région.	Var.000 : 1400-1470 DJ levée à maturité physio. Var.0000 : 1270 DJ. Base 6°C.	12 à 25 qx sur les expériences relevées en enquêtes.	Alimentation humaine Alimentation animale	Plusieurs essais en dérobée en France par les organismes agricoles	Terres Inovia, 2016 a ; SEM-PARTNERS, 2016 a ; CHATAIGNON M. et ARJAURE G., 2014
Tournesol Composée <i>Helianthus annuus</i>	PR62A91 (AlternA) PR63A62, Monalisa, Tremia CS...	PMG 40-55g. 75 000 graines/ha.	Environ 420mm (pluie + irrigation) pour un tournesol classique. Besoin 80mm d'irrigation en petite terre.	1300 – 1400 DJ base 6°C en double culture.	10 à 20qx en bonnes conditions dans les enquêtes.	Huile alimentaire	Concept AlternA de Pioneer lancé en 2008 avec var. spécialisée pour double culture.	Terres Inovia, 2016 b ; LECOMTE V. et NOLOT J.M., 2011. CHAMPOLIVIER L. et al., 2011.

* Indications en vert : issues de retours terrain

5.2 Synthèse des enquêtes

5.2.1 Présentation de l'échantillon

Les 25 exploitations enquêtées sont essentiellement en **grandes cultures**, avec une SAU comprise entre 65 et 330 ha (moyenne à 150 ha).

Ces exploitations pratiquent majoritairement la **réduction du travail du sol** : 45 % sont en Techniques Culturelles Simplifiées (TCS) et 41 % en absence de travail du sol (Semis Direct : SD) (fig. 12). Une seule enquête a été conduite chez un agriculteur en conduite biologique (compris dans les 14% en labour).

Parmi les cultures dérobées testées **dans la région**, la plus fréquente est le sarrasin, avec 15 expériences relevées. Le sarrasin associé correspond à des productions de colza+sarrasin. Bien que très intéressantes, ces expériences ne seront pas traitées dans la étude mais feront l'objet d'un point en Annexe G. Par manque d'informations, toutes les expériences recensées ici ne pourront être utilisées pour la construction des cas-types ou lors de l'étude climatique. Enfin, l'unique expérience recensée en cameline ne signifie pas qu'il s'agit de notre unique source d'information. Les enquêtes réalisées hors-région ne sont en effet pas incluses ici mais tout de même utilisées lors de la constitution des cas-types.

Une carte de la localisation des exploitations enquêtées en région est présentée en Annexe H.

5.2.2 Retours généraux sur le sujet des cultures dérobées

5.2.2.1 Agriculteurs enquêtés

▪ UN OBJECTIF PRINCIPAL

Les agriculteurs enquêtés ont tous déjà tenté l'implantation d'une culture dérobée, ils sont donc intéressés par le sujet. Leur objectif principal est (ou était) de tenter une valorisation de leur période d'interculture avec **si possible un gain économique supplémentaire**.

▪ UN FACTEUR DE REUSSITE PRIMORDIAL

La grande majorité des agriculteurs ont indiqué que la réussite de la culture dérobée était principalement due aux **précipitations**, notamment pour la levée. Une bonne levée assurerait souvent la réussite du développement de la culture.

▪ UNE OPPORTUNITE A RAISONNER

De nombreux agriculteurs ont profité des récoltes très précoces de l'année 2011 pour tester une seconde culture, souvent **proposée par leurs coopératives**.

Cependant ces cultures dérobées ne sont pas toujours pérennisées sur les exploitations. En effet la rentabilité est **plus ou moins intéressante en fonction des prix**, et des **débouchés**. Ces derniers sont souvent jugés **trop instables ou insuffisants** par rapport au potentiel de certaines cultures. Il faut

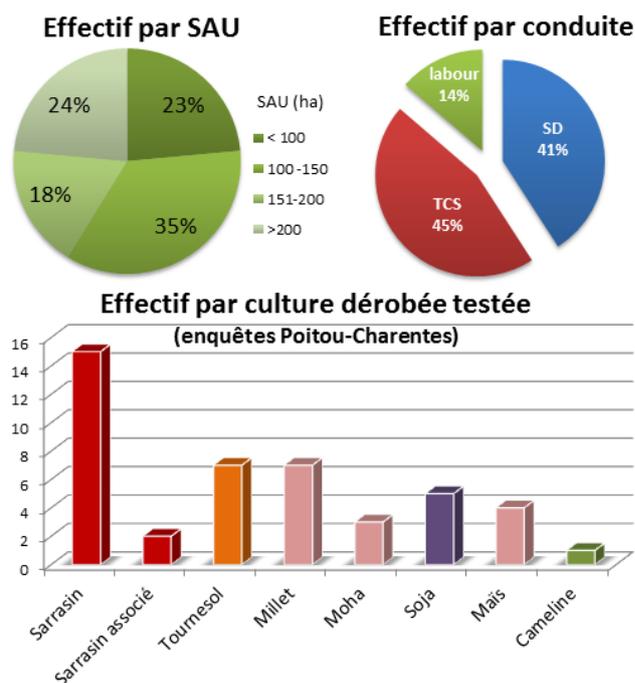


FIGURE 12: EFFECTIF PAR SAU, CONDUITE ET CULTURE DEROBEE AU SEIN DE L'ECHANTILLON

donc **se renseigner** au maximum **du débouché possible et des disponibilités en séchage** avant récolte, voire semis, de la culture.

La plupart des agriculteurs soulignent l'importance de se montrer **opportuniste** avec les cultures dérobées, c'est-à-dire ne pas en attendre une récolte à tout prix et bien mesurer les frais à engager par rapport au potentiel de la culture.

La **charge de travail** engagée pour la dérobée n'est en général **pas jugée très importante**. Par contre, elle arrive à des **périodes déjà chargées** pour les agriculteurs et nécessite une grande **réactivité**.

▪ **UN SECOND FACTEUR :**

Pour sa rapidité et la conservation de l'humidité du sol, le **semis direct** est considéré par beaucoup des agriculteurs enquêtés comme le seul moyen de réussir une culture dérobée. Cette technique permet aussi de limiter les coûts d'implantation.

▪ **DES QUESTIONNEMENTS :**

Enfin la réglementation sur le sujet est jugée assez « floue » et le **manque d'autorisations / homologations** de produits phytosanitaires est problématique.

5.2.2.2 *Techniciens agricoles et chercheurs*

Les techniciens et chercheurs contactés se montrent assez réservés sur le sujet et possèdent peu d'informations. Il s'agit d'un sujet qui revient régulièrement mais qui ne concerne **pas encore suffisamment de surfaces** pour justifier des études plus approfondies. Quelques essais ont été menés ou sont en cours pour déterminer l'intérêt surtout économique de doubles cultures (AgriGenève, INRA-Ecole d'Ingénieur de Purpan, INRA-Chambre d'Agriculture d'Alsace, Chambre d'Agriculture de Haute-Marne).

5.2.3 **Atouts et contraintes des cultures dérobées**

De façon générale, quelques atouts et contraintes des cultures dérobées ont été évoquées par les agriculteurs enquêtés en région et à travers la France. Ces éléments (tab. 10) sont assimilables **aux motivations et freins** des agriculteurs.

TABLEAU 10: ATOUTS ET CONTRAINTES DES CULTURES DEROBEEES EVOQUEES PAR LES AGRICULTEURS ENQUETES

ATOUTS	CONTRAINTES
Marge supplémentaire/complémentaire.	Réussite fortement dépendante de la pluie ou de l'irrigation disponible.
Rôle de couvert végétal assuré.	Manque de débouché ou instabilité du marché, marge pas toujours assurée.
Possibilité d'utiliser des semences de fermes .	Peut favoriser certains ravageurs , mais liés à la couverture du sol en général (ex. limaces).
Peu d'interventions , moins de maladies qu'en culture principale, peut éviter un herbicide d'automne sur la culture suivante si la dérobée est bien développée.	Conditions de récolte incertaines qui obligent à être très réactif et avoir le matériel disponible. Peut retarder le semis de blé.
Possible diversification , notamment rupture parasitaire dans la rotation.	Récolte de grains humides qui nécessite un séchage parfois délicat, séchoirs pas toujours disponible à la coopérative.
Coût assez faible , souvent recherché.	Besoin d'un assolement favorable : dates de récolte précoces et repousses gérables (colza principalement).
Automnes plus cléments ces dernières années permettent cette opportunité.	Besoin de réactivité et de main d'œuvre disponible pour semer à la suite de la récolte de la culture principale précédente.
Légende : Evoqué par...	Salissement de la dérobée difficile à contenir à cause des conditions estivales produits non homologués
 Plus de 50 % des agriculteurs	Coût d'implantation qui peut être important.
 Entre 25 et 50 % des agriculteurs	Risque d'arrêt de la culture par le gel (hors sarrasin où le gel est recherché).
 Moins de 25 % des agriculteurs	

5.2.4 Analyse des ITK en région

Pour chaque culture, l'ensemble des expériences a été analysé afin de relever les **pratiques les plus fréquentes** mais aussi les **plus cohérentes** en fonction des indications des agriculteurs. En effet, un ITK ne représente pas nécessairement ce qu'aurait voulu faire l'agriculteur pour la réussite de la culture. Il faut donc tenir compte de leurs **retours et avis** sur leurs pratiques.

Le tab.11 présente les caractéristiques du semis dans les expériences recensées sur sarrasin et les premiers éléments d'analyse permettant de constituer les cas-types. L'analyse complète des ITK sarrasin relevés est disponible en Annexe I.

TABLEAU 11 : ITK SEMIS DU SARRASIN DANS LES EXPERIENCES RELEVÉES ET ANALYSÉ

Semis du Sarrasin						
Date	Technique de semis	Matériel	Variété	Profondeur	Densité	Remarques
Fin Juin	Déchaumage - Semis - Roulage	Semoir céréales combiné	?	2cm	40kg	
Env 05/07	SD	Semoir céréales SD disques	Drollet	2-3cm	?	Pailles hautes broyées après semis.
Fin Juin	SD	Semoir céréales SD disques	Ancienne var.	?	70kg	Semoir à dents serait mieux.
20-juil	Déchaumage - Semis	Semoir céréales combiné	La Harpe	2-3cm	40-50kg	SD prévu 2016 après Pois. Date de semis trop tardive.
Max 01/07	SD	Semoir céréales SD disques	La Harpe	3-4cm	45kg au 20/06	Possible plus profond pour la fraîcheur. Ajouter 5kg de semence par semaine de
Env 01/07	Déchaumage - Semis	Semoir céréales combiné	?	2cm	40kg	Sol très sec donc irrigation après semis.
Fin Juin	SD	Semoir céréales SD disques	?	2cm	35kg	Semis dans les 2j après récolte. Semoir à dents fonctionnerait.
?	Déchaumage - Semis - Roulage	Semoir céréales combiné	La Harpe	?	35kg	Semis que si la pluie est annoncée. SD possible.
Env 20/07	SD	Semoir céréales SD disques	?	1-2cm	35kg	Possible plus profond pour la fraîcheur. Serait mieux semis jour de la récolte et irrigation pour levée.
15-20/07	SD	?	La Harpe	?	40 à 60kg	Profondeur en fonction de l'humidité. 40kg en semence certifiée, 56-60 en semence de ferme.
26-juin	SD	Semoir céréales SD disques	Pas La Harpe	1-3cm	58kg	
24-juin	Déchaumage - Semis	Semoir céréales combiné	?	?	?	Irrigation pour la levée.
20-juin	Déchaumage - Semis - Roulage	Semoir céréales combiné	La Harpe	2cm	25kg	D'abord fait en SD mais meilleure vigueur au démarrage avec travail du sol léger. Pourrait semer plus dense contre salissement.



5.3 Cas-types constitués

L'ensemble des cas-types des cultures étudiées sont disponibles en Annexe J. Nous détaillerons ici le cas du sarrasin et du tournesol.

5.3.1 Cas-types du sarrasin

Selon les enquêtes, les **précédents** les plus favorables au sarrasin sont le pois d'hiver et l'orge d'hiver, grâce à leurs dates de récolte précoce qui peuvent permettre un semis au 20/06 en fonction des années. Ces 2 précédents sont distingués dans le cas-type (tab.12).

Le nombre d'expérience ne permet pas de réellement différencier les rendements obtenus en fonction du précédent, mais les agriculteurs indiquent un **rendement** plus élevé plus facilement

atteignable après pois qu'après orge. Cette différence peut s'expliquer par différentes hypothèses : d'avantage d'azote disponible après pois, et absence de l'effet dépressif des pailles de céréales. Les repousses sont aussi moins importantes en pois qu'en orge, la compétition avec la culture dérobée est donc moins forte. Nous avons donc différencié les rendements de 2 qx/ha dans les cas-types.

La **densité de semis** retenue est de 40kg/ha pour un salissement le plus faible possible de la culture. Le désherbage est principalement utilisé pour lutter contre les repousses d'orge. **Aucune intervention** n'est alors nécessaire **après pois**. Le sarrasin étant classé dans la catégorie des céréales, l'usage de produits phytosanitaires homologués sur céréales est autorisé sur le sarrasin (Chambre d'Agriculture Eure-et-Loir, 2016). Cependant ces produits ne seront pas efficaces contre les repousses de céréales, et pas forcément sélectifs du sarrasin. La FNAMS mène actuellement des travaux sur le désherbage du sarrasin, dans le cadre de la production de semences. A l'heure actuelle, la **gestion des adventices et repousses** d'orge peut être effectuée avant semis du sarrasin avec un herbicide non sélectif à base de glyphosate.

TABLEAU 12 : CAS-TYPES DU SARRASIN EN FONCTION DU PRECEDENT

Conduite	Sarrasin de Pois	Sarrasin d'Orge
Sol	Argilo-calcaire moyen	
Précédent	Pois d'Hiver	Orge d'Hiver
Résidus	Pailles broyées	
Préparation du sol	Aucune	
Date de semis	Jour de la récolte du précédent (20/06)	
Matériel de semis	Semoir SD à disques	
Variété	La Harpe	
Densité de semis	40 kg/ha	
Profondeur de semis	3 cm	
Inter-rangs	20cm environ	
Interventions	Aucune intervention	Désherbage Glyphosate 360g/L à 1,5L/ha avant semis.
Rendement atteint en région	12 qx/ha	10 qx/ha
Matériel de récolte	Moissonneuse-Batteuse classique, coupe à céréales.	
Humidité à la récolte	18% en moyenne	
Culture suivante	Blé d'Hiver ou culture de printemps.	

D'autres informations sur le sarrasin en dérobée sont disponibles dans la fiche-culture en Annexe M.

5.3.2 Cas-types du Tournesol

Dans le cas du Tournesol, **deux conduites** se sont détachées suite aux enquêtes. D'une part, une conduite de minimisation des charges, sans intrants, ni irrigation, qui correspond à la logique de nombreuses cultures dérobées. D'autre part, la charge en semence certifiée étant élevée, une conduite d'assurance est aussi observée avec cette fois des apports azotés mais surtout de l'irrigation à la levée. Nous avons donc traduit ces deux logiques dans les cas-types (tab. 13).

La **conduite « économe »** du tournesol 1 (tab.13) n'est pas différenciée en fonction du précédent. Dans les deux cas un herbicide est souvent nécessaire en prélevée pour éviter le salissement en début de cycle du tournesol (peu compétitif). Aucun autre intrant n'est utilisé. Dans ce cas nous pourrions supposer que le pois reste un meilleur précédent pour sa fourniture en azote, mais les expériences relevées n'ont pas permis de différencier la conduite ou le rendement.

La **conduite « d'assurance »** du tournesol 2 (tab.13) est caractérisée par la présence d'**irrigation**. Plusieurs agriculteurs, irriguant ou non, ont en effet indiqué que si de l'irrigation était disponible elle serait bien valorisée, au moins pour assurer la levée. Les 2 tours indiqués ici assurent donc la levée et un début de cycle rapide de la culture. Un avantage du tournesol en dérobée par

rapport à la culture principale serait une attaque moins importante des plantules par les oiseaux, véritables fléaux pour les champs de tournesol au printemps. Plus le démarrage de la culture sera rapide et moins les dégâts devraient être importants.

Le même **herbicide** est conservé dans toutes les conduites. Un **apport d'azote** est réalisé uniquement en tournesol 2 avec précédent orge. Terres Inovia préconise également un apport de 30 à 40 unités d'azote pour un tournesol dérobé après orge de plus de 75qx/ha (Terres Inovia, 2016 b).

La culture est majoritairement semée au **semoir** monograine. Les écartements les plus faibles (60 cm), sont intéressants pour une bonne couverture du sol et éviter le salissement de la culture.

Le tournesol dérobé est récolté à \approx 20% d'**humidité**. La récolte peut-être délicate, car en conditions humides le capitule peut se gorger d'eau et conserver l'humidité. Les tiges peuvent rester vertes. Pour de meilleures conditions de récolte, il faut rechercher un semis le plus précoce possible.

TABLEAU 13 : CAS-TYPES DU TOURNESOL

Conduite	Tournesol 1 conduite « économe »	Tournesol 2 conduite « d'assurance »	
Sol	Argilo-calcaire léger à moyen		
Précédent	Pois ou Orge	Pois d'Hiver	Orge d'Hiver
Résidus	Pailles broyées		
Préparation du sol	Aucune		
Date de semis	Jour de la récolte du précédent (20/06)		
Matériel de semis	Semoir monograine		
Variété	PR62A91 (« Alterna »)		
Densité de semis	75 000 grains/ha		
Profondeur de semis	Environ 3 cm		
Inter-rangs	En fonction du semoir monograine, privilégier les écartements plus faibles		
Interventions	- 1 herbicide antigraminées et anticots (40€/ha)	-1 herbicide antigraminées et anticots (40€/ha) -2 tours d' irrigation à 25mm	-1 herbicide antigraminées et anticots (40€/ha) -30 unités d' azote -2 tours d' irrigation à 25mm
Rendement atteint en région	10qx/ha	15qx/ha	
Matériel de récolte	Moissonneuse-Batteuse classique, coupe à céréales.		
Humidité à la récolte	Environ 20% (norme à 9%)		
Culture suivante	Céréale d'hiver ou Maïs (après couvert en général)		

5.4 Etude climatique

L'étude de **6 stations** montre l'importance de s'intéresser aux données des mois concernés par les dérobées. Pour Saintes par exemple, les tendances de ces mois ne correspondent pas à la tendance annuelle. La période 21/06 - 20/09 se révèle relativement sèche (tab. 14) alors que les données annuelles présentent Saintes comme station avec la pluviométrie la plus importante (tab.6).

TABLEAU 14 : DONNEES CLIMATIQUES MEDIANES (1990-2015) DES STATIONS ETUDIEES

	Lusignan	Saintes	Thouars	Poitiers	Angoulême	Niort	
Cumul DJ base 6°C du 20/06 au 20/10	1453	1595	1543	1481	1597	1544	
Pluviométrie mensuelle	Juin	59	57	44	57	66	61
	Juillet	45	42	43	43	58	57
	Août	55	50	50	37	47	44
	Septembre	49	52	43	48	61	49
	Octobre	83	97	71	78	76	98
Pluviométrie du 21/06 au 20/09 (cycle sarrasin)	174	145	144	155	198	178	
Pluviométrie du 21/06 au 10/10 (cycle tournesol)	212	210	176	180	224	196	

5.4.1 Besoins en températures : Fréquence de satisfaction

D'après les besoins en **degrés-jours**, un premier filtre a pu être appliqué au sarrasin, au tournesol, au maïs et au soja avec les données bibliographiques suivantes (tab. 15).

N.B. Le manque de données sur les besoins physiologiques ne permet pas d'étudier les cultures de millet, moha et cameline. Les principales informations obtenues sur ces espèces seront présentées par la suite.

TABLEAU 15 : BESOINS EN DEGRES-JOURS DES CULTURES DEROBEEES ETUDIEES

Culture	Besoin en degrés-jours base 6°C	Stade atteint avec cette somme de température :
Sarrasin	1060	Début de maturité physiologique
Tournesol	1400	Maturité physiologique
Maïs 1	1560	Récolte grain à 32% d'humidité
Maïs 2	1600	Récolte grain à 32% d'humidité
Soja 000	1470	Maturité physiologique
Soja 0000 (TTP)	1270	Maturité physiologique

L'orge et le pois d'hiver sont en général récoltés autour du 20-25 juin en Poitou-Charentes. Pour se placer en conditions réalistes mais aussi les plus favorables à la réussite de la culture, la **date de semis** est fixée au **20 juin** et les cumuls de degrés-jours sont effectués du **20/06 au 20/10**, date à partir de laquelle les conditions climatiques sont moins favorables à la récolte.

La fig. 13 présente les résultats pour les **2 stations les plus contrastées** (Lusignan et Angoulême).

Les températures estivales mettent en évidence un **risque d'implantation différent** en fonction des stations climatiques. Toute la région n'a pas les mêmes chances de récolter les dérobées dans de bonnes conditions. L'ensemble des fréquences par culture et par station est présenté en Annexe K.

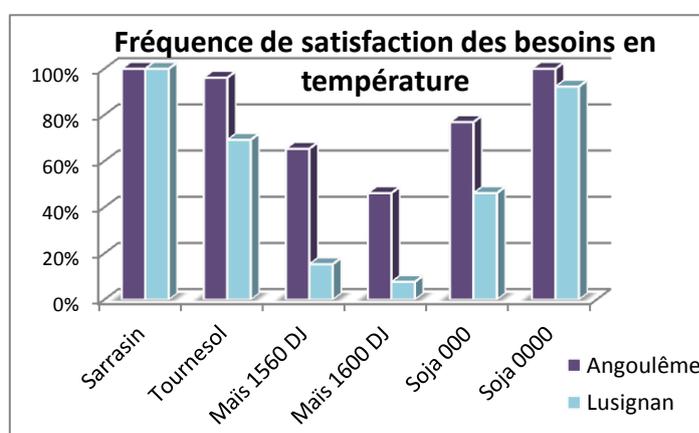


FIGURE 13 : FREQUENCE DE SATISFACTION DES BESOINS EN TEMPERATURE DES DEROBEEES, STATIONS DE LUSIGNAN ET ANGOULEME

❖ Sarrasin :

Les besoins en degrés-jours seront donc **toujours satisfaits** (100% pour toutes les stations), le sarrasin atteint donc toujours le début de sa maturité physiologique avant le 20/10. Cependant les expériences d'agriculteurs montreront que la récolte est assez espacée du début de maturité, 1 mois environ, du fait de la floraison indéterminée du sarrasin.

❖ Tournesol :

Le tournesol dérobé pourra atteindre la maturité physiologique avant le 20 octobre pour **96% des cas à Angoulême** (25 ans/26 entre 1990 et 2015) contre **69% à Lusignan** (18 ans/26) (fig. 13).

Au climat médian de Niort, pour un semis au 20/06, la date de maturité physiologique médiane est le 03/10. Pour un semis au 01/07, la date de maturité passe au 19/10. Or il s'agit ici de médianes, la moitié des dates de maturité sont donc plus tardives que ces dates.

❖ Maïs :

Pour le cycle le plus court relevé en bibliographie (1560 DJ base 6°C), la **meilleure fréquence** de satisfaction des besoins est de **17 ans sur 26** (65%) pour Saintes et Angoulême. Pour cette culture, le **choix de la variété** est primordial car pour le maïs 1600 DJ, l'atteinte de la maturité au 20/10 chute à 45% du temps pour Angoulême et 8% pour Lusignan ! Les températures de Lusignan-Poitiers sont

les moins favorables à la production de maïs dérobé grain. Cette production est donc **très limitée dans la région**, et est de plus considérée comme impossible sans irrigation.

❖ Soja :

La rapidité du cycle du soja présente un intérêt important pour la production d'une dérobée. Les **variétés 0000** (ou TTP) peuvent ainsi arriver à maturité physiologique au 20/10 de **8 à 10 années sur 10** dans toutes les stations étudiées. Par contre, une **variété 000** (1470 DJ base 6°C) n'atteindra qu'une fréquence de réussite de 46 % à Lusignan et 77% à Saintes et Angoulême (**fig. 14**). Le choix de la variété est décisif dans la conduite de cette culture. Cependant, tout comme le maïs, le soja est une culture qui nécessite des ressources en irrigation pour être conduite convenablement.

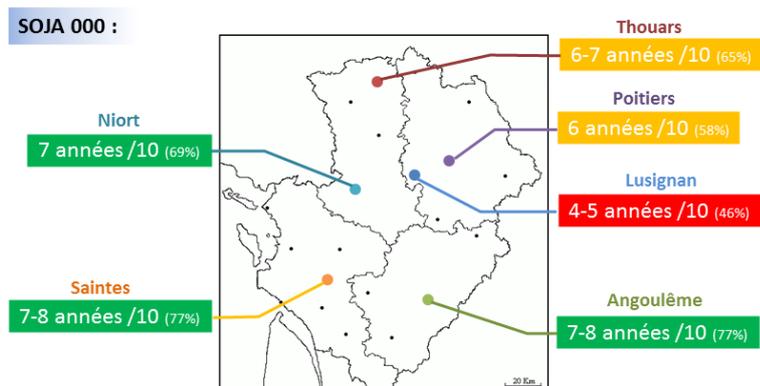


FIGURE 14 : CARTE DES FREQUENCES DE SATISFACTION DES BESOINS EN TEMPERATURE DU SOJA 000

5.4.2 Introduction des besoins en eau

L'analyse des températures journalières est un 1^{er} moyen d'établir des fréquences de réussite. Néanmoins, ce ne sont pas les seules déterminantes du bon développement d'une culture. Afin d'approfondir cette fréquence de réussite, la satisfaction des **besoins en eau** a été étudiée.

Tout d'abord les cultures dites impossibles à réussir sans irrigation n'ont pas été étudiées ici. Ensuite, comme présenté à la partie 4.3.1.3., des expériences d'agriculteurs ont été utilisées pour définir des critères de pluviométrie. Or, étant donné le nombre d'expériences relevées, ces critères n'ont été recherchés que pour deux cultures : **le sarrasin et le tournesol**.

Pour ces deux cultures les stades les plus sensibles à un déficit hydrique sont **la levée et la floraison** (bibliographie et enquêtes). Nous avons donc cherché à identifier si les années de réussite de ces cultures (rendement égale ou supérieur à celui atteignable en région) correspondaient à une quantité de précipitations à ces stades. Les précipitations ont été calculées autour de ces stades (cf. 4.3.1.3). D'autres périodes ont été étudiées (levée-maturité et semis-récolte) afin de déterminer si des relations existaient. Mais prendre en compte les pluies après maturité, pour la réussite de la culture, ne semblait pas cohérent puisqu'à ce stade la qualité de la culture demande plutôt de la sécheresse. Et ne considérer les pluies qu'à partir de la levée revenait à sous-estimer l'importance de l'eau pour la germination.

Les données de cycle utilisées sont rassemblées ici (tab. 16) :

TABLEAU 16: DONNEES DE CYCLE DU SARRASIN ET DU TOURNESOL

SARRASIN		TOURNESOL (variété pour double culture)	
Stades	Besoin en DJ base 6	Stades	Besoin en DJ base 6
Semis – Levée	106	Semis – Levée	90
Semis – Début Floraison	477	Semis – Début Floraison	Environ 670
Semis – Début Maturité Physio	1060	Semis – Fin Floraison	Environ 870
		Semis – Maturité	1400
Source : BRACONNIER R., GLANDARD J., 1952		Source : estimation à partir de données Terres Inovia sur variétés précoces (pas de données variétés pour double culture).	

5.4.2.1 Cas du sarrasin :

Les **expériences du sarrasin** ont été analysées grâce au tableau suivant (tab. 17) :

TABEAU 17 : ANALYSE CLIMATIQUE DES EXPERIENCES EN SARRASIN

Données clim.	Année	Précédent	Qualification de la RU	Date de récolte préc.	Evolution RU	Date de semis effective	Calcul date levée	Pluvio. Levée	Calcul date début floraison	Pluvio. Début Floraison	Calcul date début maturité	Date de récolte effective	Total pluviométrie Semis-Maturité	Rendement	Semis et remarques
1	Lusignan	2015	OH Bonne	25-juin	30	26-juin	02-juil	1,5	26-juil	21,5	09-sept	13-oct	116	10qx	SD
2	Lusignan	2015	OH Moyenne	env. 25/06	20	01-juil	07-juil	1,5 + 15mm irri	02-août	44	17-sept	10-oct (8j après gel)	181+15 irri	12qx	Déchaumage + semis combiné
3	Lusignan	2015	OH Moyenne	env. 30/06	19	02-juil	08-juil	4,5	03-août	46,5	18-sept	15-oct	187	7-10qx	SD
4	Thouars	2015	Blé Faible	15-juil	-71	20-juil	26-juil	12,5	21-août	83,5	22-oct	Novembre	225	10qx	Déchaumage + semis combiné
5	Saintes	2015	OH Faible	15/06 - 20/06	24	20-juin	27-juin	17,6	20-juil	4,4	20-août	Sécheresse plantules pas de récolte	86,4	0	Déchaumage + Semis combiné + Roulage
6	Saintes	2015	PH Moyenne	12-juil	-47	20-juil	27-juil	15	22-août	59,6	23-oct	24-oct (gel le 15/10)	247	15qx	SD
7	Poitiers	2011	OH Faible	env. 25/06	-1	25-juin	07-juil	19,1	01-août	21,1	13-sept	10-oct	152,6	5-6qx	SD
8	Angoulême	2009	OH Moyenne	11-juil	-13	13-juil	20-juil	52,4	15-août	27,5	27-sept	05-oct	140,6	2qx	Semis volée + rotavator + roulage
9	Angoulême	2010	PP Moyenne	05-juil	55	15-juil	22-juil	17,5 + 15mm irri	19-août	8,6+15mm irri	07-oct	15-oct	63,5 + 30 irri	4qx	Semis volée + rotavator + roulage
10	Angoulême	2011	Blé D Moyenne	26-juin	5	22-juil	30-juil	29,9	23-août	50,1	09-oct	15-oct	119,4	5qx	Semis volée + rotavator + roulage
11	Poitiers	2015	OH Moyenne	21-juin	43	23-juin	30-juin	1,6	23-juil	19	03-sept	05-nov	165,4	18qx	Outils à dent avant semis

Différents points sont à noter :

- L'irrigation est précisée dans les cases en plus des précipitations.
- Les couleurs sont attribuées pour plus de visibilité, sans analyse statistique. Le rouge représente, selon nous, les cas défavorables et le vert les cas les plus favorables.
- Au niveau de la conduite des cultures, le semis à la volée a été pénalisant pour le rendement du sarrasin. Le Semis Direct (SD) permet également de mieux profiter de l'humidité résiduelle à la récolte que le travail du sol, donc facilite la levée, surtout en cas de manque de précipitations.
- La **qualification de la RU** a été attribuée en fonction des types de sols déclarés par les agriculteurs, avec une « bonne » RU pour les terres limoneuses ou profondes et une « faible » RU principalement pour les groies superficielles.

Ce tableau nous a permis de formuler différentes hypothèses de réussite de la culture :

- Plus de **150 mm** de pluviométrie du **semis à la maturité** du sarrasin semble être un cas favorable à la réussite de la culture sur terre à faible potentiel (cas 2 – 3 – 4 – 6 – 11 voire 7). L'exception du cas 1 peut être due au sol limoneux et à l'évolution favorable d'une RU importante (eau disponible dans le sol au semis). Et au contraire moins de précipitation serait défavorable (cas 8 – 9 – 10).
- Un manque de pluviométrie en **début de floraison, moins de 20 mm**, peut être fatal ou réduire fortement le potentiel du sarrasin. En effet, il y a en général 6 jours entre le semis et la levée et moins d'un mois entre la levée et la floraison. Les 10 jours précédant le début de la floraison représentent donc une partie importante du cycle végétatif du sarrasin.
- La pluviométrie à la levée ne semble pas influencer directement le rendement, bien que la germination nécessite de l'humidité.
- **L'état de la RU** pourrait compenser un manque de pluviométrie sur le cycle :
 - ➔ Cas 9 : pluviométrie totale trop faible pour être compensée par un important remplissage de la RU au cours du mois précédent.
 - ➔ Cas 10 : remplissage de la RU insuffisant pour compenser le manque de pluies.
 - ➔ Cas 1 : sur limon, remplissage de la RU de + 30 mm au cours du mois de mai-juin, pourrait expliquer la bonne levée malgré peu de pluie en début de cycle, et un rendement final satisfaisant.

A partir de ces constatations et du premier critère de satisfaction des besoins en température, nous avons construit l'arbre de décision suivant (fig. 15):

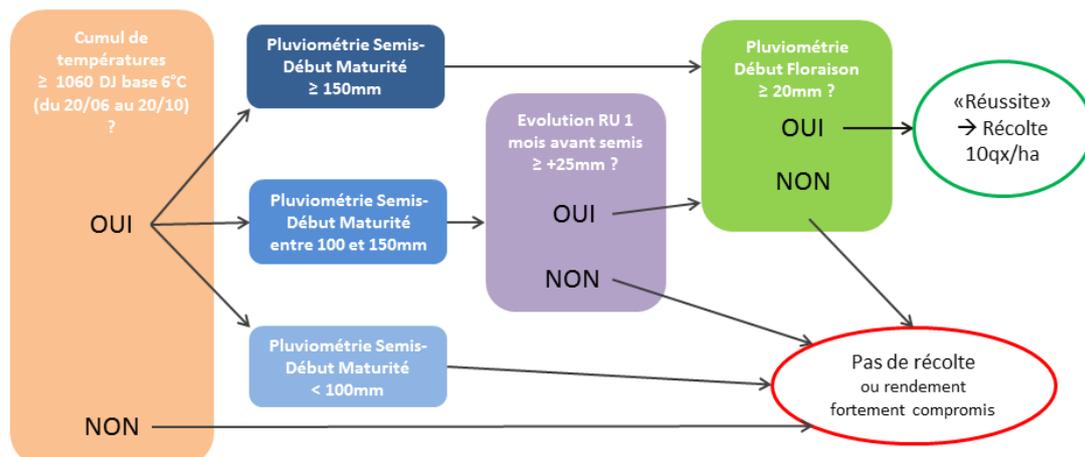


FIGURE 15 : ARBRE DE DECISION POUR L'ISSUE DE LA CULTURE DE SARRASIN EN FONCTION DES CONDITIONS CLIMATIQUES

Par manque d'expériences terrain pour affiner ce résultat, nous n'avons défini que deux issues possibles pour estimer la fréquence de réussite : la « réussite » de la culture avec la récolte de 10 qx/ha (rendement atteignable en région) ou bien l'échec de la culture avec aucune récolte. Ce choix surestime les **risques de non récolte**, car le sarrasin peut être récolté à 5 ou 7 qx/ha. Cela nous conduit à une fréquence de réussite plus faible garantissant une « marge de sécurité » pour les exploitants et permettant de ne pas surestimer les niveaux de réussite.

5.4.2.2 Cas du tournesol :

La même méthode a été appliquée au tournesol avec 10 expériences (tableau des expériences en Annexe L). Pour cette culture, nous n'avons pas mis en évidence un rôle de l'évolution de la RU avant semis, ni sur les précipitations encadrant la floraison du tournesol.

Les critères de réussite retenus sont également présentés sous forme d'arbre (fig. 16).

De la même façon que pour le sarrasin, le risque de non récolte est ici surestimé par rapport aux possibilités de récolte à un rendement inférieur à 10 qx/ha.

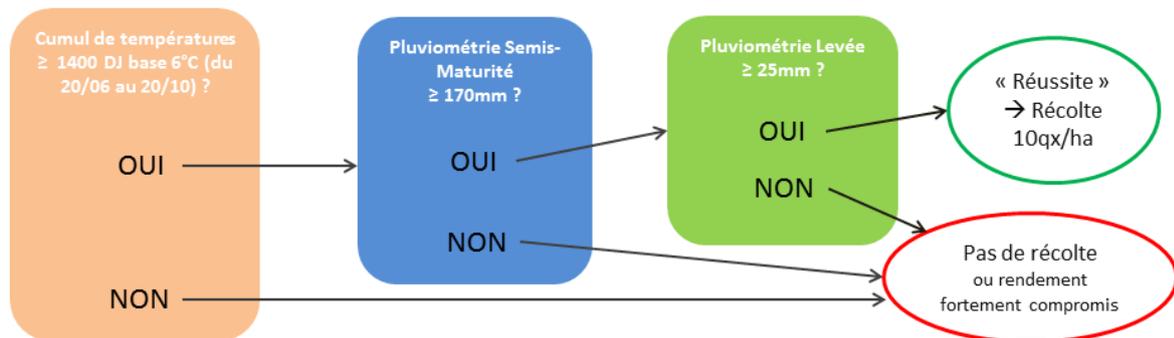


FIGURE 16 : ARBRE DE DECISION POUR L'ISSUE DE LA CULTURE DE TOURNESOL D'ÉTÉ EN FONCTION DES CONDITIONS CLIMATIQUES

5.4.2.3 Fréquences de réussite potentielle, critères température et pluviométrie

Pour estimer les dates des stades sensibles pour un semis au 20/06, nous avons utilisé les températures de Niort. Il s'agit en effet de la valeur médiane des 6 stations pour le cumul des degrés-jours. Le cumul de précipitations sur 20 jours permet de gommer les variations de dates de ces stades pour les autres stations climatiques. Les dates de stades retenues sont donc les suivantes :

Sarrasin :

- ☞ Début floraison au 25/07 → **Cumul pluviométrie stade Début Floraison : 15/07 au 05/08.**
- ☞ Début maturité au 02/09 → **Cumul pluviométrie Semis – Début Maturité : 21/06 au 20/09.**

La fin du cumul de pluviométrie utilisé est repoussée d'environ 2 semaines après le début de maturité, car la maturité du sarrasin est échelonnée en raison de sa floraison indéterminée. Nous avons donc émis l'hypothèse que la plante avait encore besoin d'eau après la maturité physiologique de ses premiers grains.

Tournesol :

- ☞ **Pluviométrie stade Levée : 21/06 au 10/07.**
- ☞ Maturité physiologique au 03/10 → **Cumul de pluviométrie Semis – Maturité : 21/06 au 10/10.**

Pour ne pas être trop restrictifs, une tolérance de +/- 10 mm a été retenue pour la quantité de précipitation totale, et de +/- 5 mm pour les stades levée ou floraison.

Les fréquences ainsi obtenues pour les deux cultures sont présentées ci-contre (fig. 17).

D'après les températures, le **sarrasin** peut accomplir son cycle dans toutes les stations. Avec les critères de pluviométrie par contre, la zone la plus propice devient la région d'**Angoulême** avec ses précipitations estivales plus importantes et une médiane des précipitations du 15/07 au 05/08 (début de floraison) à 32 mm. La fréquence de réussite s'élève alors à **76%** (fig. 17).

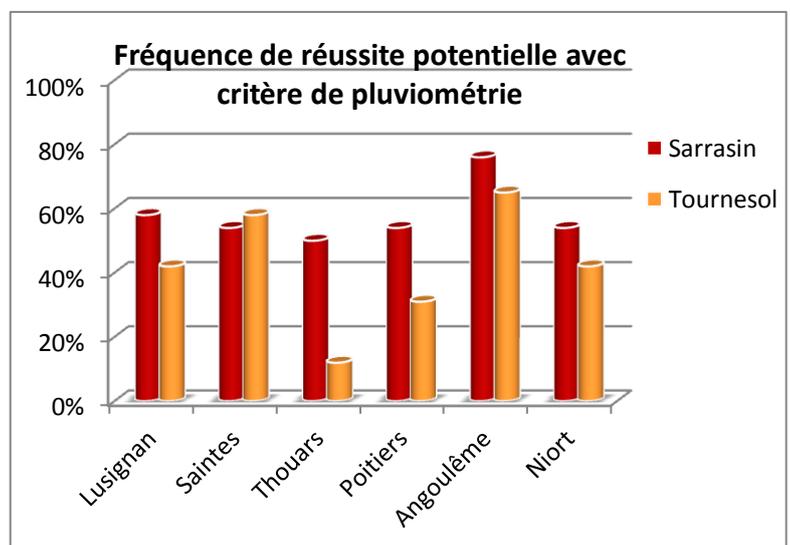


FIGURE 17: FRÉQUENCE DE RÉUSSITE POTENTIELLE (CRITÈRES TEMPÉRATURE ET PLUVIOMÉTRIE) DU SARRASIN ET DU TOURNESOL

Pour le **tournesol**, cultivé **en sec**, les stations de Saintes et Angoulême sont les plus favorables, d'abord grâce à leurs cumuls de température plus importants qui facilitent l'obtention de la maturité physiologique avant le 20/10. Ensuite les précipitations du 21/06 au 10/10 ne sont limitantes (moins de 170 mm) que 7 ans sur 26 à Saintes et 4 ans sur 26 à Angoulême. La station de Thouars est pénalisée par ses températures plus basses, comme Poitiers et Lusignan, mais aussi et surtout par son manque de précipitations. Les 170mm ne sont atteints qu'un an sur deux et ce sont en général des années plus froides défavorables au tournesol.

5.4.3 Cultures non étudiées

Par **manque de données** suffisantes, les cultures de millet, moha et cameline n'ont pas pu être étudiées d'un point de vue climatique.

5.4.3.1 *Cas du Millet*

La bibliographie donne un **cycle du millet** inférieur à 90 jours entre semis et récolte, mais aussi des besoins en degrés-jours de l'ordre de 1400 à 1900DJ base 10°C (CARDENAS A., 1983). Avec une telle température de base et des semis au 1er juillet, le cumul de degrés-jours fin octobre n'atteint que les 1000 à 1100 DJ en Poitou-Charentes.

Pourtant des récoltes ont bien lieu en octobre à une humidité d'environ 20%, ce qui ne correspond pas à un manque de maturité de 400 DJ (plus de 2 mois à cette période). Une autre source donne des besoins de l'ordre de 800 à 1000 DJ base 10°C (D'ALPOIM GUEDES J., 2015), ce qui paraît plus cohérent par rapport aux expériences régionales des agriculteurs. 4 expériences relevées en région en 2012 et 2015 présentent en effet des cumuls de 745 à 1032 DJ base 10°C entre le semis et la récolte.

Le millet est une plante **tolérante à la sécheresse**, qui aurait besoin de **100 mm de pluie** sur tout son cycle, avec 40 mm avant floraison et 60 mm ensuite (BONNEMORT C., 2008). Mais les données trouvées sur les périodes de floraison en fonction des degrés-jours ne correspondent pas à la durée de cycle de millet cultivé dans la région, donc ne permettant pas d'étudier sa satisfaction des besoins en eau.

Les **sources discordantes** et le trop peu d'expériences disponibles ne nous ont pas permis de définir réaliser une étude approfondie du millet. Mais, si les besoins se situent entre 750 et 1000 DJ, cette culture peut constituer une opportunité intéressante.

5.4.3.2 *Cas du Moha*

La bibliographie disponible sur le moha évoque une durée de cycle de 75 à 90 jours (BALTENSBERGER D.D., 1996) mais peu de données sur un **besoin en degrés-jour** ont été trouvées. La température de base serait de 0°C et le cycle de l'ordre de 2000 DJ (Cheng and Dond, 2010 cités par D'ALPOIM GUEDES J., 2015). Mais les deux expériences précises relevées en Poitou-Charentes présentent un cycle accompli en moins de 1850 DJ.

Une étude climatique du moha est donc difficile par manque de données et d'expériences. Le moha, comme le millet, est une culture considérée comme **peu exigeante en eau**.

5.4.3.3 *Cas de la Cameline*

La cameline présente trop peu d'expériences en dérobée pour permettre la comparaison des données bibliographiques avec les expériences terrain.

La bibliographie parle d'un cycle d'environ 80 à 100 jours, et d'un besoin de 1000DJ base 5°C (dans les conditions des Grandes Plaines en Amérique du Nord, avec des variétés précoces telles que

Blaine Creek et Pronghorn) (SINTIM H.Y. et al., 2016). Un tel **besoin serait toujours satisfait**, sur toutes les stations étudiées avec un semis du 20/06 au 10/07.

Dans les conditions du Montana, le rendement atteint 10 à 19 qx/ha lorsque les précipitations annuelles atteignent 330 à 380 mm (FLEENOR R.A., 2011). Les expérimentations de SINTIM H.Y. et al. en 2013 et 2014 dans les Grandes Plaines présentaient des rendements de minimum 7 qx/ha avec des précipitations de 200 à 250 mm d'avril à août. Cependant la culture réalisait son cycle sur une période plus courte que ces 5 mois. Nous pouvons supposer que la cameline requiert moins de 200 à 250 mm de précipitations pour satisfaire son cycle.

A titre indicatif, sur les stations étudiées le cumul de précipitation du 21/06 au 20/10 atteint les **200 mm** aux fréquences suivantes (années 1990 à 2015) :

Lusignan	Saintes	Thouars	Poitiers	Angoulême	Niort
6/10	7/10	5-6/10	5-6/10	8-9/10	6/10

Au vu de ces suppositions, la cameline est une culture candidate intéressante comme dérobée. Elle est de plus présentée comme une plante assez résistante à la chaleur et au stress hydrique, notamment par rapport aux autres oléagineux (FLEENOR R.A., 2011). Elle peut représenter un intérêt comme culture de diversification dans les rotations (sans crucifères) ou pour gérer les adventices (**allélopathie**).

A RETENIR :

L'étude des **disponibilités en température du 20/06 au 20/10** a montré une forte **hétérogénéité entre les localisations**, et donc des chances de satisfaire ces besoins plus ou moins importantes en fonction des dérobées considérées et de leur localisation. Le **sarrasin** et le **soja 0000** sont ainsi les cultures pour lesquelles **les besoins de température sont le plus souvent satisfaits**. A l'inverse le **maïs** présente des **risques très élevés** de ne pas atteindre la maturité dans de bonnes conditions.

Les **besoins en eau sont moins bien connus** pour ces cultures. Le **sarrasin et le tournesol** ont été étudiés, au regard d'une dizaine d'expériences en région, pour tenter d'établir des **seuils de pluviométrie** pour lesquels la culture devrait réussir.

A l'aide de ces critères, une seconde fréquence de réussite potentielle a été calculée pour chaque station climatique. Le sarrasin présente alors une fréquence de réussite de 50 à 70%, et le tournesol, plus exigeant à la fois en température et en eau, pourrait réussir sans irrigation dans 10 à 60% des cas.

Les cultures de **cameline, millet et moha** semblent adaptées à la conduite en culture dérobée dans la région, mais me manque de données et d'expériences à leur sujet ne permet pas une étude climatique précise.

Pour les cultures étudiées au niveau climatique, les fréquences calculées vont pouvoir être utilisées pour **l'étude économique**.

5.5 Etude économique

L'étude économique est constituée de deux volets. Dans un premier temps, nous présenterons les résultats économiques d'une culture dérochée récoltée avec le rendement défini dans les **cas-types** (« situation idéale »).

Dans un second temps, nous prendrons en compte le **risque climatique**, défini dans l'étude climatique précédente. Nous utiliserons, pour toutes les cultures, les fréquences de réussite potentielle calculées en fonction des températures disponibles dans la région (degrés-jours), puis, pour les cultures de sarrasin et tournesol, nous ajouterons la contrainte liée à la pluviométrie.

5.5.1 Etude économique annuelle

5.5.1.1 Marges des cultures dérochées

Les marges ci-dessous (fig. 18 et 19) sont calculées à partir des cas-types, dans le cas d'utilisation de semences de ferme ou de semences certifiées. Les marges semi-nettes sont calculées hors main d'œuvre, en **semis direct** et **sans frais de séchage**.

Les indications entre parenthèses correspondent aux 2 précédents possibles pour la dérochée, avec P = pois d'hiver et O = orge d'hiver.

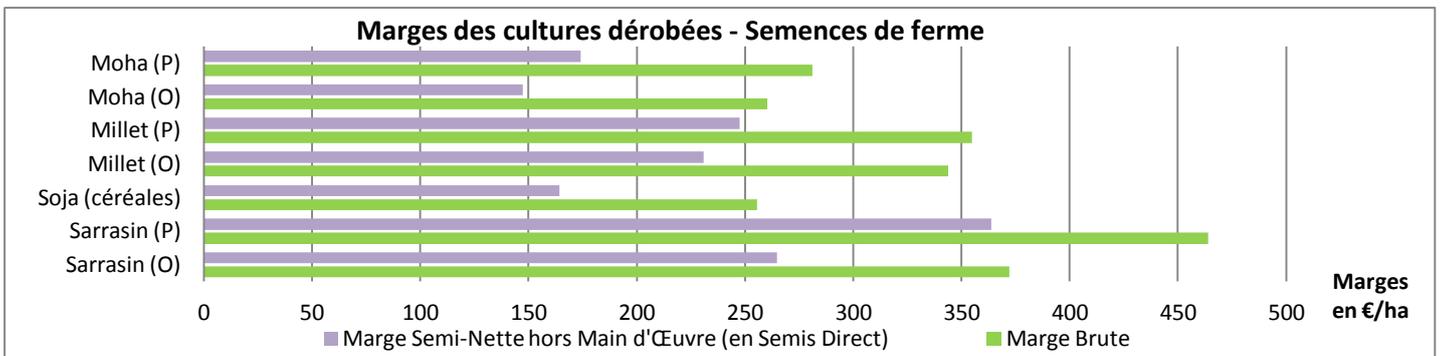


FIGURE 18 : MARGES BRUTE ET SEMI-NETTE DES CULTURES DEROBEES EN SEMENCE DE FERME

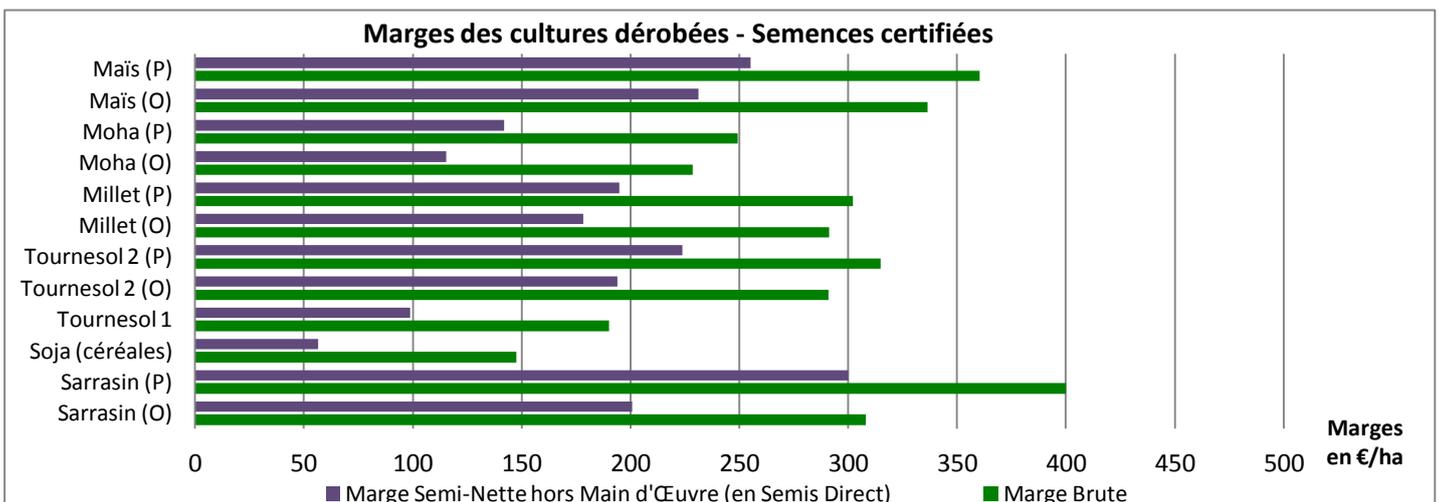


FIGURE 19 : MARGES BRUTE ET SEMI-NETTE DES CULTURES DEROBEES EN SEMENCE CERTIFIEE

Les **semences de ferme**, quand elles sont disponibles, permettent une diminution des charges opérationnelles (-40 à -80 €/ha), les marges en semences de ferme sont donc systématiquement supérieures aux marges semences certifiées.

Quelle que soit la culture dérobée, le **précédent pois** est plus favorable et permet d'obtenir les marges les plus élevées.

Les explications sont : - moins de concurrence des repousses avec la dérobée (moins voire aucun herbicide)
- disponibilité en azote supérieure après pois
- rendement de la dérobée supérieur après pois

Le **sarrasin**, après **pois**, est la dérobée qui permet de dégager les marges brute et semi-nette les plus importantes, respectivement de 360€/ha en semences de ferme à 300 €/ha en semence certifiées.

En semence certifiée, le **maïs** donne la seconde marge la plus importante. Cependant nous avons vu dans l'étude climatique que les besoins en degrés-jours de cette culture rendent **sa réussite très difficile**. Nous retrouverons cet aspect dans le second volet de l'étude économique.

En accord avec les déclarations de nombreux agriculteurs, nous pouvons voir que certaines cultures comme le soja perdent beaucoup de leur intérêt si elles ne sont pas produites avec de la semence fermière.

Enfin trois points sont à noter dans le calcul des marges ci-dessus :

- Pour le **semis**, les charges de mécanisation sont les suivantes (tarifs et choix de puissance issus du barème d'entraide Tarif'Mat 2016 (Agri 79, 2016)):

TABLEAU 18 : COMPARAISON DES DIFFERENTS COUTS DE SEMIS

Semis Direct au semoir à céréales		Semis Direct monograine		Semis avec semoir céréales et travail du sol		Semis en monograine avec travail du sol	
Semoir SD disques 4m	14	Semoir monograine 6 rangs	11	Déchaumeur disque 4m	10	Déchaumeur disque 4m	10
Tracteur 200ch	20	Tracteur 70ch	6	Tracteur 150ch	9	Tracteur 150ch	9
TOTAL	34	TOTAL	17	Combiné herse rotative et semoir 4m	23	Semoir monograine 6 rangs	11
				Tracteur 150ch	16	Tracteur 70ch	6
				Rouleau Cambridge 6m	3	Rouleau Cambridge 6m	3
				Tracteur 80ch	5	Tracteur 80ch	5
				TOTAL	66	TOTAL	44

Les graphiques présentent le cas du semis direct, en préparation de sol pour un semis au semoir à céréales par exemple, la marge semi-nette est diminuée de **32€/ha**.

- De même les **frais de séchage**, à prévoir à la récolte, sont à soustraire des deux types de marges et sont les suivants (barème de séchage Océalia, non diffusé):

TABLEAU 19 : FRAIS DE SECHAGE DES CULTURES DEROBES

Culture	Humidité du grain	Norme commerciale	Frais de séchage
Sarrasin	18%	15%	10€/T
Soja	20%	15%	13€/T
Tournesol	20%	9%	40€/T
Millet et Moha	20%	15%	10€/T
Cameline	Pas d'information		
Maïs	30%	15%	24€/T

- En cas d'**irrigation supplémentaire** à celle prévue dans les cas-types, le coût d'un tour d'eau de 25 mm s'élève à 20€/ha, à soustraire des deux types de marges également.

5.5.1.2 Rendements seuils

Cependant, le rendement utilisé pour calculer ces marges n'est pas systématiquement assuré. En tant que culture dérobée, qui remplace un sol nu ou un couvert végétal, les agriculteurs espèrent au minimum **couvrir les charges engagées** par la dérobée.

Pour une année où la culture peut être récoltée, nous avons donc calculé les rendements seuil à atteindre pour couvrir les charges annuelles engagées (tab. 20).

TABLEAU 20 : RENDEMENT SEUIL ANNUEL DES CULTURES DEROBEES

Rendement seuil annuel en qx/ha					Prix de vente retenu (en €/T)
Type de semence	Semence de Ferme		Semence Certifiée		
	Précédent	Pois	Orge	Pois	
Sarrasin		3	3,5	4,5	400
Soja			9,5	13,5	300
Tournesol 1			7,0	7,0	330
Tournesol 2			8,5	9,5	330
Millet	5,5	6,0	7,5	8,0	250
Moha	4,5	5,5	5,5	6,5	300
Mais			37	38,5	140

Peu de rendement est nécessaire à la couverture des charges annuelles engagées en sarrasin. Le rendement atteignable dans la région étant de 10qx/ha environ, le sarrasin présente des opportunités intéressantes de marge supplémentaire.

Les différences de rendement seuil entre **précédent** orge (O) et pois (P) s'expliquent par des charges engagées plus élevées à couvrir après orge (herbicide, fertilisants, ...).

Mais, comme nous avons pu le voir dans l'étude climatique, la récolte n'est pas toujours garantie. En effet les besoins des cultures (température, eau) ne sont pas toujours satisfaits. Il est donc nécessaire de prendre en compte ce **risque lors de l'implantation** d'une culture et raisonner à l'échelle pluriannuelle.

5.5.2 Prise en compte économique du risque climatique

Pour éviter les pertes financières sur plusieurs années, les charges engagées les **années de non-récolte** doivent être compensées par la récolte des années à succès.

Comme dans l'étude climatique, nous allons d'abord distinguer le risque lié aux températures disponibles, puis lui ajouter le risque de manque de précipitation pour le sarrasin et le tournesol.

Cas du tournesol et du sarrasin : prise en compte de 2 composantes du risque climatique

Le schéma suivant (fig. 20) explique ces notions de rendements seuils avec l'exemple du tournesol et les données climatiques de Niort :

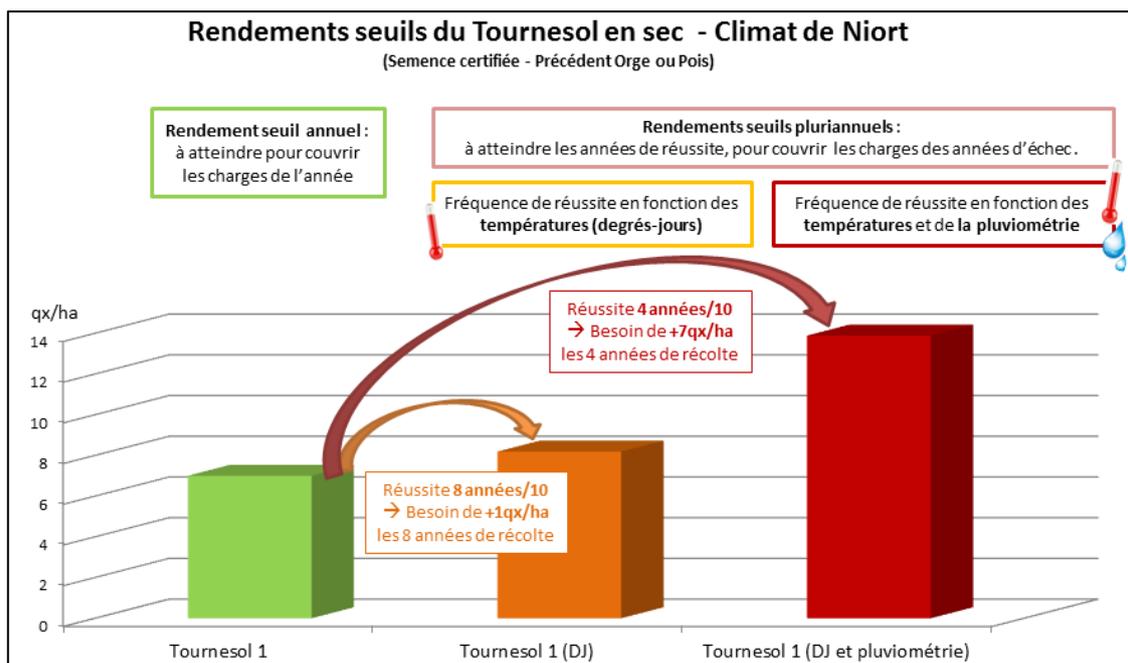


FIGURE 20 : RENDEMENTS SEUILS DU TOURNESOL EN FONCTION DES CRITERES CLIMATIQUES

Pour le **tournesol**, le rendement à atteindre est de 7qx/ha pour couvrir, *a minima*, les charges engagées annuellement (fig. 20). En intégrant le risque climatique « températures », il est alors nécessaire d'atteindre un rendement de 8 qx/ha (récolte, *a priori*, 8 ans/10 à Niort). En considérant en plus le risque « disponibilité en eau », le taux de réussite chute à 4 ans/10. Il est alors nécessaire de produire **14 qx/ha** (fig. 20 : Tournesol DJ et pluviométrie) les années de récolte afin de couvrir les charges engagées sur plusieurs années.

Au final, un bénéfice sera dégagé, en pluriannuel, **si et seulement si**, le rendement est **supérieur à 14 qx/ha** les années de récolte.

Pour le **sarrasin**, pour lequel nous avons également étudié les besoins en eau, nous obtenons le graphique suivant :

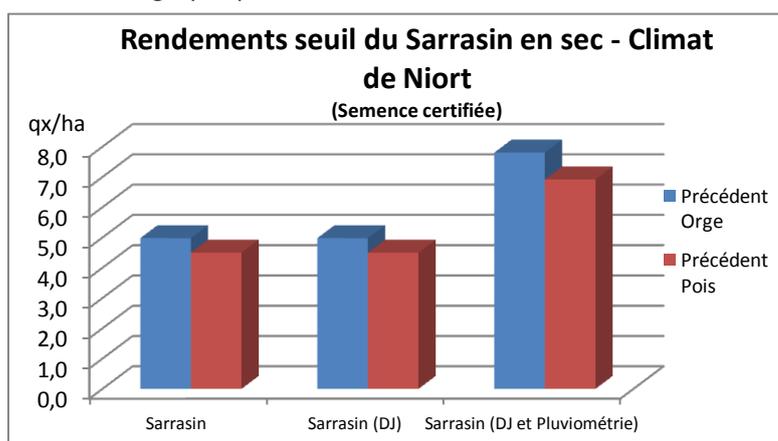


FIGURE 21 : RENDEMENTS SEUILS DU SARRASIN EN FONCTION DES CRITERES CLIMATIQUES

Dans le cas du sarrasin, il n'y a pas de différence entre le rendement seuil annuel et le rendement seuil pluriannuel en fonction des températures, les besoins en température du sarrasin sont en théorie toujours satisfaits en Poitou-Charentes. Le critère de pluviométrie par contre, avec une réussite d'environ 1 an/2 à Niort, fait passer le rendement seuil pluriannuel de 5qx/ha à **8 qx/ha** dans le **cas le plus défavorable** (semence certifiée et précédent Orge).

Cas des autres dérobées : prise en compte uniquement de la composante température

Pour les autres dérobées, la prise en compte du risque climatique se limite seulement à la **non-atteinte des sommes de températures** permettant à la culture de terminer son cycle. Le **risque global climatique** est donc **sous-estimé** avec cette approche.

Le tab. 21 présente la fréquence de réussite des cultures dérobées, avec le seul critère températures, pour les 6 stations étudiées. Les rendements utilisés dans les cas-types sont également indiqués comme références de la faisabilité de tels rendements.

TABLEAU 21 : RENDEMENT SEUIL PLURIANNUEL DES DEROBEEES, EN FONCTION DU CRITERE CLIMATIQUE TEMPERATURE

		Rdt seuil pluriannuel (en qx/ha) - Facteur Température							Rdt cas-type		Précédent Orge						Rdt cas-type	
		Précédent Pois						Précédent Orge										
		Lusignan	Saintes	Thouars	Poitiers	Angoulême	Niort	Lusignan			Saintes	Thouars	Poitiers	Angoulême	Niort			
Semence de Ferme	Sarrasin	3	3	3	3	3	3	12	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	10			
	Soja var 000								18	12	13,5	15	12	13	15			
	Soja var 0000								10,5	9,5	10,5	10,5	9,5	9,5	15			
Semence certifiée	Sarrasin	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	12	5	5	5	5	5	5	10			
	Soja var 000								26	16,5	19	21,5	16,5	18	15			
	Soja var 0000								14	13,5	14,5	14	13,5	13,5	15			
	Tournesol 1	9,5	7,5	9,5	9,5	7,5	8,5	10	9,5	7,5	9,5	9,5	7,5	8,5	10			
	Tournesol 2	11	8,5	11	11	8,5	10	15	12,5	9,5	12,5	12,5	9,5	11	15			
	Maïs 1500 DJ	210	53,5	73,5	28	53,5	73,5	55	234,5	59,5	82	310,5	59,5	82	55			
	Maïs 1600 DJ	414	68,5	142	414	73,5	122,5	55	463	76	158,5	463	82	136	55			

Le **sarrasin** et le **tournesol** peuvent permettre, *a priori*, de réaliser des gains économiques intéressants (tab. 21).

Nous pouvons par contre juger la production d'au moins 120qx/ha de **maïs grain** en dérobée **impossible** (414 qx/ha nécessaire à Lusignan). Les rendements seuils pluriannuels supérieurs au rendement utilisé dans les cas-types (c'est-à-dire observés) sont indiqués en rouge. Ce critère climatique est très important à prendre en compte, car bien que le maïs présente une marge intéressante en cas de réussite, cette faible réussite conduit à une perte financière importante sur plusieurs années. Le maïs présente cependant l'avantage, en fonction de la variété choisie, de pouvoir être valorisé en ensilage si la récolte en grains s'avère compromise.

Comme dans l'étude climatique, les différences de rendement seuil pluriannuel pour les variétés de soja et de maïs nous rappellent l'importance du **choix de la variété** et de la **date de semis** pour atteindre les degrés-jours nécessaires à la croissance de la plante.

5.5.3 Rentabilité du temps de travail

Dans cette étude, la main d'œuvre n'a pas été incluse dans le calcul des marges semi-nettes. Le **temps de travail** nécessaire aux dérobées est souvent considéré comme assez faible par les agriculteurs enquêtés. Cependant, cette appréciation dépend fortement de la rentabilité de ces heures de travail. Certains agriculteurs indiquent ainsi un temps de travail tout de même important par rapport à la petite **marge dégagée**. Le graphique suivant (fig. 22) présente ainsi la marge semi-nette dégagée par heure de travail pour les **cas-types** (marge annuelle hors facteurs climatiques) :

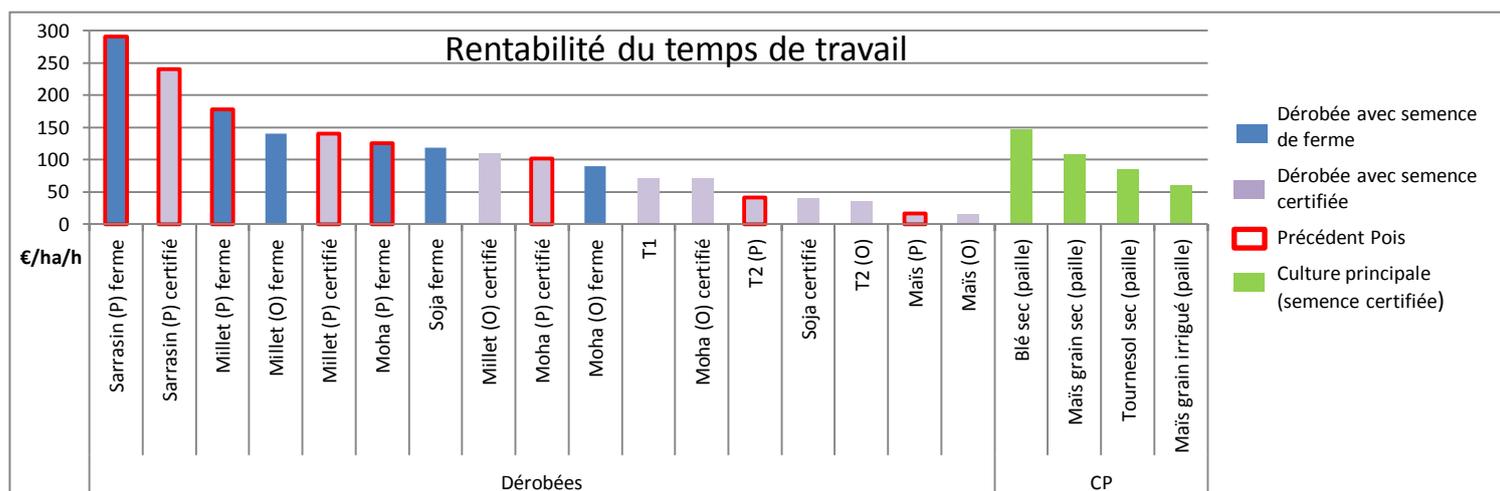


FIGURE 22 : RENTABILITE DU TEMPS DE TRAVAIL DES CULTURES DEROBEEES ET QUELQUES CULTURES PRINCIPALES

Avec peu d'interventions et une marge semi-nette importante, le **sarrasin cultivé après pois** présente la rentabilité la plus intéressante par heure de travail.

Le temps de travail lié à l'**irrigation** (déplacement enrouleurs) a été pris en compte à hauteur de 30 min/position d'enrouleur, avec 4 positions/ha. Les dérobées irriguées présentent donc un temps de travail beaucoup plus élevé, ce qui explique la faible rentabilité en temps du tournesol 2 (T2) irrigué par rapport au tournesol 1 (T1) conduit en sec, ainsi que du maïs et du soja. Pour le soja, le temps nécessaire à l'**inoculation** des semences n'a pas été pris en compte, alors que cette étape réalisée juste avant le semis est considérée par les agriculteurs comme très contraignante en temps.

Les **cultures principales** utilisées pour comparaison sont cultivées sur groies moyennes. Les ITK correspondants proviennent d'une étude conduite par la Chambre Régionale d'Agriculture ALPC dans le cadre d'une démarche sur les Aires d'Alimentation de Captage (ARNAUDEAU M., 2016).

Malgré une marge semi-nette beaucoup plus importante pour les cultures principales, leur rentabilité est diminuée par le nombre de passage plus important (fertilisation et traitements).

Les cultures dérobées d'opportunité peuvent ainsi représenter un gain économique faiblement consommateur en temps.

5.5.4 Cas de la Cameline

La valorisation de la graine de cameline se fait principalement en **agriculture biologique**, mais il existe des filières en construction pour la valorisation de son l'huile conventionnelle. Peu d'expériences ont été relevées, malgré le potentiel de la culture, principalement à cause du **manque de débouché**. Aucun prix de vente, pour la production conventionnelle, n'est aujourd'hui indiqué.

Sans ce prix, nous ne pouvons calculer de rendement seuil ou de marges. Mais la **marge** qui peut être obtenue en fonction de différents prix de vente et rendements a été calculée (tab. 22).

Les valeurs calculées utilisent le prix de semences certifiées (7 €/kg) et une conduite de la cameline avec précédent orge. Avec un **précédent pois**, les marges semi-nettes sont augmentées de 30 € (moins de charges de fertilisation et de mécanisation).

TABEAU 22 : MARGE SEMI-NETTE DE LA CAMELINE EN FONCTION DU PRIX DE VENTE ET DU RENDEMENT

		Prix de vente (€/T)				
		150	200	300	400	500
Rendements (qx/ha)	2	-135	-125	-105	-85	-65
	5	-90	-65	-15	35	85
	7	-60	-25	45	115	185
	10	-15	35	135	235	335
	12	15	75	195	315	435

Le rendement atteignable défini dans les cas-types est de 5 qx/ha. Pour ce rendement, le prix de vente seuil pour obtenir, a minima, une compensation des charges engagées est de 330€/T (semence certifiée, précédent Orge). La cameline semble intéressante à implanter pour un **prix de vente** supérieur à 400 €/T.

Des données supplémentaires sur les besoins en température et en eau de cette culture seraient intéressantes à collecter afin de confirmer ses potentialités de développement.

A retenir :

Certaines cultures permettent de dégager des marges très intéressantes en fonction de leur précédent et de la semence utilisée, comme **le sarrasin, le millet et le maïs** avec plus de **250 €/ha possible en marge semi-nette**.

Cependant, le **risque d'échec de la culture**, lié aux conditions climatiques de Poitou-Charentes, est parfois beaucoup **trop important par rapport aux gains** réalisés une année donnée. C'est le **cas du maïs grain** dérobée, surtout pour les variétés nécessitant 1600 DJ base 6°C.

Le **sarrasin** présente ainsi de **nombreux avantages économiques** : peu de charges, la possibilité d'utiliser des semences fermières pour les minimiser, et un prix de vente intéressant. Cela rend la culture très rentable par rapport au temps de travail nécessaire.

Clés de la réussite d'une dérobée :

- choisir une culture avec des besoins limités en température et en eau
 - limiter les charges opérationnelles : semences de ferme, « 0 » fertilisants, « 0 » herbicide, pas d'irrigation...
 - limiter les coûts de mécanisation : semis direct, peu d'interventions...
 - implanter le plus tôt possible, le plus rapidement et sans dessécher le sol → préférer le semis direct
- 3 cultures les plus intéressantes d'après ces critères : **sarrasin, millet, moha**

A retenir : « semer rapidement, minimiser les frais, culture à faibles besoins »

5.6 Impacts environnementaux

5.6.1 Piégeage de l'azote

L'implantation d'une culture dérobée grain en été-automne va valoriser, en partie, l'**azote disponible** dans le sol et ainsi diminuer le risque potentiel de lixiviation des nitrates. Afin d'estimer l'efficacité de ce piégeage et de le comparer à un sol nu ou à un couvert végétal réglementaire, un bilan « entrée-sortie » de l'azote a été réalisé.

A partir des Reliquats Début Drainage (méthode de calcul en 4.3.2.), l'**efficacité** des différentes cultures dérobées **pour piéger l'azote** du sol a été approchée. La fig. 23 présente ainsi le pourcentage d'azote piégé par les cultures, qui ne sera plus disponible à la lixiviation. Ces valeurs sont le résultat de l'opération « 1-(RDD dérobée/RDD sol nu) ».

Les valeurs du **sarrasin** et du **moha** sont à considérer différemment car les reliquats ont été calculés avec les valeurs **l'azote exporté** par les graines et non les valeurs de mobilisation de la plante entière. Les RDD réels du sarrasin et du moha seraient donc inférieurs aux valeurs présentées ici.

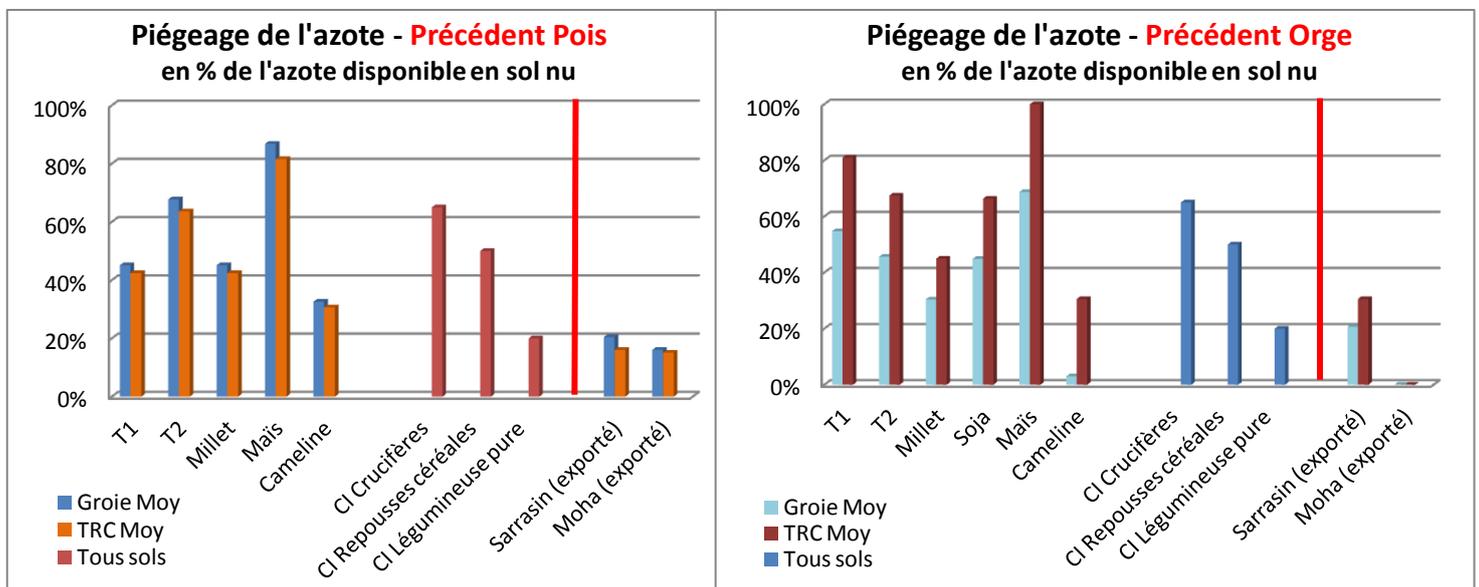


FIGURE 23: EFFICACITE DU PIEGEAGE D'AZOTE PAR DIFFERENTES CULTURES ET DEUX TYPES DE SOLS, EN FONCTION DES PRECEDENTS POIS ET ORGE

Les différences présentées ici entre les sols de groie moyenne et de Terre Rouge à Châtaigniers (TRC) moyenne sont uniquement dues aux différentes **dynamiques de minéralisation** de ces deux sols, puisque les cas-types n'ont pas été différenciés en fonction du type de sol. Nous pouvons aussi remarquer des différences de « classement » entre les cultures en fonction du précédent Pois ou Orge. Cela s'explique par contre par les **différences de conduite** définies dans les cas-types. Les couverts ne sont eux pas différenciés en fonction du sol ou du précédent.

Les **Cultures Intermédiaires (CI)** comparées sont des couverts de crucifères, de légumineuse pure ainsi que des repousses de céréales. Nous pouvons donc observer des **effets comparables** entre les cultures dérobées et des couverts plus classiques pour le piégeage des nitrates. Les cultures aux cycles les plus courts, bien que plus facilement récoltables en dérobées, prélèvent aussi moins d'azote (cameline, millet). Les cultures irriguées (T2 et maïs) permettent d'atteindre un rendement supérieur, d'où un piégeage supérieur.

La **cameline** présente un faible piégeage à cause de son **faible rendement** estimé dans les cas-types. Car la mobilisation d'azote par cette plante est en fait comparable à celle du colza, avec

6,5kg N/qx mobilisé, soit la valeur la plus forte identifiée par unité de rendement parmi les cultures dérobées étudiées.

A l'inverse, le **maïs** piège une grande quantité d'azote grâce à son rendement supérieur alors que son piégeage est le plus faible par unité de rendement : 2,3 kg N/qx.

Nous pouvons également remarquer une efficacité du **soja** intéressante dans le piégeage d'azote avec un précédent orge. Cela tient d'abord de l'absence de fertilisation supplémentaire de la dérobée, par rapport au millet et au tournesol 2. Et ensuite bien que légumineuse, le soja utilise l'azote disponible dans le sol à hauteur d'environ **25% de ses besoins**, qui permettent cette réduction du reliquat azoté par rapport au sol nu.

Les valeurs de mobilisation et d'exportation par les grains en azote sont référencées en Annexe M.

5.6.2 IFT des cultures dérobées

L'IFT de chaque culture a été calculé hors traitement de semence. Cela correspond à un **IFT Herbicide**, car aucun autre produit phytosanitaire n'est utilisé sur ces cultures dérobées.

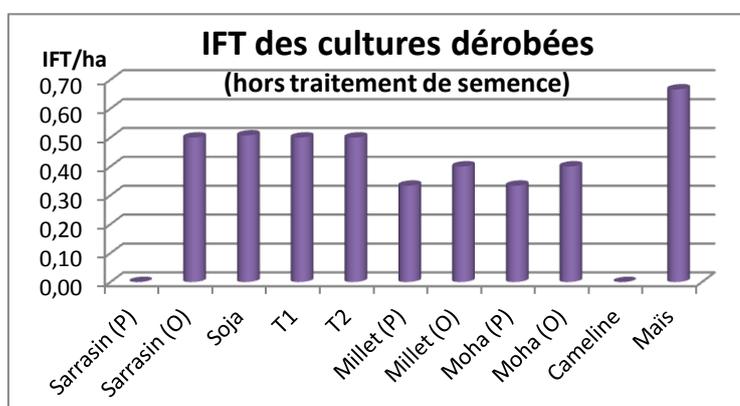


FIGURE 24 : IFT DES CULTURES DEROBÉES

Le **précédent pois** est plus simple à gérer (repousses moins abondantes et moins compétitives). L'utilisation d'herbicide est moins importante, l'IFT est donc plus faible. Le maïs, avec une croissance assez lente en **début de cycle**, est peu compétitif envers les adventices et nécessite un désherbage important. La cameline, au développement rapide, autorise l'absence de désherbage et donc un IFT nul.

L'**IFT moyen** de ces cultures dérobées s'élève ainsi à **0,4** et reste très modéré. L'implantation de cultures dérobées dans les rotations, n'entraînera pas d'augmentation des valeurs d'IFT à l'échelle des rotations.

A retenir :

Les cultures dérobées

- (1) permettent toujours de **limiter la quantité d'azote disponible** dans le sol avant la période de drainage.
☞ Elles sont préférables à un sol nu dans les successions où les couverts ne sont pas obligatoires (ex. pois-blé tendre).
- (2) sont **équivalentes** (tournesol, maïs) **ou moins efficaces** (cameline, millet) que des cultures intermédiaires comme la moutarde, car leurs cycles végétatifs sont plus courts
☞ faut-il envisager un couvert après cette dérobée ? (normalement obligatoire si récolte avant le 15/10) ?

L'utilisation de produits phytosanitaires reste réduite sur ces cultures, avec uniquement des herbicides et un IFT autour de 0,4. En comparaison, une **destruction de couvert végétal** avec 1,5L de glyphosate à 360g/L représente un IFT de 0,5, à ajouter à la culture suivante. Le **précédent pois** permet de limiter l'utilisation d'herbicides.

Certains agriculteurs signalent également que cette pratique et le désherbage associé permettent de réduire l'utilisation d'herbicides sur la culture suivante. A l'échelle du couple « dérobée – suivant », l'utilisation d'herbicides n'est pas forcément plus importante.

5.7 Impacts agronomiques empiriques

Les pratiques de dérobées grains étant assez **récentes et peu étudiées**, nous ne disposons que de peu d'informations sur les impacts de leur implantation sur la culture suivante ou la succession. C'est pour cette raison que la présente étude n'a été réalisée que sur la culture dérobée elle-même et non la succession. Les impacts agronomiques sont donc principalement **empiriques**, d'après les observations des agriculteurs enquêtés et les informations trouvées en bibliographie.

Ces différents éléments sont présentés dans le tab. 23 et hiérarchisés grâce à un code couleur, du rouge : situation défavorable ou à prendre en compte, au vert : situation favorable.

TABLEAU 23 : IMPACTS AGRONOMIQUE : ANALYSE ISSUE DES ENQUETES ET DE LA BIBLIOGRAPHIE (SOURCE : MINETTE S., 2010 ; FAO, 2005)

Culture	Risque de salissement de la dérobée sans désherbage	Quantité de résidus au sol après récolte	Système racinaire	Intérêt dans la succession	Risque de repousses	Sensibilité au gel
Sarrasin	Allélopathie	Moyenne (feuilles et tiges vertes)	Pivotant + Fasciculé, enracinement profond →bonne restructuration	Rupture parasitaire (famille non cultivée)	Risque important en Maïs et Tournesol.	Très sensible, gélif à 0°C
Millet	Peu compétitif en début de cycle mais tallage important ensuite.	Importante	Fasciculé, assez puissant →restructuration en surface	Graminée. Vecteur de Fusariose mais pas de maladie du pied.		Gélif à -2°C
Moha	Démarrage lent de la culture.	Moyenne	Fasciculé, enracinement assez profond →restructuration en surface	Graminée.		Gélif à 0°C
Tournesol	Assez compétitif si bonne implantation et levée rapide	Moyenne (Tiges, capitules parfois encore verts)	Pivotant, enracinement profond →restructuration en profondeur	A éviter dans les rotations chargées en tournesol (réservoir maladies).	Grains récoltés humides, peu de chances d'être viables pour des repousses.	Peu sensible gel à partir de -2°C pendant plusieurs jours
Soja	Peu compétitif en début de cycle et surtout en semis monograine. Feuilles plus fines en variété 0000.	Très peu de résidus restitués	Pivotant, faible enracinement →restructuration limitée	Intérêt des légumineuses mais attention au Sclérotinia.		Gélif à -2°C
Cameline	Développement rapide et allélopathie.	Moyenne	Pivotant →restructuration limitée	A éviter en succession chargée en colza (crucifère).	?	Très peu sensible (gel à -10°C pendant plusieurs jours)
Maïs	Peu compétitif en début de cycle.	Importante	Fasciculé, profond si développement important	A éviter en rotation chargée en maïs.		Gélif à 0°C : risque d'arrêt de la culture à l'automne

Un autre impact, qui pourrait être négatif pour la culture suivante, est l'utilisation des **ressources en eau du sol**, souvent très faibles en période estivale. Nous pourrions redouter un manque d'eau à l'automne lors du semis d'une culture principale. Cependant, l'étude de l'INRA « Réduire les fuites de nitrates au moyen des cultures intermédiaires [...] » réalisée en 2011 et 2012, apporte des éléments de réponse. En effet les CIPAN réduiraient le drainage annuel en eau vers le sous-sol, mais n'auraient pas d'impact sur l'alimentation en eau de la culture suivante avec des dates de destruction adaptées. La recharge en eau du sol ne serait ainsi compromise qu'en cas de destruction des CIPAN en début de printemps. Dans le cas contraire, avec un destruction à l'automne, la **pluviométrie hivernale** serait toujours suffisante pour compenser l'évapotranspiration du couvert (JUSTES E. et al., 2013). Dans notre cas, les cultures dérobées sont détruites par la récolte en début d'automne et ne consomment généralement que très peu d'eau au cours des semaines précédentes puisqu'elles dépassent la maturité physiologique. Bien que l'étude de l'INRA n'ait pas été réalisée avec les mêmes cultures, nous pouvons estimer que l'impact de la consommation en eau de la dérobée sur la culture suivante est négligeable.

5.8 Synthèse des résultats

Suite à ces nombreux résultats, nous avons fait un point sur les cultures **les plus intéressantes** et au contraire **les moins bénéfiques** pour les différents indicateurs présentés précédemment (tab. 24). Les éléments d'impacts agronomiques n'ont pas été repris car difficilement synthétisables.

TABLEAU 24 : SYNTHÈSE DES CULTURES INTÉRESSANTES OU NON PAR INDICATEUR

Indicateurs	3 cultures les plus intéressantes :			Culture la moins intéressante :
	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	
Fréquence de réussite d'après les degrés-jours (<i>hors millet, moha, cameline</i> ; moyenne 6 stations) :	Sarrasin	Soja 0000	Tournesol	Maïs
Marges annuelles				
- semence de ferme :	Sarrasin après Pois ou Orge	Millet après Pois ou Orge	Moha après Pois	Moha après Orge
- semence certifiée :	Sarrasin après Pois	Maïs après Pois et Orge	Tournesol irrigué (T2) après Pois	Soja
Rendement seuil pluriannuel atteignable (<i>hors millet, moha, cameline</i>) :	Sarrasin	Soja 0000	Tournesol	Maïs
Rentabilité du temps de travail (<i>hors cameline</i>) :	Sarrasin après Pois, toutes semences	Millet après Pois ou Orge, semence fermière	Millet après Pois, semence certifiée	Maïs
Piégeage de l'azote (<i>hors sarrasin, moha</i>) :				
- Précédent Pois	Maïs	Tournesol 2	Tournesol 1 / Millet	Cameline (faible rdt)
- Précédent Orge	Maïs	Tournesol 1	Tournesol 2 / Soja	Cameline (faible rdt)
IFT :	Cameline / Sarrasin après Pois	Millet et Moha après Pois	Millet et Moha après Orge	Maïs

Parmi les cultures étudiées et indicateurs utilisés dans cette étude, le **sarrasin** est la culture qui présente le **plus d'avantages**. A l'inverse, le **maïs**, avec un potentiel de réussite en fonction du climat très faible, est la culture qui présente à l'heure actuelle le **plus de risques économiques**, malgré un potentiel intéressant dans les cas-types.

6 Discussion et perspectives

6.1 Discussion de la méthode

➤ Disponibilité des données :

La première difficulté à laquelle nous avons été confrontés est le **manque de données** sur les cultures. En effet, plusieurs cultures envisagées au départ n'ont pas pu être étudiées à cause du manque de données. Nous reviendrons, en partie « perspectives », sur les informations manquantes.

➤ Echantillon enquêté et méthode :

Une grande partie des informations utilisées dans cette étude sont issues des propos des **agriculteurs enquêtés**. L'échantillon enquêté est composé majoritairement d'agriculteurs suivis par les Chambres d'Agricultures et de contacts de ces agriculteurs. Plusieurs d'entre eux font partie de l'Association pour la Promotion d'une Agriculture Durable. Des contacts ont également été trouvés via le réseau du magazine TCS. Certaines **pratiques culturales** sont donc d'avantage représentées (TCS/SD) que d'autres, et nous ne pouvons pas parler d'échantillon exhaustif. Il s'agit d'un biais mais aussi d'un résultat. En effet les agriculteurs suivis par les Chambres ont des pratiques diverses, mais nous avons retrouvé d'avantage de cultures dérobées avec des conduites en TCS ou SD. Ces agriculteurs sont souvent curieux, opportunistes et sensibilisés à l'intérêt et la conduite des couverts. Leur matériel de semis permet une intervention rapide et à moindre coût.

Ensuite peu d'**expériences négatives** ont été rapportées, alors qu'elles seraient utiles pour caractériser les pratiques adaptées ou non et les risques climatiques (années sans récolte). Malheureusement, les agriculteurs sont souvent moins enclins à évoquer une mauvaise expérience plutôt qu'une réussite, et ces expériences ne sont pas forcément réitérées, et donc oubliées.

Les entretiens ont été menés de façon **semi-directive**. Cela a permis d'éviter l'aspect rébarbatif d'un questionnaire directif et d'obtenir des informations inattendues, grâce à une discussion plus libre.

Enfin les expériences étant **plus ou moins récentes**, les informations données peuvent être biaisées involontairement par des souvenirs imprécis, ou au contraire un manque de recul. Ces tentatives sont également dispersées sur peu d'années différentes (principalement 2011 à 2015).

➤ Choix des critères de faisabilité :

Le critère d'existence ou non d'un **débouché** est un choix à la fois documenté et arbitraire. En effet certaines cultures envisagées ont un débouché existant en France, mais que nous n'avons pas jugé accessible en Poitou-Charentes ou pour une culture dérobée. Hors des filières peuvent être à construire pour ces cultures.

Enfin pour certaines cultures les **besoins** sont peu documentés en France et les durées de cycle en jours par exemple ne correspondent peut-être pas aux conditions climatiques françaises (alpiste, quinoa, sésame...). Des essais seraient nécessaires pour déterminer le comportement de ces cultures, mais en absence d'informations il était impossible d'étudier leur potentiel en dérobée.

➤ Niveau d'évaluation et indicateurs :

Il a d'abord été envisagé d'évaluer l'impact de l'introduction des cultures dérobées au niveau du **système de culture**. Mais au vu du peu d'informations disponibles sur les impacts de ces cultures, ne serra-ce que sur la culture suivante, nous avons choisi de n'étudier que la **culture dérobée**, en fonction de son précédent. Ce choix a également été fait suite à certains résultats d'enquêtes. En effet des agriculteurs ont évoqué l'importance d'être flexible sur la culture à planter après une dérobée. En cas de récolte plus tardive que prévue ou de non récolte, certains agriculteurs préfèrent

implanter une culture de printemps plutôt qu'un blé tendre par exemple. Il apparaissait donc plus pertinent d'étudier uniquement la culture dérobée.

➤ **Etude climatique :**

L'étude climatique est basée sur des **observations** empiriques ainsi que des **données théoriques** de cycle des cultures. Les données recueillies sur chaque expérience peuvent être imprécises, et nous n'avons pas d'observations terrain pour vérifier la concordance avec les calculs de stade réalisés à partir des données bibliographiques. Les données sur les cycles des cultures (ou sur les variétés particulières) sont de plus assez limitées en bibliographie et mériteraient d'autant plus une **validation par des mesures terrain**. Le nombre d'expérience est de plus trop limité pour identifier des corrélations statistiques.

L'attribution des **données climatiques** aux différentes expériences comporte également un biais. Il s'agit des climats dont nous disposons, à proximité géographique des expériences relevées. Mais des orages par exemple peuvent être très localisés et favoriser la culture tandis que les données climatiques de la ville la plus proche n'indiquent pas de précipitations.

Les **fréquences de réussite** définies sont donc **critiquables**, à cause de l'utilisation d'éventuelles d'expériences non représentatives ou du choix arbitraire des seuils de pluviométrie. Mais elles constituent une **première approche** visant à définir l'opportunité ou non des différentes espèces.

Enfin, pour une meilleure compréhension des conditions de levée des cultures dérobées, un calcul réel de la **Réserve Utile** du sol au moment du semis pourrait amener plus de précision que son évolution sur 1 mois comme nous l'avons fait. Pour cela nous pourrions utiliser l'outil Irré-LIS, développé par ARVALIS, qui permet de réaliser un bilan hydrique des cultures.

6.2 Discussion des résultats

➤ **Cas-types constitués :**

Bien que les cas-types ne représentent pas toute la diversité des **pratiques observées** dans les enquêtes, ce sont des conduites les plus cohérentes possibles par rapport aux observations. Certaines pratiques ont dû être adaptées pour constituer des cas-types en accord avec la réglementation en vigueur.

➤ **Reliquat Début Drainage (RDD) :**

La diminution du RDD, utilisé comme indicateur du piégeage d'azote par les dérobées, est un **calcul « grossier »**. Les valeurs de mobilisation et d'exportation de l'azote par les plantes sont de plus issues de **différentes sources**, mais il n'existe aujourd'hui pas de données précises pour les cultures étudiées. Un réel **suivi** avec mesure du Reliquat Après Récolte de la culture principale précédente et du RDD en parcelles d'essais permettrait une meilleure approche de l'efficacité du piégeage et de la valorisation de l'azote disponible dans le sol.

➤ **Aide à la Décision :**

De façon générale, les **impacts agronomiques et environnementaux** sont difficiles à évaluer sur le long terme, voire même sur la culture suivante. Les agriculteurs, les conseillers ainsi que les personnes « ressources » ont **peu de recul** sur le sujet. Le résultat des cultures dérobées peut de plus être assez aléatoire. Les agriculteurs doivent donc souvent avancer « à l'aveugle ».

Afin d'apporter des éléments de décision, différents des indicateurs présentés précédemment dans cette étude, le tab. 25 présente les principaux **éléments de choix** d'une dérobée.

TABLEAU 25 : ELEMENTS D'AIDE AU CHOIX D'UNE DEROBEE

Culture	Type de semis	Date de semis « butoir »	Rendement indicatif visé	Besoins en eau (pluies ou irrigation)	Exigence en fertilisation		Facilité de récolte	Débouché	Possibilité d'utiliser des semences fermières
					Après Pois	Après Orge			
Sarrasin	++ : SD semoir céréales. + : Déchaumage et semoir céréales, si humidité suffisante pour la levée. - : Volée possible mais très hétérogène.	5 juillet (pour début maturité au 20/09 et récolte environ 1 mois plus tard – climat Niort)	→ 10 qx/ha Variable 5 - 20 qx/ha	Peu exigeant Environ 150mm	0	0-20	Plante à croissance indéterminée → déclencher à maturité des ¾ des graines Tige humide à la récolte.	Important mais à contractualiser	oui
Millet	++ : SD semoir céréales + : Déchaumage et semoir céréales (si humidité).	Environ 10 juillet	→ 15 qx/ha Potentiel 30qx/ha	Environ 100mm	0	20	Tiges et feuilles vertes à maturité.	Faible, à contractualiser	oui
Moha	++ : SD semoir céréales + : Déchaumage et semoir céréales (si humidité).	Environ 10 juillet	→ 10 qx/ha	Environ 100mm (?)	0	20	Feuilles souvent vertes mais maturité plus uniforme que le millet.		oui
Tournesol	++ : Monograine adapté au SD + : Déchaumage et monograine (++ si irrigation)	30 juin (pour maturité au 20/10 – climat Niort)	→ 10-15 qx/ha (sec ou irrigué)	Environ 170mm Irrigation favorable	0	30	Capitule peut être gorgé d'eau si récolte en mauvaises conditions.	Oui	non
Soja	++ : SD Monograine ou céréales, plus adapté pour couvrir le sol. ++ : Déchaumage et irrigation après semis.	Var 0000 : 10 juillet Var 000 : 25 juin (pour maturité au 20/10 – climat Niort)	→ 15 qx/ha Potentiel 25qx/ha	Irrigation environ 125mm	0	0	Gousses près du sol, faible débit de chantier.	Oui, alimentation animale	oui
Cameline	++ : SD semoir céréales. + : Déchaumage et semoir céréales. - : Volée.	Environ 15 juillet (peu infos)	→ 5 qx/ha (peu infos)	Peu exigeant	0	30		Difficile hors AB	Oui, mais perte de capacité germinative après quelques années.
Maïs	++ : SD Monograine ++ : Déchaumage et irrigation après semis.	25 juin (pour besoins 1560 DJ et maturité au 20/10 – climat Saintes)	→ 55 qx/ha Potentiel 70qx/ha	Irrigation environ 200mm	40	70	Grain plus humide que la normale, plus difficile à récolter.	Oui mais attention humidité	oui

6.3 Perspectives

6.3.1 Pour aller plus loin

Comme évoqué précédemment, les **données** bibliographiques sur les cultures étudiées sont assez limitées. Le millet, le moha et la cameline principalement présentent peu de données. De même les informations sur le cycle du sarrasin sont issues d'un document assez ancien (Nouveau Larousse Agricole de 1952) et sans notion de variété. Le millet et la cameline notamment semblent prometteurs, avec des possibilités de développement de filière, mais peu d'informations sont disponibles dans notre contexte.

Nous avons ainsi réalisé un inventaire des **lacunes d'informations** qui ont imposé des limites à l'étude, ainsi que des propositions pour combler ces lacunes (tab. 26).

TABLEAU 26 : LACUNES D'INFORMATIONS ET SOLUTIONS PROPOSEES

Informations manquantes ou à confirmer	Solution proposée
Cycles des cultures : durée totale et des stades.	Essais réalisés avec la même conduite de la culture dans différentes localités de la région, notation des stades et comparaison avec les données climatiques locales.
Température de base (zéro de végétation) pour le millet, le moha et la cameline.	En chambre de culture, observation de la croissance et de son arrêt lorsque le cumul de température n'est plus suffisant pour dépasser la température de base. Comparaison avec une simulation de conditions réelles pour observer l'arrêt de croissance.
Résistance à la sécheresse .	Croissance avec phases ou cycle complet en stress hydrique par isolation de plants, notamment à la levée et à la floraison.
Besoins azotés / Valorisation azote du sol.	Mesures des reliquats avant semis de la dérobée et après sa récolte. Prélèvements et analyse de matière fraîche à différents stades pour mesurer la mobilisation azotée.
Effet résidus de la dérobée.	Reliquats pendant la culture suivante, relevés de la conduite et du rendement de la culture suivante pour estimer la fraction azotée provenant de la minéralisation des résidus.
Influence sur le salissement de la parcelle.	Comptages d'adventices dans les essais d'une même parcelle pour comparer l'effet des différentes espèces sur le salissement, par rapport à un sol nu et d'autres couverts végétaux.

En absence de manipulations aussi précises, nous pourrions continuer **l'étude climatique** utilisée dans cette étude, mais avec un **nombre d'essais** conséquents pour chaque culture. Il faudrait néanmoins tester différentes variétés (micro parcelles) et repérer sur le terrain les stades sensibles à un déficit hydrique (levée, floraison, maturité physiologique). Nous pourrions ainsi obtenir des données en nombre et en précision suffisantes pour une analyse statistique.

De tels essais pourraient donc être conduits pour préciser les informations recueillies dans les expériences des agriculteurs, mais également pour déterminer la faisabilité technique des cultures dérobées pas ou encore peu expérimentées. Ce serait le cas du **lin oléagineux**, du **chanvre**, de la **lentille** ou encore du **quinoa** ou du **pois chiche**.

6.3.2 Valorisation des résultats

Cette étude a été réalisée dans le but d'apporter des **premiers éléments de réponse** sur des pratiques encore peu étudiées. Un objectif primordial est donc de diffuser les informations recueillies et analysées. Pour la **diffusion** aux agriculteurs et conseillers, des **fiches-cultures** ont été réalisées sur les cultures intéressantes d'après l'étude et suffisamment renseignées : sarrasin, tournesol, soja, millet et moha.

Ces **fiches**, disponibles en Annexe M, détaillent les éléments de l'itinéraire technique de la culture dérobée ainsi que des éléments d'étude climatique, économique et environnementale. Les autres cultures envisagées au début de l'étude font également l'objet d'un point sur les informations disponibles, en Annexe F.

Ces fiches, réalisées au cours de la période de stage, seront diffusées aux agriculteurs enquêtés et mises à disposition sur le site internet de la Chambre d'Agriculture Aquitaine – Limousin – Poitou-Charentes. Le présent mémoire sera également diffusé.

La diffusion des résultats a également eu lieu via deux **réunions** avec des conseillers et des agriculteurs. La première a eu lieu le 25 avril 2016 et a présenté un état des lieux des connaissances bibliographiques et des pratiques régionales.

Le 7 septembre 2016, une seconde réunion a permis de restituer et discuter les résultats avec des conseillers et des agriculteurs enquêtés lors de l'étude.

Enfin, cette étude prospective est le point de départ d'un **projet** déposé par la Chambre d'Agriculture (Sébastien MINETTE, Jean-Luc FORT) pour 2017-2019. Ce projet a pour objectif de continuer la prospection d'informations sur les cultures dérobées, étudier plus précisément les scénarios climatiques et constituer un réseau d'essais/test de cultures.

7 Conclusion

Le choix de certains agriculteurs d'implanter des cultures dérobées répond principalement à deux motivations : la possibilité de dégager une **marge supplémentaire**, et la volonté d'implanter une **couverture végétale**, obligatoire ou non. Les cultures étudiées ne répondent pas toutes à ces objectifs de la même façon, et le mot d'ordre dans le raisonnement des dérobées reste **l'opportunisme**.

En effet, étant donné la variabilité des chances de réussite de ces cultures, principalement liées au climat, la conduite adoptée est souvent celle du **moindre coût**. C'est une raison pour laquelle le nombre d'expériences relevées en sarrasin est la plus importante. Cette culture rustique est particulièrement adaptée à une **conduite économe**.

Mais d'autres cultures, comme le millet, le moha ou la cameline, présentent également un potentiel intéressant pour une production en dérobée. Mais pour ces cultures, le frein est avant tout l'absence ou l'instabilité du **débouché**. Bien qu'il soit plus important, le débouché est également une question récurrente dans le cas du sarrasin, ainsi que la fluctuation du **prix de vente**.

Le tournesol a principalement été développé pour la production en dérobée lorsque les prix étaient plus attractifs. Aujourd'hui ses coûts d'implantation restent handicapants par rapport aux rendements les plus fréquemment observés.

De même le soja ne présente pas de difficultés de débouché ni de manque de température (pour les variétés 0000), mais les **besoins en eau** de la plante imposent l'irrigation fréquente de la culture.

Concernant les disponibilités en eau en été, la **cameline** semble plus prometteuse, même si ses besoins sont peu connus.

Cette connaissance des cultures a ainsi été un point très limitant de l'étude, mais qui fait aussi apparaître de nombreuses **voies d'amélioration** à l'étude des dérobées. De nombreuses cultures mériteraient de plus d'être testées en dérobée. Des dérobées de chanvre sont par exemple déjà pratiquées. Des variétés de lin oléagineux de printemps et de lentille pourraient notamment s'avérer suffisamment précoces pour une conduite en dérobée.

La voie des **associations de cultures** peut également être travaillée, comme le cas du colza/sarrasin avec un semis (deux trémies) pour deux récoltes. Les semis sous **couverts vivants** permettraient également un semis plus précoce de la dérobée, ou d'éviter un semis trop tardif de blé après dérobée.

Autant de piste qui s'inscrivent dans un concept qui a aujourd'hui le vent aux poutes : **l'Agriculture Ecologiquement Intensive**. En quelques mots, ce concept développé par Michel GRIFFON prône une « intensification écologique » : un maintien de la production basé sur la valorisation et l'amélioration des services écologiques (par exemple valoriser les périodes de photosynthèse par la production de biomasse, privilégier la lutte biologique...) (CIRAD, 2015).

Quel que soit le nom donné à cette démarche, les enjeux restent les mêmes : assurer une production agricole en quantité et en qualité suffisante, avec moins d'intrants et plus respectueuse de l'environnement.

Sources bibliographiques

AB Développement, 2012. Sarrasin La Harpe. *In* : AB Développement [en ligne]. Consulté le 11/04/16. Disponible sur : <<http://abdeveloppement.com/284-sarrasin-la-harpe.html>>

Agreste – Recensement Agricole, 2010. Orientation technico-économique de la commune. *In* : Chambre d'Agriculture du Poitou-Charentes [en ligne]. Consulté le 02/02/2016. Disponible sur : <<http://www.poitou-charentes.chambagri.fr/menu-horizontal/lagriculture-poitou-charentes/lagriculture-poitou-charentes.html>>

Agreste Poitou-Charentes, 2009. Annuaire 2009. *In* : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la forêt Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes [en ligne]. Consulté le 02/02/2016. Disponible sur : <http://draaf.poitou-charentes.agriculture.gouv.fr/statistique-agricole/IMG/pdf/A-chp1-Zoom_sur_la_region_cle0765d4.pdf>

Agreste Poitou-Charentes, 2012. Grandes cultures, une tradition céréalière confortée. Agreste Poitou-Charentes [en ligne]. Numéro 01 – Février 2012. Poitiers : Agreste. Consulté le 18/03/2016. Disponible sur : <<http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/R5412A01.pdf>>

Agreste Poitou-Charentes, 2015. Memento de la statistique agricole, Edition 2015. *In* : Agreste, la statistique, l'évaluation et la prospective agricole [en ligne]. Consulté le 02/02/2016. Disponible sur : <<http://agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/poitou-charentes/>>

Agri 79, 2016. TARIF'MAT – Les tarifs d'entraide 2016. Supplément au journal Réussir Agri 79 du 15/01/2016. 26p.

ARNAUDEAU M., 2016. Création d'une matrice technique territorialisée – Dans le cadre de la démarche Co Click'Eau [...]. Matrice Excel, version de juillet 2016. Non diffusé.

ARNAUDEAU M. et MINETTE S., 2016. Projet Régional Systèmes de Culture Innovants (SDCI). Chambre Régionale d'Agriculture Aquitaine – Limousin – Poitou-Charentes, janvier 2016, 27p.

ARVALIS-Institut du végétal, 2011. Cultures intermédiaires – Impacts et conduite. Paris : ARVALIS Institut du végétal. 236p. ISBN 978-2-8179-0038-4.

ARVALIS-Institut du Végétal, 2013. Choisir et décider Sorgho [en ligne]. Edition Janvier 2013. Paris : ARVALIS – Institut du Végétal. 90p. ISSN : 1620-9885. Consulté le 11/02/2016. Disponible sur : <http://www.arvalis-infos.fr/file/galleryelement/pj/38/70/ba/2c/choisir%20sorgho_2012_integral1753990368161398525.pdf>

Association TradiLin, 2006. Itinéraire technique du lin oléagineux. *In* : Filière Lin Tradition TradiLin [en ligne]. Consulté le 27/04/2016. Disponible sur : <<http://www.tradilin.ch/site/index.php/fr/>>

BALTENSPERGER D.D., 1996. Foxtail and Proso Millet [en ligne]. *In*: J. Janick (ed.), Progress in new crops. Alexandria, Virginie (Etats-Unis) : ASHS Press. p. 182-190. Mis à jour le 15/08/1997. Consulté le 18/04/2016. Disponible sur : <<https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-182.html>>

BIGNOLLES A., 2011. Fiche technique Chambre d'Agriculture Deux-Sèvres – Le Moha. Mis à jour en juillet 2011. Prahecq : CRA 79. 2p. Consulté le 18/04/2016.

BONNEMORT C., 2008. Fiche technique - Céréales rustiques (Epeautre, Millet, Sarrasin). *In* : Chambre d'Agriculture du Gard [en ligne]. Consulté le 08/02/2016. Disponible sur : <http://www.gard.chambagri.fr/fileadmin/Pub/CA30/Internet_CA30/Documents_Internet_CA30/Div_ersification_Fiches/Fiche_C%C3%A9r%C3%A9ales_Rustiques.pdf>

BRACONNIER R., GLANDARD J., 1952. Nouveau Larousse Agricole. Paris : Librairie Larousse. 1414p.

BRINK M., 2003. *Setaria italica* (L.) P. Beauv. *In* : PROTA4U, Plant Resources of Tropical Africa [en ligne]. Consulté le 19/04/2016. Disponible sur : <<http://www.prota4u.org/protav8.asp?fr=1&h=M4&t=Setaria,italica&p=Setaria+italica>>

BRISSON N. et LEVRAULT F., 2010. Livre Vert du projet CLIMATOR. Angers : ADEME Editions. 334 p. ISBN 978-2-35838-128-4

Chambre d'Agriculture de Bourgogne, 2015. Cultures dérobées. Fiche de conseil collectif. Version de juillet 2015. Quetigny : Chambre d'Agriculture de Bourgogne. 6p.

Chambre d'Agriculture Eure-et-Loir, 2016. Règlementation phytosanitaire. *In* : Chambre d'Agriculture Eure-et-Loir. Bonnes pratiques phytos. p. 235-257.

Chambre Interdépartementale d'Ile-de-France, 2004. Sarrasin biologique. Publiée en février 2004. Ile-de-France : Chambre Interdépartementale d'Ile-de-France. 2p.

Chambres d'Agriculture de Bretagne, 2012. Le blé noir fait désormais partie de la rotation. Terra Grandes Cultures [en ligne], numéro du 20 avril 2012, p.36-37. Consulté le 03/02/2016. Disponible sur : <[http://www.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/16823/\\$File/0036-37_321-2.pdf?OpenElement](http://www.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/16823/$File/0036-37_321-2.pdf?OpenElement)>

CHAMPOLIVIER L. et al., 2011. Pourquoi irriguer le tournesol, une culture réputée tolérante à la sécheresse ? Innovations Agronomiques, n°14, édition 2011, p.151-164.

Charentes-Alliance, 2014. Rapport annuel 2013-2014 – Filière Pop Corn. *In* : Ocealia [en ligne]. Consulté le 08/06/2016. Disponible sur : <<http://www.charentes-alliance.fr/BibliRessources/PagesSystem/ViewNodeFile.ashx?idnode=11532>>

CHATAIGNON M. et ARJAURE G., 2014. Campagne soja 2014 en Poitou-Charentes – Bilan de l'observatoire. *In* : Terres Inovia, l'agronomie en mouvement [en ligne]. Consulté le 08/02/2016. Disponible sur : <http://www.terresinovia.fr/fileadmin/cetiom/regions/Ouest/publications/autres_publications_regionales_01/2015/CR_soja_2014_MarieChataignon_v1.0.pdf>

CIRAD, 2015. Agriculture écologiquement intensive. *In* : CIRAD, la recherche agronomique pour le développement [en ligne]. Consulté le 27/07/2016. Disponible sur : <<http://www.cirad.fr/>>

CIRAD – GRET – Ministère des Affaires étrangères, 2002. Mémento de l'agronome. Paris : Editions du CIRAD. 1691 p. ISBN 2-86844-129-7.

COMIFER, 2013. Teneur en N des organes végétaux récoltés. Mis à jour le 22/11/2013. 27p. *In* : COMIFER Comité d'Etude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée [en ligne]. Disponible sur : <<http://www.comifer.asso.fr/images/fichiers/Document-methodologique.pdf>>

Conseil Général de Haute-Garonne, 2007. Au fil du Chanvre – Guide technique pour une culture à suivre [en ligne]. Toulouse : Conseil Général de la Haute-Garonne. 7p. Imprimé en septembre 2007. Disponible sur : <http://www.chanvre-info.ch/info/de/IMG/pdf/au_fil_du_chanvre.pdf>

COURTOIS N., 2009. Suivi essais : Double culture 2009 Tournesol et Sarrasin – AgriGenève. *In* : A2C le site de l'Agriculture de Conservation [en ligne]. Consulté le 03/02/2016. Disponible sur : <http://agriculture-de-conservation.com/sites/agriculture-de-conservation.com/IMG/pdf/double_culture_sarrasin_tournesol.pdf>

COURTOIS N., 2011. Essai colza en système de cultures innovant - Compte-rendu d'essais – AgriGenève. *In* : AgriGenève, Le portail des agriculteurs genevois [en ligne]. Consulté le 12/02/2016. Disponible sur : <http://www.agrigeneve.ch/documents/Rapportessaicolzaensystemedeculturesinnovants2010_2011.pdf>

D'ALPOIM GUEDES J., 2015. Rethinking the spread of agriculture to the Tibetan Plateau [en ligne]. Washington: SAGE Publishing. p.1-13. Publié le 11/14/2015. Consulté le 24/05/2016. Disponible sur : <<https://cereo.wsu.edu/wp-content/uploads/sites/95/2015/08/dAlpoim-Guedes-2015-Rethinking-the-spread-of-agriculture-to-the-Tibetan-Plateau.pdf>>

DESNOIS D. et LEGRIS B., 2007. Prix et coûts de production de six grandes cultures : blé, maïs, colza, tournesol, betterave et pomme de terre. *In* : LEGRIS B. L'agriculture, nouveaux défis. Edition 2007. Insee Références. P.65-78. Consulté le 13/06/2016. Disponible sur : <http://www.insee.fr/fr/ffc/docs_ffc/ref/agrifra07f.pdf>

Dirección de Mercados Agrícolas, 2016. Alpiste *In* : Subsecretaría de Mercados Agropecuarios [en ligne]. Consulté le 03/02/2016. Disponible sur : <<http://www.minagri.gob.ar/dimeagro/productos/granos.php>>

DREAL Aquitaine – Limousin – Poitou-Charentes, 2015. Cinquième Programme d'Actions Régional (PAR) nitrates. *In* : Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement – Aquitaine – Limousin – Poitou-Charentes, Site Poitou-Charentes [en ligne]. Mis à jour en juillet 2015. Consulté le 16/02/2016. Disponible sur : <<http://www.poitou-charentes.developpement-durable.gouv.fr/cinquieme-programme-d-actions-r1744.html>>

FABRE C., 2008. Fiche Technique – Pois Chiche. *In* : Chambre d'Agriculture du Gard [en ligne]. Consulté le 27/04/2016. Disponible sur : <http://www.gard.chambagri.fr/fileadmin/Pub/CA30/Internet_CA30/Documents_Internet_CA30/Diversification_Fiches/Fiche_Pois_Chiche.pdf>

FAO, 2005. Chapter 4 : Frost damage : physiology and critical temperatures. *In* : FAO, 2005. Frost Protection : fundamentals, practice, and economics [en ligne]. Vol 1. Rome : FAO. Publié en 2005. Disponible sur : <<http://www.fao.org/docrep/008/y7223e/y7223e0a.htm#bm10>>

FAVRE D'EVIERES J.C., 1833. La stabulation permanente. *In* : SOCIETE ROYALE DE L'AGRICULTURE. Mémoires de la Société Royale d'Agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon 1833-1834 [en ligne]. Lyon : Imprimerie de J.M. BARRET. Consulté le 18/02/2016. Disponible sur : <https://books.google.fr/books?id=vMgAAAAAYAAJ&lpg=RA1-PA29&dq=histoire%20de%20la%20culture%20d%C3%A9rob%C3%A9e&hl=fr&pg=RA1-PA28#v=onepage&q&f=false>

Fédération Nationale des Producteurs de Chanvre, 2008. Les variétés de chanvre de la FNPC. *In* : Interchanvre [en ligne]. Mis à jour le 19/11/2008. Disponible sur : http://www.interchanvre.com/docs/doc_chanvre_FNPC_19-11-08.pdf

FLEENOR R.A., 2011. Plant Guide for Camelina (Camelina Sativa). *In* : USDA-Natural Resources Conservation Service [en ligne]. Mis à jour le 20/09/2011. Consulté le 18/04/2016. Disponible sur : http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_casa2.pdf

FRENET F., 2004. Références pour de nouveaux itinéraires techniques en lin grain [en ligne]. Amiens : ALTERNATECH. Consulté le 14/06/2016. Disponible sur : http://agrreste.p5alias.domicile.fr/IMG/pdf/Doc_synthese_lin.pdf

FUZEAU V. et al., 2012. Diversification des cultures dans l'agriculture française – Etat des lieux et dispositifs d'accompagnement. Etudes & documents du Commissariat Général au Développement Durable [en ligne]. N°67, juillet 2012. Consulté le 18/03/2016. Disponible sur : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/E_D_67_diversification_des_cultures_16_07_2012.pdf

GARCIA J., 2008 a. Fiche technique -Fénu grec. *In* : Chambre d'Agriculture du Gard [en ligne]. Consulté le 10/02/2016. Disponible sur : http://www.gard.chambagri.fr/fileadmin/Pub/CA30/Internet_CA30/Documents_Internet_CA30/Diversification_Fiches/Fiche_Fenu grec.pdf

GARCIA J., 2008 b. Fiche technique – Maïs Doux. *In* : Chambre d'Agriculture du Gard [en ligne]. Consulté le 10/02/2016. Disponible sur : http://www.gard.chambagri.fr/fileadmin/Pub/CA30/Internet_CA30/Documents_Internet_CA30/Diversification_Fiches/Fiche_Ma%C3%AFs_Doux.pdf

GIRARDIN P., 1998. Ecophysiologie du maïs. Montardou : Association Générale des Producteurs de Maïs. 323p. ISBN 2-900189-41-1.

Government of Alberta, 1998. Canaryseed. AGRI-FACTS. *In* : Alberta Agriculture and Forestry [en ligne]. Mis à jour en avril 1998. Consulté le 03/02/2016. Disponible sur : [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex120/\\$file/147_20-1.pdf?OpenElement](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex120/$file/147_20-1.pdf?OpenElement)

GREN Centre, 2014. Rapport élaboré par le Groupe Régionale d'Expertise Nitrates du Centre. Rapport remis à M. le préfet de la région Centre, mars 2014. Disponible sur : <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/RapportGRENCentre3_RAP_mars14_modif2014-05-28Vf_bis_cle69c119.pdf>

HUBSCH S., CAPRONNIER D., 2015. Les cultures intermédiaires, une véritable opportunité agronomique – Synthèse de références locales. 37p. *In* : Chambres d'Agriculture Hauts-de-France [en ligne]. Consulté le 05/02/2016. Disponible sur : <<http://www.hautsdefrance.chambres-agriculture.fr/publications/la-publication-en-detail/actualites/les-cultures-intermediaires-une-veritable-opportunite-agronomique/>>

IAAT, 2000. Températures et précipitations moyennes annuelles (1961-1990). *In* : Centre de ressources régional en information territoriale [en ligne]. Consulté le 15/03/2016. Disponible sur : <<http://www.iaat.org/>>

IPNI, 2014. IPNI Estimates of Nutrient Uptake and Removal. *In* : International Plant Nutrition Institut [en ligne]. Mise à jour en mai 2014. Disponible sur : <<http://www.ipni.net/article/IPNI-3296>>

JACQUIN C., 1992. La pratique des doubles cultures : Approche climatique, technique et économique. *In* : Chambre Régionale d'Agriculture Midi-Pyrénées. L'irrigation en Grandes Cultures : Synthèse des acquis et perspectives d'avenir. Communications de la journée du 9 avril 1992. Midi-Pyrénées. 13p.

JUSTES E. et al., 2013. Les cultures intermédiaires pour une production agricole durable. Versailles : Editions Quae. 105p. ISBN 978-2-7592-2022-9.

KAUME R.N., 2006. Panicum Miliaceum. *In*: BRINCK M., et BELAY G. (Eds.) Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1. Céréales et légumes sec. Wageningen (Pays-Bas) : Backhuys Publishers / Fondation PROTA. p.137-142. ISBN : 90-5782-172-9

KRISHNA K.R., 2014. Agroecosystems : Soils, Climate, Crops, Nutrient Dynamics and Productivity [en ligne]. Oakville (Canada) : Apple Academic Press. Consulté le 18/04/2016. Disponible sur : <https://books.google.fr/books?id=P6FiAgAAQBAJ&lpg=PA115&ots=YIsiHPJSv_&dq=proso%20millets%20gdd&hl=fr&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>

KWS, 2016. L'ultra précoce remarqué – SEVERUS. 2p. *In* : KWS [en ligne]. Consulté le 15/04/2016. Disponible sur : <https://www.kws.fr/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaaapcgxs>

La France Agricole, 2004. Regain de motivation avec le maïs pop-corn. La France Agricole [en ligne]. Article du 02/09/2004. Consulté le 08/06/2016. Disponible sur : <<http://www.lafranceagricole.fr/article/regain-de-motivation-avec-le-mais-pop-corn-1,0,76032781.html>>

LECOMTE V. et NOLOT J.M., 2011. Place du tournesol dans le système de culture. Innovations Agronomiques, n°14, édition 2011, p.59-76.

LYON D.J. et al., 2008. Producing and Marketing Proso Millet in the Great Plains [en ligne]. Lincoln : University of Nebraska-Lincoln. Consulté le 03/06/2016. Disponible sur : <http://www.extsoilcrop.colostate.edu/CropVar/documents/prosomillet/ProsoMilletManualMay08.pdf>

LYSIAK O., 2014. Le quinoa en Anjou, histoire d'une implantation. *In* : Wikiagri.fr [en ligne]. Consulté le 19/04/2016/ Disponible sur : <http://wikiagri.fr/articles/le-quinoa-en-anjou-histoire-dune-implantation/1039>

LYSIAK O., 2015. Epeautre, sarrasin, quinoa, millet... La coopérative spécialisée sur les marchés de niche. *In* : Wikiagri.fr [en ligne]. Consulté le 08/06/2016/ Disponible sur : <http://wikiagri.fr/articles/epeautre-sarrasin-quinoa-millet-la-cooperative-specialisee-sur-les-marches-de-niche/5010>

METEO FRANCE, 2016. Climat Poitou-Charentes. *In* : METEO France : Météo et Climat [en ligne]. Consulté le 15/03/2016. Disponible sur : <http://www.meteofrance.com/climat/france/poitou-charentes/regi54/normales>

MEYNARD J.M. et al., 2015. La diversification des cultures : comment la promouvoir ? *In* : Alim'agri, site du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt [en ligne]. Consulté le 09/05/2016. Disponible sur : <http://agriculture.gouv.fr/la-diversification-des-cultures-comment-la-promouvoir#nb7>

MINETTE S., 2010. Caractéristiques des principales cultures intermédiaires – Références disponibles pour la région Poitou-Charentes. Mis à jour en juin 2010.

Ministère de l'Agriculture AREEAR Poitou-Charentes, 1996. Les grands types de sols de la région Poitou-Charentes. 4p.

OBOUR A.K. et al., 2015. Oilseed Camelina (*Camelina sativa* L Crantz) : Productions Systems, Prospects and Challenges in the USA Great Plains. *Advances in Plants & Agriculture Research* [en ligne], volume 2, n°2. Consulté le 07/06/2016. Disponible sur : <http://agresearch.montana.edu/wtarc/producerinfo/agronomy-nutrient-management/Camelina/GreatPlainsFactSheet.pdf>

OMAFRA, 2012. Promo-Cultures – Une ressource pour les cultures spéciales [en ligne]. Consulté le 19/04/2016. Disponible sur : <http://www.omafr.gov.on.ca/CropOp/fr/index.html>

ORACLE Poitou-Charentes, 2014. Etat des lieux sur le changement climatique et ses incidences agricoles en région Poitou-Charentes. Edition 2014. Livret imprimé par l'ADEME et la Chambre d'Agriculture de Poitou-Charentes. 104p.

PIONEER, 2008. Alterna, Voyons plus loin. *In* : Pioneer France [en ligne]. Consulté le 15/03/2016. Disponible sur : http://www.france.pioneer.com/Portals/0/Communiques/CP_Pioneer_Alterna_2008.pdf

PIONEER, 2016. Pioneer France [en ligne]. Consulté le 05/04/2016. Disponible sur : <http://www.france.pioneer.com/Accueil.aspx>

PSHF (Programme Structurel Herbe et Fourrages en Limousin), 2012. Guide des cultures dérochées en Limousin [en ligne]. Limoges : Impression Graphicolor. Consulté le 14/03/2016. Disponible sur : <[http://www.afpf-asso.fr/files/Dossiers_thematiques/Guide_derobees - Limousin 2012.pdf](http://www.afpf-asso.fr/files/Dossiers_thematiques/Guide_derobees_-_Limousin_2012.pdf)>

RENAUDAT J.C., 2008. SARL RENAUDAT [en ligne]. Consulté le 09/02/2016. Disponible sur : <<http://www.renaudat-sarl.com/index.html>>

SCHAUB A. et al., 2016. Décrire un système de culture expérimenté, pour aider à son pilotage, faciliter son analyse et communiquer. Guide méthodologique du réseau expérimental du RMT « Systèmes de culture innovants ». Mai 2016. 68p.

SEMENCES DE PROVENCE, 2016. Sorgho Grain. *In* : Semences de Provence [en ligne]. Consulté le 15/04/2016. Disponible sur : <<http://www.semencesdeprovence.com/sorgho-grain/>>

SEM-PARTNERS, 2015. Les couverts végétaux innovant – Guide Technique 2015. 20p. *In* : Sem-Partners, La nouvelle dynamique des semences [en ligne]. Consulté le 18/02/2016. Disponible sur : <<http://www.sem-partners.com/doc/couv.pdf>>

SEM-PARTNERS, 2016 a. Dossier Soja – Merlin. 8p. *In* : Sem-Partners, La nouvelle dynamique des semences [en ligne]. Consulté le 15/04/2016. Disponible sur : <<http://www.sem-partners.com/doc/soja.pdf>>

SEM-PARTNERS, 2016 b. Alpiste des Canaries Lizard : La graminée saine et productive. 2p. *In* : Sem-Partners, La nouvelle dynamique des semences [en ligne]. Consulté le 03/02/2016. Disponible sur : <<http://www.sem-partners.com/doc/ftech/lizard.pdf>>

SHEAHAN C.M., 2014. Plant guide for proso millet (*Panicum miliaceum*). *In* : USDA-Natural Resources Conservation Service [en ligne]. Consulté le 14/04/2016. Disponible sur : <<http://plants.usda.gov/topics.html>>

SINTIM H.Y. et al., 2016. Evaluating Agronomic Responses of Camelina to Seeding Date under Rain-Fed Conditions. *Agronomy Journal* [en ligne], volume 108, n°1. Consulté le 03/06/2016. Disponible sur : <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/pdfs/108/1/349>>

Syndicat des Eaux du SERTAD, 2011. Guide des sols pour l'amélioration de la qualité de l'eau [en ligne]. Sainte Néomaye : Syndicat des Eaux du SERTAD. Consulté le 02/02/2016. Disponible sur : <http://www.poitou-charentes.chambagri.fr/fileadmin/publication/CRA/18_Connaissance_Sols/Documents/LIVRET_FINAL_Pamproux_MARS_2011_2.pdf>

Terre de liens, 2013. Terre de liens Poitou-Charentes [en ligne]. Consulté le 02/02/2016. Disponible sur : <<http://www.terredeliens.org/poitou-charentes>>

Terres Inovia, 2016 a. Guide de culture Soja 2016. Thiverval-Grignon (78) : Editions Terres Inovia. 20p.

Terres Inovia, 2016 b. Tournesol en double culture (dérobé). *In* : Terres Inovia, l'agronomie en mouvement [en ligne]. Consulté le 05/02/2016. Disponible sur : <<http://www.terresinovia.fr/tournesol/conduites-particulieres/tournesol-en-double-culture/>>

Terres Univia, 2016. L'interprofession des huiles et protéines végétales [en ligne]. Consulté le 27/04/2016. Disponible sur : <<http://www.terresunivia.fr/>>

THECLE V., 2012. Je teste la caméline en interculture. La France Agricole, n°3421, 3 février 2012, p.32.

THOMAS F. et ARCHAMBEAUD M., 2013. Les couverts végétaux. Paris : Editions France Agricole. 306p. ISBN : 978-2-85557-262-8.

THOMAS F. et WALIGORA C., 2009. Diversification des cultures, sortez des sentiers battus. Techniques Culturelles Simplifiées [en ligne], n°55, p.18-26. Consulté le 03/02/2016. Disponibles sur : <<http://agriculture-de-conservation.com/Diversification-des-cultures.html>>

University of Wisconsin-Extension, 1989-1992. Alternative Field Crops Manual [en ligne]. Madison : University of Wisconsin-Madison. Consulté le 14/04/2016. Disponible sur : <<https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/index.html>>

USDA, 2016. Nutrient Uptake and Removal. *In*: United States Department of Agriculture [en ligne]. Consulté le 19/04/2016. Disponible sur : <http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/technical/nra/nri/results/?cid=nrcs143_014150>

Annexe A : Caractéristiques des types de sols majoritaires en Poitou-Charentes

TABLEAU 27 - ANNEXE A : CARACTERISTIQUES DES TYPES DE SOLS EN POITOU-CHARENTES (SOURCE : MINISTERE DE L'AGRICULTURE AREEAR POITOU-CHARENTES, 1996 ; SYNDICAT DES EAUX DU SERTAD, 2011 ; PROPOS MINETTE S.)

Grand type de sol	Caractéristique principale	Caractères	Propriétés	Variantes	Ex de profil
Terres de Groie	Séchantes	<ul style="list-style-type: none"> - Couleur : Brun - Argile limoneuse sur substrat Calcaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Sol calcaire, caillouteux (calcaires), sain - Réserve en eau faible à moyenne : 50 à 100 mm - Fertilité bonne à moyenne - Enracinement sur 30 à 80 cm 	Groie profonde ou argilo-calcaire : Sol profond, plus argileux, Bonne réserve en eau (110-135 mm)	
Bornais	Humides et battantes	<ul style="list-style-type: none"> - Couleur : brun clair - Limon sur substrat Argile 	<ul style="list-style-type: none"> - Sol profond, fragile sensible à la battance, excès d'eau l'hiver (hydromorphie temporaire), tendance acide - Réserve en eau moyenne à bonne - Fertilité faible à moyenne - Enracinement : 50- 80 cm 		
Terres de Brandes	Humides et battantes	<ul style="list-style-type: none"> - Couleur : noir (prairie) ou grise (cultures) - Sables sur substrat d'argile sableuse compacte ou grès 	<ul style="list-style-type: none"> - Sol hétérogène, fragile, souvent caillouteux (quartz), excès d'eau l'hiver, très acide - Réserve en eau faible - Fertilité faible - Enracinement : 50-80 cm 		
Terres Rouges à Châtaigniers	Séchantes et acides	<ul style="list-style-type: none"> - Couleur Acajou, - Limon ou limon argileux sur substrat d'Argile rouge 	<ul style="list-style-type: none"> - Sol parfois caillouteux (silex), fragile parfois battant, peu profond à profond, sain mais à ressuyage lent, tendance acide - Réserve en eau moyenne à forte : 100 à 150mm - Fertilité bonne - Bon enracinement sur 60-80 cm 		
Terres d'Aubues et de Champagne	Fertiles	<ul style="list-style-type: none"> - Couleur claire : gris blanc - Argile limoneuse sur substrat de craie 	<ul style="list-style-type: none"> - Sol calcaire, lent à réchauffer, sain - Bonne réserve en eau - Fertilité bonne - Enracinement : 50-60 cm 	Aubue peu profonde : sol peu profond, caillouteux. Aubue profonde : sol profond, argile lourde, Ressuyage lent	

Annexe B : Modèle d'analyse détaillé

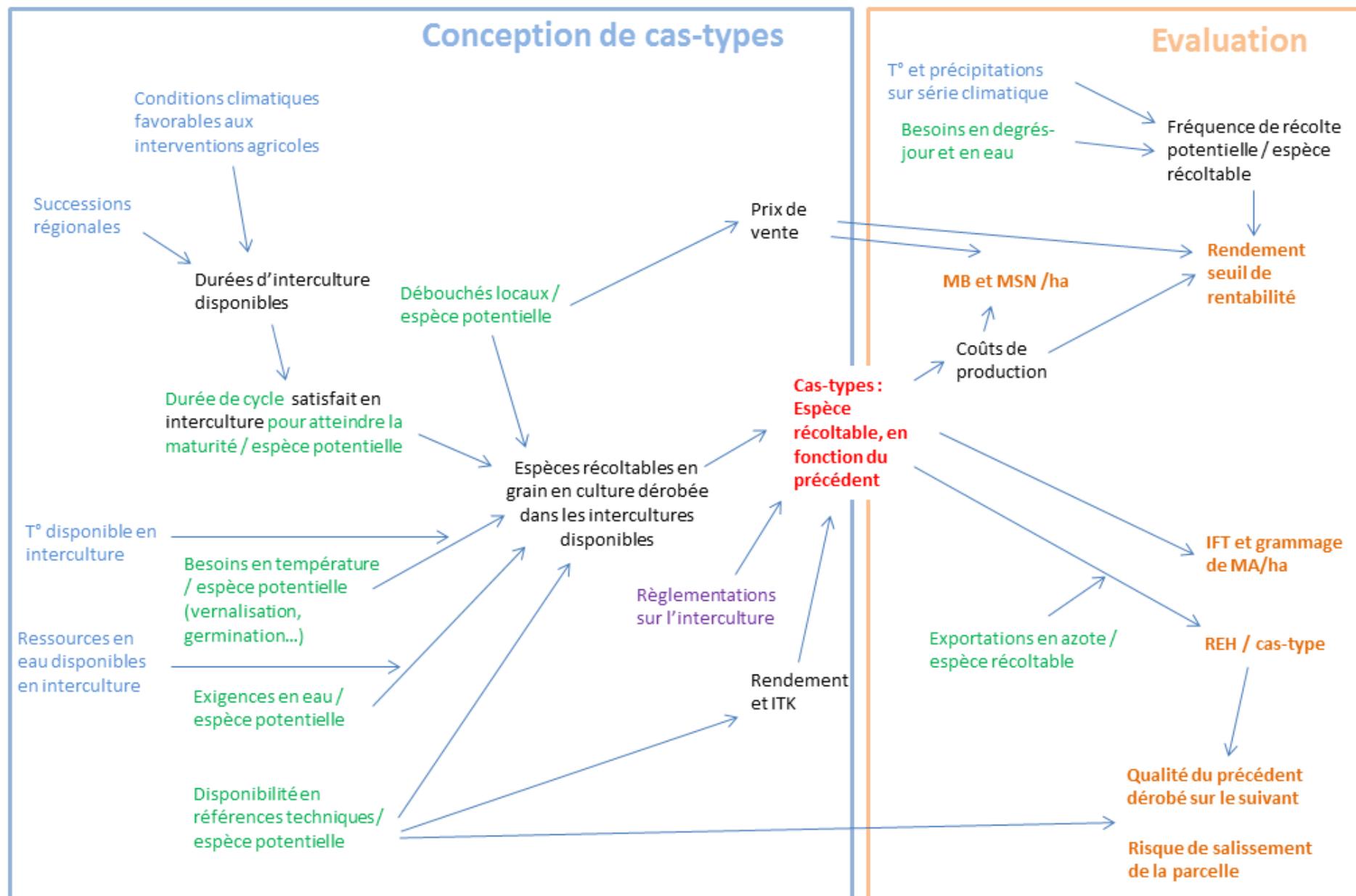


FIGURE 25 - ANNEXE B : MODELE D'ANALYSE DETAILLE

Annexe C : Trame de fiche d'enquête agriculteurs

TABLEAU 28 - ANNEXE C : FICHE DE SYNTHÈSE DES ENQUÊTES AGRICULTEURS

1. L'exploitation Agricole				
SAU :	UTH :	Date de début d'activité :	Statut EA :	
Assolement 2015-2016:		Surface (SAU) :		
Productions animales		Nb de têtes		
Rotations type (toutes rotations, pas uniquement avec dérobées) et surface concernée :				
Conduite des cultures (raisonnée, intégrée, AB, labour, SD...):				
Intercultures :				
Types de sols : (avantages/inconvénients)				
% cailloux en surface				
Réserve Utile				
% MO :				
2. Déterminants de la production de cultures dérobées				
Cultures :	Surface :	Précédent :	Suivant :	Année :
Quel objectif au départ pour faire cette culture ?				
Objectif atteint ?				
Pourquoi cette position dans la rotation ? Quel intérêt ? Autre position possible ?				
Avis sur la culture : possible dans d'autres sols ?				

Est-ce une charge de travail importante ?	
Avantages du dérobé sur l'exploitation :	Avantages du dérobé dans la région ?
Inconvénients :	Inconvénients :
Qu'est-ce qui limite la surface en dérobé sur l'exploitation ?	Qu'est-ce qui limite la surface en dérobé dans la région ?
<p>Quel approvisionnement en semences ? Coûts ?</p> <p>Valorisation (débouchés) des produits :</p> <p>Acheteurs (proportions si plusieurs)? Prix de vente ?</p> <p>Sources – références de conseil : (internet, Coop, négoce, chambre, revues, visites, ...)</p>	
<p>3. ITK dérobee _____ <i>(moha, millet, sarrasin, tournesol,...)</i></p>	
SEMIS	
Précédent :	
Date de récolte	
Rendement	
Restitution des résidus	
Fertilisation azotée (unité N/ha + dates d'apports)	
Irrigation, dates	
Date :	
Densité et écartement inter-rangs :	
Profondeur semis :	
Variété :	
Type de sol :	
Préparation du sol (matériel ?) :	
Conditions (<i>humidité au semis, post semis...</i>) :	

Matériel utilisé (type de semoir):		
Durée avant la levée, % levée :		
Conditions de réussite :		
INTERVENTIONS (fertilisation, phytos, irrigation) :		
Date :	Produit/dose et matériel utilisé :	Objectif visé / Efficacité :
RECOLTE :		
Date :		
Conditions (sécheresse, verse, humidité grain...) :		
Rendement :		
Frais séchage ?		
Quel risque de ne pas récolter ? <i>(fréquence de récolte : tout le temps, 2 années sur 3, 1 sur 3,)</i>		
Effet sur culture suivante ? <i>gestion de l'azote ? des mauvaises herbes ? des ravageurs ? rendements ?</i>		
Avis sur le déroulement de la culture, conditions climatiques favorables ou non, type de sol adapté ?		
Qu'aurait-il fallu faire ?		
Quelle satisfaction de cette culture ?		
4. Perspectives		
Avenir de cette culture sur la ferme ? Freins / Motivations ?		
D'autres essais déjà faits ou prévus ?		
Idées / Suggestions ?		
Seriez-vous prêt à recevoir un essai chez vous ?		
Connaissez-vous d'autres agriculteurs qui font des cultures dérobées ?		

Annexe D : Tarifs et prix utilisés dans l'étude

TABLEAU 29 - ANNEXE D : TABLEAUX DES TARIFS ET PRIX UTILISES DANS L'ETUDE

Semences			
Espèce	Prix	Unité	Source
Sarrasin certifié	2	€/kg	Enquêtes agris
Sarrasin ferme	0,4	€/kg	D'après prix de vente
Soja certifié	1,3	€/kg	Prix Médian Systerre Avril 2016
Soja ferme	0,3	€/kg	D'après prix de vente
Tournesol certifié	200	€/dose	Enquêtes agris et comparaison Systerre
Millet certifié	2	€/kg	Enquêtes agris, Médiane Systerre à 1,45€/kg
Millet ferme	0,25	€/kg	D'après prix de vente
Moha certifié	1,9	€/kg	Médiane Systerre Mai 2016
Moha ferme	0,3	€/kg	D'après prix de vente
Cameline certifiée (Bio)	7	€/kg	Médiane Systerre Mai 2016 et tarifs vente internet
Cameline ferme	0,33	€/kg	D'après prix de vente
Maïs TP certifié	90	€/dose	Enquêtes agris

Mécanisation			
Matériel	Prix €/h	Débit chantier (h/ha)	Prix €/ha
Tracteur 200ch 4RM (pour semoir céréales SD)	39,5		
Tracteur 80ch 4RM (pour pulvé et épandeur)	14,5		
Tracteur 70ch 4RM (pour monograine)	12,2		
Tracteur 150ch 4RM (pour déchaumeur et combiné)	26,8		
Déchaumeur disques 4m		0,33	10,2
Combiné Herse rotative+Semoir 4m		0,6	22,6
Pulvérisateur trainé 2500L 24m		0,14	5,2
Semoir SD disques 4m		0,5	13,8
Semoir monograine 6 rangs		0,5	11,25
Moissonneuse-Batteuse céréales 5,50		0,75	66,5
Epandeur centrifuge porté 1500L		0,25	2,2
Moissonneuse-Batteuse Maïs 6 rangs		0,75	75
Rouleau Cambridge 6m		0,33	3,2

Source : Tarif'Mat 2016

Vente récoltes		
Culture	Prix €/T	Source
Sarrasin	400	Enquêtes agris
Soja	300	Enquêtes agris
Tournesol	330	Enquêtes agris
Millet	250	Enquêtes agris
Moha	300	Enquêtes agris
Cameline		Pas de données
Maïs	140	Prix le plus bas courant 2015

* Prix de vente récolte 2015-2016

Irrigation		
Charges	Tarif €/ m3	Source
Charges fixes irrigation/m3	0,122	Tarifmat 2016
Entretien, Energie Irrigation/m3	0,08	Sébastien Minette, prend en compte le coût de l'eau, de l'énergie et du matériel
Temps en h/ha (0,5h/position, 4 positions/ha)	2	Systerre

Intrants				
Intrant	Produit commercial	Prix	Unité	Source
Unité d'Azote		0,8	€/unité	Données Systerre
Inoculum Soja		30	€/dose	Enquêtes agris + Guide Terres Inovia
Antigraminées annuelles et vivaces	<i>Stratos Ultra</i>	23	€/L	Médiane Systerre toutes campagnes (Mai2016)
Antigraminées et dicots	<i>Pulsar 40</i>	50	€/L	Médiane Systerre campagne en cours (Mai 2016)
Antidicots	<i>Basagran SG</i>	40,4	€/L	Médiane Systerre campagne en cours (Mai 2016)
Antigraminées et dicots	<i>Challenge</i>	20	€/L	Tableur Sébastien Minette + Site web AgriLeader + Systerre
Antidicotylédones annuelles	<i>Cadéli</i>	25,5	€/L	Médiane Systerre campagne en cours (Mai 2016)
Herbicide Maïs (dicot et gram annuelles)	<i>Callisto</i>	42	€/L	Site web AgriLeader + Tableur Sébastien Minette
Herbicide Maïs (dicot et gram annuelles)	<i>Milagra</i>	33	€/L	Tableur Sébastien Minette
Glyphosate		8	€/L	Tableur Sébastien Minette

Annexe E : Indicateur « Grammage de Matière Active par hectare »

Le grammage de matière active est calculé par hectare en fonction des produits phytosanitaires employés, selon la formule suivante :

$$\text{Grammage} = \frac{\text{Dose appliquée} * \text{Concentration en MA}}{\text{Surface traitée}}$$

Cet indicateur peut être observé complémentirement à l'IFT. La différence est que l'IFT tient compte des homologations et non directement de la composition des produits. C'est-à-dire que l'IFT ne diminue pas forcément avec l'utilisation d'un produit au grammage moins important, en fonction de son homologation.

Pour le maïs par exemple, ici la quantité de matière active utilisée est parmi les plus faibles (fig. 26), mais son IFT est le plus élevé (fig.24).

Pour les tournesols, le choix de l'herbicide (Challenge ici), induit un fort grammage de matière active. L'utilisation de Glyphosate avant semis du sarrasin est également responsable de l'utilisation de matière active plus importante.

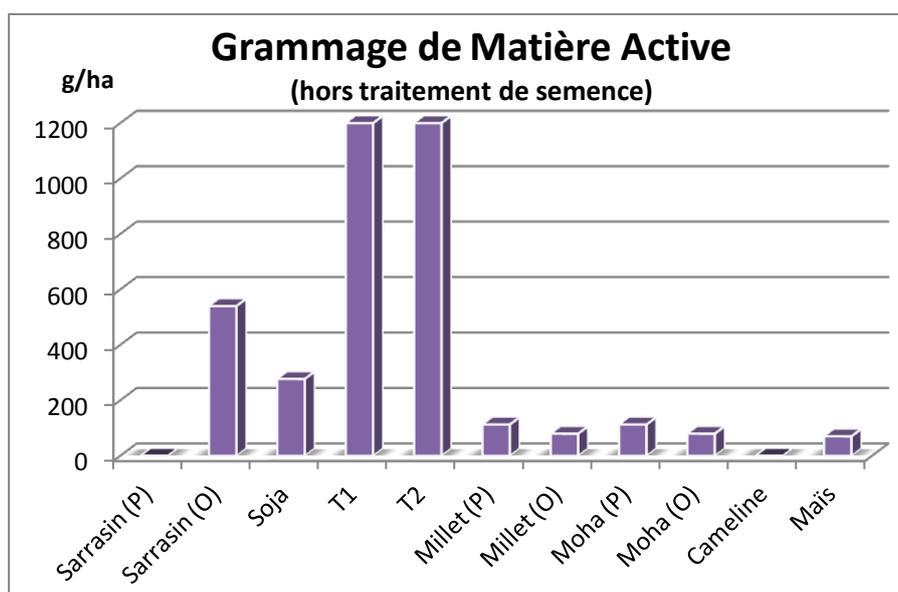


FIGURE 26 - ANNEXE E : GRAMMAGE DE MATIÈRE ACTIVE UTILISÉ PAR CAS-TYPE

Annexe F : Cultures non retenues

Suite aux critères de faisabilité énoncés en 4.2.1., certaines cultures d'abord envisagées n'ont pas été étudiées. Nous avons résumé ici les informations, principalement de besoins physiologiques et débouchés, recueillies sur ces cultures.



FIGURE 27 - ANNEXE F : ILLUSTRATIONS DES CULTURES NON RETENUES (SOURCES DIVERSES).

- **Alpiste :**

La bibliographie indique un cycle de 105 à 110 jours en Amérique du Nord (Government of Alberta, 1998 ; University of Wisconsin-Extension, 1989-1992), et de 120 à 130 jours en Amérique du Sud (Dirección de Mercados Agrícolas, 2016), mais avec très **peu de données récentes et en France**. Des agriculteurs cultivant l'alpiste en culture principale ont affirmé que son cycle était beaucoup trop long pour une culture dérobée et ont précisé que les conditions de récolte et de tri pouvaient être difficiles, avec beaucoup de poussière irritante.

Le **marché de l'oisellerie** concerné est de plus très petit et nous n'avons pas rencontré d'expérience pour confirmer sa faisabilité en dérobée graine. Elle peut par contre être utilisée comme fourrage (SEM-PARTNERS, 2016 b).

- **Chanvre :**

Nous avons rencontré **une expérience de chanvre** en dérobée en Haute-Marne, avec la récolte des graines et de la fibre. Cependant les professionnels de la région ne pensent pas que la culture ai un potentiel suffisant en dérobée, à cause d'une croissance beaucoup trop ralentie au mois d'Août. En effet la bibliographie indique un cycle végétatif (et non jusqu'à maturité) de 100-110 jours

(BRACONNIER R., GLANDARD J., 1952). Mais le stade « pleine floraison » du chanvre serait défini par la photopériode et non la date de semis (Fédération Nationale des Producteurs de Chanvre, 2008), ce qui ouvre des perspectives pour un semis plus tardif.

Mais des **contrats** sont obligatoires pour la production de chanvre et pour l’approvisionnement en semences (Conseil Général de Haute-Garonne, 2007), ce qui limite les tentatives en culture dérobée.

- **Fenugrec :**

Le fenugrec aurait un cycle végétatif de **160 jours** (GARCIA J., 2008 a), avec un besoin de 700 à 1000 DJ pour atteindre la floraison (HUBSCH S., CAPRONNIER D., 2015), donc beaucoup trop long pour sa production en culture dérobée graine.

- **Lin Oléagineux de Printemps :**

Le lin de printemps réalise son cycle en 130 à 140 jours (Association TradiLin, 2006), avec une phase végétative de 40-60 jours, une floraison de 15 à 25 jours et une phase de maturation de 30 à 40 jours (University of Wisconsin-Extension, 1989-1992).

En **absence de références** sur le comportement du lin avec une date de semis fin juin pour une **dérobée** (rendement potentiel, maladies, ravageurs...), il ne sera pas utilisé pour les cas-types. Mais des essais seraient nécessaires pour obtenir des références sur le sujet.

- **Lentille :**

Le cycle de la lentille se réalise en 150 jours, avec un semis classique en mars-avril (Terres Univia, 2016). La variété de lentilles vertes ANICIA peut notamment arriver à maturité entre **120 et 150 jours**. Avec ce critère il pourrait y avoir des possibilités de production en dérobées. Le marché français serait également très demander de **lentille verte**, et la culture serait peu exigeante : bonne valorisation des petites terres, besoin de sols calcaires et de conditions séchantes (LYSIAK O., 2015). Cependant tout comme le lin nous n’avons pas de données sur le comportement de la culture en telles conditions. Elle nécessiterait également la mise en place d’**essais**.

- **Pois Chiche :**

Cette culture peut être semée à l’automne ou au printemps (mars) en fonction des bassins, pour une floraison en avril-mai et une récolte de mi-juillet à mi-août (FABRE C., 2008). La production française (environ 2000ha) est principalement **contractuelle** avec des coopératives, c’est un marché **étroit et variable**.

- **Maïs Doux :**

Le maïs doux peut être récolté plus rapidement que du maïs grain classique. Mais c’est une culture industrielle **contractuelle**, qui doit être livrée à l’industriel dans les 6h après récolte. Comme le maïs grain, c’est une culture **exigeante en eau** avec des besoins de 200 à 400 mm (GARCIA J., 2008 b). La durée du cycle permettrait la production en dérobée, mais les **contraintes de livraison**, hors d’un important bassin de production du maïs doux semblent difficiles à satisfaire pour une culture dérobée à la production incertaine.

- **Maïs Pop-Corn :**

Le maïs pop-corn atteint la maturité en 90-120 jours (University of Wisconsin-Extension, 1989-1992 ; OMAFRA, 2012). Ce cycle permettrait sa production en dérobée. Mais actuellement dans la région cette culture est produite uniquement sur **contrat** par une filière de la coopérative Océalia, Sphère Production, basée en Charente-Maritime près de Jonzac. En 2013 cette production

représentait 1400ha, pour lesquels des séchoirs spécifiques ont été installés (Charentes-Alliance, 2014). Le développement de cette filière, notamment dans le Gers, pourrait ouvrir une opportunité à la production de maïs pop-corn en dérobée, mais il s'agit d'une culture **plus exigeante que du maïs** grain classique, qui doit répondre à un cahier des charges précis. Une impasse d'**irrigation** n'est pas envisageable (La France Agricole, 2004). L'aspect aléatoire d'une dérobée et les risques de restriction en eau l'été semblent compromettre cette culture en dérobée.

- **Quinoa :**

En France, le quinoa est produit en Anjou à l'heure actuelle, en culture principale, uniquement sous **contrat** avec la Coopératives Agricole des Pays de Loire (CAPL). Les 2000 ha de culture (en 2015) sont semés en février et récoltés à partir de début juillet. Démarrée seulement depuis 2010, la culture du quinoa est **peu développée et communiquée en France** (LYSIK O., 2015), malgré un intérêt grandissant. Avec un cycle de 90 à 120 jours en Ontario et de faibles besoins en eau (OMAFRA, 2012), cette culture pourrait être testée en dérobée. Le marché serait demandeur, notamment en production biologique, mais la CAPL travaille d'abord à l'itinéraire technique de la culture et au développement de cette filière encore fragile (LYSIK O., 2014).

- **Ricin :**

Des essais de culture du ricin ont été menés en France dans les années 1990. J-L LESPINASSE qui a travaillé sur ces essais, nous a indiqué que les semis avaient lieu en avril et la récolte en septembre. Bien que la culture soit peu demandeuse en intrants, la récolte des graines dans leurs capsules nécessitait une **décorticqueuse spécifique**. En absence de **filière** établie cette culture n'a pas été conservée.

La durée du cycle de la culture serait de plus de 140 à 180 jours (CIRAD – GRET – Ministère des Affaires étrangères, 2002 ; OMAFRA, 2012).

- **Sésame :**

Les variétés commerciales de sésame ont un cycle de 90 à 120 jours. Cependant la croissance de la plante est **réduite en deçà de 20°C**, et inhibée en deçà de 10°C. Le sol doit de plus atteindre les 20°C pour semer le sésame (University of Wisconsin-Extension, 1989-1992 ; OMAFRA, 2012). Ces critères semblent difficilement atteignables pour permettre un bon développement de la culture pendant tout son cycle, même en période estivale en Poitou-Charentes.

- **Sorgho :**

En 2013, Arvalis indiquait un besoin en degrés-jours des variétés de sorgho très précoce de 1750 à 1800 DJ base 6°C (ARVALIS-Institut du Végétal, 2013), soit des **besoins trop élevés** par rapport aux cultures faites en dérobée. La variété ARFRIO aurait des besoins plus faibles de 1650 DJ pour atteindre un grain à 25% d'humidité (Semences de Provence, 2016). Mais même les stations de Saintes et Angoulême, qui ont les cumuls de température les plus élevés, n'ont en médiane que 1595 DJ base 6 entre le 20/06 et le 20/10 (données étude climatique). Pour une récolte avant les conditions automnales difficiles, le sorgho même le plus précoce devrait être semé plus tôt que ce qui est permis par les récoltes de la région.

Annexe G : Point sur l'association colza – sarrasin

4 expériences d'association colza + sarrasin ont été relevées dans les enquêtes (2 en Poitou-Charentes et 2 hors région).

L'association du colza est principalement faite pour éviter un désherbage. Le sarrasin est implanté comme **plante compagne**, et si possible récolté.

Dans les expériences rencontrées, le **développement du colza** n'a pas été problématique pour la récolte du sarrasin. Des feuilles plus développées ont pu être fauchées mais le passage de la moissonneuse n'est plus visible ensuite sur le colza.

La **présence de sarrasin** peut avoir tendance à ralentir le développement du colza, mais il s'agit plutôt d'un avantage car dans les situations rencontrées le colza est semé beaucoup plus précocement qu'un colza classique. Ce ralentissement évite donc une culture trop développée en hiver. Le sarrasin peut par contre provoquer une **élongation** du colza, mais qui n'a pas non plus été problématique dans les expériences rencontrées : «Finalement l'élongation du colza n'est pas vraiment un problème. Nous avons déjà eu des colzas bien élongés et pas de différence de rendement ensuite » évoque un agriculteur.

Les conduites rencontrées peuvent être résumées avec l'ITK suivant :

Précédent : Pois d'Hiver plus favorable, mais bon fonctionnement également en Orge d'Hiver.

Préparation du sol : Aucune préparation, un cas de déchaumage fin – semis – roulage.

Semis :

- Fin juin, au plus près de la récolte du précédent.
- Semoir à double trémie.
- Densité « classique » en colza : 5-6 kg/ha + environ 40 kg/ha de sarrasin.
- 2-3 cm de profondeur.
- Variété de sarrasin La Harpe (1 cas avec variété Drollet pour maturité plus précoce).

Interventions : Interventions « classiques » du colza. Mais un désherbage est en général évité à l'automne grâce au sarrasin. Un insecticide d'automne est parfois également supprimé, mais pourrait être pénalisant ensuite pour le colza.

Récolte du sarrasin : Autour du 15 octobre. Rendement de 5 à 15qx/ha.

Peu d'expériences ont été relevées, avec parfois peu de recul, mais dans chaque cas la récolte de sarrasin a permis au minimum de couvrir les charges engagées pour son semis. Les charges opérationnelles du colza sont également diminuées, avec éventuellement un objectif de rendement inférieur pour atteindre le niveau de marge d'un colza classique.

Dans le cadre d'**essais colza** en système de culture innovant, menés par AgriGenève, le colza associé au sarrasin (fig. 30) donnait la meilleure marge comparée au semis de colza à la volée, au strip-till, au colza semé sous batteuse et au colza avec des associations de couverts non récoltés. Le rendement en colza a même été supérieur aux témoins utilisés (COURTOIS N., 2011).

La production de sarrasin, associé au colza, serait donc une **alternative intéressante** au semis en dérobée avant une autre culture, avec deux récoltes pour un seul semis.



FIGURE 28 - ANNEXE G : ILLUSTRATION DE L'ASSOCIATION COLZA - SARRASIN (SOURCE : COURTOIS N., 2011)

Annexe H : Carte des exploitations enquêtées en région

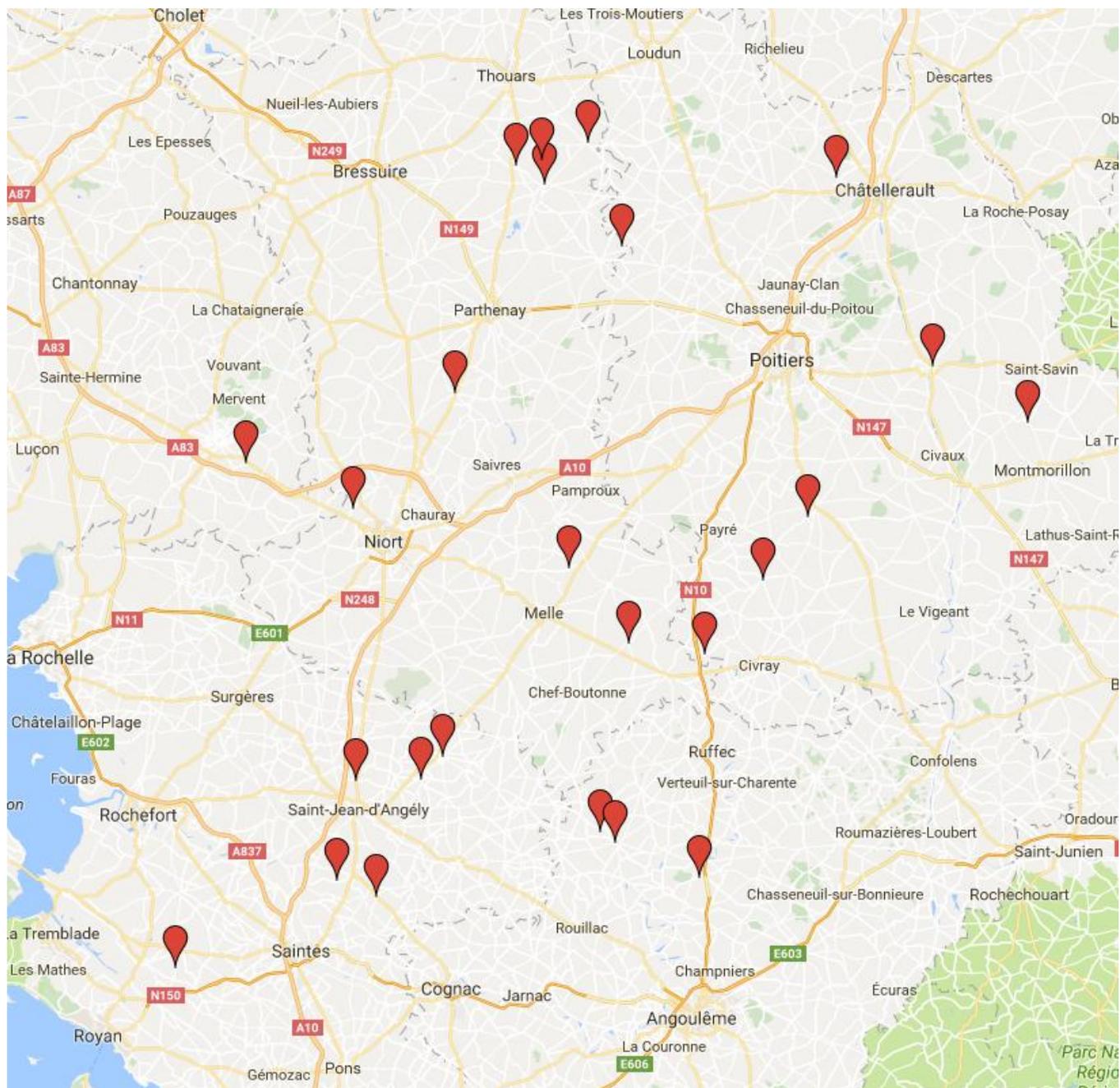


FIGURE 29 - ANNEXE H : CARTE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES ENQUETEES EN POITOU-CHARENTES

Annexe I : Analyse des ITK du sarrasin

TABLEAU 30 - ANNEXE G : ITK DES EXPERIENCES DE SARRASIN DEROBE

SARRASIN dérobé						
Année	Précédent - Sol	Semis	Interventions	Récolte	Suivant	
1	2015 OH récolté 15-20/06 à 50qx/ha Pailles laissées Surtout sables à silex	Déchaumage-Semis combiné - Roulage 2cm de profondeur, 40kg/ha	Prévu un désherbage mais pas pu à cause du temps	Non récolté : sécheresse au stade plantule	Mais après couvert de féveroles	
2	2015 et autres BT précoce récolté 01-05/07 à 100qx/ha Pailles laissées hautes puis broyées Argilo-calcaire léger, RU 60mm	SD disques écartement 20cm 2-3cm, variété Drolllet pour meunerie Pailles broyées après semis pour faire mulch	02/07 : irrigation 18mm + Roulage 19/07 : Irrigation 18mm Désherbage Chénopodés Après moisson : Glyphosate contre renouées et autres Herbicide en culture	Environ 20/10 Très variable : de 3-4 à 12-13qx Jamais pu récolter sans irriguer.	Pois de printemps Pois potager semence	
3	2011 OH récolté fin juin Pailles broyées Plaine Argilo-calcaire légère ou butte argileuse blanche	SD disques, mais serait mieux avec dents Ancienne variété 70kg/ha	Après Orge : lisier ou fientes car plus de résidus qui mobilisent de l'azote. Herbicide contre adventices et repousses. Reglone pour récolte	Environ 10/10 5-6qx, entre dans les frais.	Blé	
4	2012 OH et BD 2015 BD Groie superficielle en 2015	Déchaumage-Semis combiné, fonctionne mieux avec un déchaumage après BD, si levée fonctionnelle Semis au 20/07 en 2015 : trop tardif 2-3cm voire plus profond. 40-50kg/ha. Variété La Harpe. Prévu SD après Pois en 2016.	Après Orge : lisier ou fientes car plus de résidus qui mobilisent de l'azote. Herbicide contre adventices et repousses. Reglone pour récolte	Début Octobre en 2012 Novembre en 2015, sans reglone. Fouage assiette + Pick-up 10qx en 2015 sur partie récoltée.	Blé. Plus de mal à se développer avec précédent sarrasin	
5	Depuis plusieurs années Blé Résidus broyés Groies superficielles à silex	Pas de préparation du sol pour gagner du temps. SD disques, le jour de la récolte. Max 01/07. 3-4cm voire plus profond pour trouver fraîcheur. 45kg/ha si semis au 20/06, +5kg par semaine de retard. Variété La Harpe pour meunerie	Lendemain semis : Glyphosate 1L/ha Fertilisation dans le rang 30kg d'engrais organique 7,5-13,5-0,5. Pourrait essayer 30UN	Fauche 10-15/09 puis récolter fin Septembre avec pick-up. 15qx assuré après Pois. Mas 10qx après céréales. Essai une fois après Colza : 7qx Récolte 1 année/3 après céréales. Tous les ans après Pois	Blé en général.	
6	Orge récolté fin Juin à 75qx Pailles broyées Mauvaise Terre Rouge à cailloux. Très mauvaise parcelle.	Déchaumage - Semis combiné. Semis 5-6 jours après (problème d'appro), donc terre très sèche, besoin irrigation. 2cm, 40kg/ha.	Irrigation 15mm juste après semis. Prévu désherbage repousses mais temps trop sec.	Environ 10/10, 8jours après petite gelée 12qx, pensait moins bien.	Mais après labour. Pas de problème.	
7	Plusieurs années Orge Pailles enlevées Argilo-calcaire plus difficile que TRC de moyenne qualité	Semis dans les 2j après récolte. SD disques, fonctionnerait à dents. 35kg/ha.	Si besoin désherbage contre repousses et adventices. (Rien en 2015) Défoliant pour récolte.	15-20/10. Idéal serait fauche ou gel. Rendements très variables. 7-10qx en 2015. 15qx en culture principale en 2015.	Couvert de féveroles puis cultures de printemps. Sans problème avec Mais. Problème de repousses en tourmesol ?	
80	Une fois après PH : mieux mais plus sale avec Chénopodés. Blé à 85qx, pailles broyées.	Au plus tard 05/07 en 2015.	Que en 2015 à cause de repousses de blé exceptionnelles : désherbage.	Récolte 2 années/3.	Culture de printemps.	
8	Plusieurs années Fonctionne toujours sur limons à RU 80mm Moins bien sur Argilo-calcaire RU 60 mm PH serait mieux comme précédent.	Outils à disques puis combiné et roulage (pas de roulage sur limons) 35kg/ha, variété La Harpe. SD possible.	Sans problème.	Début Novembre, 8 jours après une gelée. Sans problème.	Beaucoup de repousses dans mais mais facile à gérer.	

SARRASIN dérobé

Année		Précédent - Sol	Semis	Interventions	Récolte	Suivant
9	2015	Pois récolté 12/07, environ 40qx. Pailles laissées Groie RU 100mm	Semis environ 20/07. SD 1-2cm, 35kg/ha. + profond possible pour fraicheur. Serait bien semis jour de la récolte + irrigation pour levée.	25/08 : Désherbage. Défoliant sur partie de parcelle qui avait précédént vesce. Pourrait être bien glyphosate avant semis surtout pour bordures.	Gel le 15/10 a permis d'éviter défoliant. Récolte le 24/10. 15qx. 5 tris en tout (pb de graines de ricin).	Blé Dur. Beaucoup de limaces quand couverture du sol avant.
	2009	OP récolté 11/07, 80qx Pailles enfouies. Groie moyennement sup, RU 100mm	Semis à la volée 13/07 à 40kg/ha. Rotovator + Roulage. 3cm.	07/08 : Désherbage 10/08 : 40 UN ammonitrate	Récolte le 05/10. 2qx. Séchage	Pois de printemps
10	2010	PP récolté 05/07, 44qx Pailles exportées. Groie moyennement sup, RU 100mm	Semis à la volée 15/07 à 60kg/ha. Covercrop + Roulage. 3,5 cm	2 tours d'irrigation 15mm : 25/07 et 05/08	Récolte le 15/10 4qx	Blé Dur.
	2011	Blé Dur récolté 26/06 à 56qx. Pailles exportées. Groie moyennement sup, RU 100mm	Déchaumage avant semis (Cover-crop) Semis rotovator à 60kg + Roulage	04/08 : 23UN (ammonitrate)	Récolte le 15/10 5qx	Mais grain
Remarques			SD fonctionne mieux. Semer 40kg en certifiée et 50-60kg/ha en semence de ferme. Profondeur pour humidité. Variété La Harpe	Valorise bien l'irrigation.	Moyenne sur 3 ans = 3.5qx. 10qx déjà bien en dérobée.	
11	2015	OH récolté 25/06 Pailles enlevées. Sols limoneux superficiels (30cm)	Semis le 26/06. SD disques. 1-3cm, 58kg/ha. Pas La Harpe.	Aurait voulu 40 UN mais pas pû à cause du temps (engrais liquide) Désherbage adventices.	Fauché et récolté 48h après car annonce de pluie. Mais trop tôt : encore plus humide. 15/10 environ 10qx	Blé, avec épandage lisier avant semis.
	2015	OH récolté env. 24/06.	Semis 24-25/06. Déchaumage + semis combiné. Environ 25kg/ha ?	2 tours irrigation juillet pour démarrage. Désherbage repousses.	Récolté fin Octobre. 9,5qx à 21% humidité. Pas de gel ni défoliant donc récolte un peu difficile.	Blé, sans labour avant. Problème de piétin échaudage à causes de Blé-OH avant sarrasin
13	Depuis 5 ans	PH, récolté en général au 20/06. Groies +/- profondes fonction année. Mieux en terres plus profondes.	Premières années avec SD. Fonctionne mais végété un peu au départ. Cover-crop, semis, roulage maintenant donne plus de vigueur au départ. 2cm profondeur. 25kg/ha. La Harpe. Pourrait semer plus épais contre adventices.	Repousses de pois gérées avec Lontrel Essai apport 40 UN avec digestat une année. Mais pas de différence, pas utile surtout après pois.	Attend l'arrêt de la plante donc récolte tard (pas forcement gel): novembre voire décembre. Min 4-5qx par été sec, max presque 20qx une année. 20-25% d'humidité.	
	ANALYSE DES ITR		Majorité des précédents Orge avec récolte fin Juin. Des essais en Blé mais besoin de forte précocité. Pois = précédent favorable avec moins de repousses mais moins présent sur les exploitations que l'orge.	1 désherbage quasi systématique, surtout contre repousses d'orge et adventices estivales. Des tests d'apports azotés mais peu concluents. L'irrigation peut être valorisé pour faciliter la levée. Mais pas forcement nécessaire, pas de pertes à la levée si elle n'intervient pas tout de suite après le semis. Défoliant utilisé mais n'est plus autorisé après récolte 2016.	Rendements très variables mais souvent autour de 10qx. Sauf pour le semis à la volée, qui paraît défavorable. Récolte "classique" à la moissonneuse autour de la mi-octobre.	Le plus souvent Blé ou Mais. Mais attention aux repousses en culture de printemps.

Annexe J : Cas-types des cultures dérobées

TABLEAU 31 - ANNEXE J : CAS-TYPES DU SOJA

Conduite	Soja
Sol	Groies moyennes ou Terres Rouges
Précédent	Céréales
Résidus	Pailles broyées
Préparation du sol	Aucune
Date de semis	Jour de la récolte du précédent (20/06)
Matériel de semis	Semoir monograine adapté SD
Variété	000 ou 0000
Densité de semis	600 000 grains/ha
Profondeur de semis	3 cm
Inter-rangs	En fonction du semoir.
Interventions	Inoculation 1 dose/ha. Irrigation 125mm. Désherbage antigraminées et anticolors (32€/ha)
Rendement atteint en région	15qx/ha
Matériel de récolte	Moissonneuse-Batteuse classique
Humidité à la récolte	20% en moyenne
Culture suivante	Blé d'Hiver ou culture de printemps.

TABLEAU 32 - ANNEXE J : CAS-TYPES DE MILLET

Conduite	Millet de Pois	Millet d'Orge
Sol	Terres superficielles	
Précédent	Pois d'Hiver	Orge d'Hiver
Résidus	Pailles broyées	
Préparation du sol	Aucune	
Date de semis	Jour de la récolte du précédent (20/06)	
Matériel de semis	Semoir céréales SD disques	
Variété	Millet Rouge, Jaune ou Blanc	
Densité de semis	30 kg/ha	
Profondeur de semis	2 cm	
Inter-rangs	Environ 20cm	
Interventions	- Désherbage Anticolors (13€/ha)	- Désherbage anticolors et graminées (18€/ha) - 20 unités d'azote
Rendement atteint en région	15qx/ha	
Matériel de récolte	Moissonneuse-Batteuse classique	
Humidité à la récolte	20% en moyenne	
Culture suivante	Divers.	

TABLEAU 33 - ANNEXE J : CAS-TYPES DU MOHA

Conduite	Moha de Pois	Moha d'Orge
Sol	Terres superficielles	
Précédent	Pois d'Hiver	Orge d'Hiver
Résidus	Pailles broyées	
Préparation du sol	Aucune	
Date de semis	Jour de la récolte du précédent (20/06)	
Matériel de semis	Semoir céréales SD disques	
Variété	?	
Densité de semis	20kg/ha	
Profondeur de semis	2 cm	
Inter-rangs	Environ 20cm	
Interventions	- Désherbage Anticolors (13€/ha)	- Désherbage anticolors et graminées (18€/ha) - 20 unités d'azote
Rendement atteint en région	10qx/ha	
Matériel de récolte	Moissonneuse-Batteuse classique	
Humidité à la récolte	20% en moyenne	
Culture suivante	Divers.	

TABLEAU 34 - ANNEXE J : CAS-TYPES DE LA CAMELINE

Conduite	Cameline de Pois	Cameline d'Orge
Sol	Sols superficiels	
Précédent	Pois d'Hiver	Orge d'Hiver
Résidus	Pailles broyées	
Préparation du sol	Aucune	
Date de semis	Jour de la récolte du précédent (20/06)	
Matériel de semis	Semoir céréales SD disques	
Variété	? (Camélior)	
Densité de semis	5kg/ha	
Profondeur de semis	2 cm	
Inter-rangs	Environ 20cm	
Interventions	Aucun	30 unités d'azote
Rendement atteint en région	5qx/ha	
Matériel de récolte	Moissonneuse-Batteuse coupe à maïs	
Humidité à la récolte	?	
Culture suivante	Divers.	

TABLEAU 35 - ANNEXE J : CAS-TYPES DU MAÏS

Conduite	Maïs de Pois	Maïs d'Orge
Sol	Limon/TRC/Argilo-calcaire moyenne à profonde	
Précédent	Pois d'Hiver	Orge d'Hiver
Résidus	Pailles broyées	
Préparation du sol	Aucune	
Date de semis	Jour de la récolte du précédent (20/06)	
Matériel de semis	Semoir monograine adapté SD	
Variété	Indices 170-180	
Densité de semis	2 doses/ha	
Profondeur de semis	3 cm	
Inter-rangs	En fonction du semoir	
Interventions	-Désherbage Antidicotés et graminées (38€/ha) -40 unités d'azote -Irrigation 200mm	- Désherbage antidicotés et graminées (38€/ha) -70 unités d'azote -Irrigation 200mm
Rendement atteint en région	55qx/ha	
Matériel de récolte	Moissonneuse-Batteuse coupe à maïs	
Humidité à la récolte	30%	
Culture suivante	Divers.	

Annexe K : Etude climatique – Fréquence de satisfaction des besoins en température

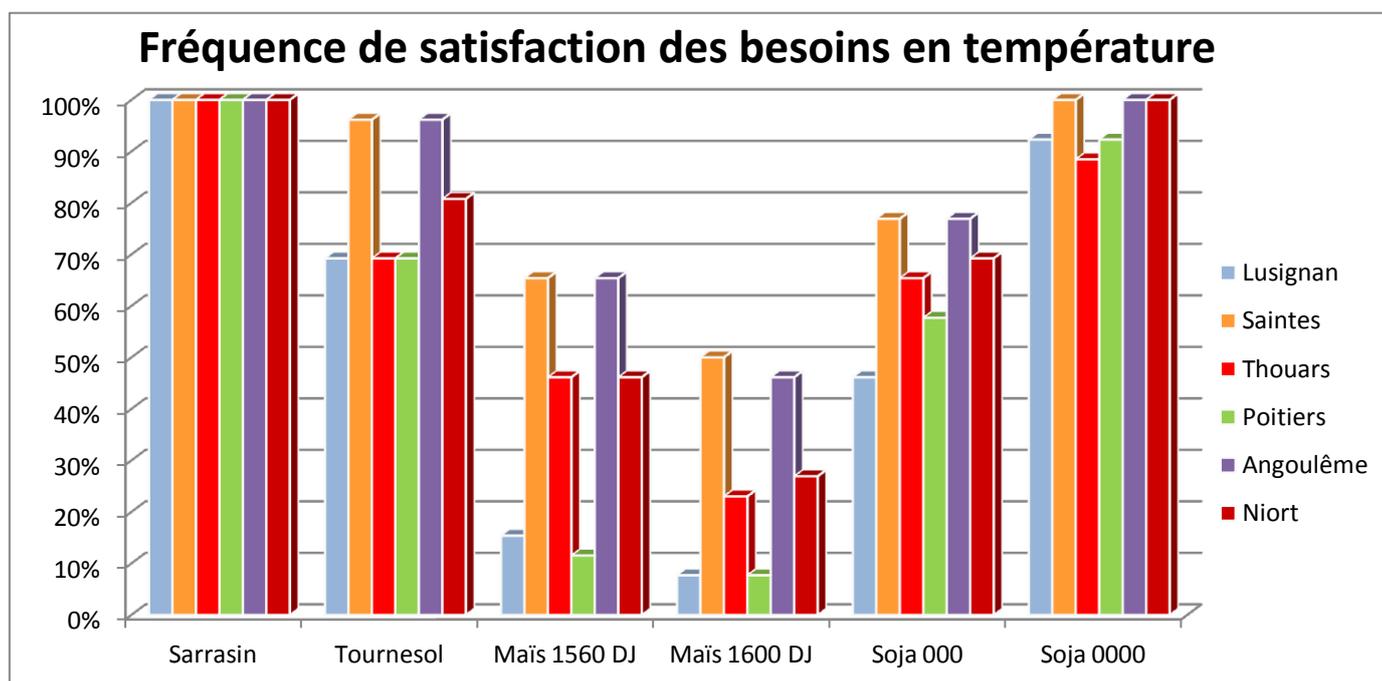


FIGURE 30 - ANNEXE K : FREQUENCE DE SATISFACTION DES BESOINS EN TEMPERATURE DES CULTURES DEROBES POUR LES 6 STATIONS CLIMATIQUES

Annexe L : Expériences de tournesol dérobé analysées pour l'introduction des besoins en eau

TABLEAU 36 - ANNEXE L : ANALYSE DE LA PLUVIOMETRIE DES EXPERIENCES DE TOURNESOL DEROBE

Données clim.	Année	Précédent	Qualification de la RU	Date de récolte préc.	Evolution RU	Date de semis effective	Calcul date levée	Pluvio. levée	Calcul date début floraison	Pluvio. début floraison	Calcul date maturité	Date de récolte effective	Total pluviométrie Semis-Maturité	Rendement	Semis et remarques	
1	Niort	2015	Pois	Faible-Moyenne	23-juin	15	24-juin	30-juin	2,8 + 20 irri	06-août	82,1+ 40 irri	12-oct	21-oct	337,2 + 100 irri	13	SD, irrigation
2	Niort	2015	Pois	Faible-Moyenne	23-juin	-2	04-juil	09-juil	7,8 + 20 irri	19-août	67+ 40 irri	Environ 06/11	14-nov	340,6 + 100 irri	14,5	SD, irrigation
3	Thouars	2011	OH	?	?	-44	14-juil	22-juil	44,5	03-sept	37,5	Au moins mi-Nov	Trop tard, pas arrivé à maturité	>148,5	Non récolté, trop tardif	SD
4	Lusignan	2015	OH	Divers	?	20	01-juil	05-juil	1,5	14-août	58,5	06-nov	Début Nov	231,5	2-3qx	Manque d'eau jusqu'en Août.
5	Saintes	2000	Pois	Faible	24-juin	34	25-juin	01-juil	49,8	14-août	3,4	16-oct	10-oct	266,2	8 qx	SD. Années sèches où il aurait fallu irriguer.
6	Saintes	2001	Pois	Faible	24-juin	-19	25-juin	01-juil	27,6	11-août	31	09-oct	10-oct	192	8 à 12qx	SD. Années sèches où il aurait fallu irriguer.
7	Saintes	2002	Pois	Faible	24-juin	10	25-juin	02-juil	31,6	16-août	79,4	22-oct	10-oct	220	8 à 12qx	SD. Années sèches où il aurait fallu irriguer.
8	Saintes	2003	Pois	Faible	24-juin	-18	25-juin	30-juin	30	05-août	39,6	19-sept	10-oct	117,3	8 à 12qx	SD. Années sèches où il aurait fallu irriguer.
9	Saintes	2004	Pois	Faible	24-juin	-29	25-juin	01-juil	35,2	10-août	62	06-oct	10-oct	171,2	8 à 12qx	SD. Années sèches où il aurait fallu irriguer.
10	Saintes	2005	Pois	Faible	24-juin	-22	25-juin	29-juin	40,2	08-août	3,4	04-oct	10-oct	86,20	8 à 12qx	SD. Années sèches où il aurait fallu irriguer.

Annexe M : Valeurs de mobilisation et exportation de l'azote

TABLEAU 37 - ANNEXE M : MOBILISATIONS ET EXPORTATIONS D'AZOTE PAR CULTURE DEROBEE

Espèces	Mobilisation d'azote par la plante	Unité	Exportation d'azote par le grain (en kg/T)	Remarque, Source
Sarrasin	?		17	IPNI, 2014
Soja	147,5 dont 75% fixation symbiotique → 36,9 kg N/ha issus du sol	Kg N/ha	59	USDA, 2016
Tournesol	4,5	Kg N/qx	27	IPNI, 2014
Millet	3	Kg N/qx	28	IPNI, 2014 GREN Centre, 2014
Moha	?		16	USDA, 2016
Cameline	6,5	Kg N/qx	35	Données du Canola USDA, 2016
Maïs (<100qx)	2,3	Kg N/qx	15	COMIFER, 2013 USDA, 2016

SARRASIN



Nom latin :
Fagopyrum esculentum
Autres noms : Blé noir,
Buckwheat (En)
Famille : Polygonacée
PMG : 20 – 30 g

Durée de cycle : 100 – 120 jours, minimum 1060 DJ
(degrés-jours) base 6°C.
Besoins en eau : Peu exigeante, capable de végéter
en attente de pluie.

- ✓ **Famille non cultivée**, qui n'est pas vectrice de maladies.
- ✓ **Floraison indéterminée**, capable de produire une **biomasse importante**.
→ Bon effet étouffant en pleine végétation.
- ✓ Caractère **allélopathique** mais salissement à surveiller en début de cycle.
- ✓ Bon mobilisateur de **Phosphore**.
- ✓ Plante **mellifère** aux fleurs très attractives pour les abeilles.
- ✓ Bien que dicotylédone, le sarrasin est rattaché à la **catégorie des céréales**.

Type de sol :

Valorise bien les terres à faible potentiel à tendance acide.
Des terres à haut potentiel peuvent au contraire retarder sa maturité.

Semis :

Variétés répandues : La Harpe, Drollet

Densité : 30 à 40 kg/ha

Profondeur : 2-3cm, jusqu'à 5cm pour atteindre la fraîcheur.

Semis **au plus près de la récolte**, pour bénéficier de l'**humidité résiduelle**. En Poitou-Charentes un semis optimal a lieu **fin-juin**.

Semis direct à privilégier pour conserver l'humidité, mais également possible avec un léger travail du sol.

En SD, les semoirs à dents peuvent faciliter la gestion des pailles.



Exportation par tonne de grain :
N : 17kg/T
P₂O₅ : 5kg/T
K₂O : 4,4kg/T

Fertilisation :

N

L'apport d'azote n'est pas conseillé après Pois. Peut valoriser 20 à 50 unités d'azote/ha après une céréale pailles restituées, mais attention les apports ont tendance à favoriser la végétation au détriment de la graine.

P

Mobilise une grande quantité de Phosphore. Un apport en petite quantité sur la ligne de semis peut être valorisé.

K

Une fertilisation en Potassium n'est pas utile.

Précédent :

Le **Pois** est le plus adapté avec une parcelle libérée tôt et peu de repousses. **Orge d'Hiver** et **Blé**, sont également possible mais nécessitent une **gestion des repousses**.

Désherbage :

Le sarrasin est rattaché aux céréales. Par extension **les phytosanitaires à usage sur céréales sont autorisées sur sarrasin**. Mais attention cela ne veut pas dire qu'ils soient sélectifs du sarrasin !

Les **repousses de céréales** sont souvent **problématiques** en début de cycle du sarrasin. Les traitements autorisés sont sélectifs des céréales donc ne gèrent pas ces repousses.

En précédent Orge on pourra donc traiter les adventices estivales en **pré-semis du sarrasin** avec un passage à 1,5L de Glyphosate à 360g/L.

Le pois est moins problématique et ne nécessite pas de traitement (gestion avant levée du sarrasin si nécessaire).

Attention au **Datura** qui entraîne des refus de lots!

→ La **FNAMS** travaille actuellement le **sujet du désherbage** du sarrasin en production de semence.

Maladies et Ravageurs :

Aucune maladie ni ravageur actuellement recensée en France.

En **Ontario** (Canada), du Sclerotinia et Rhizoctonia ont déjà été observés sur des plantes, ainsi que des dégâts de punaises du genre *Lygus*.



Un développement de **mycotoxines** peut avoir lieu sur les graines si elles sont récoltées en **conditions trop humides**, et rendre des lots impropres à la consommation.

Récolte :

La condition optimale de récolte est le battage du sarrasin **quelques jours après un gel** de la plante (0°C), ce qui permet de dessécher la tige. En tant que plante à croissance indéterminée, la **maturité ne sera jamais totale**. La récolte peut avoir lieu quand les **¾ des graines sont mûres**. Les tiges souvent gorgées d'eau produisent beaucoup d'humidité, il faut alors profiter d'une après-midi sèche pour récolter.

Une méthode de récolte efficace est la **fauche de la culture, puis la récolte des andains** au moins une semaine plus tard. Cette technique permet de battre plus tôt et des plantes plus sèches qui amènent moins d'impuretés dans le grain.

Les grains sont en général récoltés à **18-20% d'humidité** (norme commerciale à 15%).

Rendement atteignable en Poitou-Charentes : **10qx/ha** et récolte classique à partir de mi-octobre.

A noter : **l'utilisation de défoliant n'est plus tolérée** sur le sarrasin, sous peine de refus des lots.

Frais de séchage :

Pour une récolte à 18% d'humidité, compter **10€/T**.



Valorisation :

Meunerie et oisellerie.
Couvert végétal.



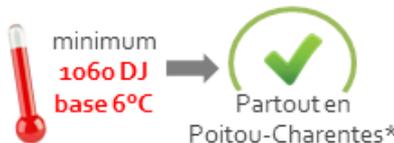
Prix indicatifs :

Semence certifiée : ≈ 2€/kg
Prix de vente 2015 : 400€/T

Culture suivante :

Les graines de sarrasin peuvent germer dès que le sol atteint les 12°C, et en plusieurs fois. Les repousses peuvent donc être envahissantes au printemps si elles ne sont pas surveillées. Il est donc plutôt conseillé d'implanter une **culture d'automne** comme le blé pour faciliter la gestion des repousses.

Risque climatique : avec semis au 20/06 et récolte au 20/10



* Données météo 1990 - 2015 ** Cf mémoire H. Callewaert pour définition des besoins en eau.

Besoins minimums en eau non satisfaits : Risque de rendement plus faible voire non récolte.
→ **À prendre en compte** dans le choix d'implantation !

Point économique :

Intrants	Semence certifiée 40kg	80 €/ha
	OU Semence de ferme 40kg	16 €/ha
Mécanisation	Implantation semis direct	34 €/ha
	OU	
	Implantation avec travail du sol : déchaumage, semis combiné, roulage	65 €/ha
	Mécanisation récolte	67 €/ha

Marge semi-nette (hors main d'œuvre)
(avec travail du sol, semence certifiée et séchage)

Rendement (qx/ha)	Prix de vente (€/T)			
	300	400	500	600
5	-67	-17	33	83
8	20	100	180	260
10	78	178	278	378
12	136	256	376	496
15	223	373	523	673

Si réussite 6 années / 10
→ Marge semi-nette **annuelle = 49 €/ha**

Sources : Mémoire « Faisabilité 3 cultures en 2 ans », CRA ALPC, H. CALLEWAERT, février-juillet 2016. Tarif/Mat entraide 2016 Poitou-Charentes. Barème séchage Ocealia. « Suivi d'essais-Double Culture » AgriGenève, N. COURTOIS, 2009. Site internet et entretien SARL RENAUDAT. Site internet « Promo-culture » du Ministère de l'Agriculture de l'Ontario, 2012. Article « Diversification des cultures, sortez des sentiers battus » TCS n°55, F. THOMAS et C. WALIGORA, 2009. Livre « Les couverts végétaux » F. THOMAS et M. ARCHAMBEAUD, 2013. Site web IPNI, données « nutrient removal » 2014.

Auteur : **Hélène CALLEWAERT**

Chambre Régionale d'Agriculture Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes
Retrouvez nos résultats sur : www.poitou-charentes.chambagri.fr



Mise à jour le 07/08/16

MILLET



Source: millipascal.com



Nom latin :
Panicum milliaceum
Autres noms :
Panic Faux-Millet
Famille : Graminée
PMG : 5-6 g

Durée de cycle : 90 à 120 jours. 1000 à 1500 degrés-jour base 10°C d'après bibliographie.

Besoins en eau : Une centaine de mm sur tout le cycle.

- ✓ **Millet commun** (pour la graine), ne pas confondre avec le millet perlé (fourrage en France) ou le millet des oiseaux, d'Italie ou à grappe (= Moha) !
- ✓ Céréale qui résiste le mieux à la sécheresse.
- ✓ Culture « rattachée » au maïs et aux céréales: autorisation des produits homologués sur ceux-ci.

Type de sol :

Plus facile en terres à bon potentiel (terres rouges), mais maturité plus rapide en potentiel plus faible et supporte bien la sécheresse des groies.

Semis :

Variétés répandues :

Peu de noms de variété bien connues en France. Millet **blanc et rouge** les plus répandues. Ex variété de millet blanc: Dawn.

Précocité entre les types de millet:
Rouge + précoce – Jaune – Blanc – précoce



Source: USDA

Densité : 30kg/ha

Profondeur : Environ 2cm.

Semis dès que possible avant mi-juillet, en fonction de la précocité choisie.

Semoir céréales, semis direct à privilégier.

Précédent :

Orge et Pois d'Hiver pour leurs dates de récolte. Le **Pois** est un meilleur précédent, en fournissant de l'**azote** et avec moins de repousses.

Désherbage :

Repousses à gérer surtout après Orge, car le millet est sensible à la compétition en début de cycle.

Gestion avec **désherbants du maïs** (extension d'homologation).

Ex: Casper, Callisto...

Tallage important par la suite.



Source: P. Hecquet.com

Irrigation :

Principalement **conduit en sec**, compte tenu de ses faibles besoins en eau.

Une irrigation ne sera valorisée que pour assurer la levée et le tout début de cycle. Le millet est ensuite beaucoup plus tolérant à la sécheresse.

Fertilisation :

N Pas d'apport azoté nécessaire, surtout après Pois. 20 unités d'azote peuvent être valorisées après Orge, mais favoriser une incorporation dans la ligne de semis.

P **K** Moyennement exigeant en Phosphore et Potassium. Pas d'apport nécessaire.

Exportation par tonne de grain :

N : 19 kg/T

P₂O₅ : 3 kg/T

K₂O : 4,5 kg/T

Maladies et Ravageurs :

Pas de problématique maladie relevée en France. Peut être vecteur de *Fusarium*, mais ne transmet pas de maladies du pied aux céréales.

Le millet peut être hôte de la **pyrale du maïs**. Mais aucune intervention nécessaire.

Récolte :

Récolte à la moissonneuse-batteuse, coupe à céréales. Tiges et feuilles encore vertes à maturité. Le grain atteint la maturité de **l'extrémité du panicule vers la tige**.

La préfauche est très utilisée aux USA pour récolter. Mais les tiges lourdes de cette plante sont moins bien adaptées que le sarrasin à cette pratique.

Récolte à environ 20% d'humidité (norme commerciale à 15%).

Des exemples de 10 à 32qx/ha dans la région.

Rendement atteignable en Poitou-Charentes : **15 qx/ha**.

Frais de séchage :

Pour une récolte à 20% d'humidité, compter 10€/T (barème sorgho).

Valorisation :

Oisellerie principalement.

Utilisation en alimentation humaine (sans gluten) et animale.

Prix indicatifs :

Semence certifiée : 2€/kg.
Prix de vente 2015 : 250€/T.



Culture suivante :

Divers. Le blé peut souffrir d'un léger manque d'azote en début de cycle et le millet peut avoir un effet de **réservoir fongique** (sauf maladies du pied). Les **repousses de millet** sont très gélives donc peu gênantes.

Risque climatique :



Température de base : **10°C**

Rappel : $\text{Degrés-jour} = \frac{T^{\circ} \text{ min} + T^{\circ} \text{ max}}{2} - T^{\circ} \text{ de base}$

→ Risque de **manque de degrés à l'automne** avec des températures journalières trop faibles.

→ Choisir les variétés les plus précoces et **semis au plus tôt**.



→ Céréale **très résistante à la sécheresse** (environ 100mm sur tout le cycle).

→ Tallage important qui peut **compenser des manques à la levée** due au manque d'eau.

Point économique :

Intrants	Semence certifiée 30kg/ha OU Semence de ferme 30kg/ha	60 €/ha OU 7,50 €/ha
	Herbicide « maïs » dicots + graminées	18€/ha
	Mécanisation	
	Implantation semis direct semoir céréales OU Implantation avec travail du sol : déchaumage, combiné, roulage	34 €/ha OU 66 €/ha
	Traitement pulvérisateur	7€/ha
	Mécanisation récolte	67 €/ha

Marge semi-nette (hors main d'œuvre)
(avec **semence certifiée**, **semis direct** et séchage)

Rendement (qx/ha)	Prix de vente (€/T)			
	200	250	300	350
5	-184	-59	-34	-9
10	11	61	111	161
15	106	181	256	331
20	201	301	401	501
25	296	421	546	671

Sources : Mémoire « Faisabilité 3 cultures en 2 ans », CRA ALPC, H. CALLEWAERT, février-juillet 2016. Tarif/Mat entraide 2016 Poitou-Charentes. Barème séchage Ocealia. Fiche semencemag.fr : « millet ». Site web et entretien SARL Renaudat. Alternative Field Crops Manual, University of Wisconsin-Extension, ouvrage en ligne, 1990. Site web USDA, Natural Resources Conservation Service : Nutrient Uptake and Removal.



MOHA



Nom latin :
Setaria italica
Autres noms :
Millet des oiseaux, Millet d'Italie, Millet à grappe, Panis
Famille : Graminée
PMG : 2 g

Durée de cycle : 75 à 90 jours. 2000 degrés-jour base 0°C d'après bibliographie.
Besoins en eau : Plus d'une centaine de mm sur tout le cycle.

- ✓ Plus souvent connu pour le moha fourrager que pour la graine.
- ✓ Différentes formes d'épis sous la même espèce.
- ✓ Culture « rattachée » au maïs et aux céréales: autorisation des produits homologués sur ceux-ci.

Type de sol :

Peu exigeant donc souvent cultivé en terres à faible potentiel. Maturité plus lente en terres à haut potentiel.

Semis :

Variétés répandues : pas de variété connue pour la graine, seulement différentes appellations : Millet d'Italie, Panis Rouge...

Densité : 20kg/ha

Profondeur : Environ 2cm.

Semis dès que possible avant mi-juillet.

Semoir céréales, semis direct à privilégier. Travail du sol et combiné ou semis à la volée possibles.



Source: ISDA

Précédent :

Favoriser les précédents pois. La croissance est assez lente en début de cycle donc très sensible à la compétition des adventices et repousses. L'orge est donc moins favorable et le colza déconseillé.

Désherbage :

Adventices et repousses à gérer surtout en début de cycle avec herbicides « maïs » ou céréales.

Eviter les sulfonyles et les tricétones, et risque de phytotoxicité des hormones 2-4D et fluroxypyr.

Irrigation :

Conduit en sec. Culture en général conduite en terres pauvres avec objectif de moindre frais, donc peu d'information sur la valorisation de l'irrigation.



Source: milletgrains.com

Exportation par
tonne de grain :

N : 16 kg/T

P₂O₅ : 3 kg/T

K₂O : 3 kg/T

Fertilisation :

N

Pas d'apport azoté nécessaire après Pois. 20 unités d'azote peuvent être valorisées après Orge. Favoriser une incorporation dans la ligne de semis.

P

K

Peu exigeant en Phosphore et Potassium. Pas d'apport nécessaire.

Maladies et Ravageurs :

Pas de problématique maladie relevée en France. Peut servir de réservoir au virus de la mosaïque des stries en fuseaux du blé (VSFB), mais maladie peu fréquente en France.

Récolte :

Récolte à la moissonneuse-batteuse, coupe à céréales. Feuilles souvent encore vertes à maturité. Le grain atteint la **maturité de l'extrémité de l'épi vers la tige**. Maturité **plus hétérogène que le millet**, le haut des épis peut donc s'égrainer avant la maturité de tous les grains. La récolte peut alors avoir lieu lorsque l'ensemble de **l'épi a perdu sa couleur verte**.

La préfauche est très utilisée aux USA pour récolter.

Récolte à environ 20% d'humidité (norme commerciale à 15%).

Potential de 10 à 25qx/ha en culture dérobée.

Rendement atteignable en Poitou-Charentes : **10 qx/ha**.

Frais de séchage :

Pour une récolte à **20% d'humidité**, compter **10€/T** (barème sorgho).



Valorisation :

Oisellerie principalement. Mais attention **débouché plus étroit** que le millet.

Valorisation à trouver avant implantation!

Prix indicatifs :

Semence certifiée : 1,90€/kg.
Prix de vente 2015 : 300€/T.

Culture suivante :

Pas d'effet particulier relevé sur les cultures suivantes. Privilégier les non graminées, mais faible risque de transmission maladies.

Risque climatique :



Température de base : **0°C**

- Aurait besoin de 2000 degrés-jours base 0 mais des exemples en Poitou-Charentes avec récolte plus rapide.
- Serait **plus précoce que le millet** (environ 90 jours).



- **Assez résistant à la sécheresse**, mais moins d'informations que le millet sur ses besoins.
- **Sensibilité plus importante en début de cycle**.

Point économique :

Intrants	Semence certifiée 20kg/ha	38 €/ha
	OU	
	Semence de ferme 20kg/ha	6 €/ha
	Herbicide dicots	13 €/ha
Mécanisation	Implantation semis direct semoir céréales	34 €/ha
	OU	
	Implantation avec travail du sol : déchaumage, combiné, roulage	66 €/ha
	Traitement pulvérisateur	7 €/ha
	Mécanisation récolte	67 €/ha

Marge semi-nette (hors main d'œuvre)
(avec semence certifiée, semis direct et séchage)

Rendement (qx/ha)	Prix de vente (€/T)			
	200	300	350	400
5	-64	-14	11	36
10	31	131	181	231
12	69	189	249	309
15	126	276	351	426
20	221	421	521	621

Sources : Mémoire « Faisabilité 3 cultures en 2 ans », CRA ALPC, H. CALLEWAERT, février-juillet 2016. Tarif Mat entraide 2016 Poitou-Charentes. Barème séchage Ocealia. Fiche semencemag.fr. Fiche « Moha Fourrager » de la CDA 79, par A. Bignolles, 2011. Site web et entretien SARL Renaudat. New Crop Resource Program de Purdue University, disponible en ligne. Alternative Field Crops Manual, University of Wisconsin-Extension, ouvrage en ligne, 1990. Site web USDA, Natural Resources Conservation Service : Nutrient Uptake and Removal.

Auteur : **Hélène CALLEWAERT**

Chambre Régionale d'Agriculture Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes
Retrouvez nos résultats sur : www.poitou-charentes.chambagri.fr

Mise à jour le 07/08/16



TOURNESOL



Nom latin :
Helianthus annuus
Famille : Composée
PMG : 40-55g

Durée de cycle : 1300-1400 degrés-jours (DJ) base 6°C.

Besoins en eau : Environ 420mm en culture classique, mais assez résistant à la sécheresse.

- ✓ Développement en double culture notamment avec le **concept « Alterna »** lancé par Pioneer en 2008.
- ✓ **Moins exigeant en eau** que le maïs.
- ✓ Assez **compétitif** contre les **adventices**.

Type de sol :

Souvent trouvé en terres légères, mais adapté à des réserves hydriques plus importantes pour un meilleur potentiel sans irrigation.

Les argilo-calcaires sont plus sensibles aux carences en Bore.

Semis :

Variétés répandues :

PR62A91 « Alterna »

Tremia CS, LG 5377 ... (TP).

Densité : 75 000 graines/ha.

Profondeur : Environ 3cm.

Semis dès que possible avant le 1^{er} juillet : cf dates de récolte au dos.

Semoir monograine, en direct si semoir adapté au SD, ou après travail du sol léger puis roulé ou strip-till.

La **composition en huile** des variétés oléiques est affectée par les températures froides.

 → **préférer les variétés linoléiques!**

Précédent :

Orge et Pois d'Hiver pour leurs dates de récolte. Le **Pois** est un meilleur précédent, en fournissant l'**azote nécessaire** au tournesol **sans apport** supplémentaire.

Désherbage :

Repousses à gérer surtout après Orge.

En général un **herbicide post-semis**. Ex : Challenge, Racer, Mercantor Gold...

Les éventuelles repousses de pois peuvent être binées.

Irrigation :

Peut être conduit **en sec ou en irrigué** (cf Risque climatique au dos pour la conduite en sec).

En cas d'irrigation disponible, un tour d'eau de **20mm juste après semis** assure la levée, phase critique en tournesol dérobé, s'il manque de précipitations. Ensuite **2 tours de 25mm** autour de la floraison seront bien valorisés.

Fertilisation :

N Pas d'apport azoté nécessaire après Pois. Terres Inovia préconise **30 à 40 unités** d'azote après une Orge à plus de 75qx/ha.

P Culture peu exigeante en phosphore et moyennement exigeante en potasse. Les **objectifs de rendement plus faibles** qu'en culture principale permettent une impasse.

B Les sols légers et calcaires sont plus **sensibles aux carences en Bore**. La sécheresse entre le stade 10 feuilles et la floraison est un facteur aggravant. Si des carences ont déjà été observées précédemment il est donc conseillé d'apporter du Bore en végétation.



Exportation par tonne de grain :

N : 27 kg/T

P₂O₅ : 9,7 kg/T

K₂O : 9 kg/T

Maladies et Ravageurs :

En cycle court, le développement de maladies est en général **moins important qu'en culture principale**, et n'est pas traité. Le choix des variétés reste important pour éviter le développement de Sclérotés du capitule.

Comme pour une culture principale, le risque d'apparition de Sclérotinia est supérieur en cas de **rotation courte** avec du **Colza, Pois ou Tournesol**.



Source: Syngenta

Récolte :

Pour un semis au 20/06 la **maturité physiologique** sera atteinte en moyenne au 03/10, et au 19/10 pour un semis au 01/07 *. La récolte risque donc rapidement d'arriver au mois de novembre en cas de retard de semis. * Données climatiques de Niort 1990-2015.

Des exemples de récolte de 19 à plus de 25% d'humidité (norme commerciale à 9%). Un séchage important est donc à prévoir.

Rendement atteignable en Poitou-Charentes : **10 à 15 qx/ha** en fonction de la conduite (irrigation...).

Frais de séchage :
Pour une récolte à 20% d'humidité, compter 40€/T.

Valorisation :

Huile alimentaire.
Alimentation animale.

Prix indicatifs :
Semence certifiée :
200€/dose de 150 000 grains.
Prix de vente 2015 : 330€/T

Culture suivante :

Céréales d'hiver ou maïs. Le **blé** est plus adapté que l'orge pour sa meilleure flexibilité de dates de semis si la récolte du tournesol est tardive.

Risque climatique : avec semis au 20/06 et récolte au 20/10.



Besoins satisfaits...	Semis 20/06	Semis 01/07
Lusignan, Poitiers*	7 ans / 10	2 ans / 10
Thouars*	7 ans / 10	4-5 ans / 10
Niort*	8 ans / 10	5 ans / 10
Saintes, Angoulême*	9-10 ans / 10	7 ans / 10

Importance d'un **semis précoce** pour les chances de maturité en bonnes conditions...
MAIS risque important de manque d'eau
→ Valorise bien l'**irrigation** au moins pour la levée.

Besoins satisfaits SANS irrigation	Semis 20/06
Lusignan, Niort*	4 ans / 10
Thouars*	1 ans / 10
Poitiers*	3 ans / 10
Saintes, Angoulême*	6-7 ans / 10

* Données météo 1990 - 2015 ** Cf mémoire H. Callewaert pour définition des besoins en eau.

Point économique :

Intrants	Semence certifiée 75 000 grains/ha	100 €/ha
	Herbicide graminées + dicots	40€/ha
	Eau, électricité irrigation 50mm	40€/ha
Mécanisation	Implantation semis direct monograine OU	16 €/ha
	Implantation avec travail du sol : déchaumage, monograine, roulage	43 €/ha
	Traitement pulvérisateur	7€/ha
	Mécanisation récolte	67 €/ha

Marge semi-nette (hors main d'œuvre)
(avec **semis direct** et séchage, conduite avec irrigation)

		Prix de vente (€/T)			
		200	300	400	500
Rendement (qx/ha)	5	-190	-140	-90	-40
	10	-110	-10	90	190
	12	-78	42	162	282
	15	-30	120	270	420
	20	50	250	450	650

Avec risque climatique : si **réussite 7 ans / 10**
→ Marge semi-nette annuelle = **128€/ha**

Sources : Mémoire « Faisabilité 3 cultures en 2 ans », CRA ALPC, H. CALLEWAERT, février-juillet 2016. Tarif Mat entraine 2016 Poitou-Charentes. Barème séchage Ocellia. Guide de culture Tournesol, Terres Inovia, 2016. Site web IPNI, données « nutrient removal » 2014.

Mise à jour le 07/08/16

Auteur : **Hélène CALLEWAERT**

Chambre Régionale d'Agriculture Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes
Retrouvez nos résultats sur : www.poitou-charentes.chambagri.fr



SOJA



Photo H. Carlier



Nom latin :
Glycine Max
Famille : Légumineuse
PMG : 180g en moyenne

Durée de cycle : Variété 000 : 1400-1470 DJ base 6°C
Variété 0000 : 1270 DJ base 6°C

Besoins en eau : 300-400 mm (RU + précipitations + irrigation).

Type de sol :

Privilégier les sols à **bonne réserve utile** pour diminuer les besoins en irrigation. **Eviter les sols trop calcaires**, défavorables aux nodosités.

Semis :

Variétés répandues :

000 : OAC Erin, Sultana, Tundra, Merlin...

0000 (ou TTP) : Annushka.

Densité : 550 000 à 600 000 pieds/ha.

Profondeur : Environ 3 cm.

Inoculation à 1 dose/ha*

Semis dès que possible **avant le 1^{er} juillet**.

Semoir : monograine le plus utilisé.

Mais l'écartement plus faible du **semoir céréales** permet une meilleure couverture du sol (tillage plus faible du soja en cycle court).

Léger travail pour niveler le sol (gousses près du sol à la récolte), **OU semis direct** pour bénéficier de l'humidité de récolte.

*Règle de décision d'inoculation : cf Guide Soja 2016 Terres Inovia

Fertilisation :

N

Jamais d'apport d'azote au semis. Malgré un démarrage plus rapide cela bloque l'installation des nodosités, qui se forment en début de cycle. Un apport n'est utile qu'en cas d'échec de la nodulation.

P

K

Moyennement exigeant en potasse et peu exigeant en phosphore. Les objectifs de rendement plus faibles qu'en culture principale permettent une impasse.

Maladies et Ravageurs :

En cycle court, l'observation de **Sclerotinia** est possible mais **très rare**, à moins de zones versées et très humides. Pas d'intervention nécessaire.

Comme pour une culture principale, le risque d'apparition de **Sclerotinia** est supérieur en cas de **rotation courte** avec du **Colza, Pois ou Tournesol**.

- ✓ Peu soumis aux maladies, surtout en cycle court.
- ✓ Valorisation très intéressante en filière biologique.
- ✓ Moins sensible au manque d'eau que le maïs.
- ✓ **Fixation symbiotique** à 70 – 80%.
- ✓ Inscription de **variétés de plus en plus précoces** → des opportunités en dérobée.

Précédent :

Orge d'Hiver voire **Blé précoce** qui a l'avantage d'une quantité de pailles plus faible. Les chaumes peuvent être laissées plus hautes pour faciliter le semis.

Désherbage :

En général un passage **antigraminées + antidiots** en pré ou post levée, en fonction du stade des adventices et des conditions climatiques.

Ex : Pulsar, Basagran SG, Stratos Ultra...



Le soja est aussi bien adapté au **désherbage mécanique** : Herse étrille en pré-levée et binage au stade 3-4 feuilles trifoliées.

Irrigation :

1^{er} tour à faire **juste après semis** pour assurer la levée. Ensuite à ajuster selon la pluviométrie, besoin principalement en juillet.

Total = environ **5 tours de 25mm** nécessaires sur **groie**.



Exportation par tonne de grain :

N : 55 kg/T

P₂O₅ : 12 kg/T

K₂O : 20 kg/T



Récolte :

Première gousse souvent **près du sol**, d'où le besoin d'un sol nivelé et pas trop humide pour que la terre ne colle pas à la coupe. Les petites largeurs de coupe à céréales facilitent ici le battage au plus près du sol.

Débit de chantier assez faible.

Les grains sont en général récoltés à **20% d'humidité** (norme commerciale à 14%). Besoin d'un séchage immédiat car la conservation est mauvaise à plus de 14%.

Rendement atteignable en Poitou-Charentes : **15 qx/ha**.
Récolte à partir de **mi-octobre**.

Frais de séchage :

Pour une récolte à 20% d'humidité, compter 13€/T.

Les **barres de coupe flexibles**, à soja, permettent de descendre à environ **5 cm du sol** et de gagner quelques quintaux. La déformation de la scie permet de **suivre le relief de la parcelle**.



Photo: H. Callewaert

Valorisation :

Alimentation animale.
Alimentation humaine plutôt en AB.



Prix indicatifs :

Semence certifiée : ≈1,30€/kg
Prix de vente 2015 : 300€/T

Culture suivante :

Blé d'Hiver ou culture de printemps comme le **Maïs** sont adaptés.

20 à 30% de l'azote mobilisé par le soja viennent du sol. Une **légère faim d'azote** peut alors s'observer en début de cycle du blé. Mais les **résidus** après récolte contiennent **40% de l'azote total de la plante**, ce qui donnera de l'azote disponible pour le blé.

Risque climatique : avec semis au 20/06 et récolte au 20/10

Var 000 : **1470 DJ**
Var 0000 : **1270 DJ**
Base 6°C

Besoins satisfaits...	Var. 000	Var. 0000
Lusignan, Poitiers	5-6 ans / 10*	✓ 9 - 10 ans / 10*
Thouars, Niort	7 ans / 10*	
Saintes, Angoulême	8 ans / 10*	

Besoin d'environ **400mm**

Pluviométrie médiane (mm)* (20/06-20/09)	
Lusignan, Niort	175
Saintes, Thouars, Poitiers	150
Angoulême	200

Réserves Utiles (RU):
Groies : **50 à 100mm**
TRC : **100 à 150mm**
(TRC = Terres Rouges à Châtagniers)

Des opportunités avec l'arrivée des variétés **0000**. Attention au **choix de précocité**, même au sein des variétés **000**!

Pluviométrie et RU maximum ne sont pas suffisantes pour satisfaire les besoins du soja : **Irrigation quasi toujours obligatoire.**

* Données météo 1990 - 2015

Point économique :

Intrants	Semence certifiée 600 000 grains/ha OU (PMG 180g)	140 €/ha
	Semence de ferme 600 000 grains/ha	32 €/ha
	Inoculum 1 dose/ha	30 €/ha
	Herbicide graminées + dicots	32 €/ha
	Eau et électricité irrigation 125mm	100 €/ha
Mécanisation	Implantation semis direct monograine OU	16 €/ha
	Implantation avec travail du sol : déchaumage, monograine, roulage	43 €/ha
	Traitement pulvérisateur	7 €/ha
	Mécanisation récolte	67 €/ha

Marge semi-nette (hors main d'œuvre)
(avec **semence fermière, semis direct** et séchage)

		Prix de vente (€/T)			
		200	300	400	500
Rendement (qx/ha)	10	-97	3	103	203
	12	-60	60	180	300
	15	-4	147	297	447
	17	-34	204	374	544
	20	90	290	490	690

En tant que deuxième culture la **prime PAC soja ne s'applique pas!**

Sources : Mémoire « Faisabilité 3 cultures en 2 ans », CRA ALPC, H. CALLEWAERT, février-juillet 2016. Tarif^{Mat} entraide 2016 Poitou-Charentes. Barème séchage Ocellia. Guide de culture Soja, Terres Inovia, 2016. « Campagne soja 2014 en Poitou-Charentes » Terres Inovia, M. CHATAIGNON et G. ARJAURE. « Dossier Soja Merlin » et entretien Sem-Partners, 2016. Site web IPNI, données « nutrient removal » 2014.

Auteur : **Hélène CALLEWAERT**

Chambre Régionale d'Agriculture Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes
Retrouvez nos résultats sur : www.poitou-charentes.chambagri.fr

Mise à jour le 07/08/16



