

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Analyse technico-économique des cultures de légumes secs sur la région Auvergne Rhône-Alpes

Maurin Laugier

Concevoir et Accompagner l'Innov'Action en Agronomie

2019-2020

Tuteur de stage : Orane Debrune (CA 63)

Enseignant référent : Mathieu Capitaine (VetAgro Sup)

« L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier Orane Debrune pour m'avoir permis de réaliser ce stage et pour son implication en tant que maître de stage.

Je remercie également Sabrina Bourrel, Alban Mialon, et Yoann Ginestière de la chambre d'agriculture du Puy-de-Dôme pour leur accueil et les conseils qu'ils m'ont fournis.

Je remercie grandement les agriculteurs enquêtés pour m'avoir accordé un peu de leur temps pour répondre à mes questions.

Je souhaite remercier Mathieu Capitaine pour avoir répondu à mes questions lorsque j'en avais besoin.

Enfin je remercie mes parents pour m'avoir soutenu et pour leur aide dans la relecture de ce mémoire.

Table des matières

INTRODUCTION	1
I. CONTEXTE	2
I.A. LES LEGUMES SECS : UNE REPOSE AUX ENJEUX ACTUELS DE L'AGRICULTURE.....	2
I.A.1. <i>Des leviers agronomiques pour la durabilité des systèmes de culture</i>	2
I.A.1.a. Fixation symbiotique de l'azote atmosphérique	2
I.A.1.b. Effet précédent des légumes secs.....	3
I.A.1.c. Bénéfices environnementaux	3
I.A.1.d. Inclusion de légumineuses dans les rotations culturales	4
I.A.2. <i>Un aliment à intégrer davantage dans nos régimes alimentaires</i>	5
I.A.3. <i>Une consommation et une production qui évoluent</i>	6
I.B. ACCOMPAGNER LE DEVELOPPEMENT DES LEGUMES SECS SUR LA REGION AUVERGNE RHONE-ALPES.....	7
I.B.1. <i>Spécificités géographiques et climatiques de la région</i>	7
I.B.2. <i>Un besoin de références technico-économique pour accompagner le développement d'une filière légumineuses à graines en AURA</i>	8
I.B.3. <i>Un projet pour acquérir des références technico-économiques</i>	9
II. METHODOLOGIE	10
II.A. HYPOTHESES A TESTER.....	10
II.A.1. <i>Partie 1 : Le rendement un indicateur pour juger du résultat technique</i>	10
II.A.2. <i>Partie 2 : La marge semi-nette à l'hectare un indicateur pour juger du résultat économique</i>	13
II.A.3. <i>Partie 3 : Le futur des légumes secs sur les exploitations</i>	13
II.B. COMMENT ETABLIR L'ETAT DES LIEUX D'UNE CULTURE A L'ECHELLE DE LA REGION ?.....	14
II.B.1. <i>La typologie un traitement des données permettant de traduire la diversité</i>	14
II.B.2. <i>Identification de l'échantillon d'étude</i>	14
II.B.3. <i>Établissement du questionnaire et déroulement des enquêtes</i>	15
II.C. METHODE D'ANALYSE DES RESULTATS DE L'ENQUETE	15
II.C.1. <i>Partie 1 : Méthode d'analyse des résultats liés aux hypothèses sur le rendement</i>	16
II.C.2. <i>Partie 2 : Méthode d'analyse de la marge semi-nette</i>	17
II.C.3. <i>Partie 3 : Méthode d'analyse des caractéristiques socio-économiques</i>	18
III. RESULTATS	19
III.A. ANALYSE DESCRIPTIVE DE L'ECHANTILLON	19
III.B. PARTIE 1 : ANALYSE DU RENDEMENT.....	20
III.B.1. <i>Classification sur la localisation pour l'analyse du rendement</i>	20
III.B.2. <i>Classification sur les caractéristiques socio-structurelles pour l'analyse du rendement</i>	20
III.B.3. <i>Analyse des résultats de la production de lentilles</i>	21
III.B.3.a. Création du modèle linéaire	21
III.B.3.a.1. Influence de l'interculture sur le rendement de la lentille en AURA	22
III.B.3.a.2. Influence des pratiques de semis sur le rendement de la lentille en AURA	22
III.B.3.a.3. Influence de la fertilisation sur le rendement de la lentille en AURA.....	23
III.B.3.a.4. Influence de l'irrigation sur le rendement de la lentille en AURA.....	24
III.B.3.a.5. Influence de la gestion des bioagresseurs sur le rendement de la lentille en AURA.....	24
III.B.4. <i>Analyse des résultats de la production de pois chiche</i>	25

III.B.4.a. Influence de la gestion de l'interculture sur le rendement du pois chiche en AURA.....	25
III.B.4.b. Influence des pratiques de semis sur le rendement du pois chiche en AURA.....	25
III.B.4.c. Influence de l'irrigation sur le rendement du pois chiche en AURA.....	26
III.C. PARTIE 2 : ANALYSE DE LA MARGE SEMI-NETTE	27
<i>III.C.1. Analyse des pratiques de commercialisation sur les résultats économiques de la production de lentille en AURA</i>	<i>27</i>
III.C.1.a. Effet du mode de commercialisation sur les résultats économiques de la lentille en AURA.....	28
III.C.1.b. Effet du type de produit vendu sur les résultats économique de la lentille en AURA.....	29
III.C.1.c. Effet de l'appartenance ou non à une appellation sur les résultats économiques de la lentille en AURA.....	29
III.C.1.d. Comparaison des résultats économiques obtenus en lentille entre les exploitations en agriculture biologique et conventionnelle en AURA	30
<i>III.C.2. Analyse des pratiques de commercialisation sur les résultats économiques du pois chiche en AURA.....</i>	<i>31</i>
III.C.2.a. Influence des coûts avant récolte sur les résultats économiques du pois chiche en AURA.....	31
III.C.2.b. Influence du prix de vente sur les résultats économiques du pois chiche en AURA.....	31
III.C.2.c. Influence des coûts après récolte sur les résultats économiques du pois chiche en AURA.....	32
III.D. PARTIE 3 : ANALYSE DES DETERMINANTS SOCIO-ECONOMIQUES POUR L'EVOLUTION DE LA PRODUCTION DE LEGUMES SECS SUR LES EXPLOITATIONS DE LA REGION AURA	33
<i>III.D.1. Des différences de perception des légumes secs de la part des producteurs... 33</i>	<i>33</i>
<i>III.D.2. ACM sur les caractéristiques socio-économiques pouvant influencer l'évolution des légumes secs sur l'exploitation.....</i>	<i>34</i>
IV. DISCUSSION	35
IV.A. RETOUR SUR LE CADRE DE L'ETUDE	35
IV.B. RETOUR SUR LA METHODOLOGIE D'ENQUETE.....	36
IV.C. RETOUR SUR LA METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RESULTATS	36
IV.D. PERSPECTIVES D'EXPERIMENTATION A METTRE EN PLACE	37
CONCLUSION.....	39

Liste des figures

Figure 1 : Bilan azoté apparent pour une culture de pois.....	3
Figure 2 : Emissions moyennes de N ₂ O pour différentes cultures fertilisées ou non.....	4
Figure 3 : Evolution du « Consommer autrement ».....	6
Figure 4 : Consommation annuelle moyenne de légumes secs dans le monde.....	6
Figure 5 : Répartition de la consommation entre les espèces de légumes secs.....	6
Figure 6 : Evolution des surfaces de légumineuses à graines en France entre 1970 et 2014....	6
Figure 7 : Evolution des surfaces de lentille et de pois chiche en France entre 2007 et 2017...7	7
Figure 8 : Carte de la région Auvergne Rhône-Alpes.....	7
Figure 9 : Carte climatique de la région Auvergne Rhône-Alpes.....	7
Figure 10 : Bassins de production historiques de légumes secs.....	8
Figure 11 : Surfaces de lentilles et haricots secs et demi-secs, en France en 2010.....	8
Figure 12 : Surfaces de lentilles en France en 2019.....	9
Figure 13 : Surfaces de pois chiche en France en 2018.....	9
Figure 14 : Distribution des âges des chefs d'exploitation enquêtés.....	19
Figure 15 : Représentation du nombre d'associés par exploitation enquêtées.....	19
Figure 16 : Part des exploitations enquêtées en agriculture biologique.....	19
Figure 17 : Distribution de la SAU des exploitations enquêtées.....	19
Figure 18 : Distribution de la surface cultivée par légumes secs.....	19
Figure 19 : Part de la SAU cultivée.....	19
Figure 20 : Part des systèmes en polyculture-élevage parmi les exploitations enquêtées.....	20
Figure 21 : Nombre d'exploitations enquêtées par département.....	20
Figure 22 : Distribution de l'altitude des sièges d'exploitation par département.....	20
Figure 23 : Représentation du nombre d'exploitations enquêtées par type de légumes secs....	20
Figure 24 : Comparaison entre les rendements ajustés par le modèle et les rendements observés.....	21
Figure 25 : Comparaison du rendement des lentilles avec et sans labour.....	22
Figure 26 : Rendement des lentilles en fonction du travail profond du sol.....	22
Figure 27 : Rendement des lentilles en fonction du travail superficiel du sol.....	22
Figure 28 : Rendement des lentilles en fonction de la densité de semis.....	22
Figure 29 : Rendement des lentilles en fonction de la profondeur de semis.....	23
Figure 30 : Effet de l'apport d'éléments autres que NPK sur le rendement.....	23
Figure 31 : Effet de l'apport de fertilisant organique sur le rendement.....	23
Figure 32 : Effet de l'irrigation sur le rendement.....	24
Figure 33 : Effet de l'utilisation de produit phytosanitaire pour lutter contre les maladies fongiques et les ravageurs.....	24
Figure 34 : Comparaison du rendement du pois chiche avec et sans labour.....	25
Figure 35 : Rendement du pois chiche avec et sans roulage couplé à l'association culturale...26	26
Figure 36 : Rendement du pois chiche avec et sans irrigation.....	26
Figure 37 : Effet du rendement de la lentille sur la marge semi-nette.....	27
Figure 38 : Effet du nombre de voies de commercialisation sur la marge semi-nette en lentille.....	27
Figure 39 : Effet du type de produit vendu sur la marge semi-nette en lentille.....	27
Figure 40 : Variabilité du prix de vente des lentilles selon la variété.....	27
Figure 41 : Effet du mode de commercialisation sur la marge semi-nette de la lentille.....	28
Figure 42 : Effet du mode de commercialisation sur le prix de vente de la lentille.....	28
Figure 43 : Effet du mode de commercialisation sur les coûts après récolte de la lentille.....	28

Figure 44 : Effet du type de produit sur le prix de vente de la lentille.....	29
Figure 45 : Effet du type de produit sur les coûts après récolte de la lentille.....	29
Figure 46 : Effet d'une appellation sur les coûts après récolte de la lentille.....	29
Figure 47 : Variabilité du prix de vente lentilles des lentilles selon l'appartenance ou non à une appellation.....	29
Figure 48 : Effet de la conduite de l'exploitation sur la marge semi-nette de la lentille.....	30
Figure 49 : Effet de la conduite de l'exploitation sur les coûts après récolte de la lentille.....	30
Figure 50 : Effet de la conduite de l'exploitation sur le prix de vente de la lentille pour les exploitants vendant en magasins spécialisés.....	30
Figure 51 : Effet de la conduite de l'exploitation sur le prix de vente de la lentille pour les exploitants vendant en RHD.....	30
Figure 52 : Effet du mode de commercialisation sur le prix de vente du pois chiche.....	31
Figure 53 : Effet de la conduite de l'exploitation sur le prix de vente du pois chiche.....	31
Figure 54 : Diagramme de distribution des rendements de pois chiche sur la période étudiée..	32
Figure 55 : Différents atouts des légumes secs perçus par les agriculteurs et le nombre de fois où ils ont été cités.....	33
Figure 56 : Différentes contraintes des légumes secs perçus par les agriculteurs et le nombre de fois où elles ont été citées.....	33
Figure 57 : Principaux objectifs des producteurs de légumes secs et le nombre d'exploitations par objectifs.....	33
Figure 58 : Résultats de l'ACM selon les axes 1 et 2.....	34
Figure 59 : Résultats de l'ACM selon les axes 1 et 3.....	34

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evolution du solde azoté apparent selon plusieurs niveaux de rendement et de reliquat azoté pour un culture de pois.....	3
Tableau 2 : Variables socio-économiques pour l'ACM.....	18
Tableau 3 : Table d'Anova du modèle linéaire avec les variables retenues par le critère AIC..	21
Tableau 4 : Résultats des tests statistiques effectués sur le rendement du pois chiche.....	25
Tableau 5 : Significativité des termes du calcul de la marge semi-nette de la lentille.....	27
Tableau 6 : Significativité de l'effet des variables caractérisant les pratiques de commercialisation sur la marge semi-nette et ses composantes pour la lentille (p-value).....	27
Tableau 7 : Significativité des différences de prix de vente entre exploitations en agriculture biologique et conventionnelle pour chaque mode de commercialisation.....	30
Tableau 8 : Significativité des termes du calcul de la marge semi-nette du pois chiche.....	31
Tableau 9 : Corrélation des coûts avant récolte avec le rendement du pois chiche.....	31
Tableau 10 : Significativité de l'effet des variables caractérisant les pratiques de commercialisation sur la marge semi-nette et ses composantes pour le pois chiche (p-value)...	31
Tableau 11 : Corrélation des coûts après récolte avec le rendement du pois chiche.....	32
Tableau 12 : Description des dimensions de l'ACM retenues.....	34

Liste des schémas

Schéma 1 : Méthodologies utilisées pour analyser le rendement de chaque légume sec.....	16
Schéma 2 : Méthode d'analyse des résultats économiques.....	17

Liste des annexes

Annexe 1 : Stades repères des cultures de lentilles, pois chiche et haricots

Annexe 2 : Cycles biologiques des principales maladies fongiques

Annexe 3 : Questionnaire sur la production de légumes secs en Auvergne-Rhône-Alpes

Annexe 4 : Variables exploitables ressortant du questionnaire pour l'analyse du rendement

Annexe 5 : Dendrogrammes des classifications hiérarchiques ascendantes

Annexe 6 : Synthèse des principaux résultats de l'étude

Liste des abréviations

ACM : Analyse des composantes multiples

AIC : Critère d'Information d'Akaike (Akaike Information Criterion)

AOP : Appellation d'Origine Protégée

CAH : Classification Hiérarchique Ascendante

GMS : Grande et Moyenne Surface

IFT : Indice de Fréquence de Traitement

RHD : Restauration Hors Domicile

SAU : Surface Agricole Utile

UTH : Unité de Travail Humain

Introduction

Depuis une cinquantaine d'années, les exploitations agricoles françaises se sont largement spécialisées vers les productions animales ou végétales. Ce qui entraîne une diminution du nombre d'espèces cultivées et un raccourcissement des rotations sur les fermes à tel point qu'aujourd'hui environ 60% des terres arables françaises sont occupées par des céréales comme le blé tendre, l'orge, le blé dur et le maïs. Ainsi cela entraîne, avec l'accroissement de la taille des parcelles, une homogénéisation des paysages (Meynard, et al., 2015). Les conséquences de ce phénomène sont nombreuses : l'apparition de problèmes au niveau de l'eau dans les régions de monocultures irriguées, l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre avec la production en masse d'engrais azoté minéral qui fait suite à la raréfaction des légumineuses dans la rotation (Stilmant, et al., 2019). Il y a également une hausse de l'usage des produits phytosanitaires à cause de la difficulté à gérer la pression des bioagresseurs dans des rotations courtes s'intégrant dans un paysage peu varié, entraînant également une chute de la biodiversité. De plus, le plafonnement du rendement sur les grandes cultures est lié au raccourcissement des rotations (Meynard, et al., 2015). Une autre conséquence de cette spécialisation est la perte de résilience des systèmes face aux aléas climatiques et financiers (Lin, 2011).

Ainsi revenir à une agriculture plus diversifiée semble être un levier important pour augmenter la durabilité des exploitations agricoles. Notamment grâce à la diminution de l'utilisation d'intrants, la diminution des pertes de rendement dues à un retour trop fréquent et la réintroduction d'une hétérogénéité dans les paysages. De plus, selon une analyse bibliographique réalisée par Meynard et al. (2015), la diversification des cultures serait également intéressante au niveau économique si l'on réalise l'étude à l'échelle de la rotation. On peut également noter que lorsque l'on parle de diversification, les légumineuses jouent un rôle très important (Stilmant, et al., 2019). En effet elles contribuent à des enjeux importants à l'échelle des territoires que sont l'amélioration de la durabilité de l'agriculture et l'autonomie protéique des systèmes alimentaires (Vertès, et al., 2015). Cela se confirme avec le regain d'intérêt qu'elles suscitent auprès des consommateurs. Cependant plusieurs freins viennent ralentir le développement de ces systèmes, et notamment le manque de références technico-économiques (Meynard, et al., 2018 ; Merrien, et al., 2013).

C'est donc dans ce contexte qu'en 2019 un projet intitulé LegSecAURA a été déposé en partenariat avec plusieurs chambres départementales et la chambre régionale d'agriculture d'Auvergne Rhône-Alpes (AURA) ainsi que des partenaires techniques et professionnels. Ce projet a été initié dans le but d'acquérir des références technico-économiques pour la région AURA, sur les cultures de légumes secs, et plus particulièrement la lentille, le pois chiche et le haricot. Ce travail s'inscrit donc dans le cadre de ce projet et a pour ambition de dresser un état des lieux de ces productions sur la région AURA grâce à une analyse technico-économique. Celui-ci a été dressé par le biais d'enquêtes, auprès de producteurs, s'intéressant à comment les légumes secs sont produits et valorisés sur la région. Il présente tout d'abord l'intérêt des légumes secs à être développés dans la région AURA, puis la méthodologie mise en place pour réaliser cet état des lieux. Les principaux résultats seront présentés en troisième partie, ils seront ensuite discutés et enfin la dernière partie dressera une conclusion générale de l'étude et du stage.

I. Contexte

I.A. Les légumes secs : une réponse aux enjeux actuels de l'agriculture

I.A.1. Des leviers agronomiques pour la durabilité des systèmes de culture

I.A.1.a. Fixation symbiotique de l'azote atmosphérique

Si les cultures choisies pour ce projet sont des légumineuses cela n'est pas le fruit du hasard, en effet comme nous venons de le dire, les légumineuses occupent une place toute particulière dans les dynamiques de diversification des systèmes de culture. Elles peuvent être séparées en 3 catégories :

- ❖ Les légumineuses à graines, récoltées à maturité pour leurs graines, qui comprennent
 - Les protéagineux, surtout destinés à la nutrition animale (pois, féverole, lupin...)
 - Les légumes secs, destinés à la consommation humaine (lentille, pois chiche, haricot...)
- ❖ Les légumineuses fourragères, récoltées immatures et destinées à l'alimentation du cheptel, (luzerne, trèfle, sainfoin...)

L'importance des légumineuses est notamment due à leur effet de diminution de l'emploi d'azote minéral sur l'exploitation entraînant également une réduction de l'utilisation d'énergie fossile (Nemecek, et al., 2008).

Les légumineuses ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique en formant une symbiose avec des bactéries du genre *Rhizobium* et *Bradyrhizobium*, ce phénomène est appelé fixation symbiotique. Les bactéries vont infecter le système racinaire des légumineuses pour former des nodosités. Ainsi lorsque les nodosités sont établies, les bactéries vont synthétiser l'enzyme nitrogénase qui va réduire le diazote atmosphérique (N₂) en ammoniac (NH₃) qui combiné avec du carbone va former des molécules organiques (Guinet, 2019). Ces bactéries sont naturellement présentes dans nos sols pour les légumineuses tempérées. En revanche, certaines espèces tropicales comme le soja nécessitent d'être inoculées avec des souches spécifiques. Ainsi, grâce à cette symbiose, les cultures de légumineuses peuvent généralement s'affranchir de fertilisation azotée et les résidus de culture permettent également de fournir de l'azote à la culture suivante (Voisin, et al., 2015).

La fixation symbiotique est cependant sensible aux conditions environnementales (Sprent, et al., 1988). Malgré leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, les légumineuses ont toujours la capacité de capter l'azote minéral du sol. Plus la concentration de celui-ci est élevée moins la plante dépensera d'énergie pour la mise en place de nodosité. La concentration en azote inhibitrice varie cependant d'une espèce à l'autre en fonction de leur capacité à utiliser telle ou telle source (Vessey, 1992 ; Bergersen, et al., 1992 ; Hauggaard-Nielsen, et al., 2001 ; Jensen, et al., 2010). Par exemple, en moyenne 40% de l'azote capté par le haricot provient de la fixation symbiotique alors que pour la lentille et le pois chiche ce chiffre est de 60-70% (Voisin, Gastal, 2015). D'autres facteurs environnementaux peuvent influencer la fixation symbiotique comme le déficit hydrique ou l'excès d'eau, la température (Sprent, et al., 1988 ; Guérin, et al., 1991), le compactage des sols (Voisin, Gastal, 2015), la nature chimique des sols (Jayasundara, et al., 1998 ; Hungria et Vargas, 2000 ; Voisin, Gastal, 2015) et certains bioagresseurs comme les sitones ou *Aphanomyces euteiches*. Ainsi, même si la nodulation a lieu, il est possible, selon les conditions et l'efficacité de la souche de *Rhizobium*, d'observer des problèmes de nutrition azotée en condition non fertilisée (Guinet, 2019).

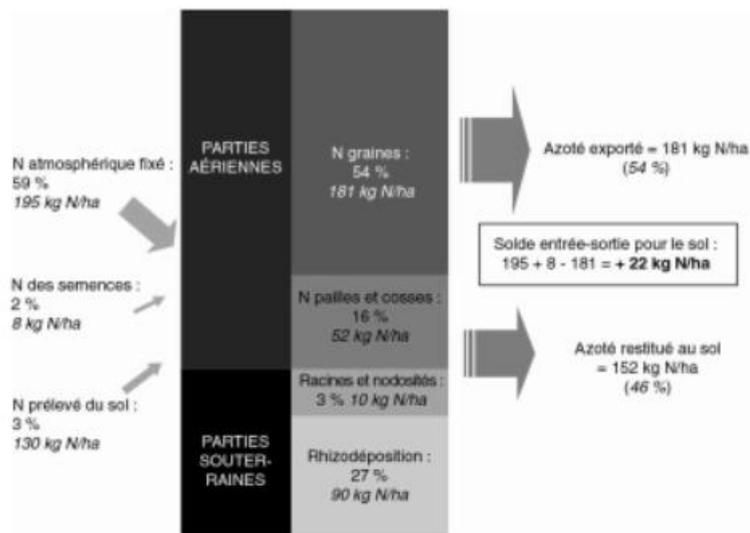


Figure 1 : Bilan azoté apparent pour une culture de pois (source Mahieu, et al., 2007)

Estimation du solde N (kg/ha)	Niveau de rendement N			
	Potentiel 70 q/ha	- 15 % 59 q/ha	- 30 % 50 q/ha	- 60 % 28 q/ha
	24 % protéines			
Reliquats 15	114	87	60	7
30	100	73	47	- 6
60	72	46	19	- 34
90	44	18	- 9	- 61
120	16	- 10	- 37	- 86

Tableau 1 : Evolution du solde azoté apparent selon plusieurs niveaux de rendement et de reliquat azoté pour un culture de pois (source Mahieu, et al., 2007)

I.A.1.b. Effet précédent des légumineuses secs

Les légumineuses permettent d'augmenter le pool d'azote du sol (Fig.1). Toutefois ce gain est très dépendant de la fourniture initiale du sol (Tab. 1). Plusieurs études ont montré qu'il pouvait y avoir de grande variation du gain (ou perte) d'azote suivant les espèces. Ainsi, après un pois chiche, entre 29 et 135 kg/ha d'azote peuvent s'ajouter au pool d'azote du sol de départ et jusqu'à 95 kg/ha d'azote après une lentille ou un haricot et cette valeur peut atteindre 260 kg/ha pour un soja, 230 kg/ha pour un lupin et 180 kg/ha pour un pois (Guinet, et al., 2019 ; Rochester, et al., 2001 ; Khan, et al., 2003 ; Peoples, et al., 2001 ; Espinoza, et al., 2012). Ainsi, en considérant une fixation moyenne de 150 kgN par légumineuse et environ 3,3 millions d'hectares couverts par celles-ci, c'est 500 000 tonnes d'azote qui rentre dans les systèmes cultivés chaque année dont 22 500 tonnes issues des légumineuses à graines (Vertès, et al., 2010).

De nombreuses études ont montré que le rendement moyen et la teneur en protéines des céréales cultivées après une légumineuse sont supérieurs à ceux d'une céréale cultivée après une autre céréale ou une culture d'oléagineux (Kirkegaard, et al., 2008 ; Preissel, et al., 2015 ; Angus, et al., 2015 ; Cernay, et al., 2017 ; Peoples, Craswell, 1992). Cependant cet effet peut devenir négligeable si la fertilisation azotée de la céréale dépasse 150kgN/ha (Cernay, et al., 2017). Il a également été démontré qu'une part de l'effet précédent observé après une légumineuse peut être expliqué par une meilleure disponibilité en eau après une légumineuse qu'après une céréale (Miller, et al., 2002). Ceci peut être expliqué grâce au système racinaire superficiel des légumineuses qui limite le prélèvement d'eau en profondeur (Larney, Lindwall, 1995). L'effet précédent est également dû au fait que les légumineuses servent de culture de rupture dans des systèmes dominés par les céréales. En les intégrant dans la rotation elles vont permettre de rompre le cycle de certains bioagresseurs dont les céréales sont hôtes et non les légumineuses et diminuer ainsi le développement de maladies sur les céréales (Kirkegaard, et al., 2008 ; Felton, et al., 1998 ; Reckling, et al., 2016 ; Stevenson, Van Kessel, 1996). On observe généralement une réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires dans les rotations diversifiées (Munier-Jolain, 2002). Par ailleurs, intégrer des légumineuses de printemps (cas de nombreuses légumineuses comme la lentille, le pois chiche ou le haricot) a un effet sur la gestion des adventices d'automne qui sont souvent liées aux cultures de céréales et de colza. En effet les faux-semis pratiqués avant leur implantation vont tendre à réduire le stock semencier des adventices d'automne. Les légumineuses restent cependant peu compétitives face aux adventices (Corre-Hellou, Crozat, 2005).

I.A.1.c. Bénéfices environnementaux

L'insertion de légumineuses engendre différents services écosystémiques, notamment la fourniture de services intrants permettant la régulation des stress abiotiques comme les carences en azote et les déficits hydriques ainsi que des stress biotiques liés à la pression des bioagresseurs. De plus, la diminution de l'utilisation de fertilisants azotés de synthèse à l'échelle de l'exploitation permet une réduction des émissions de gaz à effet de serre liées à leur production. Etant classées comme attractives pour les pollinisateurs, elles permettent de fournir un service écosystémique de pollinisation (Guinet, 2019). Elles permettent également de diversifier les paysages des campagnes et donc de diversifier les habitats et les ressources disponibles pour la faune et ainsi ramener de la biodiversité dans les territoires agricoles (Thiébeau, et al., 2010). On peut également noter un autre bénéfice environnemental quant aux

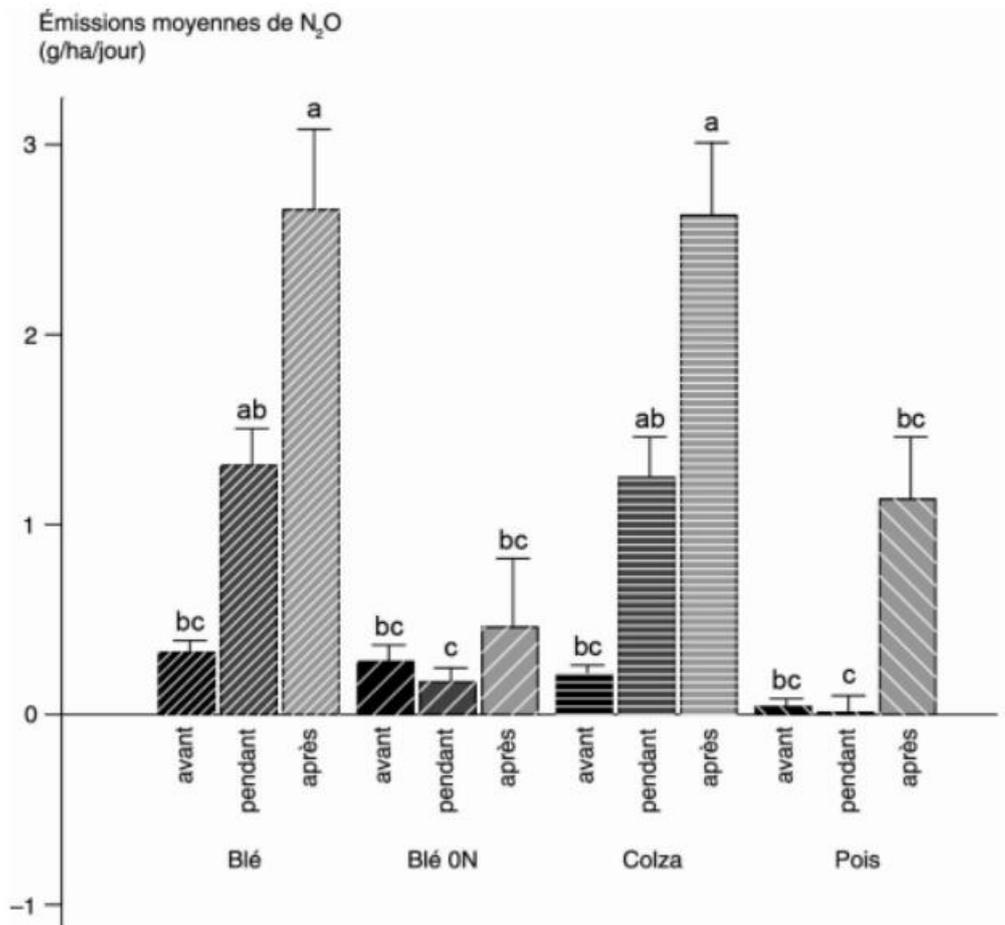


Figure 2 : Emissions moyennes de N₂O pour différentes cultures fertilisées ou non (blé ON et pois)
(source Jeuffroy, et al., 2013)

émissions de N₂O qui est un gaz à effet de serre issu de la nitrification et dénitrification de l'azote minéral. Plusieurs études ont montré que ces émissions sont du même ordre, voire inférieures à des cultures non fertilisées, malgré leur capacité à apporter de l'azote au sol (Fig.2) (Lemke, et al., 2007 ; Jeuffroy, et al., 2013 ; Rochette, Janzen, 2005 ; Charles, Gosse, 2002). De plus les systèmes intégrant des légumineuses auraient tendance à favoriser le stockage du carbone et notamment dans les systèmes recevant peu de fertilisation azoté (Drinkwater, et al., 1998 ; Robertson, et al., 2000 ; Fornara, Tilman, 2008 ; Jensen et al., 2012). Ainsi, plusieurs études ont démontré qu'inclure 20% de légumineuses dans les rotations de systèmes intensifs européen a un effet significativement positif sur une série de critères d'impacts environnementaux comme par exemple la diminution de l'effet de serre, de composés acidifiants ou encore d'énergies fossile par hectare (Carrouée, et al., 2012 ; Nemecek, et al., 2015 ; Nemecek, et al., 2008). Cela est principalement expliqué par une absence de fertilisation azotée sur les légumineuses et une réduction pour la culture suivante, mais également par le fait qu'elles permettent un travail du sol simplifié et une meilleure diversification de la rotation (Nemecek, et al., 2008).

Les légumineuses peuvent toutefois avoir des effets négatifs comme l'augmentation des pertes d'azote sous forme azote organique dissous qui présente des risques d'eutrophisation, d'acidification des milieux et pour la santé humaine (Oelmann, et al., 2007). Il y a également un risque accru de lixiviation au cours de la culture pour l'azote non capté par la plante et après la culture au moment de la minéralisation des résidus riche en azote (Cellier, et al., 2015).

I.A.1.d. Inclusion de légumineuses dans les rotations culturales

Les légumineuses à graines s'associent très bien avec une céréale. Cette dernière étant plus compétitive au niveau de la captation de l'azote minéral du sol favorise la fixation symbiotique (Guinet, 2019). Cependant une trop forte disponibilité d'azote au moment du semis peut engendrer une dominance de la céréale sur la légumineuse (Bedoussac, Justes, 2010 ; Hauggaard-Nielsen, et al., 2009). Elle permet également de prévenir contre la verse de la légumineuse (Voisin, Gastal, 2015). On peut également espérer un rendement moyen au moins égal au rendement moyen des deux espèces cultivées sans apport de fertilisant (Jeuffroy, et al., 2013).

L'inclusion de légumineuses dans les systèmes céréaliers nécessite parfois une gestion différente des cultures principales telles que les céréales d'hiver et le colza. En effet, ce sont souvent des cultures à cycle court avec des dates de semis et de récolte décalées par rapport aux autres cultures, ce qui peut permettre un meilleur étalement des travaux dans ces systèmes (Voisin, Gastal, 2015). Certaines espèces à cycle très court comme le soja peuvent également être utilisées dans des systèmes faisant 3 cultures de rente en 2 ans (Jeuffroy, et al., 2015). De plus, même si certaines espèces comme le haricot nécessitent un apport en eau régulier, la plupart des légumineuses (comme la lentille ou le pois chiche) sont relativement peu gourmande en eau et permettent donc la valorisation de terres plutôt superficielles avec peu de réserve en eau et/ou non irriguées. Cela est également intéressant d'un point de vue de la qualité des produits, en effet leur faible taux de mycotoxines permet de réduire les teneurs en mycotoxines des céréales (Voisin, Gastal, 2015).

Il a de plus été démontré que les rotations incluant des légumineuses à graines possèdent des marges brutes égales voire supérieures à des rotations qui n'en incluent pas (Von Richthofen, et al., 2006 ; Schneider, Carrouée, 2011). L'inclusion d'une légumineuse dans la rotation permet la réduction de certains postes de charges à l'échelle de la rotation, dont bien

entendu le poste fertilisant azoté minéral mais également les charges d'herbicides (Carrouée, et al., 2012) et une meilleure consommation et efficacité énergétique (Cellier, et al., 2015).

Ainsi, l'introduction de légumineuses à graines dans les rotations semble avoir un effet significativement positif sur la durabilité des systèmes de culture. Elles permettent de surcroît d'introduire beaucoup de protéines végétales dans les systèmes alimentaires sans besoin de fertilisation contrairement au blé (Voisin, et al., 2015) et avec un coût énergétique moindre (Pelzer, et al., 2012). Cependant, malgré ces bénéfices, seulement 5% de la production française totale de protéines végétales (destinée à l'alimentation humaine et animale) est aujourd'hui assurée par la fixation symbiotique de l'azote (Vertès, et al., 2015). Mais le changement dans les habitudes de consommation humaine semble pouvoir être une bonne opportunité au développement de ces cultures et notamment des légumes secs.

I.A.2. Un aliment à intégrer davantage dans nos régimes alimentaires

Les légumes secs faisaient partie intégrante du régime alimentaire des générations précédentes, lorsque la consommation de viande n'était pas autant démocratisée qu'aujourd'hui. Cette démocratisation a donc fait chuter la consommation de légumes secs et ils sont aujourd'hui peu consommés en France, malgré leurs vertus nutritionnelles connues. Ils fournissent en effet des protéines de qualité, une richesse en fibres, une teneur en matières grasses et un indice glycémique faible (Champ, et al., 2015).

Sans négliger les autres aspects nutritionnels des légumes secs, il est d'actualité de s'attarder sur les protéines qu'ils fournissent. Car, même si au vu des connaissances actuelles les protéines animales sont de meilleure qualité nutritionnelle (Tomé, 2012), les protéines issues des légumes secs peuvent s'y substituer si elles sont couplées à des protéines issues des céréales. Il est également souvent indiqué, même s'il n'existe pas de recommandation française officielle, que 50% des apports protéiques proviennent des végétaux (Champ, et al., 2015). Il est aussi bon de noter que l'état actuel des connaissances et des ressources, nous enseignent que le niveau de consommation de protéines animales des pays développés ne pourra pas se généraliser. Il est donc intéressant de se tourner vers des sources de protéines alternatives.

Les légumes secs sont cependant perçus différemment selon les pays. En effet, en Amérique du Nord ils sont explicitement désignés comme source de protéines au même titre que la viande, et donc comme une alternative à celle-ci. Alors qu'en France ils sont rangés dans la catégorie des féculents pour l'amidon qu'ils contiennent et leur richesse en fibres (Champ, et al., 2015). En revanche, ils apparaissent comme un substitut au blé pour les personnes intolérantes au gluten.

Au-delà de l'aspect purement nutritionnel, des études tendent à montrer les légumes secs comme étant un aliment santé. Certaines études ont montré qu'ils aident à la prévention du diabète de type 2 et des maladies cardiovasculaires (Champ, et al., 2002) ou encore à la prévention de l'obésité et du cancer colorectal (Taylor, et al., 2012). Mais ils peuvent cependant être responsable de réactions allergiques.

Une étude suédoise comparant la valeur environnementale de différents repas à base de protéines animales et à base de protéines végétales, avec des teneurs en protéines et en énergies équivalentes, a montré un impact environnemental moindre des plats à base de protéines végétales (Davis, Sonesson, 2008 ; Davis, et al., 2010). Cependant, ces plats ayant reçu beaucoup d'étapes de transformation ont un bilan énergétique important (Cellier, et al., 2015).

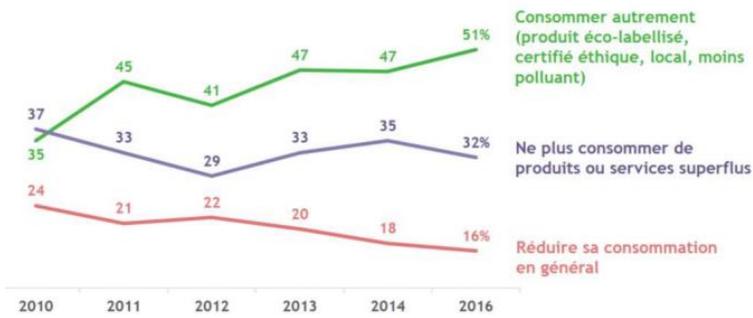


Figure 3 : Evolution du « Consommer autrement »

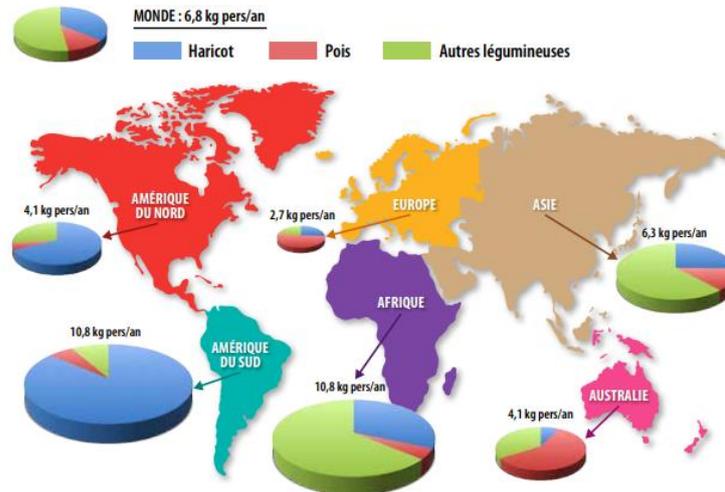


Figure 4 : Consommation annuelle moyenne de légumes secs dans le monde (source Solagro, 2016)

Répartition des volumes de consommation

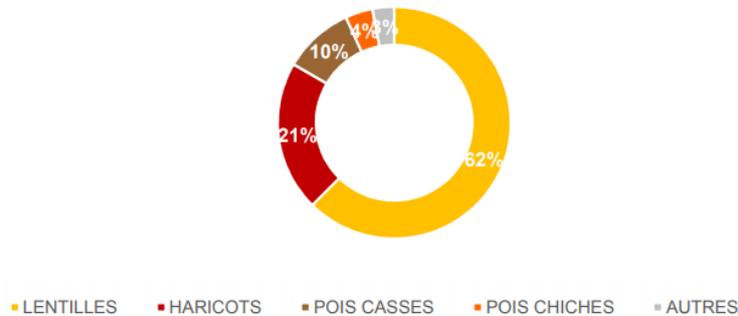


Figure 5 : Répartition de la consommation entre les espèces de légumes secs

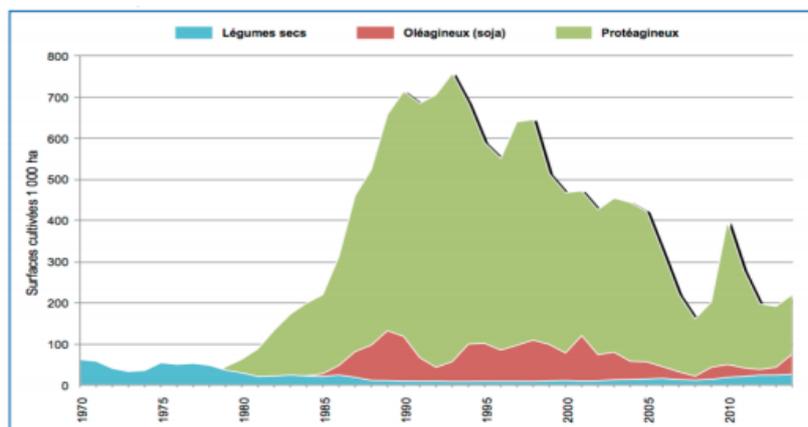


Figure 6 : Evolution des surfaces de légumineuses à graines en France entre 1970 et 2014

Ainsi dans un contexte d'agrandissement de la population mondiale où la consommation et la production de viande en grandes quantités posent questions, les légumes secs apparaissent comme un substitut intéressant. Une tendance où le consommateur cherche à consommer autrement apparaît également, que ce soit pour réduire son empreinte environnementale, pour sa santé ou par idéologie. Il y a donc un regain d'intérêt pour les légumes secs, ce qui constitue une opportunité à saisir pour la production française jusqu'alors confidentielle (Champ, et al., 2015).

I.A.3. Une consommation et une production qui évoluent

Depuis quelques années une tendance du « consommer autrement » gagne de l'importance aux yeux des français (Fig.3). La consommation de légumes secs bénéficie d'un regain d'intérêt en s'intégrant dans cette tendance (Cellier, et al., 2015). Dans les années 1920 la France faisait partie des plus gros consommateurs de légumes secs en Europe avec une consommation annuelle moyenne par habitant de 7,3kg. Cependant l'évolution des régimes alimentaires a fait chuter la consommation à 1,4kg dans les années 1980 et n'a commencé à se redresser qu'en 2010 (Champ, et al., 2015). Agreste (2019) fait aujourd'hui état d'une consommation moyenne de 2kg par habitant sur la période 2017-2018. Ce chiffre peut être en partie expliqué par l'intérêt porté par les professionnels de l'industrie agroalimentaire aux protéines végétales pour leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques (Champ, et al., 2015). Cela reste cependant bien en-deçà de la moyenne européenne (2,7kg) et mondiale (6,8kg) (Fig.4).

Les habitudes de consommation diffèrent selon les espèces. La lentille représente à elle seule plus de 60% de la consommation de légumes secs suivie par les haricots (21%) et les pois cassés (10%). Les pois chiches arrivent loin derrière, représentant moins de 5% de la consommation de légumes secs (Fig.5). Ils sont généralement consommés sous forme de graines entière ou décortiquées, vendues séchées ou pré-cuites puis surgelées ou mises en conserve ou encore intégrées à des plats cuisinés. De plus ils sont également utilisés comme ingrédient fonctionnel, améliorant notamment la texture, par l'industrie agroalimentaire et sont souvent utilisés en viennoiserie, panification, charcuterie, plats cuisinés, etc (Champ, et al., 2015).

Cependant malgré les faibles quantités consommées en France, environ 80% d'entre elles sont importées. Malgré leurs intérêts, les surfaces en légumes secs, au même titre que les légumineuses en général, ont très largement diminuées depuis de nombreuses années, peut-être encore plus fortement que la consommation (Champ, et al., 2015). En effet, la France comptait en 1960 plus de 160 000ha de légumineuses à graines dont 55% de haricots et plus de 20% de fèves essentiellement pour la consommation humaine. En 50 ans cette superficie a presque été divisé par 9 (Fig.6). En 2010 Agreste annonçait une surface en légumes secs de l'ordre de 18 500ha. En dehors du changement d'alimentation, cette chute s'explique également par l'arrivée des engrais minéraux, la spécialisation de l'agriculture sur cette période ainsi que par l'arrivée du soja américain pour nourrir les troupeaux qui s'agrandissent. Cependant cette tendance s'est inversée au cours des 10 dernières années puisque dès 2014 la France comptait 30 000ha de légumes secs et cette surface a fait plus que doubler en 4 ans car elle atteignait en 2018, 67 000ha (Agreste, 2019). Cette augmentation semble avoir bénéficié de la sensibilisation générale qu'il y a eu en 2016 autour des légumes secs motivée par la FAO qui a déclaré 2016 comme étant l'année des légumineuses. Lorsque l'on regarde la figure 7 cela est flagrant car la surface en pois chiche a doublé en 1 an et la surface en lentille a été multipliée par 1,7.

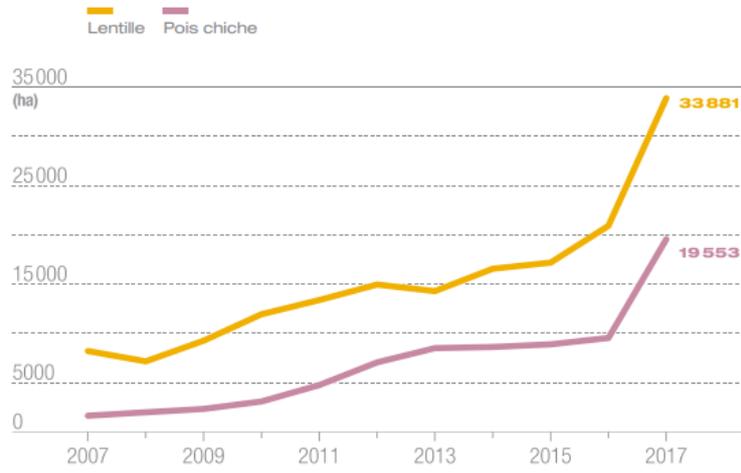


Figure 7 : Evolution des surfaces de lentille et de pois chiche en France entre 2007 et 2017

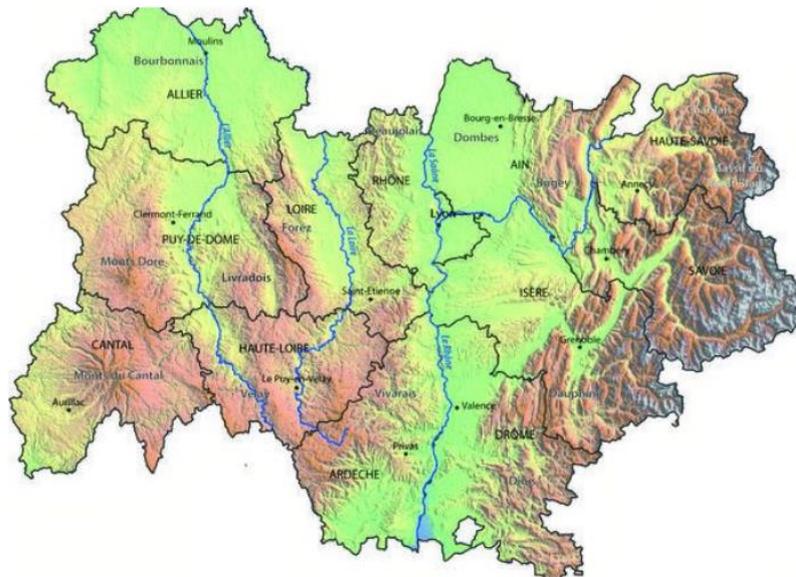


Figure 8 : Carte de la région Auvergne Rhône-Alpes

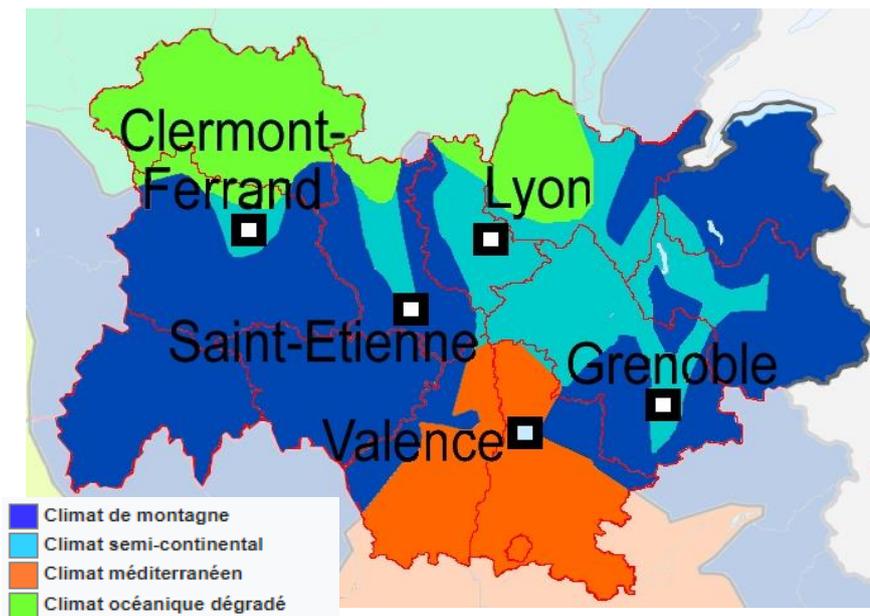


Figure 9 : Carte climatique de la région Auvergne Rhône-Alpes

Cependant ces surfaces représentent actuellement moins de 2% des surfaces en grande culture en Europe (dont 1% est en pois fourrager) alors que ce chiffre se situe entre 10 et 25% sur les autres continent (Schneider, Huyghe, 2015). De plus si l'on veut que cette tendance actuelle persiste et que la France ainsi que l'Europe gagnent en autonomie protéique il faut pouvoir l'accompagner.

I.B. Accompagner le développement des légumes secs sur la région Auvergne Rhône-Alpes

I.B.1. Spécificités géographiques et climatiques de la région

La région Auvergne Rhône-Alpes souhaite développer la culture de légumes secs sur son territoire. Elle est une des plus vastes régions de France avec environ 70 000km². Cette région regroupant 12 départements est issue de la fusion des anciennes région Auvergne (Allier, Cantal, Haute-Loire, Puy-de-Dôme) et Rhône-Alpes (Ain, Ardèche, Drôme, Isère, Loire, Rhône, Savoie, Haute-Savoie) (Fig.8). Elle regroupe donc des espaces très différents les uns des autres tant sur le plan géographique (relief, climat), que sociologique, économique et culturel.

Avec 67% de son territoire en zone de montagne, la région AURA constitue la première région montagneuse d'Europe. La moitié Ouest du département se situe dans le massif central. Elle se caractérise par une succession de plateaux et de massifs de moyennes montagnes dont l'altitude varie de 500 à près de 1900 mètres. Une grande partie Est se trouve quant à elle dans le massif des Alpes caractérisé par de hautes montagnes et de larges vallées. Les deux étant séparé par la large vallée du Rhône (La région AURA, 2020). Il y a également des espaces de plaines comme au Nord du Massif Central où se trouvent les plaines de la Limagne et du Bourbonnais, ou encore la plaine du Forez se situant entre les monts du Forez et les monts du Lyonnais ainsi que le Nord de Lyon avec les Dombes. Cette diversité de relief entraîne donc une diversité de climat, influençant les types de productions agricoles (Fig.9).

La filière légumes secs dispose d'un potentiel de développement important au niveau de la région qui compte plus de 8 000 000 d'habitants soit une densité de 112hab/km², avec une croissance démographique de +0,8% contre +0,5% de moyenne dans le reste de la France. Il y a 4 grands bassins de consommation regroupant environ la moitié de la population de la région, correspondant à l'aire urbaine des 4 plus grandes villes de la région que sont : Lyon (2 310 000 habitants), Grenoble (690 000 habitants), Saint-Étienne (520 000 habitants) et Clermont-Ferrand (480 000 habitants). Mais il y a également une vingtaine de villes de plus de 60 000 habitants réparties sur tout le territoire, ce qui contribue à un maillage relativement équilibré participant au potentiel de développement de la filière (La région AURA, 2020).

La région est également la deuxième région de France pour le revenu fiscal par unité de consommation. C'est également une région très touristique avec un rayonnement mondial. Cela contribue donc également au potentiel de développement de la filière sur la région. L'agriculture est également très dynamique avec un nombre d'exploitations qui est passé de 57 000 en 2013 à plus de 62 000 aujourd'hui. C'est également la région qui compte le plus grand nombre d'exploitations en bio et est la première productrice de produits agricoles sous label (La région AURA, 2020).

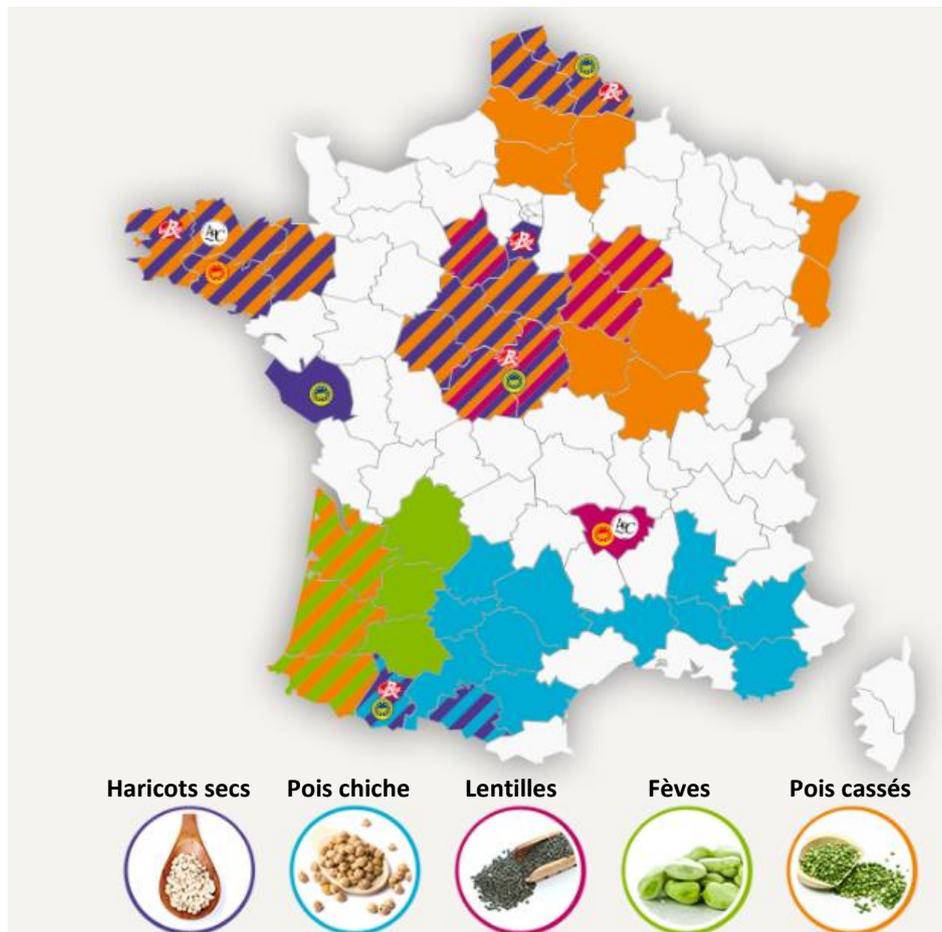


Figure 10 : Bassins de production historiques de légumes secs (source FNLS)

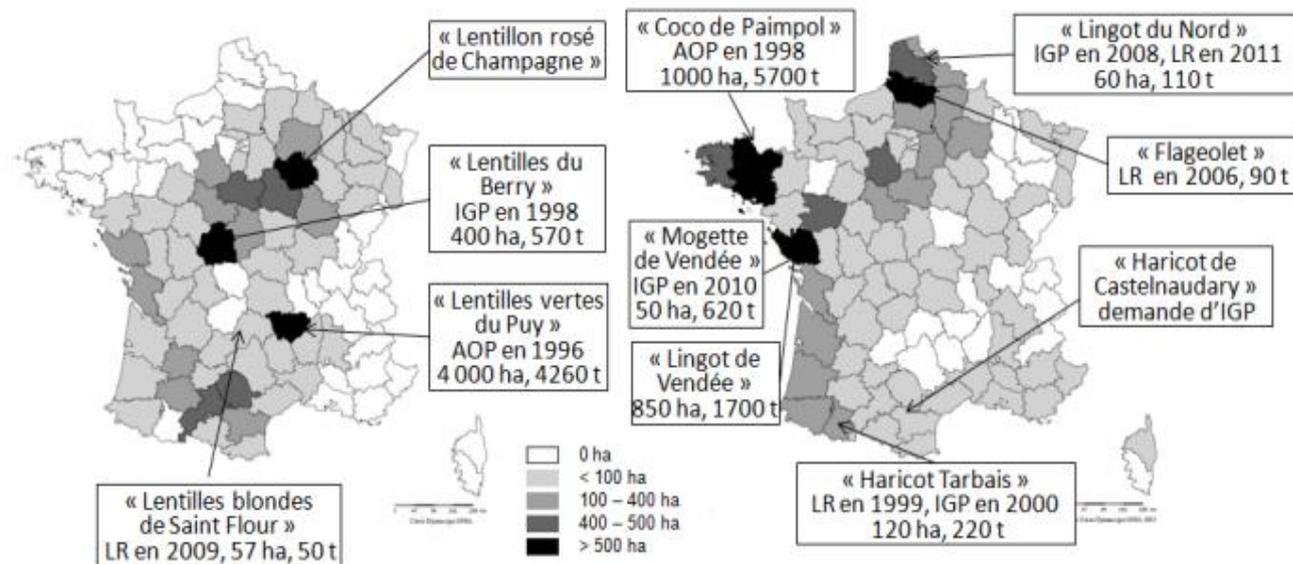


Figure 11 : Surfaces de lentilles et haricots secs et demi-secs, en France en 2010 (source LEGITIMES)

Plusieurs modèles agricoles sont caractéristiques sur le territoire. Ces différents modèles s'expliquent non seulement par la différence de climat mais également par des natures de sol différentes. Il y a 86 régions agricoles¹ différentes dénombrées quand la France en compte 411 sur tout le territoire (Agreste, 2016). Les différentes productions n'étant pas adaptées à tous les contextes pédoclimatiques, les territoires se sont spécialisés. Les terres peu profondes des zones de montagnes ont ainsi vu se développer l'élevage. Tandis que les terres argileuses des plaines comme la Limagne sont plus propices aux grandes cultures. La vallée du Rhône bénéficie d'un climat chaud et sec en été, permettant aux cultures pérennes, telles que la vigne et l'arboriculture, de s'implanter.

Il est donc important de prendre en compte ces différences lorsqu'il est question d'accompagner le développement d'une activité au niveau régional et de l'adapter aux contextes locaux.

I.B.2. Un besoin de références technico-économique pour accompagner le développement d'une filière légumineuses à graines en AURA

Les espèces cultivées actuellement sur le territoire français peuvent être classées en deux catégories :

- Les cultures majeures (blé, maïs, colza...)
- Les cultures mineures (lentille, sarrasin, quinoa...)

Les cultures majeures sont des cultures dont le comportement et l'itinéraire technique sont très bien connus et maîtrisés par les agriculteurs et les conseillers agricoles. Cela est notamment dû aux moyens importants mis en place pour l'acquisition de connaissances, de références et de sélection variétale par les principaux instituts techniques et de recherche et des semenciers. En revanche les cultures mineures comme les légumes secs ont, comme leur nom l'indique, des intérêts *a priori* moindres pour ces acteurs et font l'objet de beaucoup moins d'investissements de leur part (Meynard, et al., 2013 ; Meynard, et al., 2018).

En France les légumes secs sont historiquement rares dans les assolements (Jeuffroy, et al., 2015). De plus, certaines productions étaient d'abord localisées, comme le pois chiche sur le pourtour méditerranéen ou restreintes à des bassins de production, comme Le Puy-en-Velay pour la lentille et Tarbes pour les haricots (Fig. 10). Il y a donc très peu d'histoire de légumes secs sur la région AURA, hormis la lentille en Haute-Loire et un peu dans le Cantal et le pois chiche dans la Drôme. Cela implique donc un manque global de technicité de la part des agriculteurs et du conseil agricole sur ces cultures-là en-dehors de ces 2 départements. De plus la Drôme et la Haute-Loire disposent de conditions pédoclimatiques très différentes. Cependant de nombreux départements de la région voient leur production augmenter. En effet en comparant les figures 10, 11, 12 et 13 il apparaît de nouvelles surfaces en légumes secs sur la région au court du temps et en-dehors des bassins historiques.

Il est également nécessaire de gagner en expertise sur ces cultures afin de mieux appréhender les aléas. Par exemple, le rendement moyen national pour la lentille, le pois chiche et le haricot se situe entre 15 et 25 q/ha mais on observe une grande variabilité régionale et annuelle (Jeuffroy, et al., 2015). Cela ne permet donc pas de généraliser et induit un besoin de références à des échelles plus locales notamment dans des régions possédant une grande diversité géographique et climatique comme l'Auvergne Rhône-Alpes. En effet la variabilité

¹ Région agricole : ensemble de commune homogène, en termes de caractéristiques physiques : nature du sol, climat et agronomiques (types de cultures ou d'élevages)

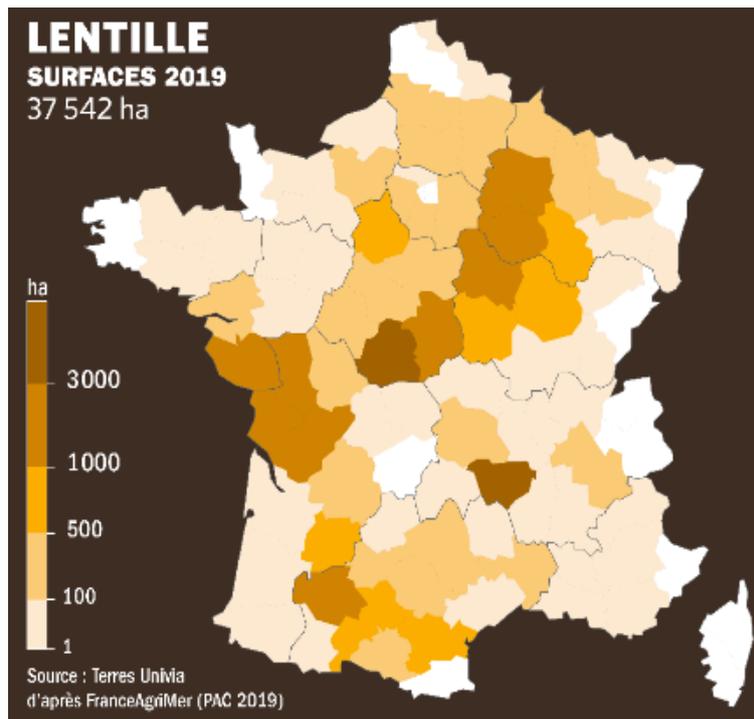


Figure 12 : Surfaces de lentilles en France en 2019
 (source Terres Univia, 2019)

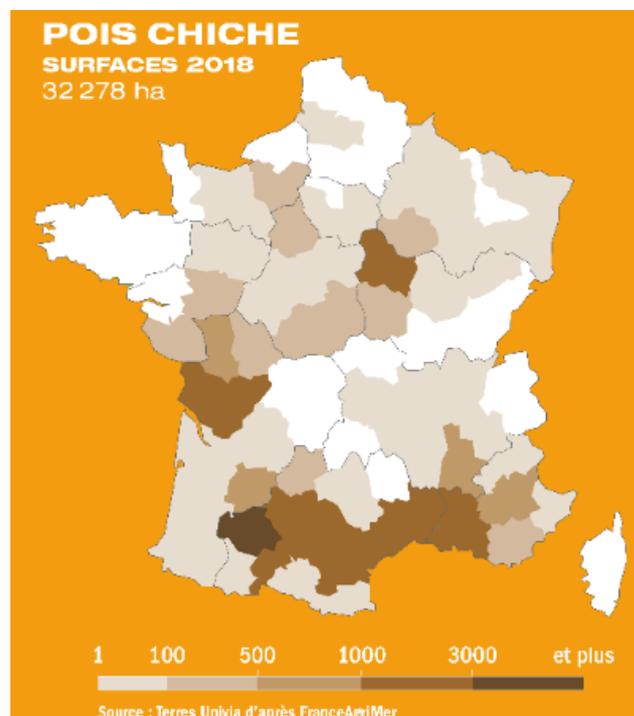


Figure 13 : Surfaces de pois chiche en France en 2018
 (source Terres Univia, 2018)

de rendements des légumineuses à graines est plus forte que celle du blé, ce qui constitue un frein à la mise en place de ces cultures pour les agriculteurs n'ayant pas une bonne maîtrise technique de ces cultures (Carrouée, et al., 2012).

Ainsi, Schneider et Huyghe (2015) recommandent, pour inciter au développement des légumineuses selon eux trop peu utilisées en France, le renforcement de l'accompagnement technique sur les systèmes incluant des légumineuses et sur leur valorisation. Le manque de références technico-économiques sur les cultures mineures étant un frein au développement de celles-ci sur les exploitations (Meynard, et al., 2018).

I.B.3. Un projet pour acquérir des références technico-économiques

Au vu de ce qui a été énoncé précédemment, il y a un manque de technicité sur les cultures de légumes secs au niveau régional. Cependant la production gagne en ampleur, et avec elle la demande de références d'où la nécessité de mettre le projet LegSecAURA en place. Ce projet a reçu le soutien financier de la région dans le cadre de l'appel à projet PEPIT² pour une durée de 3 ans et a pour objectif de créer des références technico-économiques principalement sur pois chiche, haricot et lentille en conventionnel et en agriculture biologique. Il met en place des dispositifs d'expérimentations en micro-parcelles ou en bandes sur des facteurs influençant la réussite de la culture, notamment au niveau de l'itinéraire technique et de la variété. Il y a également un suivi de parcelles chez des producteurs situés dans différents contextes pédoclimatiques afin d'identifier des points d'attention sur ces cultures. Le fait d'avoir des producteurs déjà présents un peu partout sur le territoire est très intéressant pour le projet. Cela donne accès à des retours d'expériences différents dans les contextes pédoclimatiques dont il est question pour le projet.

Le développement durable de cette filière nécessite de comprendre les déterminants qui influencent la réussite agronomique et économique de ces cultures et comment elles peuvent évoluer sur les exploitations. Cette étude a donc pour objectif de rassembler et d'analyser une partie de ces retours d'expériences, grâce à des enquêtes. Elle permet de dresser l'état des lieux de la diversité de pratiques existantes, tant au niveau de l'itinéraire technique que de la valorisation, et d'identifier des points clés pour la réussite de ces cultures pour différents contextes pédoclimatiques. Elle permet également d'identifier des facteurs influençant l'avenir de ces cultures sur les exploitations. Les résultats obtenus vont permettre d'identifier des pistes pour de futures expérimentations à mettre en place dans le cadre du projet. Ils vont également être présentés sous forme de fiches techniques à destination des conseillers et des agriculteurs. L'étude cherche donc à répondre à la problématique :

Quels déterminants technico-économiques influencent les résultats de la culture de légumes secs et quels facteurs socio-économiques déterminent l'évolution de celles-ci sur la région Auvergne Rhône-Alpes ?

² PEPIT (Pôles d'Expérimentations agricoles Partenariales pour l'Innovation et le Transfert aux agriculteurs d'Auvergne Rhône-Alpes) : aide visant à soutenir des projets collaboratifs d'expérimentations ou de recherche appliquée en agriculture d'intérêt collectif avec une diffusion large des résultats et associant des producteurs, des structures de recherche, de développement, d'enseignement, etc...

II. Méthodologie

II.A. Hypothèses à tester

Pour répondre à cette problématique, l'étude se décompose en 3 parties :

- Partie 1 : Analyse des résultats techniques des cultures de légumes secs à l'aide du rendement comme indicateur.
- Partie 2 : Analyse des résultats économiques des cultures de légumes secs à l'aide de la marge semi-nette comme indicateur.
- Partie 3 : Analyse des facteurs socio-économiques sur l'évolution des cultures de légumes secs sur l'exploitation.

Plusieurs hypothèses ont donc été établies grâce à la littérature scientifique et technique, en vue de répondre aux trois parties de la problématique. L'étude cherche donc à confirmer ces hypothèses pour la région AURA. Elles ont également servi de fil conducteur à l'établissement du questionnaire et au déroulement des enquêtes.

II.A.1. Partie 1 : Le rendement un indicateur pour juger du résultat technique

Le rendement a été choisi comme indicateur du résultat technique. Il correspond au rapport entre la quantité récoltée d'une culture et un facteur de production. Le facteur de production ici retenu est la surface permettant de mesurer la productivité de la terre (Pollet, 1999). Il est représentatif de l'efficacité d'une culture vis-à-vis des choix techniques de l'agriculteur et du contexte pédoclimatique (Morlon, Sigaut, 2020). Le rendement dépend donc de plusieurs facteurs de natures différentes. Certains de ces facteurs font l'objet de recommandations au niveau national, or il a été montré plus haut que des recommandations à une échelle plus locale sont importantes. Des hypothèses ont donc été établies pour répondre à la première partie de la problématique avec l'objectif d'identifier quels sont les facteurs qui impactent significativement les résultats techniques de la culture de légumes secs en AURA.

Certains facteurs environnementaux vont influencer les légumes tout au long du cycle de culture. La nature du sol va notamment jouer un rôle, car si les légumes secs permettent une valorisation des terres superficielles avec une faible réserve en eau, ils sont sensibles aux excès et aux forts manques d'eau (Terres Inovia, 2019a, 2019b). Au niveau national il est même conseillé d'éviter des sols hydromorphes ou très séchants. De même les sols battants sont à éviter car pénalisant la levée. La nature du sol influence également la fixation symbiotique, via le pH notamment. En effet un pH acide (<5) entraîne une diminution de la survie des bactéries (Hungria, Vargas, 2000). La température est également importante car des températures moyennes trop basses peuvent pénaliser la levée et entraîner une mauvaise nouaison (Annexe 1). Ces différentes recommandations nationales semblent donc indiquer que les légumes secs sont très sensibles aux conditions du milieu où ils cultivés. L'AURA disposant de nombreux contextes pédoclimatiques différents il est intéressant de se demander dans quelle mesure le facteur de localisation de la culture influence le rendement dans la région.

H1 : La localisation de l'exploitation agricole sur le territoire influence le rendement des légumes secs.

Les caractéristiques structurelles d'un système impliquent des règles de fonctionnement et des mécanismes de régulation du système. Or, ils peuvent devenir, dans certaines conditions, un obstacle au développement d'une activité sur l'exploitation, une nouvelle culture par exemple, ou de l'exploitation en général. Il peut donc être nécessaire d'intervenir sur la structure même de l'exploitation afin de lever ces obstacles (Sébillotte, Vladyslav, 1972). Les facteurs les plus souvent étudiés sont la surface, le nombre d'UTH et le rapport entre les deux mais il en existe de nombreux autres. De plus les caractéristiques sociales du chef d'exploitation peuvent influencer ses décisions (Cattan, Mermet, 1992 ; Paineau, et al., 1998 ; Roussy, et al., 2014). L'étude s'intéresse donc à savoir si la structure des exploitations de la région constitue un frein aux rendements atteignables par les producteurs. Cette étude analyse donc certains indicateurs de la structure de l'exploitation avec l'hypothèse que :

H2 : Les caractéristiques socio-structurelles de l'exploitation agricole influencent le rendement de la culture.

En-dehors des caractéristiques évoquées précédemment, l'agriculteur a le pouvoir d'influencer le comportement de la culture par l'itinéraire technique qu'il met en place. L'itinéraire technique correspond à « des combinaisons logiques et ordonnées de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée » (Sébillotte, 1974). Ainsi les différents choix fait par le producteur vont avoir des conséquences pour la culture, comme par exemple le choix de la variété. En effet les variétés sont développées dans différentes conditions pour répondre à différents objectifs, ce qui entraîne des comportements de la culture spécifiques à la variété suivant les conditions. Ce qui permet d'émettre l'hypothèse que :

H3 : La variété choisie influence le rendement des cultures de légumes secs.

La succession culturale mise en place sur l'exploitation peut avoir des effets positifs sur les cultures qui la composent, et notamment sur leur rendement (Félix, 2013). Cependant cette étude n'est pas une étude systémique, elle ne regarde donc pas l'effet de rotation dans son ensemble mais se focalise sur le précédent cultural. Celui-ci a notamment un effet sur la quantité d'azote laissé dans le sol, ce qui va influencer la mise en place des nodosités. De même il peut avoir un pouvoir plus ou moins nettoyant pour la parcelle (Sébillotte, 1982), ce qui est à prendre en compte au vu de la faible compétitivité des légumes secs. Ainsi une autre hypothèse peut être émise telle que :

H4 : Le précédent cultural va avoir une influence sur les résultats techniques des cultures de légumes secs.

La gestion de l'interculture semble importante pour les légumes secs. En effet elle doit permettre la mise en place des nodosités et une bonne implantation de la plante. Elle doit également permettre de lutter contre les adventices par la mise en place de couvert, la réalisation de faux semis ou d'un labour. Cependant Terres Inovia (2019a) met en garde vis-à-vis du nombre de passage effectués et du risque de compaction des sols défavorable à la mise en place des nodosités sans toutefois émettre de limite. Ceci permet de formuler une cinquième hypothèse :

H5 : La gestion de l'interculture influence directement le rendement.

Les pratiques de semis sont une étape importante de l'itinéraire technique. La date de semis peut être modulée dans une stratégie d'évitement des stress thermiques en période de floraison et du stress hydrique durant le remplissage des grains (Annexe 1). Cependant des semis trop précoces engendrent un risque de subir un épisode de froid, stress auquel les légumes secs sont peut résistants. De même des semis tardifs augmentent le risque d'avoir des conditions

défavorables à des stades clés, comme le remplissage du grain. La densité est également un point essentiel dans le sens où elle influence directement la quantité de pieds à la levée. De plus elles sont à moduler en fonction de la date de semis et des semis trop denses semblent être défavorables car favorisant les maladies, la verse et limitant la ramification (Terres Inovia, 2019a). La profondeur permet également de moduler les effets de la date de semis, en effet semer profond dans le cadre d'un semis précoce permettrait une meilleure résistance au froid. Cependant des semis trop profonds peuvent pénaliser la levée et avoir un impact sur le nombre de pieds à la levée. L'écartement de semis utilisé est le fruit d'un arbitrage entre une couverture rapide du sol et une limitation de la concurrence entre les plants ainsi qu'une facilité du désherbage mécanique (Terres Inovia, 2019a, 2019b). La culture en association se développe également dans des stratégies de lutte contre les adventices et de prévention de la verse. Mais elle pose des problèmes au niveau de la disponibilité en eau en fin de cycle et du triage notamment dans les associations lentille et céréale (Terres Inovia, 2019a). Il semble donc que chaque pratique de semis a ses avantages et inconvénients et qu'elle influence différemment le résultat de la culture. Ainsi, il est possible d'émettre l'hypothèse que :

H6 : Les pratiques de semis vont avoir une influence sur le rendement.

S'il a été établi qu'une fertilisation azotée n'est pas nécessaire sur légumineuse, il a également été démontré que dans certaines conditions il peut malgré tout y avoir un déficit de nutrition azotée. Les légumes secs sont peu exigeants en nutriment mais ils exportent néanmoins des minéraux que les plantes doivent puiser dans le sol. Or dans certaines conditions il peut y avoir un manque en certains éléments essentiels pour la plante. Selon les conditions, la fertilisation semble donc être intéressante, notamment en sol alcalin où l'on peut observer des déficiences en phosphore (Voisin, Gastal, 2015). Cela induit donc une hypothèse supplémentaire :

H7 : Le raisonnement de la fertilisation apportée est un gage de la réussite de la culture de légumes secs.

Les légumes secs sont peu gourmands en eau, cependant ils sont sensibles au stress hydrique à certains stades critiques comme la nouaison par exemple (Annexe 1). Ainsi il peut être envisagé un apport d'eau lors de ces stades s'il y a un déficit hydrique. De plus certains légumes secs comme le haricot, nécessitent des apports plus réguliers. La huitième hypothèse est donc bâtie sur ces recommandations :

H8 : Le rendement de la culture dépend notamment d'une irrigation raisonnée.

Enfin la gestion des bioagresseurs est une part importante de l'itinéraire technique. La gestion de l'enherbement est notamment difficile à maîtriser car comme il a déjà été évoqué ces cultures sont peu compétitives. De plus, en conventionnel il existe peu d'herbicides homologués sur légumes secs ce qui rend la gestion des adventices compliquée et qui favorise l'utilisation du désherbage mécanique. Les légumes secs sont également sensibles à certaines maladies fongiques comme la fusariose, l'ascochytose ou encore au champignon *Aphanomyces euteiches* (Annexe 2). Ils nécessitent donc une stratégie de lutte adaptée. Il existe des moyens préventifs en conventionnel (sauf pour *Aphanomyces euteiches*) mais il est préconisé de jouer sur le délai de retour pour limiter les risques. La dernière hypothèse en lien avec l'itinéraire technique est donc :

H9 : Les méthodes de luttés curatives (chimique ou physique) mises en œuvre par l'exploitant contre les maladies fongiques, les ravageurs et les adventices influencent le rendement des légumes secs.

Les légumes secs sont ici considérés comme une culture de rente et par définition une culture de rente est une culture dont on cherche à dégager un profit. Ainsi comme le rendement représente une quantité produite pour un facteur de production donné (ici la surface), il était également nécessaire de le prendre en compte pour réaliser une analyse économique de la culture.

II.A.2. Partie 2 : La marge semi-nette à l'hectare un indicateur pour juger du résultat économique

Au-delà des résultats techniques de la culture il faut également regarder les résultats économiques qui sont un critère important pour l'adoption de nouvelles cultures par les agriculteurs. Pour analyser les résultats économiques des légumes secs l'étude utilise comme indicateur la marge semi-nette. Celle-ci correspond à la marge brute à laquelle sont soustraits les coûts directs (ici les charges de mécanisation et de triage). L'utilisation de la marge semi-nette comporte deux principaux avantages pour caractériser le résultat économique d'une culture. Tout d'abord il permet de caractériser l'intérêt économique de la substitution d'une culture par une autre. Or, rajouter une culture dans un système pour la diversifier nécessite de réduire l'importance d'une ou plusieurs autres cultures. Le second avantage est un avantage pratique, en effet, le calcul de la marge pose moins de problèmes d'estimation qu'un coût de production complet (Carles, Millet, 1990). Elle permet donc de s'affranchir des coûts fixes dû à des caractéristiques structurelles spécifiques des exploitations et place les exploitations sur un pied d'égalité. La marge semi-nette a ici été privilégiée à la marge brute car certaines hypothèses basées sur le rendement impliquent une variabilité au niveau des charges de mécanisation (préparation du sol, gestion de l'enherbement avec le désherbage mécanique ou non...) demandant d'être prises en compte.

Ainsi par définition la marge brute des légumes secs est due entre autres au rendement de la culture. Cependant d'autres variables rentrent en compte dans son calcul. Cette étude analyse donc les résultats économiques de la culture par le biais de la marge semi-nette et de ses composantes. Les composantes considérées ici sont le rendement, le prix de vente et les coûts avant et après récolte. Selon Aubry et Chiffolleau (2009) on ne peut pas certifier que les circuits courts permettent systématiquement une meilleure marge. Ainsi l'effet du circuit de commercialisation des légumes secs sur la marge est également étudié. L'hypothèse émise ici est que :

H10 : Les choix faits par le chef d'exploitation vis-à-vis des voies de commercialisation utilisées et des types de produits vendus ainsi que le fait d'avoir un signe d'indentification de l'origine et de la qualité (appellation, agriculture biologique) influencent la marge semi-nette des légumes secs.

II.A.3. Partie 3 : Le futur des légumes secs sur les exploitations

Enfin, pour finir de répondre à la problématique, l'effet de facteurs socio-économiques sur l'évolution des légumes secs au sein de l'exploitation est également étudié. En effet certains facteurs propres aux producteurs ou institutionnels peuvent influencer les pratiques agricoles et leurs évolutions sur l'exploitation (CYMMIT, 1993). Par exemple, l'expérience du chef d'exploitation peuvent influencer les prises de décision (Feder, 1982) ainsi que le nombre d'associés. L'encadrement technique et l'accès à l'information (Folefack, et al., 2012 ; Yabi, et

al., 2016), ce que l'appartenance à une appellation devrait pouvoir fournir par exemple, peut également influencer l'adoption de nouvelles pratiques. De même la perception de ces pratiques par les agriculteurs est importante pour leur adoption (Traoré, et al., 1998). L'atteinte ou non des objectifs est également déterminante. Ce qui permet d'énoncer l'hypothèse suivante :

H11 : Les caractéristiques socio-économiques du chef d'exploitation influencent l'évolution de la culture de légumes secs sur l'exploitation.

II.B. Comment établir l'état des lieux d'une culture à l'échelle de la région ?

II.B.1. La typologie un traitement des données permettant de traduire la diversité

Un des objectifs, dans une région aussi vaste et diversifiée que l'Auvergne Rhône-Alpes, est que les producteurs puissent s'identifier et se comparer à d'autres producteurs étant dans un contexte pédoclimatique proche. La création d'une typologie basée sur le contexte pédoclimatique semble donc pertinente. En effet lorsque l'on regarde la définition du Larousse (2020), les typologies correspondent à « des systèmes de classification d'un ensemble de données empiriques caractérisant une série d'objet d'étude ». Les classes ainsi créées doivent être homogènes afin qu'il n'y ait pas trop de variabilité intra-classe, simples pour que les utilisateurs les identifient facilement et efficaces, c'est-à-dire qu'elles soient opérationnelles. Les typologies caractérisent donc des particularités observées sur les exploitations étudiées (Mbetid-Bessane, et al., 2002) et retransmettent leur diversité, souvent sur un territoire donné (Barrio de Pedro, 2013).

La typologie doit être un outil au service du développement agricole (Jouve, 1986 ; Brossier, Petit, 1977). Une de ses principales applications est qu'elle doit notamment aider le conseiller agricole dans la réalisation de ses deux missions fondamentales que sont la réalisation de diagnostics sur le fonctionnement des exploitations et l'apport de conseil technico-économique (Landais, 1996 ; Landais, 1998). En effet la réalisation de typologie permet de dégager des éléments significatifs pour comparer des exploitations avec d'autres exploitations du même type, et de les situer les unes par rapport aux autres (Jollivet, 1965). Ces comparaisons, étant basées sur des références technico-économiques, attestent de la structure et des performances d'un échantillon d'exploitation de chaque type. Ainsi les typologies servent de cadre pour collecter et structurer ces références (Landais, 1998). On peut donc facilement imaginer une utilisation de la typologie dans le cadre du développement des cultures mineures, dont un des principaux freins est le manque de références (Meynard, et al., 2018).

Habituellement les typologies sont réalisées à l'échelle de l'exploitation entière en prenant en compte l'ensemble des productions et des facteurs de production. Cette étude ne prétend donc pas réaliser une typologie d'exploitation à proprement dit. La typologie est ici utilisée pour classer les exploitations suivant des caractères pédoclimatiques, intrinsèques de l'exploitation et pertinents au regard de la production de légumes secs. Dans le but notamment de répondre à la première hypothèse mais également pour servir de base aux fiches techniques.

II.B.2. Identification de l'échantillon d'étude

L'étude s'est attachée à enquêter les producteurs de lentilles, de pois chiche et de haricots secs de la région AURA. Le but était de ne pas se limiter à un certain type de

producteurs, afin de récolter le plus d'informations possibles sur les pratiques. Ainsi l'enquête a été réalisée auprès d'agriculteurs en agriculture biologique et d'agriculteurs en conventionnel. De même pour les circuits de commercialisation l'étude a cherché à retransmettre la diversité existante donc l'échantillon comprenait différents moyens de commercialisation allant de la vente chez un collecteur à la vente directe.

Pour créer cet échantillon l'ensemble des chambres départementales d'agriculture d'AURA partenaires du projet, ainsi que l'organisme de gestion de l'AOP Lentille Verte du Puy, ont été contactés. Ils ont ainsi fourni, grâce à leur réseau, une liste non-exhaustive de 50 producteurs de la région. La méthode « boule de neige » a également été utilisée. A la fin de chaque enquête il a été demandé à l'agriculteur s'il connaissait d'autres producteurs. Cette méthode a permis de rajouter 10 agriculteurs à la liste de contact. Les différentes méthodes utilisées pour trouver des producteurs susceptibles d'être enquêtés ont donc permis d'identifier 60 contacts. L'ensemble des producteurs de la liste ont été contactés voire relancés lorsque c'était nécessaire mais seulement 26 chefs d'exploitation ont été enquêtés.

II.B.3. Établissement du questionnaire et déroulement des enquêtes

Les enquêtes ont été réalisées sur la base d'un questionnaire semi-directif établi préalablement (Annexe 3). Ce questionnaire est découpé en plusieurs parties, chacune correspondant à une hypothèse et recueillant des données quantitatives et qualitatives permettant de la confirmer ou non. Les différentes variables ont été retenues grâce à la revue de la littérature et aux attentes des différents conseillers en charge du projet dans les chambres d'agriculture partenaires. Les données étaient recueillies pour les trois dernières récoltes effectuées, c'est-à-dire 2019, 2018 et 2017 (lorsque c'était possible), dans le but d'augmenter le nombre d'observations disponibles pour l'analyse des résultats et lisser tant que possible les effets climatiques.

L'exploitation agricole étant un système finalisé et piloté par le chef d'exploitation (Jeanneaux, Capitaine, 2015), les enquêtes ont été réalisées auprès d'eux. Elles se sont déroulées de différentes manières en fonction notamment de leur disponibilité, de leur situation géographique et du contexte actuel de crise sanitaire. Lorsque c'était possible l'enquête terrain était privilégiée car permettant un échange plus profond avec la personne enquêtée. Cependant cette méthode d'enquête demande beaucoup de temps, notamment en déplacement, et réduit de fait le nombre d'enquêtes réalisables. Ainsi lorsque le temps de parcours était trop grand, l'enquête s'effectuait par téléphone. De plus certaines enquêtes ont dû être réalisées par mail pour des raisons de disponibilité des personnes enquêtées. Pour ces quelques cas, un court entretien téléphonique a également eu lieu afin de confirmer les informations.

II.C. Méthode d'analyse des résultats de l'enquête

L'analyse des résultats des enquêtes s'est faite à l'aide des logiciels Excel et R version 4.0.2.

II.C.1. Partie 1 : Méthode d'analyse des résultats liés aux hypothèses sur le rendement

L'objectif de départ était d'établir un modèle linéaire du rendement pour chacune des espèces de légumes secs de l'étude (lentille, pois chiche et haricot). Ce modèle linéaire provient d'un postulat de départ qui est que le rendement est fonction d'une multitude de facteurs et que l'étude modélise comme suit :

$$R = a + bLoc_i + cCs_i + dPr_i + eGi_i + fPs_i + gF_i + hIrr_i + iGb_i + jV_i + \varepsilon_i$$

R est le rendement

a est une constante

b est le coefficient associé à la localisation de l'exploitation **Loc_i**

c est le coefficient associé aux caractéristiques structurelles de l'exploitation **Cs_i**

d est le coefficient associé au précédent cultural **Pr_i**

e est le coefficient associé à la gestion de l'interculture **Gi_i**

f est le coefficient associé aux pratiques de semis **Ps_i**

g est le coefficient associé à la fertilisation **F_i**

h est le coefficient associé à l'irrigation **Irr_i**

i est le coefficient associé à la gestion des bioagresseurs **Gb_i**

j est le coefficient associé au choix de la variété **V_i**

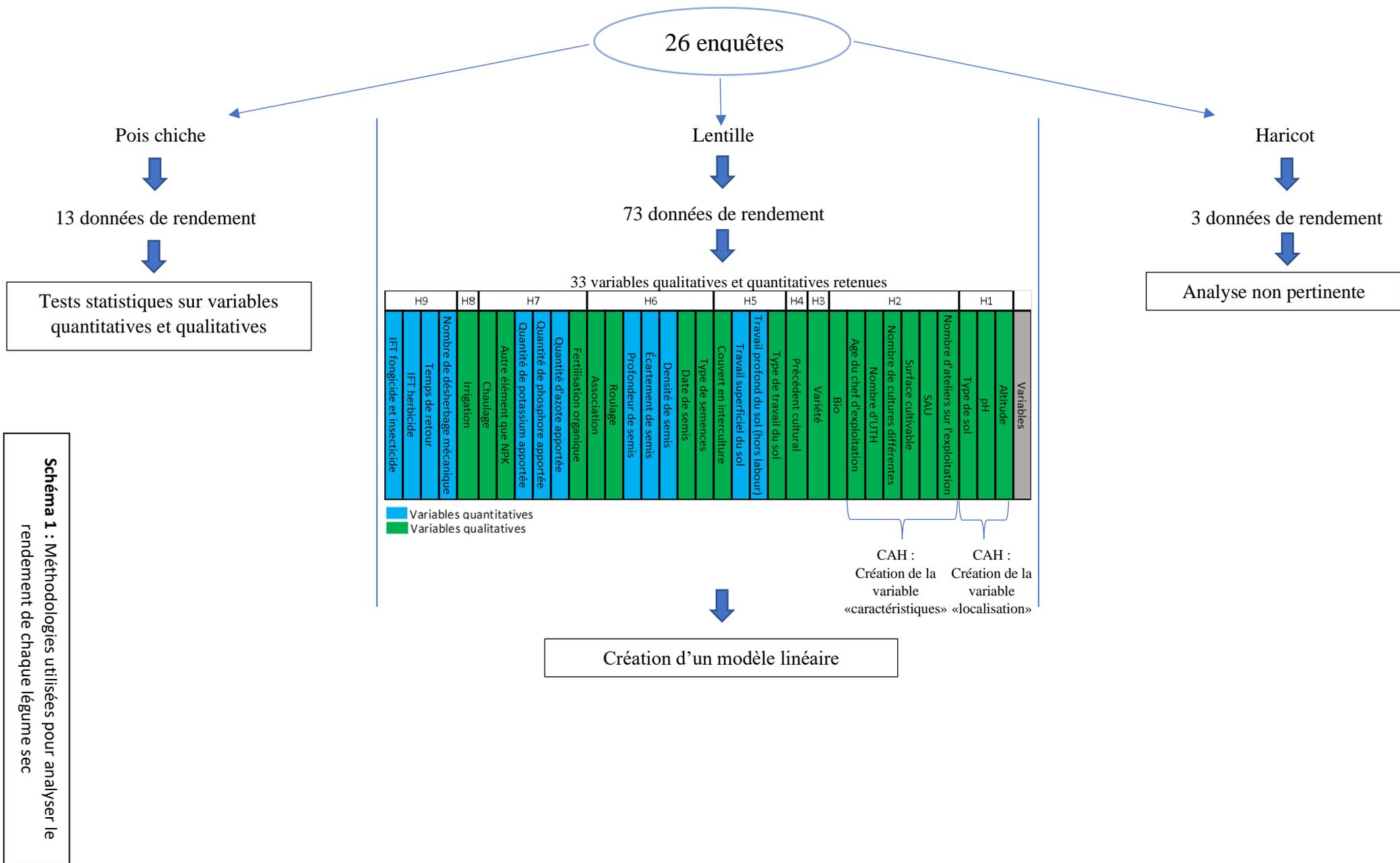
ε_i est le terme d'erreur

Chaque variable du modèle correspond donc à une hypothèse de la première partie de la problématique. Le modèle ne prend pas en compte les aléas climatiques car ils sont non prévisibles par l'agriculteur. Il retranscrit l'effet de ses pratiques et des caractéristiques de son exploitation sur le rendement. De plus c'est un modèle théorique. Dans la pratique l'ensemble des termes du modèles, hormis « Loc_i, V_i, Irr_i et Pr_i », sont représentées par un ensemble de variables afin de pouvoir identifier l'effet des différentes pratiques.

Afin d'avoir le maximum d'observations possibles pour une exploitation, une valeur de rendement a été relevée pour chaque itinéraire technique différent mis en place par type de légumes secs et par année. Par exemple si pour une année donnée une exploitation cultive du pois chiche et de la lentille et qu'elle met en place deux itinéraires techniques différents pour la lentille, il y aura pour cette année-là trois observations différentes. Cependant, malgré cette méthode, le modèle linéaire n'a pu être réalisé que pour la lentille en raison d'un nombre trop faible de données pour les deux autres espèces. Malgré tout, certains facteurs ont pu être analysés séparément par le biais d'Anovas, de régressions linéaires et de tests non paramétriques équivalents pour le pois chiche. En revanche pour le haricot le nombre de données récoltées n'a pas permis de réaliser d'analyse pertinente (Schéma 1).

Afin de réaliser le modèle linéaire pour la lentille, l'ensemble des variables du questionnaire ont été triées *a posteriori* afin d'écartier les variables disposant de trop peu de données et celles n'ayant pas assez de variabilité pour pouvoir être utilisées. Ainsi sur l'ensemble du questionnaire 34 variables quantitatives et qualitatives ont été retenues (Schéma 1, Annexe 4) pour potentiellement faire partie du modèle.

Pour la création du modèle et l'analyse des résultats du pois chiche les variables « altitude, type de sol et pH » relatives à la localisation de l'exploitation agricole ont fait l'objet d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) afin de créer une unique variable



« Localisation » (Schéma 1). De même les variables « Nombre d'ateliers³, SAU, Surface cultivable, Nombre de cultures différentes, âge du chef d'exploitation et Nombre d'UTH » relatives aux caractéristiques socio-structurelles de l'exploitation, ont également subies une CAH pour créer l'unique variable « Caractéristiques ». Ceci afin de réduire le nombre de variables à intégrer dans le modèle. Le choix a été fait de ne pas intégrer la variable « Bio » à la variable « Caractéristiques » afin de pouvoir apprécier son effet propre (Schéma 1). L'utilisation d'une CAH est également justifiée car au vu de la littérature il ne ressort pas de variable prioritaire pour créer des groupes parmi celles identifiées.

Le critère d'information d'Akaike (AIC) a ensuite été utilisé afin de retenir le modèle linéaire qui explique au mieux le jeu de données. Ce critère est un estimateur de la qualité d'un modèle statistique et permet de choisir un modèle possédant un minimum de paramètres pour un minimum de perte de donnée. Il permet donc de trouver un compromis entre le biais, qui diminue avec le nombre de paramètres, et la parcimonie, qui demande de représenter un jeu de données avec un minimum de paramètres (Lancelot, Lesnoff, 2005).

L'analyse des différents termes du modèle a été réalisée à l'aide de la méthode dite des moyennes des moindres carrés. Elle permet de réaliser des comparaisons entre les différentes modalités d'une variable après avoir retiré la variation due aux autres variables du modèle. Ainsi ce ne sont pas les moyennes brutes observées qui sont ici utilisées mais des moyennes ajustées en fonction des autres variables explicatives.

II.C.2. Partie 2 : Méthode d'analyse de la marge semi-nette

L'objectif ici est d'analyser quelles sont les composantes de la marge semi-nette qui ont le plus d'effet sur celle-ci. Contrairement au rendement le nombre de données disponibles permet d'analyser les pois chiches et les lentilles de la même façon, en revanche les données récoltées pour les haricots ne sont encore pas suffisantes pour être pertinentes. Le nombre de données diffère par rapport à l'analyse du rendement car la marge semi-nette est récoltée pour une année donnée avec un itinéraire technique donné, une variété, un type de produit (conditionné ou non, trié ou non) et un mode commercialisation. Le calcul de la marge semi-nette utilisé ici est :

$$\text{Marge semi-nette} = \text{Prix} * \text{Rendement} * (1 - \text{Taux de perte au triage}) - (\Sigma(\text{Coûts avant récolte}) + \Sigma(\text{Coûts après récolte}))$$

Pour analyser l'effet des différentes composantes, une régression linéaire ou un test équivalent non-paramétrique (corrélation de Spearman) entre la marge semi-nette et les différentes variables quantitatives rentrant dans son calcul a été faite (Schéma 2). Les différents coûts avant et après récolte ont été calculés de différentes manières :

- Le coût unitaire des semences est issu d'un lissage des prix de différents opérateurs contactés (Limagrain, Axereal, BioAgri, Agrileader)
- Les coûts unitaires des produits phytosanitaires et des fertilisants proviennent des prix pratiqués par l'opérateur Agrileader
- Le coût des fertilisants de type fumier et lisier issu de l'exploitation a été calculé avec la méthode du guide régional de fertilisation 2016 établi par la chambre d'agriculture de l'ancienne région Auvergne

³ Est considéré ici comme atelier : les ateliers vente directe, transformation, culture et les ateliers d'élevage (bovin lait, bovin viande, ovin viande...)

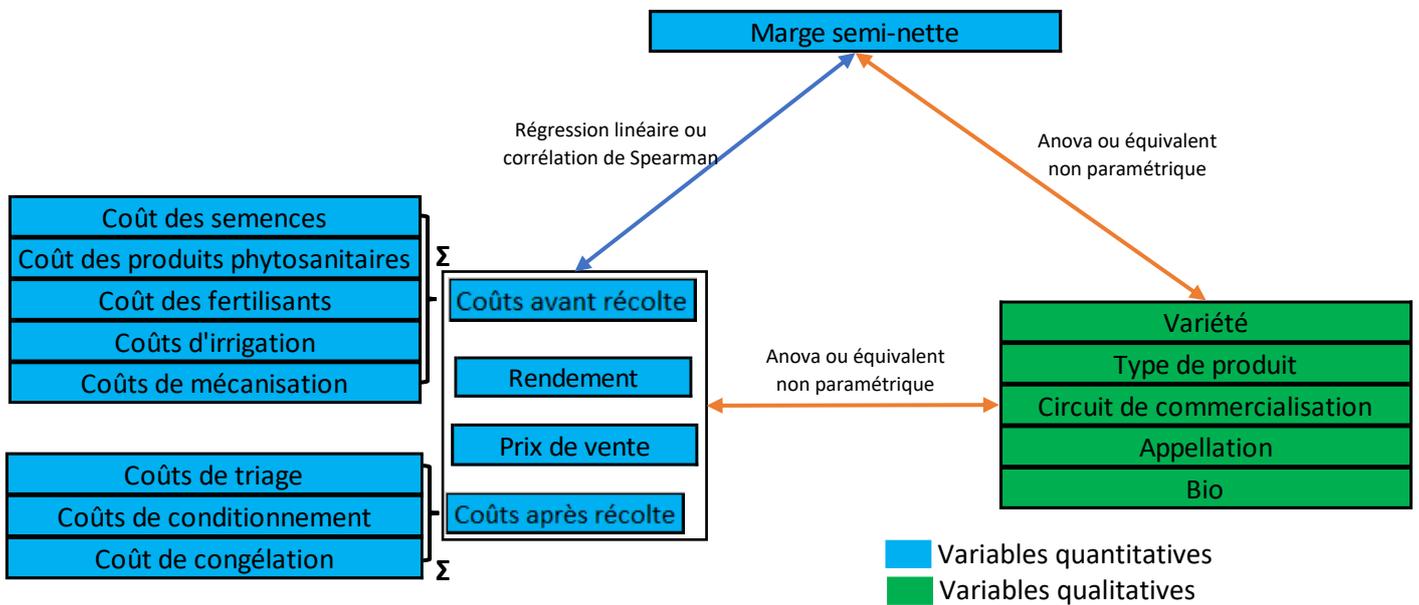


Schéma 2 : Méthode d'analyse des résultats économiques

Variables actives	Définition des variables
Nombre d'associés	(1): 0 ; (2): 1 associé ou plus
Nombre d'années d'expérience en légumes secs	(1): <4ans ; (2): 4-9ans ; (3): 10ans et plus
Atteinte des objectifs	(1): non ; (2): oui mais ; (3): oui
Appellation	(0): non ; (1): oui
Variables illustratives	
Perspectives d'évolution	(1): diminution ; (2): maintien ; (3): développement
Évolution de l'itinéraire technique	(0): non ; (1): oui

Tableau 2 : Variables socio-économiques pour l'ACM

- Les coûts d'irrigation ont été fixés à 0,529€ pour 1m³(La France Agricole, 2019)
- Les coûts de mécanisation ont été calculés grâce au guide « Les coûts 2019 des matériel agricoles » de la chambre d'agriculture nationale
- Le pourcentage de pertes liées au triage, utilisé pour calculer les quantités à conditionner notamment lorsqu'il y en a besoin, a également été fixé à 12,5% (soit un taux de perte de 0,125) pour le calcul de la marge car de nombreux agriculteurs n'avaient pas d'idées précises de leurs pertes. Il est donc issu d'un lissage des quelques valeurs récoltées.

On observe un coût après récolte inhabituel pour les grandes cultures qui est le coût de congélation. En effet la congélation est utilisée sur les grains de lentille pour lutter contre la larve de la bruche qui s'attaque à celles-ci et les rend impropres à la consommation. L'analyse ne prend pas en compte la marge due aux cultures associées car il n'y a pas assez de données pour pouvoir les intégrer dans le calcul. De plus il n'est considéré, pour l'analyse, que la marge semi-nette des produits non transformés.

Il est ensuite regardé, sur les variables du calcul de la marge ainsi que sur la marge, s'il existe des différences significatives entre les différentes voies de commercialisation, les types de produits vendus (en sachet ou en vrac, trié ou non), les variétés utilisées, le fait d'appartenir à une appellation ou non et le fait d'être en agriculture biologique ou non. Pour cela des Anova et des tests équivalents non paramétriques (Wilcoxon, Kruskal-Wallis) ont été réalisés avec les variables « Type de produit, Mode de commercialisation, Variété, Bio et Appellation » (Schéma 2). L'effet de la variété est analysé ici car pour les lentilles notamment, les trois principales variétés ont des couleurs et des préconisations de préparation différentes pour la consommation ce qui peut amener à les considérer comme des produits différents. Pour les pois chiches l'effet des variables « Variété, Appellation et Type de produit » n'a pas été analysé. Il n'y a pas d'appellation en pois chiche sur la région et pas assez de variabilité au niveau des variétés ni du type de produit pour pouvoir analyser ces facteurs.

II.C.3. Partie 3 : Méthode d'analyse des caractéristiques socio-économiques

L'objectif de cette analyse est d'identifier des leviers socio-économiques favorisant la mise en place des cultures de légumes secs sur les exploitations et déterminant leur futur, que ce soit dans l'évolution des pratiques ou la reconduction ou non de ces cultures dans le système cultural de l'exploitation.

Pour répondre à cette hypothèse une analyse descriptive de la perception des légumes secs par les agriculteurs a été réalisée, ainsi qu'une analyse des correspondances multiples (ACM) sur l'ensemble des variables du tableau 2. Les variables actives correspondent aux variables qui servent à construire les axes d'étude de l'ACM. Alors que les variables illustratives sont les variables qui sont expliquées grâce aux axes construits avec les variables actives. L'ensemble des variables utilisées dans cette partie ont fait l'objet de questions spécifiques dans le questionnaire

Age du chef d'exploitation

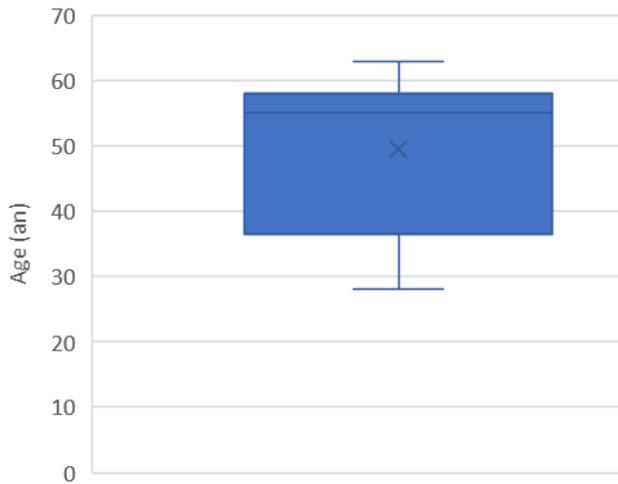


Figure 14 : Distribution des âges des chefs d'exploitation enquêtés

Répartition des exploitations en fonction de leur nombre d'associés

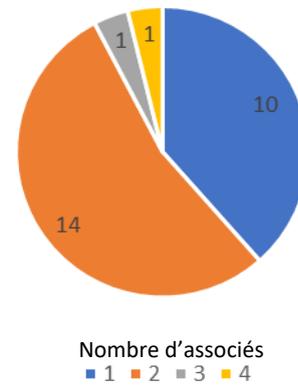


Figure 15 : Représentation du nombre d'associés par exploitation enquêtées

Part d'exploitations en agriculture biologique

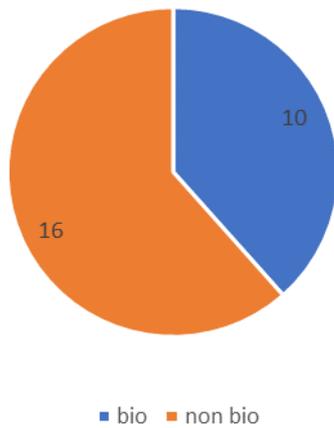


Figure 16 : Part des exploitations enquêtées en agriculture biologique

Surface agricole utile

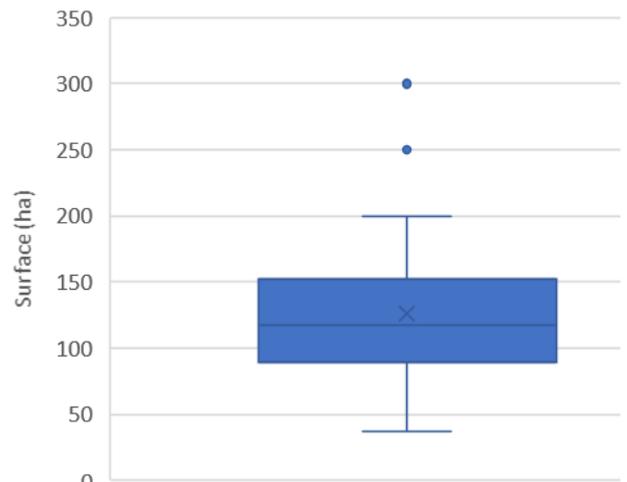


Figure 17 : Distribution de la SAU des exploitations enquêtées

Surface dédiées aux légumes secs

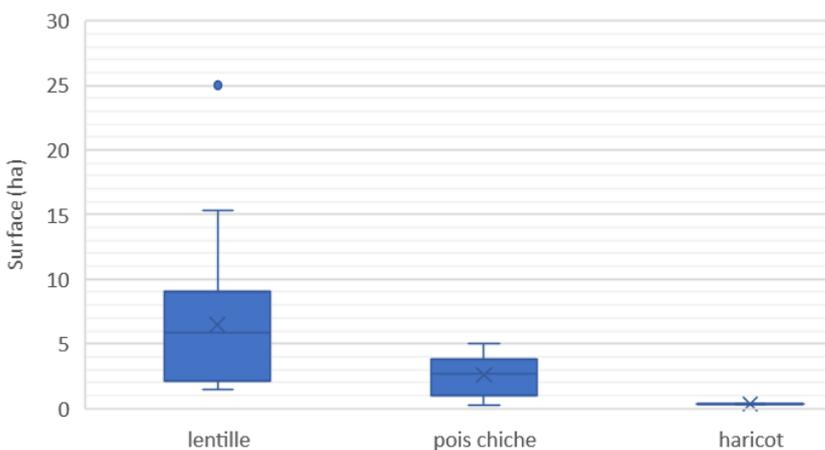


Figure 18 : Distribution de la surface cultivée par légumes secs

Part de la surface cultivée dans la SAU

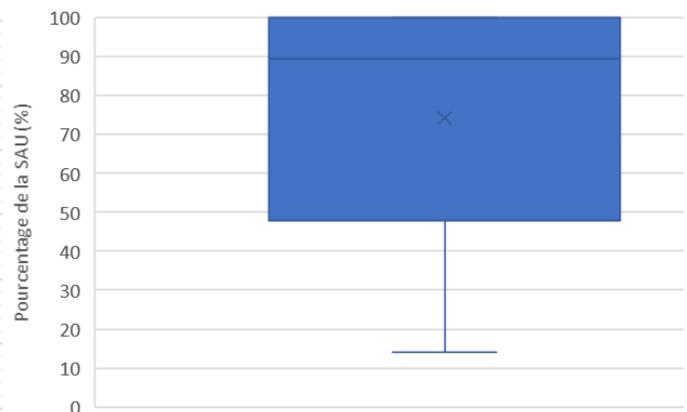


Figure 19 : Part de la SAU cultivée

III. Résultats

III.A. Analyse descriptive de l'échantillon

Sur l'ensemble des exploitations enquêtées on dénombre seulement une cheffe d'exploitation pour 25 chefs d'exploitation. Environ 50% des chefs d'exploitation ont plus de 55 ans (Fig. 14) et partiront à la retraite d'ici 10 ans et un peu plus de 25% ont moins de 40 ans. Cependant cela représente seulement l'âge du décideur au sein de l'exploitation et en observant la figure 15 il apparaît qu'environ 60% des exploitations sont constituées de deux associés ou plus. Il y a ainsi, avec plusieurs associés, plus de chances que l'exploitation perdure après le départ du chef d'exploitation. Avec potentiellement plus de chances que la production de légumes secs fasse partie de la vision stratégique à long terme pour assurer la durabilité de l'exploitation.

La majorité des exploitations enquêtées sont en conventionnel (environ 60%) (Fig. 16). Les exploitations en agriculture biologique représentent néanmoins 40% de l'échantillon, or cette proportion est seulement de 10% pour la région, toutes productions confondues. On ne peut cependant pas affirmer que cette différence soit significative car les conditions nécessaires à la réalisation d'un khi-deux ne sont pas réunies⁴.

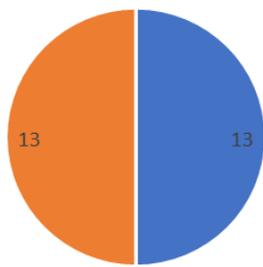
Au niveau de la surface agricole la figure 17 montre que presque 50% des exploitations ont entre 100 et 150ha de SAU et que 25% ont une SAU supérieure à 150ha. Il y a également une grande variabilité, puisque certaines exploitations enquêtées ont une SAU inférieure à 50ha tandis que d'autres ont 300ha. Il y a également une variabilité entre les surfaces cultivées en légumes secs, en effet la figure 18 montre que sur l'échantillon enquêté, les surfaces de lentilles sont en moyenne de 6,5ha alors que les surfaces de pois chiches sont inférieures à 3ha et celles de haricots ne dépassent pas 0,5ha.

La grande variabilité de la SAU implique donc une gestion différente entre les exploitations. La gestion des exploitations diffère également par la nature des productions, car en regardant la figure 19 il apparaît qu'il n'y a pas uniquement des exploitations en grandes cultures. En moyenne 75% de la SAU est cultivée, le reste étant en prairies permanentes. La figure 20 montre une part équivalente de systèmes en polyculture-élevage par rapport aux systèmes en grandes cultures uniquement. Cela peut être expliqué par la relative bonne représentation des départements du Cantal et de la Haute-Loire qui sont des terres d'élevage (Fig. 21). Ils possèdent également une appellation chacun sur la lentille (respectivement « Lentille blonde de Saint-Flour » et « Lentille verte du Puy ») expliquant donc la forte représentation des systèmes en polyculture-élevage.

L'ensemble des exploitations enquêtées se situe sur huit départements de la région AURA, avec cependant des disparités sur la représentation de chaque départements (Fig. 21). En effet 50% des exploitations sont situées sur seulement 2 départements (Puy de Dôme et Haute-Loire). Le Rhône n'est également pas représenté, car il y avait un faible nombre de contacts identifiés dans ce département et qu'aucun agriculteur n'a donné suite à l'enquête. En observant les figures 21 et 22 il apparaît également qu'environ 30% des exploitations se situent

⁴ Le test du khi-deux est un test statistique permettant de comparer une distribution observée par rapport à une distribution théorique. Ici le test n'est pas réalisable car des effectifs théoriques doivent être calculés et pour que la méthode soit valable ils doivent être supérieurs ou égaux à 5, or ce n'est pas le cas ici.

Répartition des exploitations enquêtées selon leurs productions



■ Grandes cultures ■ Polyculture-élevage

Figure 20 : Part des systèmes en polyculture-élevage parmi les exploitations enquêtées

Nombre d'exploitations par département

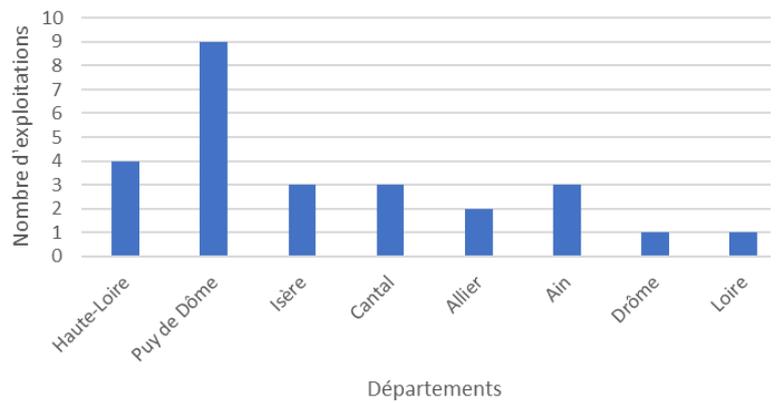


Figure 21 : Nombre d'exploitations enquêtées par département

Altitude du siège d'exploitation en fonction du département

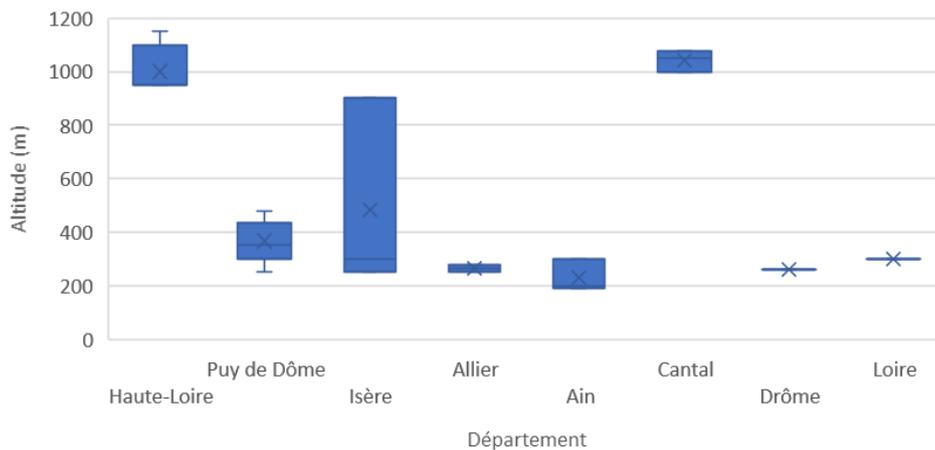


Figure 22 : Distribution de l'altitude des sièges d'exploitation par département

Nombre d'exploitations par type de légume sec

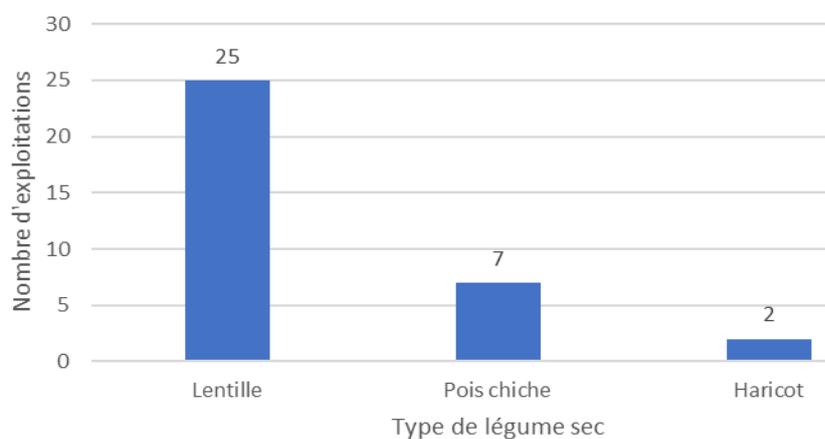


Figure 23 : Représentation du nombre d'exploitations enquêtées par type de légumes secs

à une altitude supérieure à 900m, montrant donc une grande variabilité à ce niveau. L'ensemble des exploitations du Cantal et de la Haute-Loire sont situées au-delà de cette altitude.

Enfin la figure 23 montre combien d'exploitation, parmi les 26 enquêtées, cultivent chaque type de légume sec de l'étude. Seulement une exploitation ne cultive pas de lentille. Elle montre également qu'il y a seulement 2 exploitations cultivant du haricot et 7 cultivant du pois chiche. Ainsi certaines exploitations cultivent par exemple, à la fois de la lentille et du pois chiche et du haricot quand d'autres cultivent uniquement de la lentille. Elles n'ont également pas la même expérience dans ces cultures car certaines en cultivent depuis plus de 20 ans alors que d'autres ont seulement une année d'expérience. La représentation plus faible du pois chiche et du haricot ne permet donc pas une analyse pertinente.

L'analyse descriptive de l'échantillon permet donc de montrer une hétérogénéité parmi les exploitations enquêtées au niveau des caractéristiques structurelles et de la localisation mais également au niveau de l'approche des exploitations vis-à-vis de ces cultures. En revanche elle montre une importance prépondérante de la lentille par rapport au pois chiche et au haricot. Elle met également en évidence les cas particuliers que sont la Haute-Loire et le Cantal représentés uniquement par des exploitations en polyculture élevage, situées à plus de 900m d'altitude et appartenant à une appellation (AOP pour la lentille verte du Puy et en démarche AOP pour la lentille blonde de Saint-Flour).

III.B. Partie 1 : Analyse du rendement

III.B.1. Classification sur la localisation pour l'analyse du rendement

Afin d'analyser le rendement des légumes secs en Auvergne Rhône-Alpes des classifications ascendantes hiérarchiques ont été réalisées sur les variables relatives à la localisation permettant de créer trois classes (Annexe 5) :

- Classe 1 : exploitations situées à plus de 900m et/ou étant sur un sol de type volcanique.
- Classe 2 : situées en-dessous de 350m d'altitude sur des sols de type argilo-calcaires superficiels ou profonds, limoneux, argilo-sableux, alluvions ou encore des terres noires et un pH acide ou neutre.
- Classe 3 : exploitations situées entre 350 et 500m d'altitude et/ou ayant un pH basique.

Cette classification constitue la typologie retenue pour la création de fiches technico-économiques.

III.B.2. Classification sur les caractéristiques socio-structurelles pour l'analyse du rendement

De même une CAH a été réalisée sur les variables relatives aux caractéristiques socio-structurelles permettant de créer 5 classes distinctes (Annexe 5) :

- Classe 1 : exploitations ayant 1 seul UTH avec maximum 2 ateliers, moins de 110ha de SAU et moins de 10 cultures différentes dans l'assolement
- Classe 2 : exploitations disposant d'une SAU comprise entre 155 et 200ha avec deux ou trois ateliers dont un atelier culture et un atelier vente directe et âge du chef

Hypothèses	Variables du modèle	p-value	Explication
H1	Localisation	0.0948	classe 1/2/3
H5	Type de travail du sol	0.0052 **	labour/non-labour
	Travail profond du sol (hors labour)	0.0023 **	nombre de passages
	Travail superficiel du sol	0.0322 *	nombre de passages
H6	Densité de semis	0.0003 ***	kg/ha
	Profondeur de semis	0.0004 ***	cm
	Association	0.1211	oui/non
H7	Autre élément que NPK	0.0043 **	oui/non
	Fertilisation organique	0.0397 *	oui/non
H8	Irrigation	0.0135 *	oui/non
H9	IFT fongicide et insecticide	0.0005 ***	nombre d'IFT
	IFT herbicide	0.1091	nombre d'IFT
$R^2 = 0.5024$			

Tableau 3 : Table d'Anova du modèle linéaire avec les variables retenues par le critère AIC

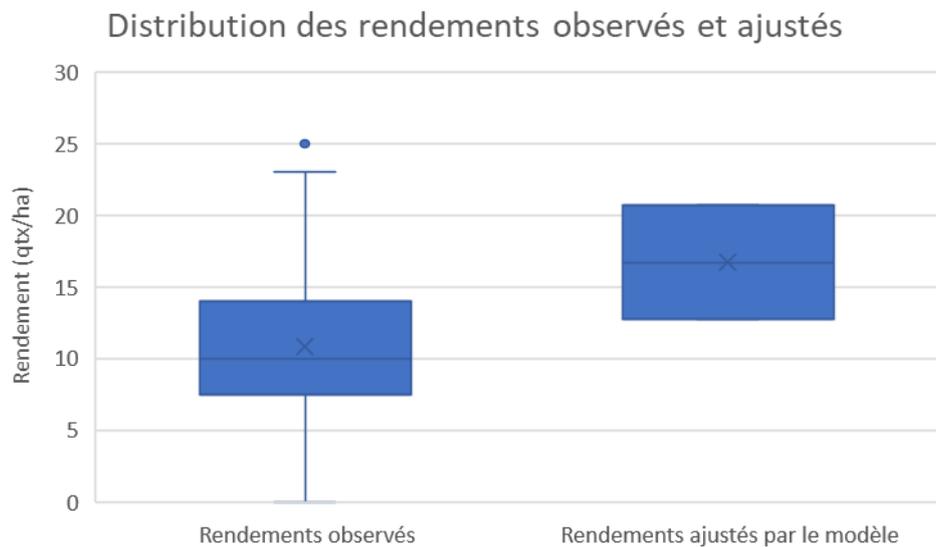


Figure 24 : Comparaison entre les rendements ajustés par le modèle et les rendements observés

d'exploitation supérieur à 40ans. Ce sont donc de grandes exploitations ayant atteint une vitesse de croisière et préparant la reprise pour certaines.

- Classe 3 :
- Classe 4 : exploitations en polyculture et polyélevage avec de nombreux ateliers (5) dont un atelier transformation et un atelier vente directe, avec 3 UTH et moins de 5 cultures différentes dans l'assolement
- Classe 5 : grandes exploitations en polyculture-élevage avec une SAU supérieure à 200ha avec au moins 3 ateliers et ayant au moins 2 UTH

Ces deux classifications ont permis de regrouper plusieurs variables en deux, permettant de caractériser la localisation et les caractéristiques socio-structurelles des exploitations productrices de légumes secs sur la région AURA. C'est donc l'analyse de ces deux variables qui va en partie permettre de confirmer ou non les hypothèses 1 et 2.

III.B.3. Analyse des résultats de la production de lentilles

III.B.3.a. Création du modèle linéaire

Pour créer le modèle linéaire du rendement des lentilles en AURA, toutes les variables du schéma 1, hormis celles formant les variables « Caractéristiques » et « Localisation », ont été soumises au critère d'information AIC. Après l'utilisation de ce critère 12 variables ont été retenues certaines étant significatives et d'autres non. Les variables non-retenues par le critère ne sont pas significatives (Tab. 3). Le modèle ainsi retenu a une capacité explicative de 50%. Cela étant en partie expliqué par le fait que l'étude ne prend pas en compte les conditions climatiques dans lesquelles ces rendements ont été obtenus. Cela est visible sur la figure 24, où il apparaît que la moyenne des rendements expliqués par le modèle est supérieure à celle réellement mesurée (différence statistiquement significative). Cette figure montre donc un effet globalement négatif des facteurs non-étudiés, comme le climat, sur le rendement des lentilles en AURA. Les représentations graphiques représentées plus bas présentent donc des rendements supérieurs à ceux observés. Cela est particulièrement visible pour les droites de régression qui sont tracées avec les valeurs ajustées et les points qui correspondent aux valeurs observées. Ainsi le modèle n'a pas vocation à prédire des niveaux de rendement pour telle ou telle pratique mais les effets positifs ou négatifs des pratiques identifiées et retenues pour le modèle. Le critère AIC ne retient également pas d'interaction entre les différentes variables, celles-ci sont donc seulement additionnées.

Aucune variable correspondant aux hypothèses 2, 3 et 4 n'a été retenue par le critère AIC. **Cela signifie donc que le jeu de données ne permet pas d'affirmer que les caractéristiques socio-structurelles (H2), le précédent culturel (H3) ou la variété cultivée (H4) influence significativement le rendement de la lentille en Auvergne Rhône-Alpes.** Le critère AIC ne retient également pas d'interaction entre ces variables et les pratiques des agriculteurs retenues par le modèle. Ainsi seules les pratiques aux champs de l'agriculteur influencent le rendement de la lentille dans cette étude. Le modèle ne met également pas en évidence d'effet significatif de la localisation sur le rendement des cultures de lentille sur la région ni d'interaction significative entre la localisation et les pratiques, **l'hypothèse 1 n'est donc pas confirmée.** En revanche la non-confirmation de H1 ne remet pas en question l'utilisation de la variable « Localisation » comme base aux fiches techniques. En effet l'objectif de ces fiches est que les agriculteurs puissent comparer leurs pratiques à celles d'autres agriculteurs étant dans un contexte pédoclimatique proche.

Rendement des lentilles en fonction du travail du sol (p-value = 0.0052)**

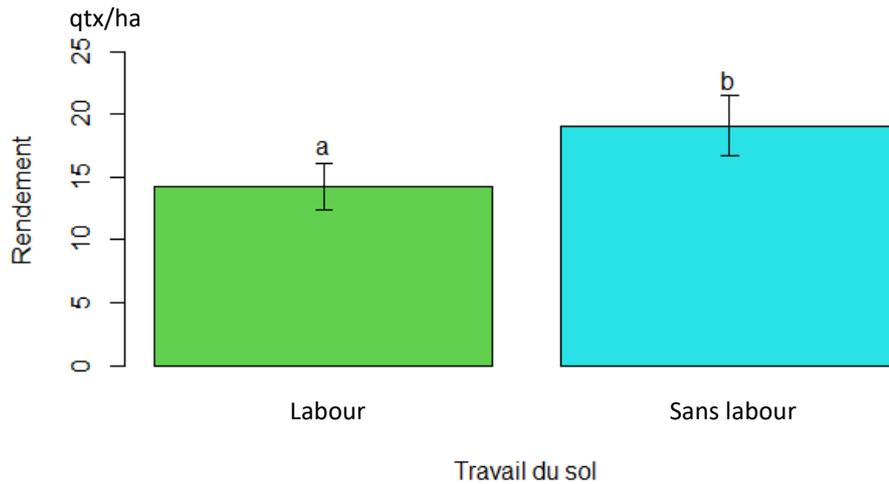


Figure 25 : Comparaison du rendement des lentilles avec et sans labour

Rendement en fonction du nombre de travail profond du sol (p-value = 0.0023)**

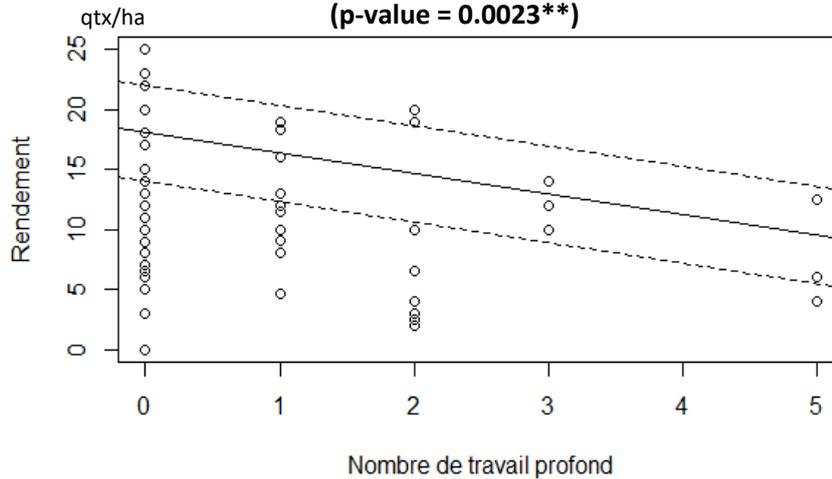


Figure 26 : Rendement des lentilles en fonction du travail profond du sol

Rendement en fonction du nombre de travail superficiel du sol (p-value = 0.0322*)

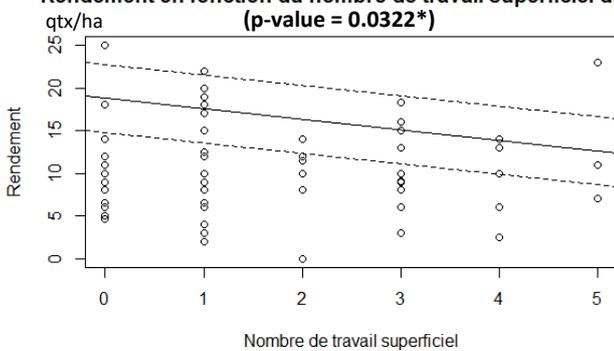


Figure 27 : Rendement des lentilles en fonction du travail superficiel du sol

Rendement en fonction de la densité de semis (p-value = 0.0003*)**

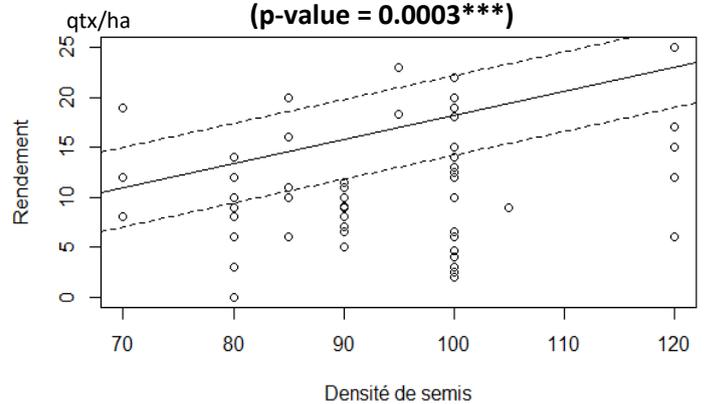


Figure 28 : Rendement des lentilles en fonction de la densité de semis

III.B.3.a.1. Influence de l'interculture sur le rendement de la lentille en AURA

Parmi les quatre variables liées à la gestion de l'interculture identifiées au départ, seules les variables « Type de travail du sol », « Travail profond du sol » et « Travail superficiel du sol » ont été retenues dans le modèle. Ces trois variables apparaissent comme ayant un effet significatif sur le rendement des lentilles en AURA. La variable « Type de travail du sol » renseigne si l'agriculteur pratique le labour ou non avant d'implanter de la lentille. La figure 25 montre que la pratique du labour conduit à un rendement significativement inférieur au non-labour. Certaines études ont montré une compaction des sols importante dans des systèmes avec labour (Boizard, et al., 2004) ce qui, malgré l'action du labour sur le stock semencier d'adventices, semble préjudiciable à la lentille (Terres Inovia, 2019). Ces effets négatifs du travail du sol se confirment avec l'analyse des variables « Travail profond du sol » et « Travail superficiel du sol » (Terres Inovia, 2019) qui représentent le nombre de passages de travail du sol effectués par les agriculteurs respectivement à une profondeur supérieure à 12cm et inférieure à 12cm. En effet l'étude des figures 26 et 27, représentant respectivement le travail profond et le travail superficiel, montre que plus l'agriculteur travaille le sol plus le rendement diminue significativement. D'après le modèle, le rendement diminue de 170kg/ha pour un passage d'outil à plus de 12cm de profondeur et d'environ 120kg/ha pour un travail entre 0 et 12cm. Cela malgré les effets théoriquement positifs du travail du sol pour préparer le lit de semence et éliminer les adventices par la réalisation de faux-semis. **L'hypothèse que la gestion de l'interculture influence le rendement des lentilles est donc vérifiée (H5).** L'objectif de la gestion de l'interculture est donc de préparer un lit de semence en travaillant le sol le moins possible, en évitant le labour et favorisant les travaux superficiels plutôt que profond lorsque cela est possible.

III.B.3.a.2. Influence des pratiques de semis sur le rendement de la lentille en AURA

En s'intéressant aux pratiques de semis il apparaît tout d'abord que la date de semis n'a pas été retenue par le critère AIC. Selon Terres Inovia cette variable est à moduler en fonction du contexte pédoclimatique. Or la variable, « Localisation » représentant en partie ce contexte n'apparaît pas significative, ce qui pourrait induire la non-significativité de la date de semis. En revanche il est intéressant de noter que la période de semis s'étale sur environ 1 mois et demi pour chaque classe de localisation. Par exemple pour la première classe de localisation la date de semis est comprise entre début avril et début mai, alors qu'elle est plutôt située entre fin février et fin mars pour la deuxième ou encore entre fin mars et fin avril pour la troisième. De plus le modèle montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les rendements de lentille obtenus en association ou non (Tab. 3). L'association de cultures avec la lentille pourrait donc être développée dans le but de récolter deux cultures sur une même parcelle sans craindre une perte de rendement au niveau de la lentille. De plus la culture associée pourrait prendre le relais en cas de mauvais développement de la lentille.

En revanche la densité de semis apparaît comme influençant significativement le rendement. La figure 28 montre en effet que plus densité de semis est grande plus le rendement augmente, environ 2,5qtx/ha de rendement en plus pour 10kg/ha de semence supplémentaire. Cela peut s'expliquer en partie par une plus grande compétition entre plante pour l'azote minéral du sol, entraînant une meilleure mise en place des nodosités. La majorité des

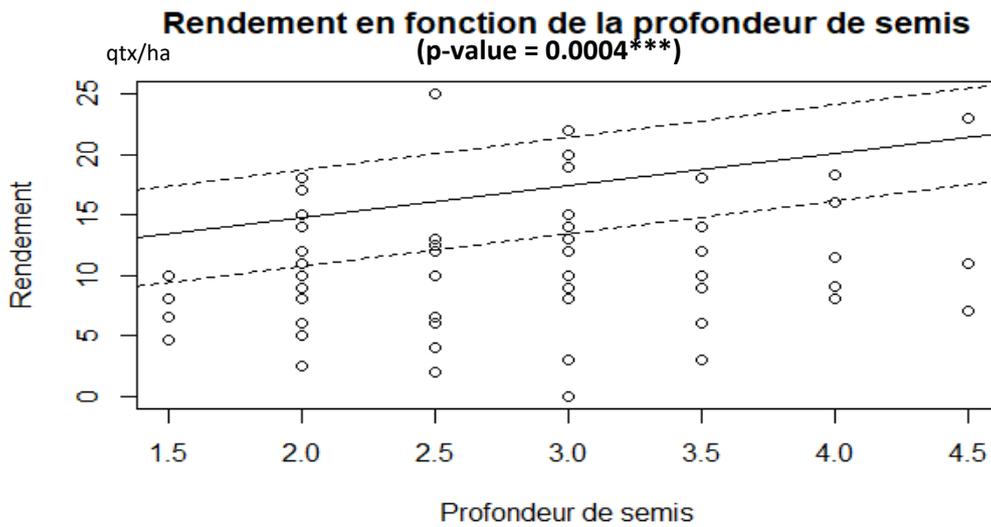


Figure 29 : Rendement des lentilles en fonction de la profondeur de semis

Rendement des lentilles en fonction de l'apport d'autres éléments que NPK
(p-value = 0.0042**)

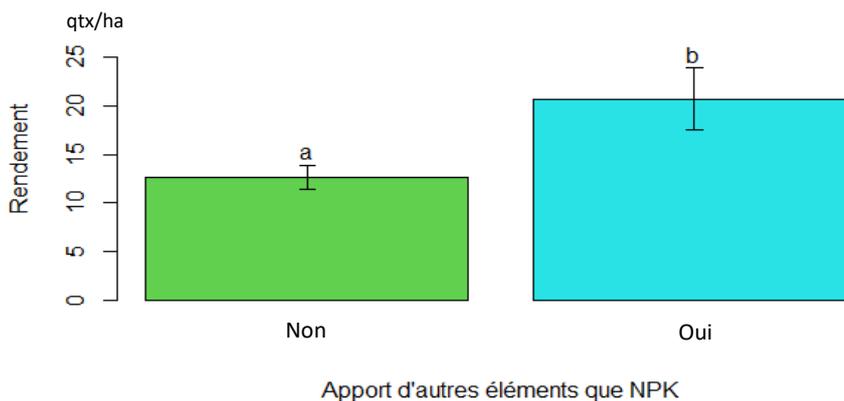


Figure 30 : Effet de l'apport d'éléments autres que NPK sur le rendement

Rendement des lentilles en fonction de l'apport de fertilisant organique
(p-value = 0.0397*)

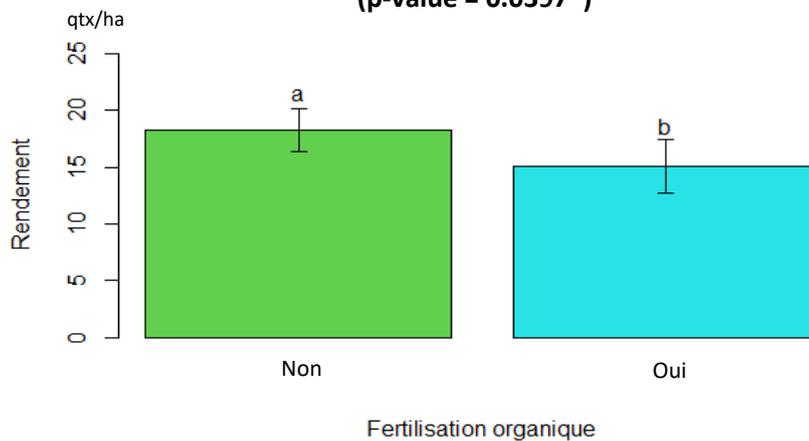


Figure 31 : Effet de l'apport de fertilisant organique sur le rendement

agriculteurs enquêtés sèment à une densité de 100kg/ha ce qui semble être un bon compromis, malgré le gain de rendement théorique du graphique. En effet Terres Inovia (2019a) met en garde contre une densité de semis trop élevée qui favoriserait les maladies, or l'étude manque de données pour de fortes densités de semis.

La profondeur influence également significativement le rendement, en effet il apparaît qu'il y a un gain de rendement d'environ 2,7qtx/ha par centimètre de profondeur (Fig. 29). Cela peut entre-autres s'expliquer par une meilleure résistance au froid et aux conditions sèches des semis profonds par rapport aux semis peu profonds (Syngenta, 2018). Ce résultat est intéressant au regard du climat de la région AURA, puisqu'il y a des zones d'altitude plus fraîche avec des risques de gel tardif. Ainsi que des zones de plaine, comme la Limagne ou la plaine du Forez, soumises à un effet de foehn bloquant les précipitations sur les chaînes de montagnes, entraînant ainsi de plus faibles précipitations. L'effet de foehn entraînant également une baisse des températures en altitude (Bourges, 2015). De plus les plantules issues de semis profond semblent utiliser plus rapidement les réserves de la graine et avoir un taux de croissance supérieur (Pommel, Bouchard, 1990). La majeure partie des semis se fond entre 2 et 3cm alors qu'il semblerait qu'ils puissent se faire jusqu'à 4cm sans problème. En revanche l'étude ne dispose pas de données au-delà de 4,5cm de profondeur, mais certaines études ont montré que des semis à 6cm de profondeur n'impactaient pas la culture de la lentille (Wall, 1994).

Ainsi l'hypothèse que les pratiques de semis influencent directement le rendement de la lentille en AURA est validée (H6), avec des points d'attention particuliers sur la densité et la profondeur de semis.

III.B.3.a.3. Influence de la fertilisation sur le rendement de la lentille en AURA

Le modèle identifie que l'apport d'éléments autres que le phosphore, l'azote ou le potassium a un effet significatif sur le rendement (Fig.30). Les éléments considérés ici sont essentiellement le bore et la kiésérite. L'apport de ces éléments permet d'obtenir des rendements moyens significativement supérieurs dans l'étude. Ceci s'explique notamment par le fait que le bore est un élément essentiel dans la synthèse de la nitrogénase qui est l'enzyme permettant la fixation de l'azote atmosphérique au sein des nodosités (Jayasundara, et al., 1998 ; Hungria et Vargas, 2000). En sol calcaire, la kiésérite permet quant à elle d'apporter du magnésium disponible nécessaire à la photosynthèse.

Il apparaît également que la fertilisation organique a un effet significativement négatif sur le rendement des lentilles en AURA dans cette étude (Fig. 31). Ceci peut s'expliquer par un effet des effluents d'élevage sur le statut acido-basique d'un sol, cet effet peut être alcalinisant ou acidifiant suivant les conditions (Julien, 2005). La modification des conditions du milieu impacte les micro-organismes présents et peut donc nuire aux souches de *Rhizobium* affectant ainsi la symbiose. Ils peuvent également représenter un risque pour la santé des cultures en ayant des effets phytotoxiques suivant leur qualité (Fuchs, et al., 2014).

Ainsi la fertilisation des cultures de lentilles influence leurs rendements en AURA (H7), il est donc conseillé d'apporter des micronutriments comme du bore ou du magnésium et d'éviter d'utiliser la fertilisation organique, d'autant plus que la fertilisation elle-même ne semble pas avoir d'effet significatif.

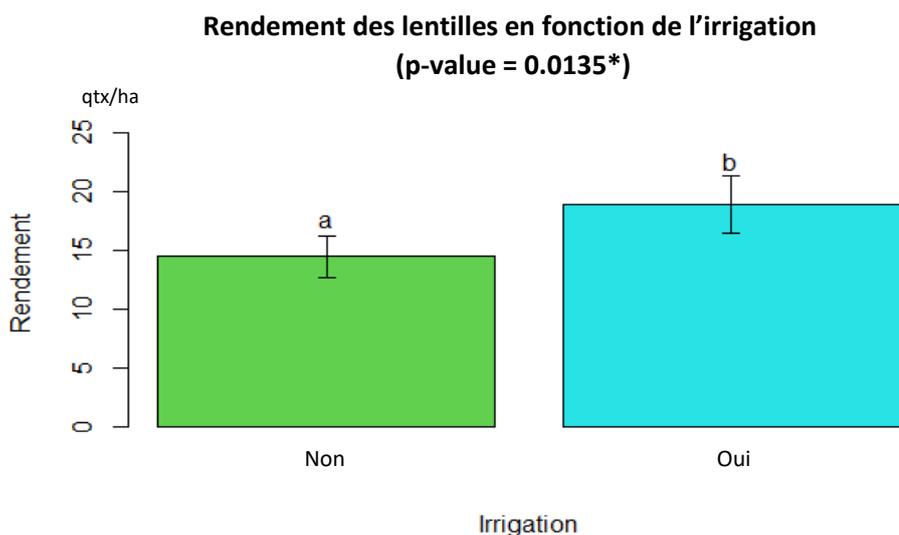


Figure 32 : Effet de l'irrigation sur le rendement

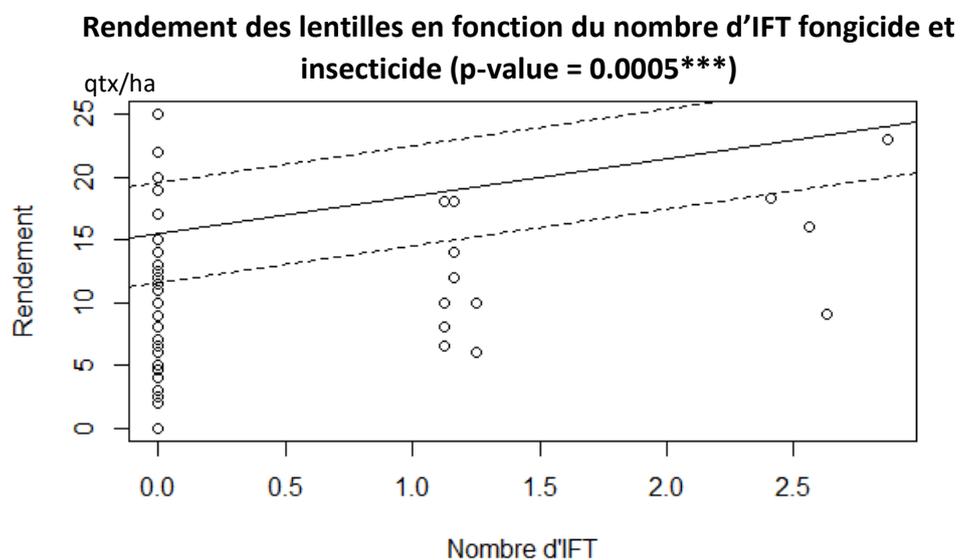


Figure 33 : Effet de l'utilisation de produit phytosanitaire pour lutter contre les maladies fongiques et les ravageurs

III.B.3.a.4. Influence de l'irrigation sur le rendement de la lentille en AURA

D'après les résultats de l'étude, l'irrigation semble avoir un effet significativement positif sur le rendement (Fig. 32). Cela s'explique notamment par la sensibilité de la lentille au stress hydrique à des stades clés comme la floraison et la nouaison (Terres Inovia 2019a). Or d'après Météo France il a pu y avoir ces 3 dernières années de fortes chaleurs marquées par des déficits hydriques qui ont pu être important localement sur cette période (fin du printemps, début de l'été). D'où l'efficacité de l'irrigation. Malheureusement les quantités apportées n'ont pu être étudiées par manque de variabilité, les données montrent qu'environ 50mm sont apportés en deux fois. Cela montre donc que les lentilles sont capables de valoriser de petites quantités d'eau mais il n'y a pas, dans l'étude, d'indication pour des apports plus conséquents. **Ainsi si l'irrigation est effectuée à ces stades clés en condition de stress hydrique elle influence positivement le rendement (H8).**

III.B.3.a.5. Influence de la gestion des bioagresseurs sur le rendement de la lentille en AURA

En observant le tableau 3 représentant les variables retenues par le modèle, la gestion de l'enherbement n'apparaît pas significative, or ce problème est souvent évoqué par les agriculteurs. Mais la variable relative au désherbage mécanique n'a effectivement pas été retenue par le critère AIC et le nombre d'IFT herbicide n'influence pas significativement le rendement. Ce qui peut s'expliquer par une tolérance de la lentille à la concurrence des adventices. En effet une étude a montré que les légumineuses supportant bien l'association avec une autre espèce ont une meilleure capacité de concurrence face aux adventices (Gebhard, et al., 2013). Or cette étude a montré que la culture en association n'a pas d'impact significatif sur le rendement de la lentille. Mais cette problématique reste un enjeu au niveau du système. Ainsi si la gestion de l'enherbement est négligée parce qu'elle n'affecte pas le rendement de la lentille elle peut avoir des répercussions sur les cultures suivantes si le stock semencier n'est pas régulé.

La gestion des maladies fongiques et des ravageurs semble être efficace (Fig. 33). Malheureusement le seul moyen de lutte au champ observé dans cette étude sur la région est la lutte chimique. En effet le délai de retour qui est le seul autre moyen de lutte contre les maladies fongiques identifié par Terre Inovia n'apparaît pas ici car il ne présente pas assez de variabilité dans l'échantillon enquêté pour être analysé. La grande majorité des agriculteurs ne reviennent qu'environ tous les 6 ans avec des lentilles sur une même parcelle, cela reste le seul moyen de lutte mis en œuvre par les agriculteurs en agriculture biologique. Ainsi la lutte contre la pourriture grise, la maladie des taches brunes et la rouille se fait exclusivement avec des produits conventionnels, seul l'oïdium peut être combattu avec du soufre homologué en agriculture biologique. Cependant si seule la lutte chimique apparaît ici, il est intéressant de noter que la lutte contre les ravageurs peut s'effectuer avec des produits de biocontrôle, notamment contre la noctuelle. **La gestion des bioagresseurs, et plus particulièrement des champignons et des ravageurs, influence donc positivement le rendement (H9).**

	Variables	Statistiques/Pente de régression	p-value
H1	Localisation	F = 3,017	0,0944
H2	Bio	T = 0,112	0,9185
	Caractéristiques	F = 1,535	0,271
H4	Précédent cultural	F = 0,348	0,567
H5	Type de travail du sol	W = 36	0,0372*
	Travail profond du sol (hors labour)	-1,81	0,3361
	Travail superficiel du sol	-0,53	0,0971
	Couvert en interculture	T = -1,514	0,1864
H6	Type de semences	T = 0,334	0,7619
	Date de semis	F = 1,442	0,294
	Densité de semis	0,155	0,1442
	Écartement de semis	0,066	0,7019
	Profondeur de semis	-0,057	0,933
	Roulage + Association	T = 2,79	0,0177*
H7	Fertilisation organique	T = -1,514	0,1864
	Quantité d'azote apportée	0,295	0,1078
	Quantité de phosphore apportée	0,201	0,156
	Quantité de potassium apportée	0,094	0,2289
H8	Irrigation	W = 4	0,0362*
H9	Nombre de désherbage mécanique	9,075	0,21

Tableau 4 : Résultats des tests statistiques effectués sur le rendement du pois chiche

Rendement du pois chiche en fonction du travail du sol (p-value = 0.0372*)

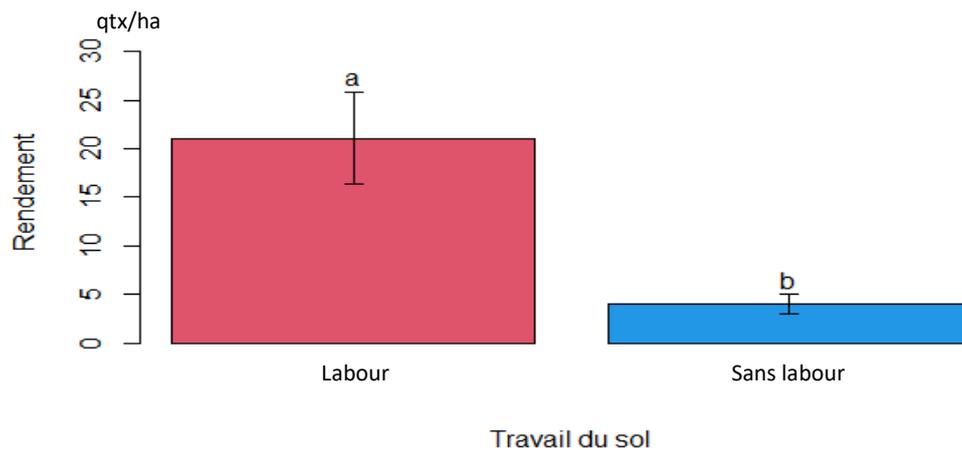


Figure 34 : Comparaison du rendement du pois chiche avec et sans labour

III.B.4. Analyse des résultats de la production de pois chiche

Contrairement à la lentille le rendement du pois chiche sur la région AURA n'a pas pu être analysées à l'aide du modèle par manque de données. En revanche certaines variables ont pu être analysée séparément. Le tableau 4 représente les variables étudiées pour le rendement du pois chiche sur la région AURA. La variable « Variété » n'apparaît pas car il n'y a pas assez de variabilité pour pouvoir l'analyser. **Ainsi l'étude ne peut pas confirmer l'hypothèse que la variété influence le rendement des pois chiche (H3). Ce tableau montre également que les variables « Localisation », « Caractéristiques », « Bio » et « Précédent culturel » n'ont pas d'influence sur le rendement des pois chiches sur la région (H1, H2, H4).** Ainsi comme pour la lentille, seules les pratiques aux champs de l'agriculteur semblent influencer le rendement du pois chiche dans cette étude. L'étude ne confirme donc pas les hypothèses relatives à l'influence de la localisation, des caractéristiques socio-structurelles et du précédent culturel sur le rendement des légumes secs sur la région Auvergne Rhône-Alpes. **Cependant certaines hypothèses faisant référence à l'influence des pratiques aux champs de l'agriculteur sur le rendement ne sont pas confirmées comme la fertilisation (H7) et la gestion des bioagresseurs (H9).** En effet les variables analysées pour ces hypothèses n'ont pas d'incidences significatives sur le rendement du pois chiche. Cela montre donc que le résultat de la culture du pois chiche n'est pas impacté par la fertilisation. De plus l'utilisation du désherbage mécanique ne semble pas avoir d'effet ce qui peut s'expliquer par le fait que le pois chiche est relativement compétitif vis-à-vis des adventices car d'après les conseillers de Terres Inovia il a la capacité à bien couvrir le rang, notamment en semis en plein.

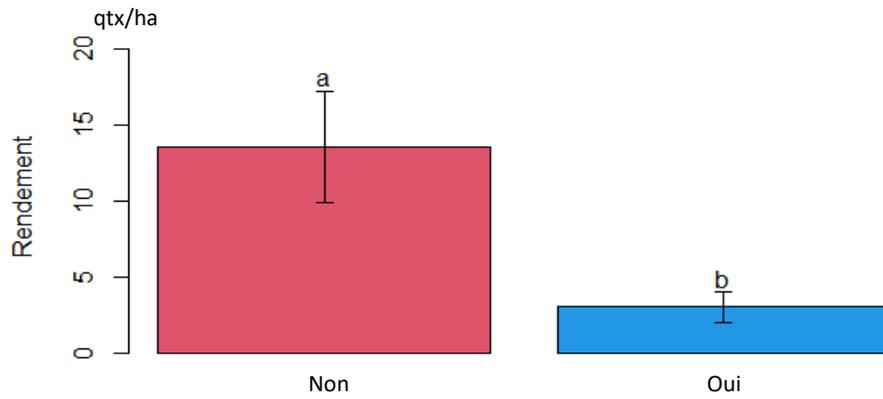
III.B.4.a. Influence de la gestion de l'interculture sur le rendement du pois chiche en AURA

En regardant les variables caractérisant la gestion de l'interculture le tableau 4 montre que l'implantation d'un couvert n'influence pas la culture de pois chiche qui suit. Ce qui peut s'expliquer par une capacité limitée du pois chiche à absorber l'azote minéral qui serait piégé et restitué par le couvert. Le labour quant à lui influence positivement le rendement (Fig. 34), cet effet peut s'expliquer par le travail en profondeur de celui-ci permettant une meilleure mise en place des nodosités (Terres Inovia, 2019b). En revanche si le labour à un effet sur le rendement du pois chiche, le nombre de passage en profondeur ne semble pas l'affecter, de même qu'un travail superficiel. Cependant le tableau 4 montre un coefficient de pente négatif certes non-significatif, mais qui peut poser la question de la sensibilité du pois chiche au tassement. **L'hypothèse émise que la gestion de l'interculture influence le rendement est donc en partie validée sur cette étude (H5).**

III.B.4.b. Influence des pratiques de semis sur le rendement du pois chiche en AURA

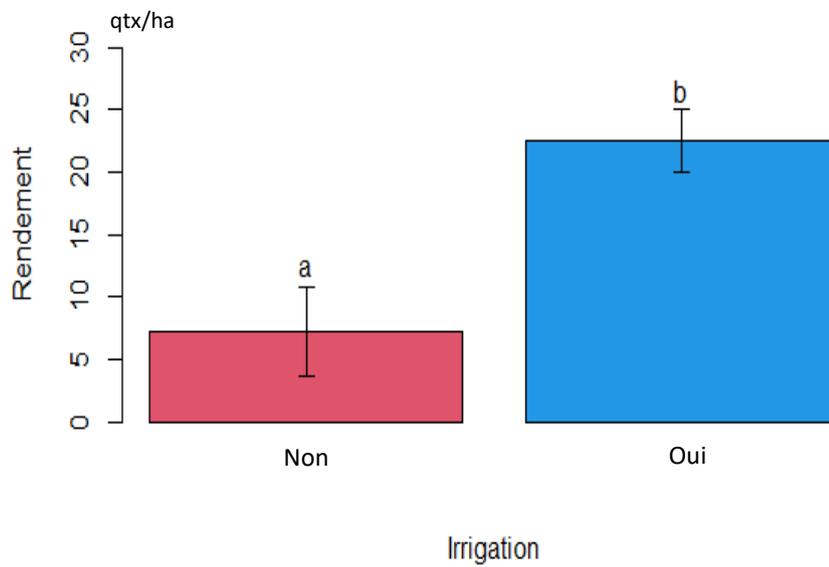
Le fait d'utiliser de la semence de ferme ou certifiée n'impacte pas le rendement, ce qui peut s'expliquer par le manque de recherche au niveau de la sélection variétale notamment. Cela entraîne donc une performance des variétés existantes équivalente à des populations non sélectionnées. Les modalités de semis telles que la date, la densité, l'écartement ou encore la profondeur n'influence également pas le rendement des pois chiche sur cette étude. La non-

**Effet du roulage couplé à l'association sur le rendement du pois chiche
(p-value = 0.0177*)**



Roulage + Association
Figure 35 : Rendement du pois chiche avec et sans roulage couplé à l'association culturale

Effet de l'irrigation sur le rendement du pois chiche (p-value = 0.0362*)



Irrigation
Figure 36 : Rendement du pois chiche avec et sans irrigation

significativité de l'écartement de semis montre que dans cette étude lorsque l'écartement augmente dans l'objectif d'utiliser le binage, cela n'affecte pas le rendement. Pour ce qui est de la densité de semis cela peut s'expliquer par une bonne capacité du pois chiche à ramifier en condition de faible densité, compensant ainsi un nombre de pieds au mètre carré plus faible.

Les variables « Roulage » et « Association » ont été réunies (Tab. 4) pour éviter d'induire un biais dans l'analyse statistique car elles allaient de pair dans le jeu de données. Ces deux variables réunies ont un effet significatif sur le rendement (Fig. 35). Cultiver le pois chiche en association et rouler après le semis est préjudiciable pour le rendement de ce dernier dans cette étude. Le roulage peut entraîner un tassement du sol limitant le développement du pois chiche, et confirmant en partie les coefficients de régression négatifs observés précédemment pour le nombre de passage d'outil de travail du sol. De plus, l'association peut en fonction de la densité de semis entraîner une concurrence au niveau de la lumière au moment de la levée par exemple. Le pois chiche possède en effet une période de levée relativement longue (environ un mois) (Terres Inovia, 2019a) par rapport au blé dur, qui est la seule culture associée au pois chiche dans cette étude, dont la période de levée est d'environ 15 jours. **Ces résultats valident donc en partie l'hypothèse que les pratiques de semis ont un impact sur le rendement du pois chiche en AURA (H6).**

III.B.4.c. Influence de l'irrigation sur le rendement du pois chiche en AURA

La figure 36 montre un effet significativement positif de l'irrigation sur le rendement du pois chiche. D'après Terres Inovia le pois chiche est une culture peu exigeante en eau, pouvant valoriser des terres légères avec une faible réserve en eau et valorisant assez mal l'irrigation. Mais d'après Gaillard, en période de stress hydrique à certains stades clés comme la floraison ou la nouaison, il apprécie l'apport d'une petite quantité d'eau. De même que pour la lentille les quantités apportées n'ont pu être étudiées par manque de variabilité. Mais les quantités apportées sont de l'ordre de 50mm en deux fois, ce qui est préconisé par Gaillard. Il faut en revanche faire attention à ne pas apporter de l'eau trop longtemps car la croissance du pois chiche est indéterminée et est interrompue par les conditions sèches de fin de cycle. Ainsi d'après Terres Inovia un apport d'eau tard dans la saison peut entraîner une reprise de la floraison et la création de nouvelle gousse, ce qui peut être problématique pour la récolte. **Ceci permet donc de valider l'hypothèse que l'irrigation du pois chiche, si elle est effectuée à des périodes clés dans les conditions adéquates, permet d'influencer son rendement (H8).**

L'analyse des résultats de la production de lentille et de pois chiche sur la région AURA permet de mettre en évidence que le rendement obtenu dépend essentiellement de l'itinéraire technique mis en place par l'agriculteur. Les points d'attention de l'itinéraire technique identifiés ici sont :

- la mise en place d'une irrigation raisonnée
- la limitation des passages d'outils de travail du sol pour éviter tassement du sol
- le maintien du labour sur pois chiche pour lui permettre de bien développer ses nodosités mais la diminution de celui-ci en lentille
- la modulation de la profondeur de semis sur lentille en fonction des conditions climatiques

Variables	p-value
Rendement	2e-16 ***
Prix	2.2e-16 ***
Coûts avant récolte	0.8071
Coûts après récolte	2.379e-05 ***

Tableau 5 : Significativité des termes du calcul de la marge semi-nette de la lentille

Marge semi-nette de la lentille en fonction du rendement ($R^2= 0.43$, $p\text{-value} = 2e-16$ *)**

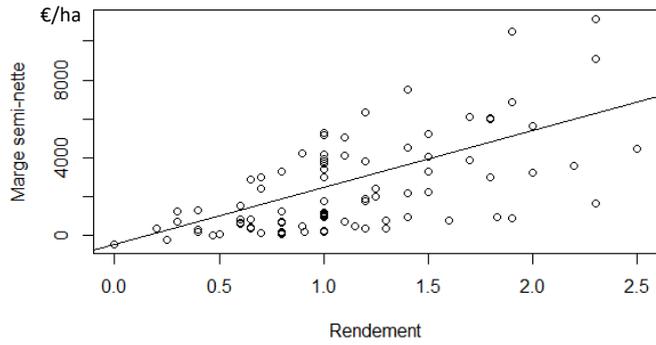


Figure 37 : Effet du rendement de la lentille sur la marge semi-nette

Marge semi-nette moyenne de l'exploitation pour la lentille, en fonction du nombre de voies de commercialisation ($p\text{-value} = 0.0026$ **)

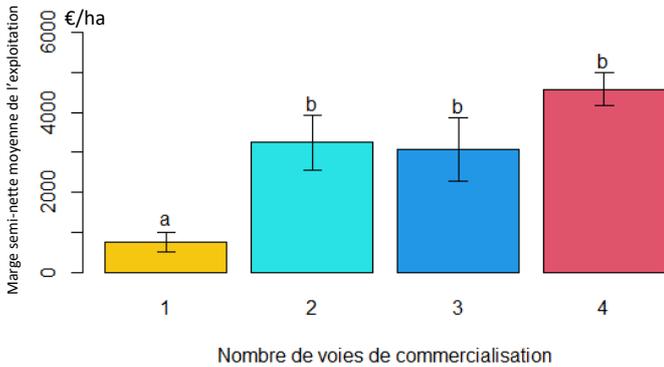


Figure 38 : Effet du nombre de voies de commercialisation sur la marge semi-nette en lentille

Marge semi-nette de la lentille en fonction du type de produit vendu ($p\text{-value} = 1.259e-08$ *)**

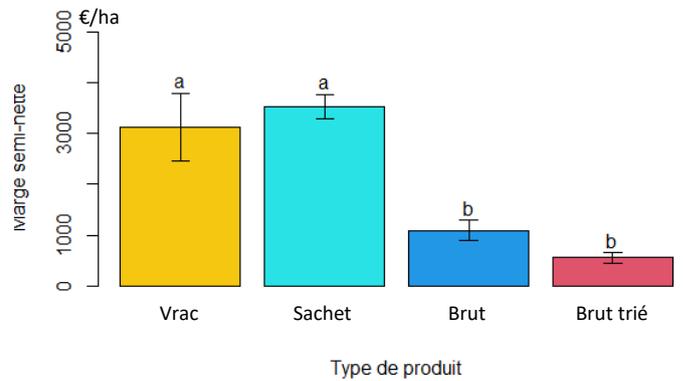


Figure 39 : Effet du type de produit vendu sur la marge semi-nette en lentille

Variables	Marge semi-nette	Prix de vente	Coûts après récolte
Variété	0.0637	0.1726	0.0723
Type de produit	1.259e-08***	2.2e-16***	8.517e-16***
Circuit de commercialisation	1.362e-06***	2.2e-16***	2.413e-14***
Appellation	0.8082	0.368	8.305e-06***
Bio	0.0496*	0.8747	1.227e-06***

Tableau 6 : Significativité de l'effet des variables caractérisant les pratiques de commercialisation sur la marge semi-nette et ses composantes pour la lentille ($p\text{-value}$)

Distribution du prix de vente selon les variétés

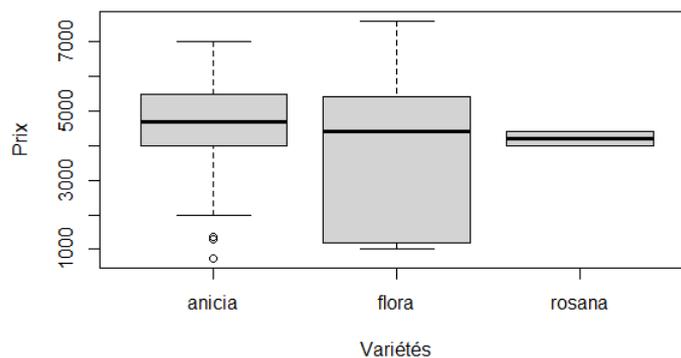


Figure 40 : Variabilité du prix de vente des lentilles selon la variété

- une densité de semis de lentille d'environ 100kg/ha pour favoriser la concurrence vis-à-vis de l'azote et donc la mise en place de nodosités
- un respect des délais de retour pour essayer de limiter l'utilisation de fongicides
- l'utilisation de micronutriments comme le bore ou le magnésium pour favoriser un meilleur développement des lentilles.

Les éléments de contexte tels que la localisation, les caractéristiques socio-structurelle ou encore la conduite en agriculture biologique ou conventionnelle, n'ont finalement que peu d'importance. En revanche cela permet de mettre en évidence que ce sont des cultures capables de s'adapter à de nombreux contextes différents. Il serait intéressant de comprendre plus en détail l'effet du climat sur ces cultures.

L'ensemble des résultats obtenu pour cette première partie sont synthétisés en annexe 6.

III.C. Partie 2 : Analyse de la marge semi-nette

III.C.1. Analyse des pratiques de commercialisation sur les résultats économiques de la production de lentille en AURA

L'influence de chaque terme de la formule, hormis le taux de perte au triage qui est fixe (cf. II.C.2), a été étudiée et leur significativité est présentée dans le tableau 5. Seuls les coûts avant récolte n'ont pas d'effet significatif sur la marge semi-nette, ce sont essentiellement des coûts mis en œuvre au niveau de l'itinéraire technique pour obtenir un rendement. Cela peut donc signifier qu'un haut niveau d'intrants n'est pas synonyme d'un haut niveau de rendement et donc d'une meilleure marge semi-nette, car le rendement, quant à lui, a un effet significativement positif sur la marge semi-nette (Fig. 37). En effet lorsque celui-ci augmente d'un quintal par hectare la marge semi-nette augmente d'environ 290€/ha. Les facteurs influençant le rendement ayant fait l'objet de la première partie de la réponse à la problématique, cette deuxième partie s'intéresse aux pratiques de commercialisation. Celles-ci semblent en effet être déterminantes pour la marge semi-nette dégagée sur la lentille. En observant la figures 38 il apparaît qu'une diversification des modes de commercialisation a un effet significativement positif sur la marge semi-nette moyenne des exploitations pour la lentille. Ce résultat est donc en lien avec la résilience des systèmes agricoles, qui passe par une diversification à tous les niveaux de l'exploitation. La forme sous laquelle sont vendues les lentilles est également importante. La figure 39 montre que vendre les lentilles en sachet permet de dégager une marge significativement supérieure. Ainsi la question « où et comment vendre ? » est primordiale dans le but de valoriser au mieux la production de lentille en AURA et se traduit au travers du prix et des coûts après récolte qui sont influencés par plusieurs facteurs. Le tableau 6 recense ainsi la significativité des variables « Variété, Type de produit, Mode de commercialisation, Appellation et Bio » identifiées comme caractérisant les pratiques de commercialisation.

Le tableau 6 montre tout d'abord que la variété cultivée n'a pas d'influence sur la marge semi-nette de lentille en AURA. Cela peut sembler étonnant car les deux variétés cultivées majoritairement que sont Anicia et Flora font l'objet d'une appellation différente, respectivement « Lentille verte du Puy » et « Lentille blonde de Saint-Flour », dont les filières ne pratiquent pas les même prix (2000€/t pour la lentille verte contre 1000€/t pour la lentille blonde). Cependant, il y a une grande variabilité de prix pour ces variétés-là (Fig. 40). En effet

Marge semi-nette de la lentille en fonction du mode de commercialisation (p-value = 1.369e-07*)**

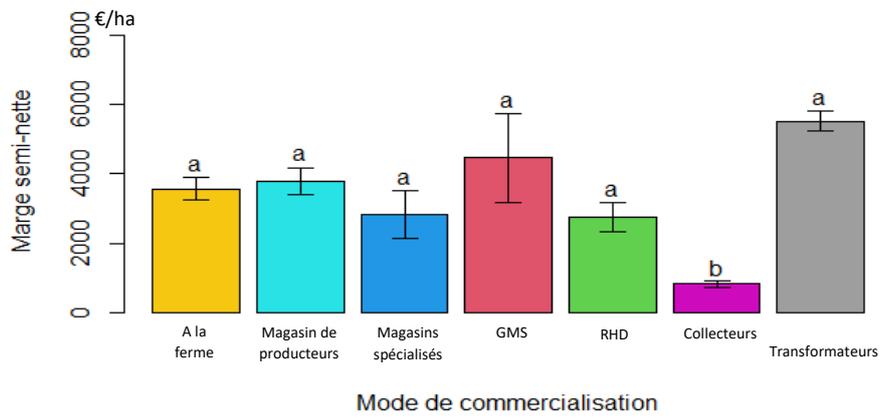


Figure 41 : Effet du mode de commercialisation sur la marge semi-nette de la lentille

Prix de vente de la lentille en fonction du mode de commercialisation (p-value < 2.2e-16*)**

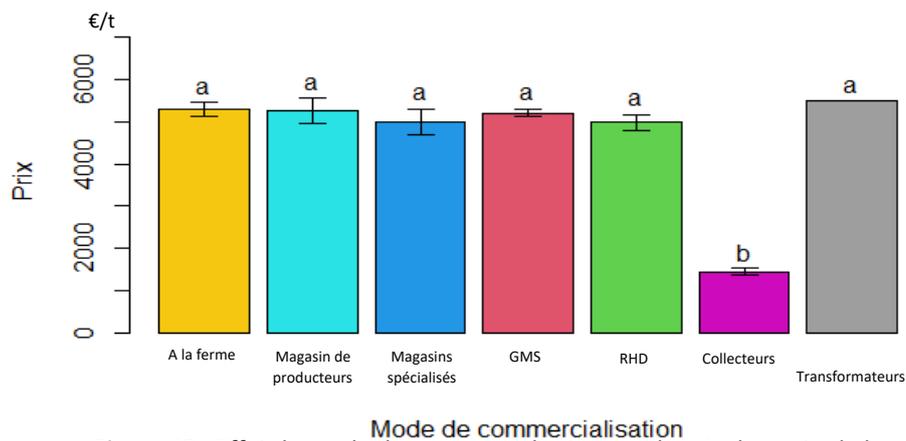


Figure 42 : Effet du mode de commercialisation sur le prix de vente de la lentille

Coûts après récolte de la lentille en fonction du mode de commercialisation (p-value = 2.413e-14*)**

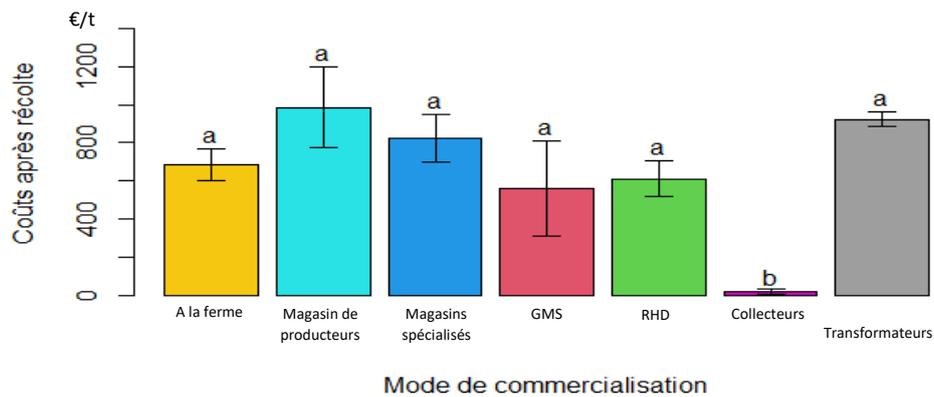


Figure 43 : Effet du mode de commercialisation sur les coûts après récolte de la lentille

tous les producteurs ne font pas nécessairement partie de ces appellations et les adhérents ne vendent pas non plus nécessairement toute leur production via les filières.

III.C.1.a. Effet du mode de commercialisation sur les résultats économiques de la lentille en AURA

Il apparaît sur le tableau 6 un effet significatif du mode de commercialisation sur la marge semi-nette de la lentille. Comme le montre la figure 41 il y a une différence significative de la marge semi-nette entre la vente chez un collecteur et les autres modes de commercialisation avec une différence de marge semi-nette d'environ 1000€/ha. Cette figure montre également une grande variabilité de la marge semi-nette pour ces autres modes de commercialisation, puisque celle-ci évolue du simple au double entre 3000 et 6000€/ha sans toutefois montrer de différences significatives.

Cette différence s'explique en partie avec la figure 42 qui montre, au-delà d'une grande diversité des modes de commercialisation, que les prix de vente chez un collecteur sont également significativement plus bas que pour les autres modes de commercialisation. Les collecteurs proposent un prix moyen d'environ 1500€/t, avec toutefois une variabilité de plus ou moins 500€/t. Tandis que pour les filières plus courtes ce prix s'élève à environ 5000€/t. En revanche il est à noter que les prix d'achat pratiqués par les grandes et moyennes surfaces (GMS), la restauration hors domicile (RHD), les transformateurs et les magasins spécialisés (type épicerie fine ou magasin bio) (Fig. 42) ne sont pas significativement différents des prix en vente directe (à la ferme ou en magasin de producteur). Cela laisse donc supposer que malgré une négociation des prix des deux parties le travail des producteurs n'est pas dévalué par ces opérateurs qui doivent également réaliser leur marge. Alors qu'à la vente à la ferme ou en magasin de producteurs, l'agriculteur fixe son prix et est le dernier maillon de la chaîne avant le consommateur.

L'effet du mode de commercialisation sur le prix de vente peut être également expliqué par des coûts après récolte significativement différents (Fig. 43). En effet il existe une corrélation significativement positive entre les deux. Elle n'est malheureusement pas représentable sous forme graphique car elle est obtenue à l'aide de la corrélation de Spearman⁵ (coefficient de Spearman (ρ) = 0.33, p-value = 1.337e-05***). Cette relation s'explique par le fait que les coûts après récolte correspondent à des manipulations supplémentaires des lentilles de la part des producteurs entraînant une hausse du coût de revient et donc une hausse nécessaire du prix. Or lorsque les producteurs travaillent avec les collecteurs ces coûts sont plus faibles, puisque les collecteurs s'occupent notamment de trier et de congeler les lentilles lorsque c'est nécessaire, induisant ainsi un prix de vente plus faible. En revanche, l'absence de différences significatives entre les autres modes de commercialisation explique qu'il n'y ait pas de différence significative sur les prix de vente. Ainsi la vente en GMS, en RHD, à des transformateurs ou en magasins spécialisés n'entraîne pas de coûts significativement différents de la vente à la ferme ou en magasins de producteurs où l'agriculteur est seul maître à bord. Cela laisse donc supposer que ces opérateurs n'ont pas d'exigence particulière supplémentaire à la vente directe. Il y a toutefois un travail de démarchage à avoir de la part des agriculteurs.

Il est intéressant de remettre ces marges en perspectives, en effet si travailler avec un collecteur permet de dégager de plus faibles marges celles-ci restent néanmoins élevées. La

⁵ Aussi appelée corrélation de rang, elle regarde l'existence d'une relation monotone (croissante ou décroissante) entre les rangs de deux variables quantitatives, ce qui empêche une représentation graphique.

Prix de vente de la lentille en fonction du type de produit vendu (p-value = 8.517e-16*)**

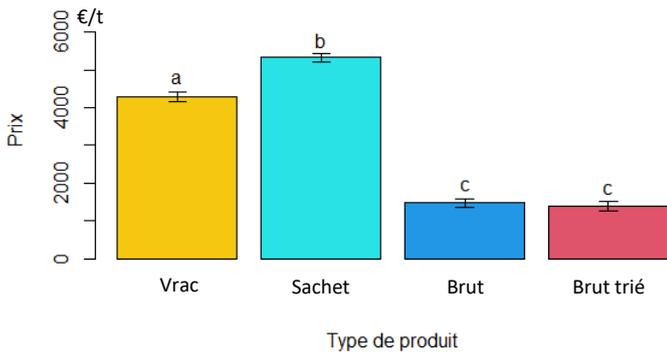


Figure 44 : Effet du type de produit sur le prix de vente de la lentille

Coûts après récolte de la lentille en fonction du type de produit vendu (p-value = 8.517e-16*)**

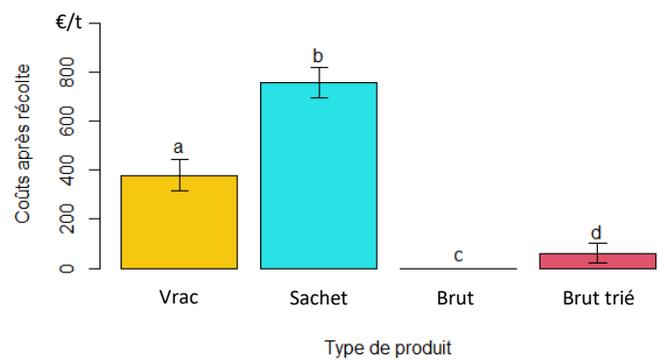


Figure 45 : Effet du type de produit sur les coûts après récolte de la lentille

Comparaison des coûts après récolte sur de la lentille entre les exploitations en appellation ou non (p-value = 8.305e-06*)**

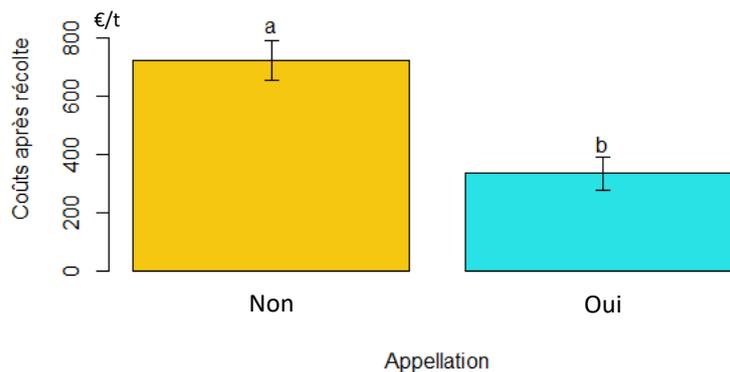


Figure 46 : Effet d'une appellation sur les coûts après récolte de la lentille

Distribution des prix de vente des lentilles en fonction de l'appartenance ou non à une appellation

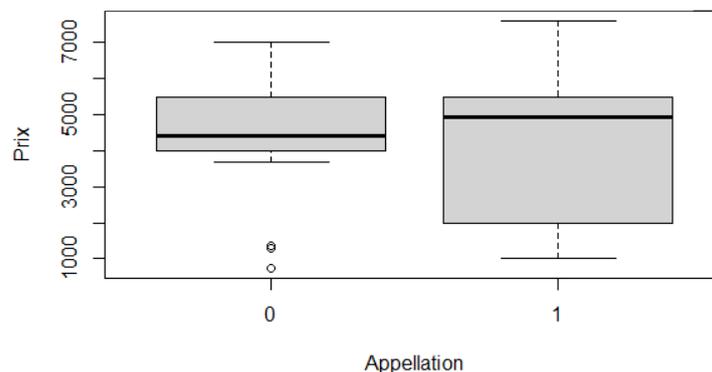


Figure 47 : Variabilité du prix de vente lentilles des lentilles selon l'appartenance ou non à une appellation

moyenne des marges semi-nettes obtenues avec ces opérateurs sur les trois dernières années s'élève à environ 1000€/ha. Or d'après les premières expertises issues du projet régional DESCInn sur cette même période les marges semi-nettes du blé tendre, du colza, du maïs grain et du tournesol sont respectivement de 637€/ha, 186€/ha, 415€/ha et 327€/ha en Limagne.

III.C.1.b. Effet du type de produit vendu sur les résultats économiques de la lentille en AURA

Comme il a été précisé précédemment le type de produit vendu a également une influence significative sur la marge semi-nette (Fig. 39). En effet la marge significativement supérieure dégagée par les lentilles en vrac et en sachet s'explique notamment par un prix de vente significativement plus élevé (Fig. 44). Il y a cependant une différence de prix significative entre les lentilles en sachet et en vrac. Mais ce résultat se justifie par des coûts après récolte supplémentaires (Fig. 45), notamment dus au conditionnement, ce qui permet d'obtenir des marges non-significativement différentes. De plus ces résultats confirment ceux obtenus pour le mode de commercialisation. En effet ce sont les collecteurs qui achètent majoritairement les lentilles brutes ou à peine triées et ce sont ces produits-là qui permettent de dégager le moins de marge semi-nette, car ils demandent moins de travail après la récolte. Alors que les filières plus courtes sont alimentées par des lentilles en vrac et en sachet.

III.C.1.c. Effet de l'appartenance ou non à une appellation sur les résultats économiques de la lentille en AURA

Au vu des résultats obtenus vis-à-vis des collecteurs il est étonnant de voir que le fait d'appartenir ou non à une appellation n'influence pas significativement la marge semi-nette (tableau 6). En effet 75% des producteurs bénéficiant d'une appellation (AOP lentille verte du Puy ou Lentille blonde de Saint-Flour) fournissent au moins une partie de leur production à un collecteur. Alors que 70% des producteurs sans appellation ne passe pas par ces opérateurs. Cela pourrait donc induire une marge semi-nette moyenne plus faible pour les producteurs sous appellation, or ce n'est pas le cas. En effet le niveau équivalent des marges semi-nettes est maintenu par des coûts après récolte plus faibles pour les lentilles sous appellation (Fig. 46). Cela est possible grâce aux collecteurs justement, car les producteurs leur vendant une partie de leur récolte et qui souhaitent utiliser d'autres canaux de commercialisation en plus peuvent généralement bénéficier du triage de l'ensemble de leur production à des prix réduits, notamment avec la Lentille blonde de Saint-Flour. Ainsi dans ce cas précis une diminution des coûts après récolte n'entraîne pas une diminution du prix mais le maintien de la marge semi-nette à un niveau élevé grâce à une grande variabilité de prix de vente (Fig.47) pour les lentilles sous appellation. Montrant ainsi que les producteurs de ces appellations ne font pas uniquement appel aux opérateurs classique de la filière, les collecteurs. Mais cherchent également d'autres voies de commercialisation dans lesquelles ils font valoir leur appellation. Finalement ce résultat est en accord avec la figure 38 qui montre que diversifier les modes de commercialisation permet de maintenir une marge semi-nette élevée.

Comparaison de la marge semi-nette de la lentille entre les exploitations en agriculture biologique et conventionnelle (p-value = 0.0496*)

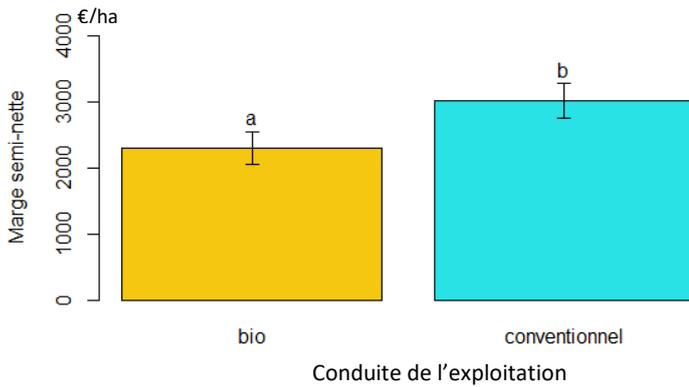


Figure 48 : Effet de la conduite de l'exploitation sur la marge semi-nette de la lentille

Comparaison des coûts après récolte sur de la lentille entre les exploitations en agriculture biologique et conventionnelle (p-value = 1.227e-06*)**

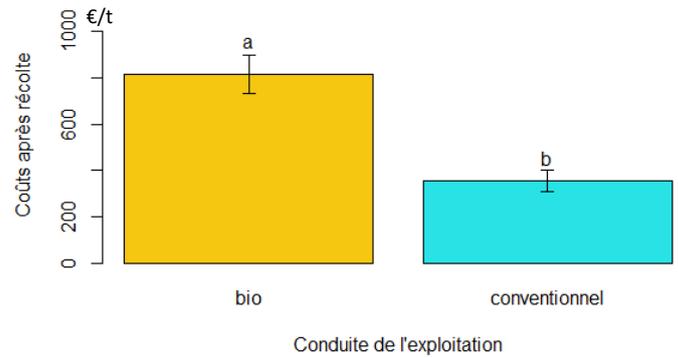


Figure 49 : Effet de la conduite de l'exploitation sur les coûts après récolte de la lentille

Modes de commercialisation	Significativité de la différence de prix entre agriculture biologique et conventionnelle (p-value)
A la ferme	0.0539
Magasins de producteurs	0.3501
Magasins spécialisés	0.0014 **
RHD	5.972e-06 ***

Tableau 7 : Significativité des différences de prix de vente entre exploitations en agriculture biologique et conventionnelle pour chaque mode de commercialisation

Comparaison des prix de vente de la lentille entre les exploitations en agriculture biologique et conventionnelle en magasins spécialisés (p-value = 0.0014)**

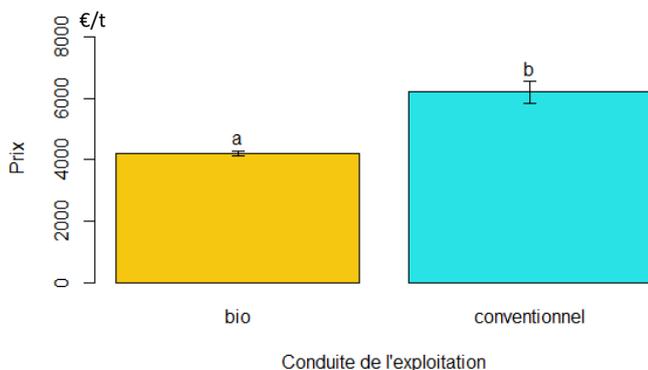


Figure 50 : Effet de la conduite de l'exploitation sur le prix de vente de la lentille pour les exploitants vendant en magasins spécialisés

Comparaison des prix de vente de la lentille entre les exploitations en agriculture biologique et conventionnelle en RHD (p-value = 5.972e-06*)**

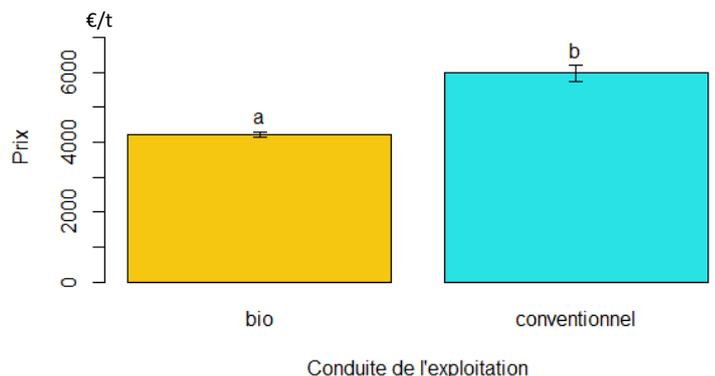


Figure 51 : Effet de la conduite de l'exploitation sur le prix de vente de la lentille pour les exploitants vendant en RHD

III.C.1.d. Comparaison des résultats économiques obtenus en lentille entre les exploitations en agriculture biologique et conventionnelle en AURA

L'analyse de la marge semi-nette montre également une différence significative de celle-ci entre les exploitations en agriculture biologique et celles en agriculture conventionnelle (Fig. 48). En effet les exploitations en agriculture biologique réalisent en moyenne une marge semi-nette inférieure à celles en agriculture conventionnelle d'environ 600€/ha dans cette étude. Cette différence n'est pas due à une différence de rendement, puisque la variable « Bio » n'apparaît pas significative dans l'analyse de celui-ci, mais à une différence entre les coûts après récolte. La figure 49 montre des coûts après récolte environ deux fois supérieurs en agriculture biologique. Mais ce résultat est en partie dû à la grande proportion d'agriculteurs conventionnels vendant chez un collecteur et bénéficiant donc de coûts plus faibles par rapport aux agriculteurs en agriculture biologique.

De plus, même si à première vue il n'y a pas différence significative entre les prix pratiqués par les exploitations en agriculture biologique et les exploitations en agriculture conventionnelle, il y a des différences significatives de prix selon les modes de commercialisation (Tab. 7). Le faible nombre d'agriculteurs bio vendant en GMS et chez un collecteur et le fait qu'aucun agriculteur conventionnel ne vende à des transformateurs, ne permettent pas d'analyser s'il existe ou non des différences de prix de vente entre agriculture biologique et conventionnelle pour ces modes de commercialisation. Les figures 50 et 51 mettent par contre en avant une différence significative des prix entre ces deux modes de production pour la RHD et les magasins spécialisés.

Pour ce qui est des magasins spécialisés cela peut en partie s'expliquer par une différence de politique et de clientèle de ces magasins. En effet, dans cette étude, les producteurs en agriculture biologique utilisant ce mode de commercialisation passent essentiellement par des magasins « bio », dont la politique est de rémunérer au mieux le producteur tout en rendant accessible le « bio » à une grande partie de la population (Les Hameaux Bio). Alors que les producteurs en agriculture conventionnelles se tournent plus vers les épicerie fines qui s'adressent à une clientèle « premium » et qui n'hésitent donc pas à proposer des prix plus élevés, d'autant plus que ce marché est en pleine expansion (Études et Analyses, 2019). Ce phénomène permet donc aux producteurs en agriculture conventionnelle d'obtenir de meilleurs prix de vente de la part de ces opérateurs.

De même pour la RHD cette différence peut être en partie expliquée par des clients différents. En effet, dans cette étude, les producteurs en agriculture biologique travaillent majoritairement avec des cantines collectives. Alors que les producteurs en agriculture conventionnelle travaillent davantage avec des restaurateurs qui n'ont pas les mêmes politiques de prix que les cantines collectives. Celles-ci doivent malgré tout assurer un prix relativement bas au consommateur et proposent donc des prix plus faibles aux producteurs.

Cependant les épicerie fines et les restaurateurs ne sont pas des marchés réservés aux agriculteurs conventionnels. Les producteurs en agriculture biologique pourraient donc les investir et la différence de prix de vente entre les deux s'estomperait.

L'analyse des résultats économiques permet donc de mettre en avant différentes pratiques de commercialisation sur la région pour la lentille, et la diversification de ces pratiques permet d'assurer une meilleure marge semi-nette. En effet certains producteurs préfèrent fonctionner avec un collecteur et sous label, cela ne représente pas la pratique la plus valorisante car elle propose la marge semi-nette la plus faible (environ 900€/ha), mais elle

Variabes	p-value	Coefficient de corrélation
Rendement	0.0001 ***	0.57
Coûts avant récolte	0.0478 *	0.27
Prix	0.2032	0.14
Coûts après récolte	2.79e-13 ***	0.88

Tableau 8 : Significativité des termes du calcul de la marge semi-nette du pois chiche

Variabes	Significativité de la corrélation avec le rendement (p-value)	Coefficient de corrélation
Coûts avant récolte	8.662e-09 ***	0.77
Coûts d'irrigation	2.445e-05 ***	0.61

Tableau 9 : Corrélation des coûts avant récolte avec le rendement du pois chiche

Variabes	Marge semi-nette	Prix de vente	Coûts après récolte
Circuit de commercialisation	0.3774	0.0165 *	0.3486
Bio	0.1016	0.0034 **	0.8954

Tableau 10 : Significativité de l'effet des variables caractérisant les pratiques de commercialisation sur la marge semi-nette et ses composantes pour le pois chiche (p-value)

Prix de vente du pois chiche en fonction du mode de commercialisation (p-value = 0.0165*)

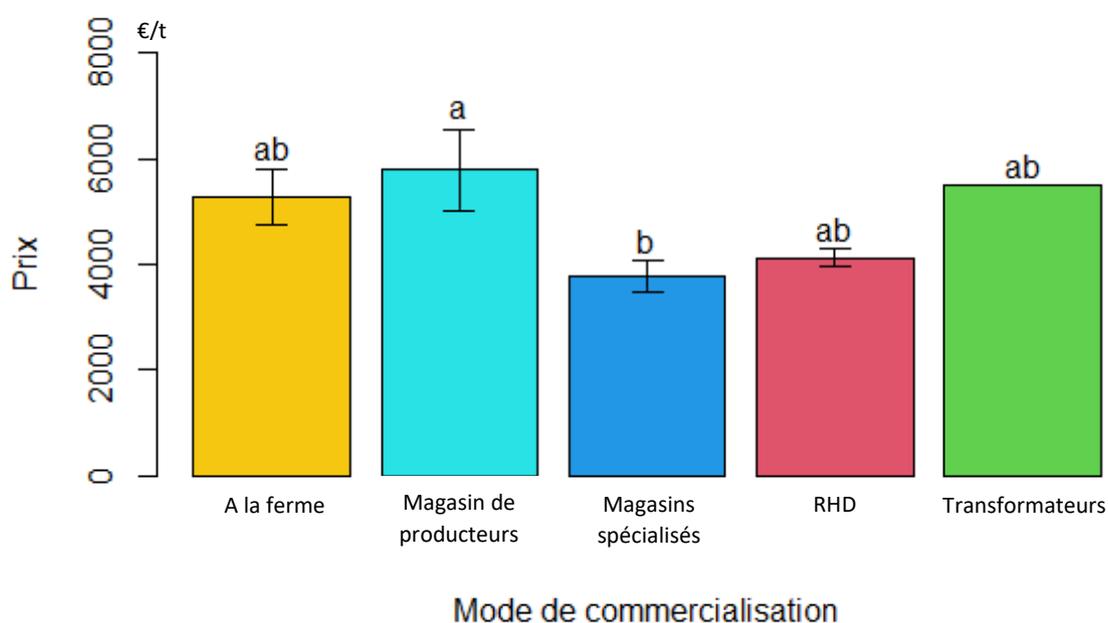


Figure 52 : Effet du mode de commercialisation sur le prix de vente du pois chiche

Comparaison des prix de vente de la lentille entre les exploitations en agriculture biologique et conventionnelle (p-value = 0.0034)**

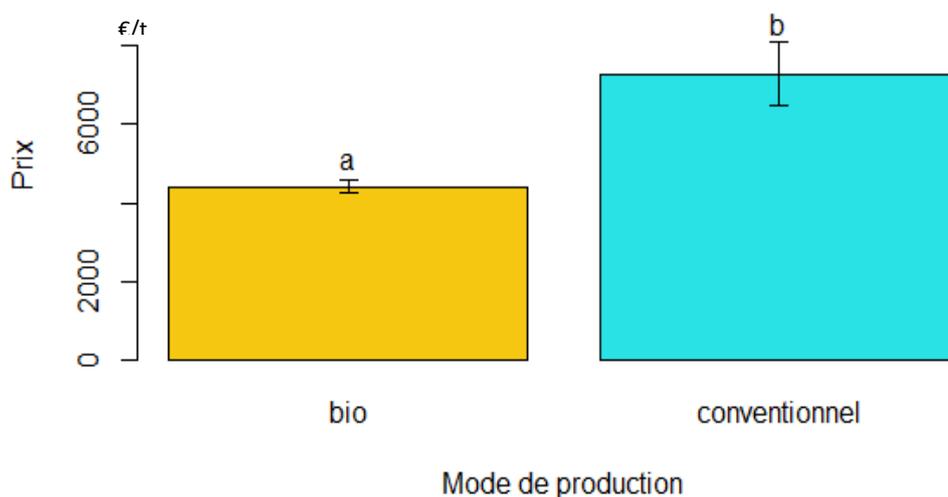


Figure 53 : Effet de la conduite de l'exploitation sur le prix de vente du pois chiche

demande moins d'effort de la part du producteur après la récolte. Certains producteurs utilisent aussi la vente directe ou en magasin de producteur permettant d'assurer un prix moyen supérieur à 5000€/t, mais demandant des coûts après récolte compris entre 600 et 1000€/t pour une marge semi-nette moyenne d'environ 3800€/ha. Cette étude montre également que les producteurs travaillant avec d'autres opérateurs comme des industriels, des distributeurs ou la RHD s'assurent des prix et des coûts après récolte équivalents à la vente directe et une marge semi-nette comprise entre 3000 et 6000€/ha. Cela malgré quelques légères différences de prix liées à des clientèles différentes entre les producteurs en agriculture biologique et ceux en agriculture conventionnelle. **Ainsi, au vu des résultats, il est possible d'affirmer que sur cette étude les pratiques de commercialisation influencent la marge semi-nette réalisée en lentille sur la région AURA (H10).**

III.C.2. Analyse des pratiques de commercialisation sur les résultats économiques du pois chiche en AURA

III.C.2.a. Influence des coûts avant récolte sur les résultats économiques du pois chiche en AURA

Le tableau 8 représente la significativité des corrélations de Spearman de chaque terme du calcul de la marge semi-nette pour le pois chiche. Il apparaît tout d'abord que contrairement à la lentille les coûts avant récolte influencent positivement la marge semi-nette. Cette influence s'explique notamment grâce au tableau 9. Il montre une corrélation significativement positive entre les coûts avant récolte et le rendement et plus particulièrement avec les coûts d'irrigation, dont il a été montré précédemment qu'elle a un effet positif sur le rendement. Or, le rendement a également un effet positif sur la marge semi-nette (Tab. 8). Ainsi, ce résultat reflète une fois de plus l'effet bénéfique de l'irrigation raisonnée sur le rendement (cf. III.B.2.c.) et l'importance du rendement pour la marge semi-nette du pois chiche en AURA.

III.C.2.b. Influence du prix de vente sur les résultats économiques du pois chiche en AURA

Il apparaît sur le tableau 8 que le prix n'est pas corrélé significativement avec la marge semi-nette dans cette étude. Cependant le tableau 10 montre qu'il existe des différences de prix significatives. La figure 52 montre des différences significatives de pratiques de prix entre les différents modes de commercialisation. En effet les prix de vente aux magasins spécialisés sont significativement plus faibles qu'en magasin de producteurs. Cela peut s'expliquer par le fait qu'en vendant en magasin spécialisé il y a un processus de négociation tirant les prix vers le bas alors que dans les magasins de producteurs ce processus est beaucoup moins présent car le magasin appartient en partie à l'agriculteur. Il est également intéressant de noter que, contrairement à la lentille, l'opérateur « Collecteur » n'existe pas en pois chiche sur la région AURA dans cette étude. Ce qui signifie qu'il n'y a pas de filière structurée actuellement en pois chiche sur la région.

La figure 53 montre que les producteurs de pois chiche en agriculture biologique vendent leurs pois chiches en moyenne à 4,5€/kg alors que les conventionnels les vendent à environ 7€/kg. Ces pratiques différentes ne s'expliquent pas, à première vue, par une différence de clientèle puisque les producteurs de pois chiche de cette étude vendent essentiellement à la

Variables	Significativité de la corrélation avec le rendement (p-value)	Coefficient de corrélation
Coûts après récolte	5.66e-05 ***	0.59

Tableau 11 : Corrélation des coûts après récolte avec le rendement du pois chiche

Variabilité du rendement en pois chiche

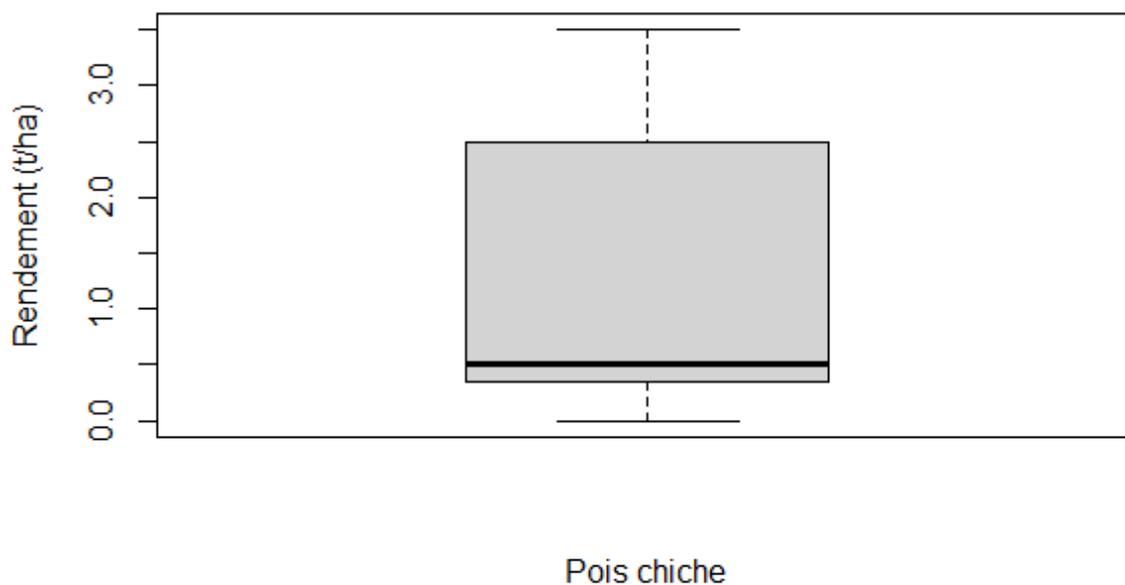


Figure 54 : Diagramme de distribution des rendements de pois chiche sur la période étudiée

ferme ou en magasin de producteurs. Cela peut en revanche s'expliquer en partie par le fait que seuls les producteurs en agriculture biologique vendent en magasins spécialisés pratiquant des prix plus bas par rapport aux magasins de producteurs. Mais le manque de références peut également entraîner cette différence de prix. En effet le manque de prix de vente de référence établi à l'échelle de la région empêche les producteurs de se comparer entre eux et ils appliquent donc des politiques de prix différentes. Cette théorie est en partie confortée par le fait que l'ensemble des producteurs conventionnels de l'étude se situent dans un périmètre géographique restreint (Isère) facilitant ainsi les échanges d'informations. Tandis que les producteurs en agriculture biologique sont dispersés sur la région.

III.C.2.c. Influence des coûts après récolte sur les résultats économiques du pois chiche en AURA

Il existe une corrélation significativement positive entre les coûts après récolte et la marge semi-nette du pois chiche (Tab. 8). Mais, contrairement à la lentille, cette corrélation n'est pas due à des différences de manipulation après récolte, ni aux modes de commercialisation ni à la différence entre en agriculture conventionnelle et biologique, qui entraîneraient des prix de vente supérieurs. En effet il a été précisé précédemment qu'il n'y a pas de corrélation entre le prix et la marge semi-nette dans cette étude et il n'y a également pas de différences significatives de coûts après récolte entre les différents modes de commercialisation et entre les producteurs en agriculture biologique et conventionnelle (Tab. 10). Ce qui s'explique notamment par le fait qu'il n'y a qu'un seul type de produit considéré ici, les pois chiches en sachet. Il y a donc des actions relativement similaires de triage et de conditionnement réalisées par l'ensemble des producteurs.

Cette corrélation des coûts après récolte avec la marge semi-nette est donc ici uniquement due au rendement qui fait que lorsque qu'il y a une plus grande quantité de produits il y a besoin de plus de coûts à mettre en œuvre pour trier et conditionner la production. Cette relation se voit sur le tableau 11 qui montre une corrélation significativement positive entre le rendement et les coûts après récolte.

Cette étude a donc mis en évidence l'existence de plusieurs voies de commercialisation existante pour le pois chiche et des pratiques de prix de vente différentes. **Mais la grande variabilité du rendement sur la période étudiée (Fig. 54) ne permet pas d'affirmer que les pratiques de commercialisation du pois chiche sur la région AURA influencent les résultats économiques de ce dernier (H10).**

L'analyse des résultats économiques de la lentille et du pois chiche sur la région AURA met donc en évidence plusieurs points :

- l'existence de nombreux canaux de commercialisation pour ces productions sur la région
- des filières plus structurées pour la lentille notamment autour des deux appellations présentes
- les résultats économiques de la lentille ne dépendent pas uniquement du niveau de rendement mais également :
 - o du mode de commercialisation
 - o du nombre de modes de commercialisation utilisé
 - o du type de produit vendu

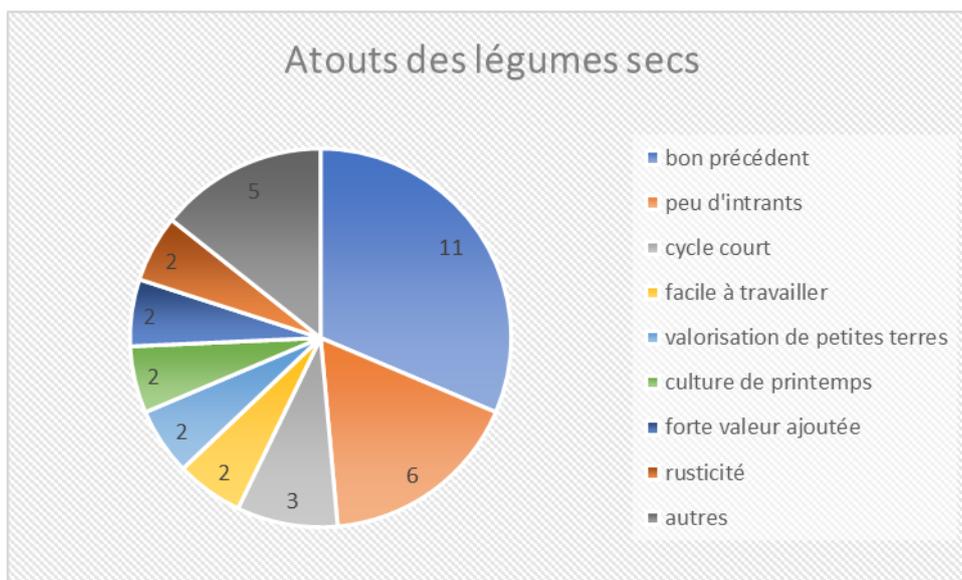


Figure 55 : Différents atouts des légumes secs perçus par les agriculteurs et le nombre de fois où ils ont été cités

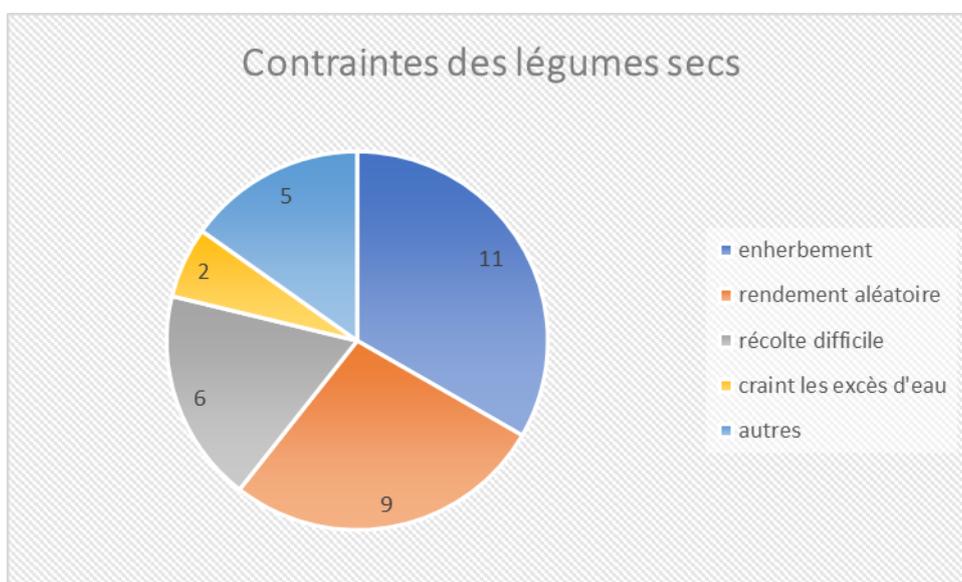


Figure 56 : Différentes contraintes des légumes secs perçus par les agriculteurs et le nombre de fois où elles ont été citées

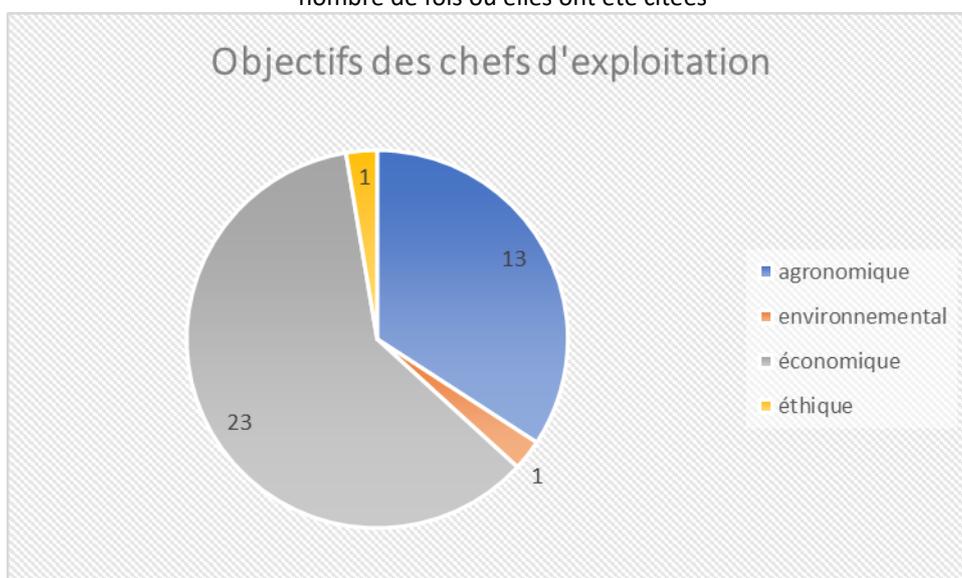


Figure 57 : Principaux objectifs des producteurs de légumes secs et le nombre d'exploitations par objectifs

- du type de clientèle à laquelle le producteur fait appel
- la variabilité des résultats économiques du pois chiche sur la région n'est dû qu'à la variabilité du rendement malgré quelques différences de prix de vente.

Il est également important de noter que l'ensemble des producteurs de pois chiche et de lentille n'ont fait part d'aucun problème d'écoulement des stocks, même lorsqu'ils sont importants, et se retrouvent souvent en rupture. Il y a donc une demande importante bien présente pour ces produits sur la région.

Les résultats de cette deuxième partie sont synthétisés en annexe 6.

L'analyse des résultats techniques et économiques de la production de lentille et de pois chiche sur la région Auvergne Rhône-Alpes a donc permis de créer des fiches technico-économiques pour ces cultures.

III.D. Partie 3 : Analyse des déterminants socio-économiques pour l'évolution de la production de légumes secs sur les exploitations de la région AURA

Par la réalisation d'une analyse descriptive et d'une ACM cette partie identifie des leviers et freins socio-économiques à la mise en place et à l'évolution des cultures de légumes secs sur la région AURA.

III.D.1. Des différences de perception des légumes secs de la part des producteurs

Chaque agriculteur a énoncé ce que sont pour lui les principaux atouts et contraintes des cultures de légumes secs et également ses principaux objectifs pour les cultiver. Ils étaient limités à donner deux arguments maximums par catégorie lorsqu'ils en avaient. L'enquête révèle que les légumes secs sont perçus différemment par les agriculteurs. En observant la figure 55 il apparaît que les légumes secs sont perçus comme des cultures ayant de nombreux atouts et notamment ceux d'être de bons précédents et de demander peu d'intrants. Il apparaît que les légumes secs peuvent également être perçus comme agréable à travailler. La catégorie « autres » représente des atouts ayant été cités qu'une seule fois, comme par exemple la possibilité de cultiver la lentille en association ou encore d'avoir une date semis qui ne tombe pas en même temps que les autres cultures. Cependant l'enquête a également fait ressortir quelques contraintes à la culture des légumes secs (Fig. 56). Par exemple pour la majorité des agriculteurs les principales contraintes des légumes secs résident notamment dans la faible compétitivité de ces derniers face aux adventices et dans l'aspect aléatoire de leurs rendements. Il apparaît également qu'ils présentent l'inconvénient d'être compliqués à récolter, notamment pour la lentille et le haricot.

Les objectifs des producteurs pour la culture ces plantes sont en lien avec les atouts énoncés plus hauts. La figure 57 a été réalisée en demandant aux producteurs quels étaient leurs deux principaux objectifs pour intégrer des légumes secs dans leur système. Elle montre que les objectifs ressortant majoritairement sont d'ordre économiques et agronomiques, seulement trois agriculteurs n'ont pas évoqué d'objectif économique. Les objectifs économiques se résument essentiellement à diversifier l'offre proposée en vente directe notamment, et à saisir une opportunité de marché due à une forte demande. Les objectifs agronomiques correspondent

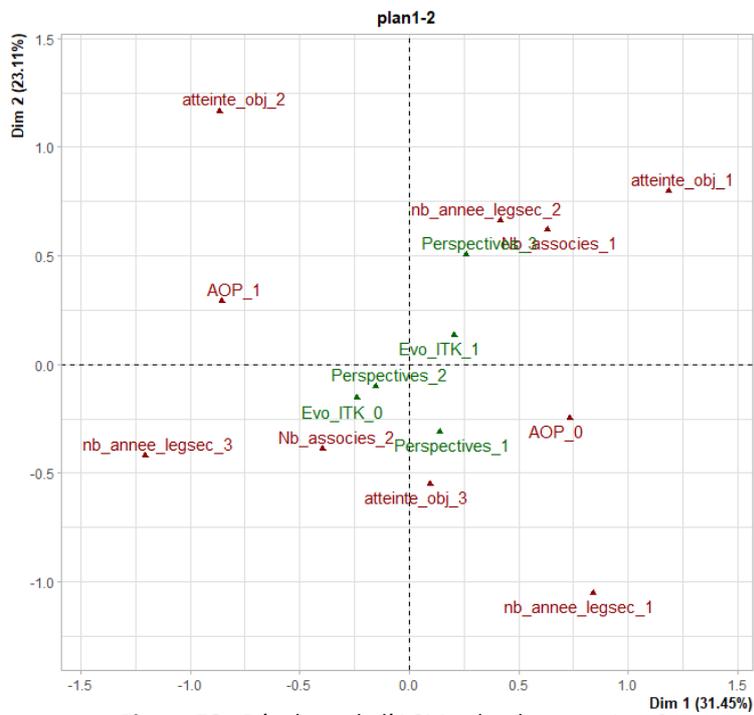


Figure 58 : Résultats de l'ACM selon les axes 1 et 2

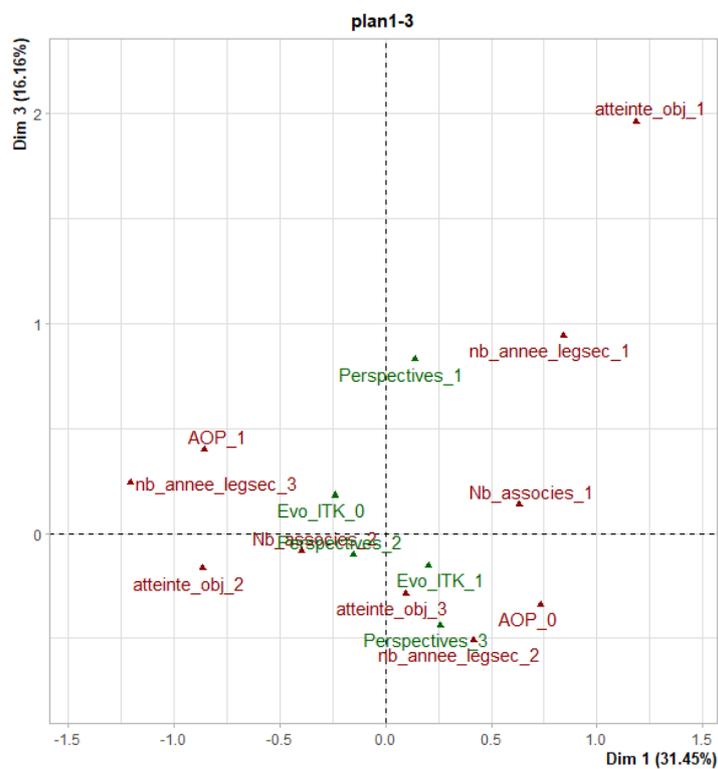


Figure 59 : Résultats de l'ACM selon les axes 1 et 3

Dimension 1	R ²	valeurs test positives	valeurs test négatives
Nombre d'années d'expérience	0.67	<4 ans / 4-9 ans	10 ans et plus
Appellation	0.63	non	oui
Atteinte des objectifs	0.34	non	oui mais
Nombre d'associés	0.25	pas d'associé	1 associé ou plus
Dimension 2			
Atteinte des objectifs	0.59	oui mais	oui
Nombre d'années d'expérience	0.49	4-9 ans	<4 ans
Nombre d'associés	0.24	pas d'associé	1 associé ou plus
Dimension 3			
Atteinte des objectifs	0.5	non	oui
Nombre d'années d'expérience	0.32	<4 ans	4-9 ans

Tableau 12 : Description des dimensions de l'ACM retenues

essentiellement à apporter de l'azote à la culture suivante et à casser le cycle des adventices par l'inclusion d'une culture de printemps.

III.D.2. ACM sur les caractéristiques socio-économiques pouvant influencer l'évolution des légumes secs sur l'exploitation

Les figures 58 et 59 représentent les résultats de l'ACM réalisée grâce aux quatre variables actives et deux illustratives (Tab. 2). Les deux figures représentent respectivement 55% et 48% de la variabilité. Les trois dimensions représentent donc environ 70% de la variabilité observée et possèdent toutes trois une valeur propre supérieure à 0,25. Ces trois dimensions représentent donc relativement bien le jeu de données.

Le tableau 12 représente la construction des trois axes retenus. Le premier axe oppose principalement les chefs d'exploitation avec une expérience supérieure à 10 ans ayant au moins un associé, appartenant à une appellation et atteignant en partie leurs objectifs et les chefs d'exploitation seul, ayant moins d'expérience et n'appartenant pas à une appellation. Le deuxième axe oppose principalement les chefs d'exploitation seul avec une expérience dans les légumes secs comprise entre 4 et 9 ans mais n'atteignant pas complètement leurs objectifs et les chefs d'exploitation ayant au moins un associé et atteignant leurs objectifs dès le début. Enfin le troisième axe oppose les chefs d'exploitation avec une expérience comprise entre 4 et 9 ans atteignant complètement leurs objectifs et les néophytes n'arrivant pas à atteindre les leurs. Malgré le fait que les variables illustratives « Perspective et Évolution de l'itinéraire techniques » soient proche du centre des figures 58 et 59 et ne soient pas significatives sur les dimensions représentées, il apparaît quelques oppositions.

L'évolution de l'itinéraire technique et la perspective de maintenir tel quel l'atelier légumes secs sur l'exploitation semblent surtout être expliquées par l'axe 1. En effet les chefs d'exploitation ayant une grande expérience sont installés dans une routine qui leur permet de satisfaire, au moins en partie, leurs objectifs et ne cherche donc pas à faire évoluer leurs pratiques ni à développer ou diminuer cette activité. De plus induire une évolution des pratiques semble d'autant plus compliquée lorsqu'il y a plusieurs associés et que certains sont satisfaits de la situation actuelle. L'appartenance à une appellation semble également conforter cette position, puisqu'elle leur demande de respecter un cahier des charges précis et leur donne des indications sur l'itinéraire technique à mettre en œuvre. Alors que les chefs d'exploitations seul ayant moins d'expérience cherchent encore leur vitesse de croisière et ont donc plus de facilité à tester de nouvelles pratiques pour la culture de légumes secs (Fig. 58 et 59).

Les perspectives de développement ou de diminution, voire d'arrêt, de l'atelier légumes secs semblent plutôt être expliquées par les axes 2 et 3. Il y a deux profils de chef d'exploitation souhaitant développer cet atelier sur leur exploitation. Le premier correspond à des agriculteurs seuls qui ont une certaine expérience des légumes secs mais qui ne sont pas satisfaits de leurs résultats vis-à-vis de leurs objectifs (Fig. 58). Ils souhaitent donc développer plus de choses, comme la vente directe par exemple, pour réussir à atteindre ces objectifs qui sont, pour rappel, souvent d'ordre économique. Le deuxième profil d'agriculteur souhaitant développer l'atelier légumes secs correspond également à ceux ayant une certaine expérience dans le domaine mais qui possèdent au moins un associé et atteignent pleinement leurs objectifs (Fig. 59). Ceux-ci souhaitent donc donner plus d'importance à cet atelier au sein de l'exploitation tout en cherchant leur vitesse de croisière. Il est également intéressant de noter que pour ces profils-là le développement de l'atelier peut s'accompagner d'une évolution dans l'itinéraire technique,

puisque la modalité « évolution de l'itinéraire technique » est relativement proche de la modalité « perspective de développement ».

Enfin les agriculteurs souhaitant diminuer voire arrêter l'atelier légumes secs sur l'exploitation correspondent majoritairement à des agriculteurs qui ont peu d'expérience dans le domaine et qui n'arrivent pas à atteindre leurs objectifs (Fig. 59). Ils se découragent donc rapidement.

Cette analyse, malgré le manque de significativité des variables illustratives sur les 3 dimensions retenues, permet de deviner différents profils de producteurs de légumes secs qui se projettent différemment vis-à-vis de cet atelier. Elle identifie également plusieurs tendances de développement des légumes secs sur les exploitations. Certains facteurs ressortent comme la nécessité d'un accompagnement lors des premières années de présence de cultures de légumes secs pour éviter un découragement trop rapide. Elle montre également qu'il y a une volonté de tester de nouvelles choses au niveau de l'itinéraire technique de la part des producteurs avec une expérience relativement limitée. Alors que les producteurs avec une longue expérience et appartenant à une appellation montrent moins de dynamisme à ce niveau. **Ainsi les caractéristiques socio-économiques des chefs d'exploitation semblent pouvoir influencer l'avenir des légumes secs sur leur exploitation (H11).**

De la même façon que pour les deux parties précédentes, les résultats de cette troisième partie sont synthétisés en annexe 6.

IV. Discussion

IV.A. Retour sur le cadre de l'étude

L'objectif de ce travail était donc de réaliser un état des lieux des cultures de légumes secs sur la région AURA afin d'identifier des pistes de travail et d'acquérir des références technico-économiques en lentille, haricot et pois chiche. Or la principale limite à cette étude est le manque de représentativité des pois chiches et des haricots. Ce manque de représentativité empêche l'établissement d'un état des lieux pour le haricot et limite l'analyse pour le pois chiche. Il y a également une mauvaise représentativité de certains départements empêchant d'avoir une vision globale de la production des légumes secs sur la région. Cela est dû en partie à une mauvaise connaissance de ces producteurs par le réseau chambre d'agriculture en AURA. Il pourrait donc être intéressant dans le cadre du projet de réaliser un recensement de ces producteurs sur l'ensemble de la région et de confirmer les conclusions de cette étude sur d'autres exploitations pour s'assurer de leur représentativité au niveau de la région.

La période de réalisation de l'étude a également été un frein à sa réalisation, en effet l'ensemble des enquêtes se sont déroulées sur le mois de juin et une partie du mois de juillet. Or les exploitants, et plus particulièrement ceux ayant une activité de grandes cultures, sont généralement très occupés sur ces périodes, ce qui a limité le nombre d'enquêtes réalisées.

IV.B. Retour sur la méthodologie d'enquête

L'utilisation d'enquêtes directes (ou entretiens) présentent certaines limites. Elles demandent notamment un certain investissement en termes de temps et de moyens si l'on veut pouvoir avoir un échantillon représentatif d'une zone assez large. Ce qui a donc limité le nombre de données récoltées pour l'étude. Les enquêtes directes présentent également l'inconvénient d'être superficielles (car peu de temps passé avec l'exploitant) et d'avoir une fiabilité variable car les informations recueillies ne sont pas nécessairement vérifiables (Perrot et Landais, 1993). Une autre limite des enquêtes réalisées pour l'étude se trouve dans la façon dont elles ont été réalisées (téléphone, sur le siège de l'exploitation, mail) ce qui peut également induire une variabilité dans le niveau de fiabilité des informations d'une enquête à l'autre. En effet il arrive que certaines questions soient comprises différemment et le mode d'enquête ne permet pas toujours d'identifier les malentendus, notamment par mail.

Un autre frein aux enquêtes a également été la taille du questionnaire (Annexe 3), celui-ci était systématiquement envoyé après un premier contact avec les producteurs. Or l'objectif de ce questionnaire était d'obtenir une vision assez large et précise de la manière dont sont conduites la culture et la valorisation des légumes secs sur les exploitations, sur 3 années si possible, ce qui en a fait un questionnaire assez conséquent. Ainsi certains agriculteurs ont été réticents vis-à-vis de sa taille et n'ont pas voulu participer à l'enquête, malgré le fait que celle-ci durait en moyenne une heure.

IV.C. Retour sur la méthodologie d'analyse des résultats

D'autres limites liées quant à elles au traitement de l'information sont également apparues. La méthode utilisée pour la réalisation des typologies sur la localisation et les caractéristiques socio-structurelles des exploitations entraîne une non-indépendance des types, ce qui signifie que l'on ne peut modifier la définition d'un type sans modifier les autres (Perrot et Landais, 1993). Cette non-indépendance est donc gênante car elle empêche la prise en compte de l'évolution des différents types pouvant entraîner une obsolescence plus ou moins rapide des typologies créées (Perrot et Landais, 1993). Les fiches techniques produites dans le cadre de cette étude s'appuyant sur la typologie de localisation ne sont donc pas vouées à être des outils utilisés en routine (Perrot et Landais, 1993). Ce sont des photos des pratiques actuelles des producteurs et de leurs résultats pour les localisations identifiées qui permettent aux agriculteurs de se comparer. Il faudrait donc, pour créer un outil utilisable en routine par les agents du développement agricole, créer une typologie à partir de la méthode développée par Joulie et al. (1996) par exemple. Cette méthode se base sur l'hypothèse que les différents types fonctionnement d'exploitation, et donc de conduite des cultures de légumes secs, sont liés à leur environnement. Elle prend en compte les caractéristiques propres de l'exploitation et son environnement physique (aptitudes agronomiques des sols, structure du parcellaire...) et économique (circuit de commercialisation...) dans le but d'aider à prévoir les évolutions potentielles de zones géographiques.

Une des limites de l'analyse des résultats techniques réside notamment au niveau des exploitations mettant en place différents itinéraires techniques. Elles insèrent un biais dans les résultats obtenus car l'ensemble de leurs itinéraires sont pris en compte mais certains exploitants n'ont pu fournir qu'un seul rendement. Cela a donc pour conséquence de masquer certaines différences qu'il pourrait y avoir entre les différents itinéraires techniques et entraîne des comparaisons faussées avec les autres résultats obtenus.

De plus la non prise en compte du climat peut poser question. Celui-ci possède un effet déterminant sur la croissance des végétaux et la taille conséquente et l'hétérogénéité du territoire pris en compte pour cette étude induit nécessairement des variations climatiques. Malgré la prise en compte de plusieurs années pour lisser ces effets climatiques il serait intéressant de coupler cette étude à une étude des aléas climatiques sur l'ensemble du cycle de culture pour ces années et de voir de quelle manière les résultats obtenus ont pu être affectés.

L'analyse de la densité de semis peut également être discutée, car elle est étudiée en kg/ha alors que l'unité réellement pertinente est le nombre de grains/m². Il peut en effet y avoir une variabilité dans le poids des semences utilisées d'une année sur l'autre, impliquant que pour une même masse de grains il existe des écarts sur le nombre de graines semées. Ce qui a une répercussion directe sur le nombre de pieds/m². L'étude n'a donc pas pu utiliser cette unité-ci car la majorité des agriculteurs ont fournis une densité en kg/ha.

Un point de discussion de l'analyse des résultats économiques est le fait que celle-ci se porte sur un mode de commercialisation particulier, un type de produit particulier ou encore l'appartenance ou non à une appellation. Ainsi les résultats obtenus ne reflètent pas réellement les résultats économiques des exploitations qui peuvent utiliser un mix de ces facteurs. Il n'y a donc pas de réelle comparaison possible à ce niveau entre les exploitations. Mais cette méthode d'analyse est également due au fait que souvent les producteurs ne connaissent pas leurs résultats économiques réellement dus aux légumes secs. Il faudrait donc réaliser une analyse comptable pour avoir une idée précise des résultats économiques des légumes secs par exploitation.

L'analyse de l'impact des déterminants socio-économiques sur le futur des légumes secs sur les exploitations s'est faite sur les dires des producteurs. Cette analyse permet d'identifier des tendances quant au développement d'une culture et au dynamisme des producteurs. Cependant il faudrait suivre l'évolution de ces cultures au sein des exploitations sur plusieurs années pour voir si les producteurs ont réellement fait évoluer leur itinéraire et/ou développé ou non la place des légumes secs. Ce qui devrait permettre de confirmer l'effet des freins et leviers socio-économiques identifiés comme pouvant influencer l'évolution de l'itinéraire technique et/ou de la place des légumes secs sur l'exploitation.

IV.D. Perspectives d'expérimentation à mettre en place

Le nombre relativement restreint d'enquêtes effectuées entraîne un manque de variabilité sur certains facteurs qui semblent avoir un effet déterminant, empêchant leur analyse approfondie. De même certains résultats posent questions et amènent à réfléchir à la mise en place de certaines expérimentations dans le cadre du projet. Par exemple les résultats montrent une corrélation positive entre la densité de semis de la lentille et le rendement mais l'étude ne dispose pas de données pour des densités de semis supérieures à 100kg/ha. Il serait donc intéressant d'expérimenter l'effet d'une densité de semis importante sur le rendement. Il en est de même pour la profondeur de semis.

L'étude montre un effet positif de l'irrigation sur le rendement des lentilles et des pois chiches. Mais les données ne permettent pas d'analyser l'effet de la quantité d'eau apportée et du nombre d'apports. Mettre en place une expérimentation sur l'irrigation serait donc intéressant, elle pourrait regarder l'influence de la quantité d'eau apportée et du nombre d'apports en période de stress hydrique sur les stades identifiés comme vulnérables à ce stress.

Il serait également intéressant d'obtenir des données sur l'apport de différentes quantités de micronutriments comme le bore ou le magnésium. Ils apparaissent comme significativement bénéfique pour le rendement, mais le manque de variabilité au niveau des doses apportées empêche d'établir de réelles préconisations vis-à-vis de ces éléments.

La non-significativité de la gestion de l'enherbement en lentille pose également question. La mise en place d'une expérimentation sur la gestion de l'enherbement serait intéressante. Celle-ci pourrait par exemple avoir une modalité comportant seulement des passages d'écimeuse empêchant uniquement le renouvellement du stock semencier des adventices hautes. Il pourrait être également intéressant de regarder dans cette expérimentation l'impact du nombre de passage de faux-semis sur le rendement en comparaison avec d'autres méthodes de lutte contre les adventices, puisqu'il a été démontré un effet négatif du travail du sol sur le rendement.

Dans cette étude la gestion des maladies fongiques et des ravageurs ressort comme déterminante. Malheureusement seule la lutte chimique a pu être analysée malgré l'existence de produits de biocontrôle et d'une méthode de prophylaxie comme le respect du délai de retour. Ainsi la mise en place de d'expérimentation sur les produits de biocontrôle et sur le délai de retour pourrait être intéressant, notamment pour les producteurs en agriculture biologique et dans un contexte où l'on vise à réduire l'utilisation de produits chimiques.

Au vu de l'impact non négligeable des conditions pédoclimatiques sur de nombreuses autres cultures il serait pertinent de réaliser des essais dans des conditions pédoclimatiques différentes. Afin notamment de confirmer ou non l'impact non-significatif de la localisation sur le rendement des lentilles, mais également d'établir des limites au-delà desquelles il n'est plus possible de cultiver des légumes secs sur la région. Car si la littérature met en évidence des contre-indications pour les sols hydromorphes et/ou froids, l'étude ne montre pas de résultats de cette nature. Elle met au contraire en évidence une grande capacité d'adaptation de ces cultures même dans des zones de montagnes situées à plus de 1000m d'altitude ayant donc des sols et un climat théoriquement froids.

Enfin cette étude ne s'est intéressée qu'aux déterminants des résultats de la culture de légumes secs sur la région. Or ces cultures rentrent dans une vision de durabilité des exploitations, qui passe entre autres par leur diversification et leur affranchissement vis-à-vis des intrants. Il est donc important d'évaluer l'impact de l'inclusion de ces cultures sur le système, tant au niveau agronomique qu'économique. De plus dans le contexte sociétal actuel où le débat sur l'environnement et l'impact de l'agriculture sur celui-ci prend de l'ampleur, une étude de l'impact environnemental des exploitations cultivant des légumes secs pourrait aider au développement de ces filières, grâce par exemple à la réalisation de bilans carbone. Ce développement pourrait notamment se faire par une communication et une sensibilisation auprès du grand public sur les intérêts environnementaux et agronomiques de ces derniers.

Le développement de ces cultures pourrait également passer par leur inclusion dans des systèmes de paiements pour services systémiques. Leurs effets bénéfiques sur la fertilité des sols et sur le maintien de la biodiversité grâce notamment à leur pouvoir mellifère, sont des arguments de taille pour cette inclusion. De la même manière, inclure ces cultures dans le plan protéines mis en place par le gouvernement en 2014 serait bénéfique à leur développement.

Conclusion

L'augmentation des surfaces de légumes secs en réponse à une demande grandissante pour ces produits a fait émerger de nouvelles filières. Ce qui représente une opportunité pour l'agriculture de la région avec la présence de gros bassins de consommation. Mais malgré l'existence de deux appellations historiques sur le territoire, la production de légumes secs souffre d'un manque de références technico-économiques freinant le développement de ces cultures. Ainsi c'est dans le but d'acquérir des références technico-économiques en légumes secs que ce projet a vu le jour. L'étude des enquêtes réalisées auprès de 26 producteurs de la région a permis d'identifier des facteurs déterminants les résultats techniques et économiques de ces cultures, souvent perçues comme aléatoires. Elle identifie également des facteurs socio-économiques pouvant déterminer le développement de ces cultures.

L'analyse des résultats techniques de la lentille grâce à la création d'un modèle, a mis en évidence les effets significatifs de plusieurs points de l'itinéraire technique. La gestion de l'interculture a notamment un effet significatif sur le rendement. L'étude montre que dans le but de maximiser le rendement il est nécessaire de limiter au maximum les passages d'outils de travail du sol et le labour afin d'éviter un tassement du sol préjudiciable au développement de la lentille. Les pratiques de semis ressortent également comme significatives avec des corrélations positives entre la densité de semis et le rendement ou encore entre la profondeur de semis et le rendement. Avec toutefois quelques mises en garde vis-à-vis des densités de semis supérieures à 100kg/ha et des profondeurs de semis supérieures à 3,5cm à cause d'un manque de données pour ces valeurs. L'étude révèle également que l'apport de micronutriments tels que le bore ou le magnésium peut être bénéfique au bon développement de la plante et donc au rendement. Toutefois elle ne permet pas de donner des préconisations de dose à apporter. La fertilisation organique, par une modification du milieu, semble en revanche avoir un effet négatif sur le rendement des lentilles. Il ressort également de l'étude des résultats plus étonnants comme par exemple l'effet positif de l'irrigation sur le rendement de la lentille qui est une culture présentée comme résistante au manque d'eau et sensible à l'excès d'eau. Mais qui peut s'expliquer par des apports réalisés dans des conditions de stress hydrique à certains stades clés où la plante est plus vulnérable au manque d'eau. Mais encore une fois l'étude ne peut prescrire des quantités à apporter pour cause de manque de variabilité au niveau des données relevées. Un autre résultat étonnant est le manque de significativité des facteurs codant pour la gestion de l'enherbement, pouvant signifier une tolérance de la lentille vis-à-vis de la concurrence, mais cette gestion doit être réfléchie au niveau de la rotation. En revanche la gestion des maladies fongiques et des ravageurs semble être déterminante. Malgré l'existence de produits de biocontrôle et de méthodes de prophylaxie comme le respect du délai de retour, ici seule la lutte chimique a pu être étudiée.

Par manque de données l'analyse des résultats techniques du pois chiche ne permet pas d'identifier autant de facteurs déterminants le rendement. L'un des facteurs ressortant est l'effet bénéfique du labour sur le rendement grâce à une fissuration du sol en profondeur permettant un bon développement des nodosités. L'étude met également en évidence un effet négatif de l'association culturale et du roulage après le semis sur le rendement du pois chiche, laissant penser à une sensibilité du pois chiche au tassement du sol et à un manque de compétitivité vis-à-vis de certaines ressources comme la lumière. Enfin, il apparaît ici aussi un effet significativement positif de l'irrigation sur le rendement du pois chiche.

L'analyse des résultats économiques fait également ressortir des déterminants différents pour la lentille et le pois chiche. Pour la lentille le nombre de voies de commercialisation utilisées par l'exploitation a un effet direct sur la marge semi-nette, cette dernière est

significativement plus élevée lorsque le producteur utilise au moins deux canaux différents. L'étude montre des différences entre les différents canaux de commercialisation, avec une marge semi-nette significativement inférieure pour les producteurs faisant appel à un collecteur. Ce constat est dû notamment à des prix vente plus faibles induits par moins de manipulations des lentilles après la récolte par rapport aux modes de commercialisation plus courts. L'appartenance ou non à une appellation n'a en revanche pas d'effet significatif sur la marge semi-nette moyenne. L'étude de ces résultats met cependant en avant une différence de marge semi-nette entre les producteurs en agriculture conventionnelle et ceux en agriculture biologique car ils s'adressent à des clientèles différentes.

Pour le pois chiche l'étude des résultats économiques montre seulement une diversité de canaux de commercialisation ayant des différences significatives au niveau des prix de vente. Mais la variabilité observée des marges semi-nette s'explique uniquement par une grande variabilité au niveau du rendement dans cette étude.

Afin de mettre en perspective l'avenir des légumes secs sur les exploitations, la réalisation d'une ACM a permis d'identifier certains facteurs socio-économiques pouvant induire une évolution de la place des légumes secs au sein exploitations. Par exemple le fait d'appartenir à une appellation incite à maintenir la place des légumes secs telle qu'elle est, de même que la présence de plusieurs associés sur l'exploitation ou le fait que le chef d'exploitation ait plus de 10 ans d'expérience dans ces cultures. Ces facteurs n'incitent également pas à faire évoluer l'itinéraire technique mis en place pour les légumes secs. En revanche le fait d'être seul sur l'exploitation, d'avoir entre 4 et 9 ans d'expérience et d'avoir du mal à atteindre ses objectifs incite les producteurs à essayer de développer cette activité. Alors que d'autres exploitants cherchent à donner plus d'importance aux légumes secs sur l'exploitation car leurs objectifs sont remplis et qu'ils cherchent à en tirer plus de profits. Cependant certains producteurs avec moins de 4 ans d'expérience peuvent se décourager s'ils essuient plusieurs revers et qu'ils n'arrivent pas atteindre les objectifs fixés.

Ce travail permet donc la mise en évidence de certains points d'attention au niveau de l'itinéraire technique et de la stratégie commerciale à mettre en place pour les cultures de légumes secs sur la région Auvergne Rhône-Alpes. Il soulève également quelques pistes de réflexion pour la mise en place d'expérimentation dans le cadre du projet PEPIT. Enfin il identifie des leviers socio-économiques sur lesquels s'appuyer pour le développement de ces cultures sur la région.

Bibliographie

- Agreste, 2019. Graph'Agri 2019
- Agreste, 2016. Agreste Auvergne Rhône-Alpes – Références. n°1
- Angus J.F., Kirkegaard J.A., Hunt J.R., Ryan M.H., Ohlander L., Peoples M.B., 2015. Break crops and rotations for wheat. In : Crop Pasture Sci., n°66, pp.523-552.
- Aubry C., Chiffolleau Y., 2009. Le développement des circuits courts et l'agriculture péri-urbaine : histoire, évolution en cours et questions actuelles. In : Innovations Agronomiques, n°5, pp.53-67.
- Barrio de Pedro J.C., 2013. Caractérisation et diagnostic de familles paysannes andines au sein de leurs communautés, selon une méthode typologique (haute vallée du Cañete, province de Yauyos, Pérou). In : Les Cahiers d'Outre-Mer, n°262, pp.183-216.
- Bedoussac L., Justes E., 2010. The efficiency of a durum wheat-winter pea intercrop to improve yield and wheat grain protein concentration depends on N availability during early growth. In : Plant Soil, n°330, pp.19-35.
- Bergersen F.J., Turner G.L. Peoples M.B., Gault R.R., Mothorpe L.J., Brockwell J., 1992. Nitrogen fixation during vegetative and reproductive growth of irrigated soybean in the field: application of ¹⁵N methods. In : Aust. J. Agric. Res., n°43, pp.145-153.
- Boizard H., Richard G., Defossez P., Roger Estrade J., Boiffin J., 2004. Étude de l'effet à moyen et long terme des systèmes de culture sur la structure d'un sol limoneux-argileux du Nord du Bassin Parisien. In : Étude et Gestion des Sols, vol. 11, n°1, pp.11-20.
- Bourges A., 2015. Phénomènes météorologiques : Le ciel auvergnat sort de l'ordinaire. In : La Montagne. url : https://www.lamontagne.fr/clermont-ferrand-63000/actualites/phenomenes-meteorologiques-le-ciel-auvergnat-sort-de-lordinaire_11279779/ (accessed on : 21.09.2020).
- Brossier J., Petit M., 1977. Pour une typologie des exploitations agri-coles fondée sur les projets et les situations des agriculteurs. In : Économie rurale, n°122, pp.31-40.
- Carles R., Millet G., 1990. Avantages comparés des principales cultures des les systems de production agricole européens (1979-1988) – Une approche par l'estimation de marges à l'hectare. In : Économie rurale, n°197, pp.22-34.
- Carrouée B., Schneider A., Flénet F., Jeuffroy M.H., Nemecek T., 2012. Introduction du pois protéagineux dans des rotations à base de céréales à paille et colza : impacts sur les performances économiques et environnementales. In : Innovations Agronomiques, n°25, pp.125-142.
- Cattan A., Mermet L., 1992. L'adoption par les agriculteurs de pratiques agricoles favorables à l'environnement : identification de facteurs de blocage. In : Économie Rurale, n°208-209, pp.38-41.
- Cellier P., Schneider A., Thiébeau P., Vertès F., 2015, Impacts environnementaux de l'introduction de légumineuses dans les systèmes de production. In : Les légumineuses pour des systemes agricoles et alimentaires durables, pp.297-338.

Cernay C., Makowski D., and Pelzer E., 2017. Preceding cultivation of grain legumes increases cereal yields under low nitrogen input conditions. In : Environ. Chem. Lett., pp.1-6.

Chambre d'Agriculture, France, 2019. Les coûts 2019 des matériels agricoles.

Champ M., Magrini M.B., Simon N., Le Guillou C., 2015. Les légumineuses pour l'alimentation humaine : apports nutritionnels et effets santé, usages et perspectives. In : Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables, pp.263-295.

Champ M., Anderson J.W., Bach-Knudsen K.E., 2002. Supplement Pulses and Human Health. In : Brit. J. Nutr., n°88 suppl3, pp.237-319.

Charles R., Gosse G., 2002. Environmental impact related to nitrogenous emissions from crop of peas and wheat. In : Grain Legumes, n°36, p.20.

Corre-Hellou G., Crozat Y., 2005. N₂ fixation and N supply in organic pea (*Pisum sativum* L.) cropping systems as affected by weeds and pea weevil (*Sitona lineatus* L.). In : Eur. J. Agron., n°22, pp.449-458.

CIMMYT, Economics Program, 1993. The adoption of agricultural technology: A guide for survey design. Mexico, D.F.: CIMMYT, 88p.

Davis J., Sonesson U., Baumgartner D.U., Nemecek T., 2010. Environmental impact of four meals with different protein sources : Case studies in Spain and Sweden. In : Food Research International, n°43, pp.1874-1884.

Davis J., Sonesson U., 2008. Environmental potential of grain legumes in meals. Life cycle assessment of meals with varying content of peas. SIK Report 771, Swedish Institute for Food and Biotechnology, Göteborg, Sweden.

DESCInn, Chambre d'agriculture d'Auvergne Rhône-Alpes, url : <https://aura.chambres-agriculture.fr/innovation-rd/les-projets-dexperimentation-en-aura/un-reseau-experimental-de-systemes-de-culture-innovants/>

Drinkwater L.E., Wagoner P., Sarrantonio M., 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. In : Nature, n°396, pp.262-265.

Espinoza S., Ovalle C., Zagal E., Matus I., Tay J., Peoples M.B., Del Pozo, A., 2012. Contribution of legumes to wheat productivity in Mediterranean environments of central Chile. In : Field Crop. Res., n°133, pp.150-159.

Études et Analyses, 2019. Le marché de l'épicerie fine.

Félix I., 2013. Effet de la rotation sur le potentiel de rendement des cultures : synthèse d'essais de longue durée. COMIFER, 2013.

Feder G., 1982. Adoption of interrelated agricultural innovations : complementary and the risk, scale and credit. In : American Journal of Agricultural Economics, n°12, pp.59-73.

Felton W.L., Marcellos H., Alston C., Martin R.J., Backhouse D., Burgess L.W., Herridge D.F., 1998. Chickpea in wheat-based cropping systems of northern New South Wales. II. Influence on biomass, grain yield, and crown rot in the following wheat crop. In : Aust. J. Agric. Res., n°49, pp.401-408.

FNLS, url : <http://www.legume-sec.com/regions-de-production/>

Folefack D.P., Sale A, Wakponou A., 2012. Facteurs affectant l'utilisation de la fumure organique dans les exploitations agricoles en zone sahélienne du Cameroun. In : Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie, n°8(2), pp.22-33.

Fornara D.A., Tilman D., 2008. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. In : J. Ecol., n°96, pp.314-322.

Fuchs J., Générmont S., Houot S., Jardé E., Ménasseri S., Mollier A., Morel C., Parnadeau V., Pradel M., Vieublé L., 2014. Effets agronomiques attendus de l'épandage des Mafor sur les écosystèmes agricoles et forestiers. In : Rapport final de l'ESCo "Matières fertilisantes d'origine résiduaire", pp.364-567.

Gebhard C.A., Büchi L., Liebisch F., Sinaj S., Ramseier H., Charles R., 2013. Screening de légumineuses pour couverts végétaux : azote et adventices. In : Recherche Agronomique Suisse, n°4(9), pp.384-393.

Guérin V., Pladys D., Trinchant C., Rigaud J.M., 1991. Proteolysis and nitrogen fixation in faba bean (*Vicia faba*) nodules under water stress. In : Physiology Plant, n°82, pp.360-366.

Guinet M., 2019. Thèse : Quantification des flux d'azote induits par les cultures de légumineuses et étude de leurs déterminants.

Guinet M., Nicolardot B., Durey V., Revellin C., Lombard F., Pimet E., Bizouard F., Voisin A.S., 2019. Fixation symbiotique de l'azote et effet précédent : toutes les légumineuses à graines se valent-elles?. In : Innovations Agronomiques, n°74, pp.55-68.

Hauggaard-Nielsen H., Gooding M., Ambus P., Corre-Hellou G., Crozat Y., Dahlmann C., Dibet A., Von Fragstein P., Pristeri A., Monti M., 2009. Pea-barley intercropping for efficient symbiotic N₂-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. In : Field Crop. Res., n°113, pp.64-71.

Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., and Jensen, E. S., 2001. Temporal and spatial distribution of roots and competition for nitrogen in pea-barley intercrops—a field study employing 32P technique. In : Plant Soil, n°236, pp.63-74.

Hungria M., Vargas M.A.T., 2000. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with emphasis on Brazil. In : Field Crops Res., n°65, pp.151-164.

Jayasundara H.P.S., Thomsom B.D., Tang C., 1998. Responses of cool season grain legumes to soil abiotic stresses. In : Adv. Agron., n°63, pp.77-151.

Jeanneaux P., Capitaine M., 2015. Évolution de la prise de décision en agriculture : Ce que nous disent les expériences de management stratégique de l'exploitation agricole. 9ème Journées de recherches en sciences sociales (JRSS).

Jensen E.S., Peoples M.B., Boddey R.M., Gresshoff P.M., Hauggaard-Nielsen H., Alves B.J.R., Morrison M.J., 2012. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. In : Agron. Sustain. Dev., n°32, pp.329-364.

Jensen E.S., Peoples M.B., Hauggaard-Nielsen H., 2010. Faba bean in cropping systems. In : Field Crop. Res., n°115, pp.203-216.

Jeuffroy M.H., Biarnès V., Cohan J.P., Corre-Hellou G., Gastal F., Jouffret P., Justes E., Landé N., Louran G., Plantureux S., Schneider A., Thiébau P., Valantin-Morison M., Vertès F., 2015. Performances agronomiques et gestion des légumineuses dans les systèmes de

productions végétales. In : Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables, pp.139-223.

Jeuffroy M.H., Baranger E., Carrouee B., de Chezelles E., Gosme M., Henault C., Schneider A., Cellier P., 2013. Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, rapeseed and dry pea. In : Biogeosciences, n°10, pp.1787-1797.

Jollivet. M., 1965. Une méthode typologique pour l'étude des sociétés rurales. In : Revue Française de Sociologie, n°6, pp.33-54.

Joulie I., Perichon C., Pons Y., Steyaert P., 1996. Une typologie d'exploitations spatialisées : outil de diagnostic régional de l'agriculture. In : Économie rurale, n°236, pp. 16-27.

Jouve P., 1986. Quelques principes de construction de typologies d'exploitations agricoles suivant différentes situations agraires. In : Les cahiers de la recherche développement, n°11, pp.48-56.

Julien J-L., 2005. Effet des effluents d'élevage sur le statut acido-basique d'un sol, approche par le bilan de protons.

Khan D.F., Peoples M.B., Schwenke G.D., Felton W.L., Chen D., Herridge D.F., 2003. Effects of below-ground nitrogen on N balances of field-grown fababean, chickpea, and barley. In : Aust. J. Agric. Res., n°54, pp.333-340.

Kirkegaard J.A., Christen O., Krupinsky J., Layzell D.B., 2008. Break crop benefits in temperate wheat production. In : Field Crop. Res., n°107, pp.185-195.

Lancelot R., Lesnoff M., 2005. Sélection de modèles avec l'AIC et critères d'information dérivés.

La France Agricole, 2019. Cas pratique : Irrigation de plein champ : Calculer le coût s'un tour d'eau. url : <https://www.lafranceagricole.fr/cas-pratique/irrigation-de-plein-champ-irrigation-de-plein-champ-calculer-le-cout-dun-tour-deau-1,9,604672282.html> (accessed on : 25.07.2020).

Landais E., 1998. Modelling farm diversity: new approaches to typology building in France. In : Agricultural Systems, vol.58, n° 4, p. 505-527.

Landais E., 1996. Typologies d'exploitations agricoles. Nouvelles questions, nouvelles méthodes. In : Économie rurale, n°236, pp. 3-15.

La region AURA, 2020. url : <https://www.auvergnerhonealpes.fr/5-un-territoire.htm> (accessed on : 13.08.2020)

Larney F.J., Lindwall C.W., 1995. Rotation and tillage effects on available soil water for winter wheat in a semi-arid environment. In : Soil Tillage Res., n° 36, pp.111-127.

Larousse, 2020. url : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/typologie/80387> (accessed on : 10.05.2020)

LEGITIMES, url : https://www6.inrae.fr/legitimes/content/download/3414/33569/version/2/file/L1.2_T1.1_plaquette_swot.pdf

Lemke R.L., Zhong Z., Campbell C.A., Zentner R., 2007. Can pulse crops play a role in mitigating greenhouse gases from North American agriculture? In : *Agronomy Journal*, n°99, pp.1719-1725.

Les hameaux Bio, Le prix Biocoop – un prix engagé. url : <https://leshameauxbio.fr/le-prix-biocoop-un-prix-juste-et-engage/> (accessed on : 28.08.2020).

Lin B., 2011. Resilience in Agriculture through Crop Diversification : Adaptive Management for Environmental Change. In : *BioScience*, vol.61, n°3, pp.183-193.

Mbetid-Bessane E., Havard M., Djamen Nana P., Djonnewa A., Djondang K., 2002. Typologies des exploitations agricoles dans les savanes d'Afrique centrale : un regard sur les méthodes utilisées et leur utilité pour la recherche et le développement. In : *Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis*, Garoua, Cameroun, 10 p.

Merrien A., Arjauré G., Carof M., Leterme P. Freins et motivations à la diversification des cultures dans les exploitations agricoles : étude de cas en Vendée. OCL 2013, 20(4) D405.

Meynard J.M., Charrier F., Le Bail M., Magrini M. B., Charlier A., Messéan A., 2018. Socio-technical lock-in hinders crop diversification in France. In : *Agronomy for sustainable development*, vol.38, n°5, pp.38-54.

Meynard J.M., Charlier A., Charrier F., Fares M., Le Bail M., Magrini M.B., Messéan A., 2015. La diversification des cultures : comment la promouvoir. In : *Agriculture.gouv.fr*, url : <https://agriculture.gouv.fr/la-diversification-des-cultures-comment-la-promouvoir#:~:text=Une%20re%2Ddiversification%20des%20cultures,%2C%20l'accroissement%20de%20l> (accessed on : 15.07.2020).

Meynard J.M., Messéan A., Charlier A., Charrier F., Fares M., Le Bail M., Magrini M.B., Savini I., 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures : étude au niveau des exploitations agricoles et des filières. OCL 2013, 20(4) D403.

Miller P.R., Waddington J., McDonald C., and Derksen D.A., 2002. Cropping sequence affects wheat productivity on the semiarid northern Great Plains. In : *Can. J. Plant Sci.*, n°82, pp.307-318.

Morlon P., Sigaut F., 2020. Les mots de l'agronomie. url : https://loexplor.istex.fr/mots-agronomie.fr/index.php/Signification_des_rendements (accessed on : 22.08.2020)

Munier-Jolain N., 2002. The long-term impact of grain legumes on the environment: possibilities for reducing herbicides. In : *Grain Légumes*, n°36, pp.16–17.

Nemecek T., Hayer F., Bonnin E., Carrouée B., Schneider A., Vivier C., 2015. Designing ecoefficient crop rotations using life cycle assessment of crop combinations. In : *Eur. J. Agron.*, n°65, pp.40-51.

Nemecek T., Von Richthofen J.S., Dubois G., Casta P., Charles R., Pahl H., 2008. Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. *Eur. J. Agron.*, vol.28, pp.380-393.

Oelmann Y., Kreuziger Y., Temperton V.M., Buchmann M., Roscher C., Schumacher J., Schulze E.D., Weisser W.W., Wilcke W., 2007. Nitrogen and phosphorus budgets in experimental grasslands of variable diversity. In : *J. Environ. Qual.*, n°36, pp.396-407.

Paineau F., Demazeau E., Bel M.P., 1998. Quels éléments conditionnent le regard des agriculteurs sur l'environnement et l'adoption des pratiques plus respectueuses de l'environnement?. In : Courrier de l'environnement de l'INRA, n°35, pp.65-70.

Pelzer E., Bazot M., Makowski D., Corre-Hellou G., Naudin C., Al Rifai M., Baranger E., Bedoussac L., Biarnes V., Boucheny P., Carrouee B., Dorvillez D., Foissy D., Gaillard B., Guichard L., Mansard M.C., Omon B., Prieur L., Yvergniaux M., Justes E., Jeuffroy M.H., 2012. Pea-wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. In : Eur. J. Agr., n°40, pp.39-53.

Peoples M.B., Bowman A.M., Gault R.R., Herridge D.F., McCallum M.H., McCormick K.M., Norton R.M., Rochester I.J., Scammell G.J., Schwenke G.D., 2001. Factors regulating the contributions of fixed nitrogen by pasture and crop legumes to different farming systems of eastern Australia. In : Plant Soil, n°228, pp.29-41.

Peoples M.B., and Craswell E.T., 1992. Biological nitrogen fixation: investments, expectations and actual contributions to agriculture. In : Plant Soil, n°141, pp.13-39.

Perrot C., Landais E., 1993. Exploitations agricoles : pourquoi poursuivre la recherche sur les méthodes typologiques?. In : CIRAD Les Cahiers de la Recherche Développement, n° 33, pp.13-23.

Pollet P., 1999. Du rendement à la rentabilité en grande culture. In : Économie et Statistique, n°329-330, pp.127-146.

Pommel B., Bouchard C., 1990. Influence du poids de la semence et de la profondeur de semis sur la croissance et le développement de la plantule de maïs. In : Agronomie, EDP Sciences, n°10(9), pp.699-708.

Preissel S., Reckling M., Schläfke N., Zander P., 2015. Magnitude and farm-economic value of grain legume pre-crop benefits in Europe : A review. In : Field Crop. Res., n°175, pp.64-79.

Reckling M., Hecker J.-M., Bergkvist G., Watson C.A., Zander P., Schläfke N., Stoddard F.L., Eory V., Topp C. F. E., Maire J., Bachinger J., 2016). A cropping system assessment framework evaluating effects of introducing legumes into crop rotations. In : Eur. J. Agron. n°76, pp.186-197.

Robertson G.P., Paul E.A., Harwood R.R., 2000. Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. In : Science, n°289, pp.1922-1925.

Rochester I.J., Peoples M.B., Hulugalle N.R., Gault R.R., Constable G.A., 2001. Using legumes to enhance nitrogen fertility and improve soil condition in cotton cropping systems. In: Field Crop. Res., n°70, pp.27-41.

Rochette P., Janzen H.H., 2005. Towards a revised coefficient for estimating N₂O emissions from legumes. In : Nutrient Cycling in Agroecosystems, n°73, pp.171-179.

Roussy C., Ridier A., Chaib K., 2014. Adoption d'innovations par les agriculteurs : rôle des perception et des préférences.

Sébillotte M., 1982. Pratiques des agriculteurs et evolution de la fertilité du milieu. Elements pour un jugement des systemes de culture. In : Bulletin Technique d'Information - Ministère de l'Agriculture, pp.425-436.

Sébillotte J., 1974. Agronomie et agriculture - Essai d'analyse des tâches de l'agronome. In : Cahier ORSTOM, n°24, pp.3-25.

Sébillotte J., Vladyslav G., 1972. L'analyse des structures des exploitations agricoles : état d'une recherche appliquée en vue de l'action. In : Économie rurale, n°91, pp.59-78.

Schneider A., Huyghe C., 2015. Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables, éd. Quae, 512p.

Schneider A., Carrouée B., 2011. Economie et environnement – L'intérêt du pois se révèle à l'échelle du système de culture. In : Perspectives Agricoles, n°380, pp.4-7.

Sprent J.I., Stephens J.H., Rupela O.P., 1988. Environmental effects on nitrogen fixation. In : World crops: cool season food légumes (Sumerfield R.J., ed.), Springer.

Solagro, 2016. url : https://solagro.org/images/imagesCK/files/publications/f77_publications-legumes-secs-web-2.pdf (accessed on : 20.07.2020)

Stevenson F.C., Van Kessel C., 1996. A landscape-scale assessment of the nitrogen and non-nitrogen rotation benefits of pea. In : Soil Sci. Soc. Am. J., n°60, pp.1797-1805.

Stilmant D., Vanwindekens F., Drexler K., Revoyron E., Rossing W., Colombo L., Messéan A., 2019. Diversification des systèmes de cultures : les défis. In : SESAME, url : <https://revue-sesame-inrae.fr/diversification-des-systemes-de-cultures-les-defis/> (accessed on : 15.07.2020).

Syngenta, 2018. Pois et froid : quelles conséquences?.
url:<https://www.syngenta.fr/cultures/proteagineux/breve/impact-froid-pois#:~:text=Une%20arriv%C3%A9e%20progressive%20du%20froid,plante%20%C3%A0%20de%20potentiels%20d%C3%A9g%C3%A2ts> (accessed on : 20.09.2020).

Taylor C., Buckley J., Champ M., Patterson C.A., 2012. The nutritional value and health benefits of pulses for obesity, diabetes, heart disease and cancer. In : Brit. J. Nutr., n°108, pp.1-165.

Terres Inovia, 2019. Guide de culture : lentille 2019.

Terres Inovia, 2019. Guide de culture : pois chiche 2019.

Terres Univia, 2019. url : <http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/lentille> (accessed on : 15.08.2020).

Terres Univia, 2018. url : <http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/pois-chiche> (accessed on : 15.08.2020).

Thiebeau P., Badenhauer I., Meiss H., Bretagnolle V., Carrere P., Chague J., Decourtye A., Maleplate T., Mediene S., Lecompte P., Plantureux S., Vertes F., 2010. Contribution des légumineuses à la biodiversité des paysages ruraux. In : Innovations Agronomiques, n°11, pp.187-204.

Tomé D., 2012. Criteria and markers for protein quality assessment - a review. In : Br. J. Nutr., n°108 suppl 2, pp.222-229.

Traoré N., Landry R., Amara N., 1998. On-farm adoption of conservation practices : The role of farm and farmer characteristics. In : Land Economics, n°74(1), pp.114-127.

Vertès F., Jeuffroy M.H., Louarn G., Voisin A.S., Justes E., 2015. Légumineuses et prairies temporaires : des fournitures d'azote pour les rotations. In : Fourrages, n°223, pp.221-232.

Vertès F., Jeuffroy M.H., Justes E., Thiebeau P., Corson M., 2010. Connaître et maximiser les bénéfices environnementaux liés à l'azote chez les légumineuses, à l'échelle de la culture, de la rotation et de l'exploitation. In : Innovations Agronomiques, n°11, pp.25-43.

Vessey J.K., 1992. Cultivar differences in assimilate partitioning and capacity to maintain N₂ fixation rate in pea during pod-filling. In: Plant Soil, n°139, pp.185-194.

Voisin A.S., Gastal F., 2015. Nutrition azotée et fonctionnement agrophysiologique spécifique des légumineuses. In : Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables, pp.79-138.

Voisin A.S., Cellier P., Jeuffroy M.H., 2015. Fonctionnement de la symbiose fixatrice de N₂ des légumineuses à graines : Impacts Agronomiques et Environnementaux. In : Innovations Agronomiques, n°43, pp.139-160.

Von Richthofen J.S., Pahl H., Nemecek T., Odermatt O., Charles R., Casta P., Sombrero A., Lafarga A., Dubois G., 2006. Economic interest of grain legumes in European crop rotations. In : GL-Pro Report, WP3.

Wall D.A., 1994. Response of flax and lentil to seeding rates, depths and spring application of dinitroaniline herbicides. In : Can. J. Plant Sci., n°74, pp.875-882.

Yabi J.A., Bachabi F.X., Labiyi I.A., Ode C.A., Ayena R.L., 2016. Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin. In : Int. J. Biol. Chem. Sci., n°10(2), pp.779-792.

Annexes

Annexe 1 : Stades repères des cultures de lentilles, pois chiche et haricots

Stades repères de la lentille



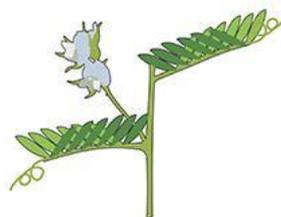
Stade levée



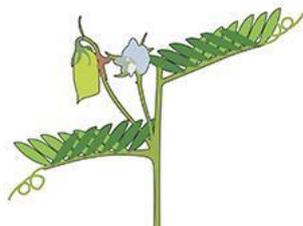
Stade feuilles



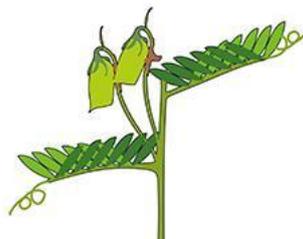
Stade torche



Stade début floraison



Stade jeunes gousses



Stade fin floraison

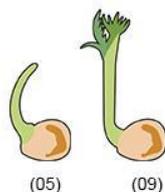


Maturité

Source : Terres Inovia

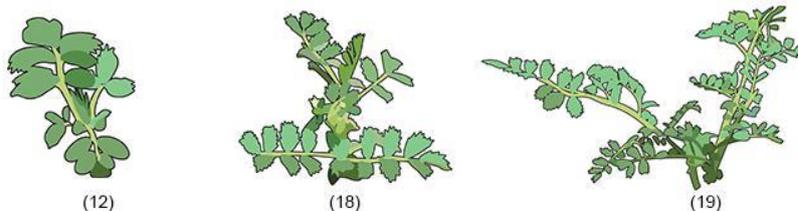
Stades repères du pois chiche

Phase végétative



Germination (05) : Les cotylédons demeurent à l'intérieur de la graine. Les premières racines sont visibles.
Levée (09) : Les cotylédons sont visibles et sont pleinement développés.

Avant floraison, on compte le nombre de feuilles sur la ramification principale (celle qui est la plus développée). Une feuille est comptabilisée dès lors que celle-ci est complètement étalée (dernière foliole complètement déployée) :

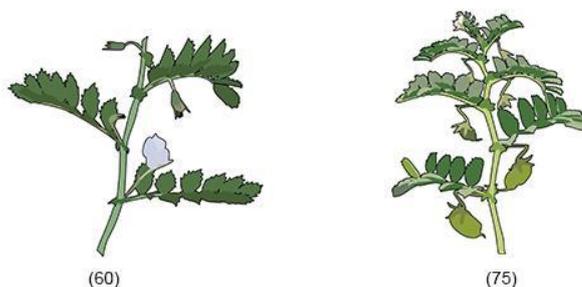


Stade 2 feuilles (12) : La foliole terminale de la feuille attachée au second nœud est complètement développée et la première feuille du nœud supérieur commence à se dérouler.

Stade 8 feuilles (18) : La foliole terminale de la feuille attachée au huitième nœud est complètement développée et la première feuille du nœud supérieur commence à se dérouler.

Stade 9 feuilles ou davantage (19).

Phase reproductive



Début floraison (60) : Une fleur est épanouie à n'importe quel nœud sur la tige principale.

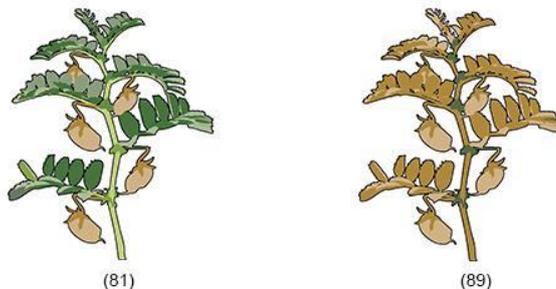
Pleine floraison : 50% des fleurs sont ouvertes.

Première gousse (65) : Une gousse est visible sur n'importe quel nœud de la tige.

Première graine (69) : Au moins une gousse est remplie par une graine sur l'un des 4 nœuds les plus élevés de la tige principale.

Fin floraison : Plus aucune fleur n'est visible.

Remplissage des graines (75) : Les gousses contiennent au moins une graine verte qui remplissent complètement la cavité sur l'un des 4 nœuds les plus élevés de la tige principale.



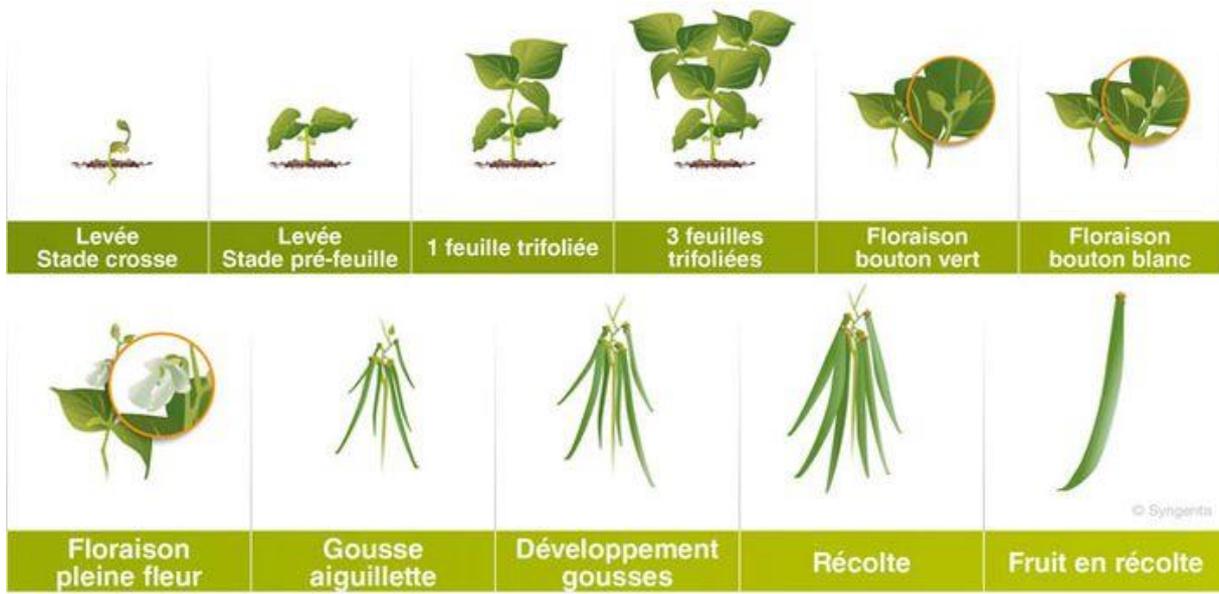
Première gousse mûre (81) : Au moins une gousse de la tige principale a atteint sa couleur de maturité (dorée/jaune). Les feuilles tombent.

Maturité en cours (85) : 50% de gousse mûre.

Maturité (89) : 90% de gousse mûre.

Source : Terres Inovia

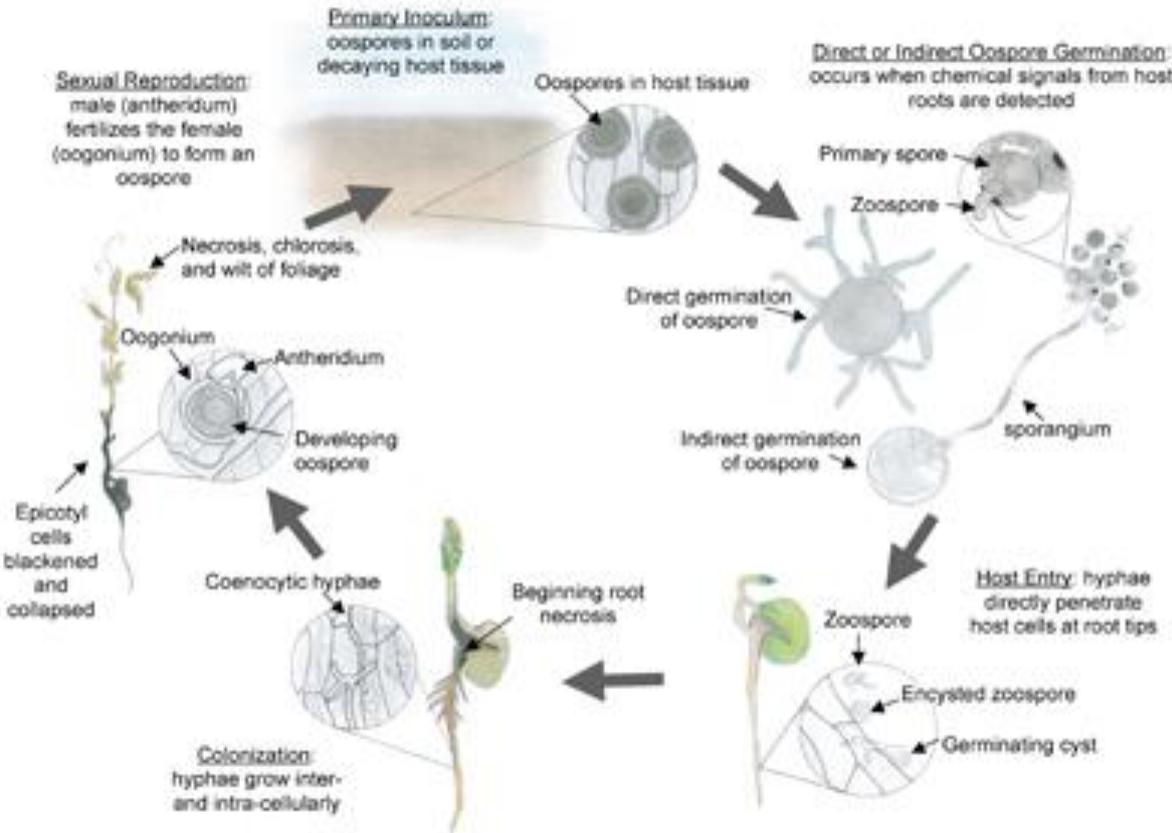
Stades repères du haricot



Source : Syngenta

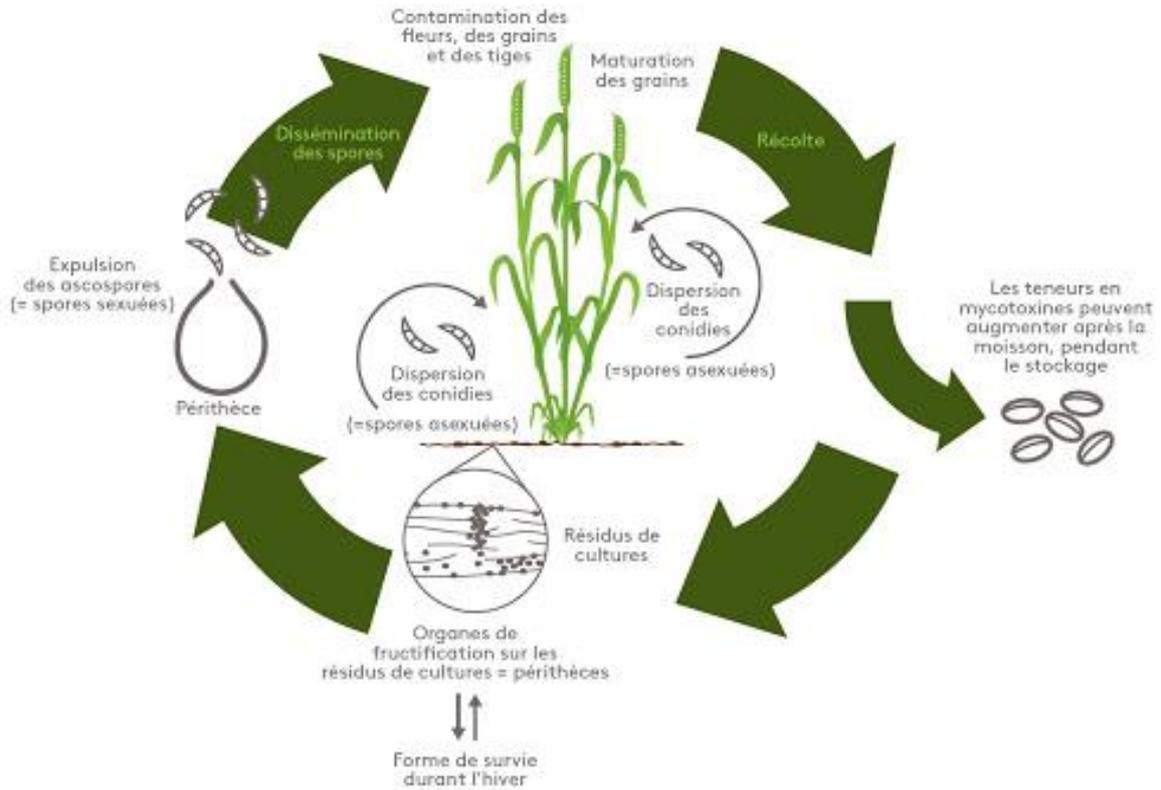
Annexe 2 : Cycles biologiques des principales maladies fongiques

Cycle biologique d'*Aphanomyces euteiches*



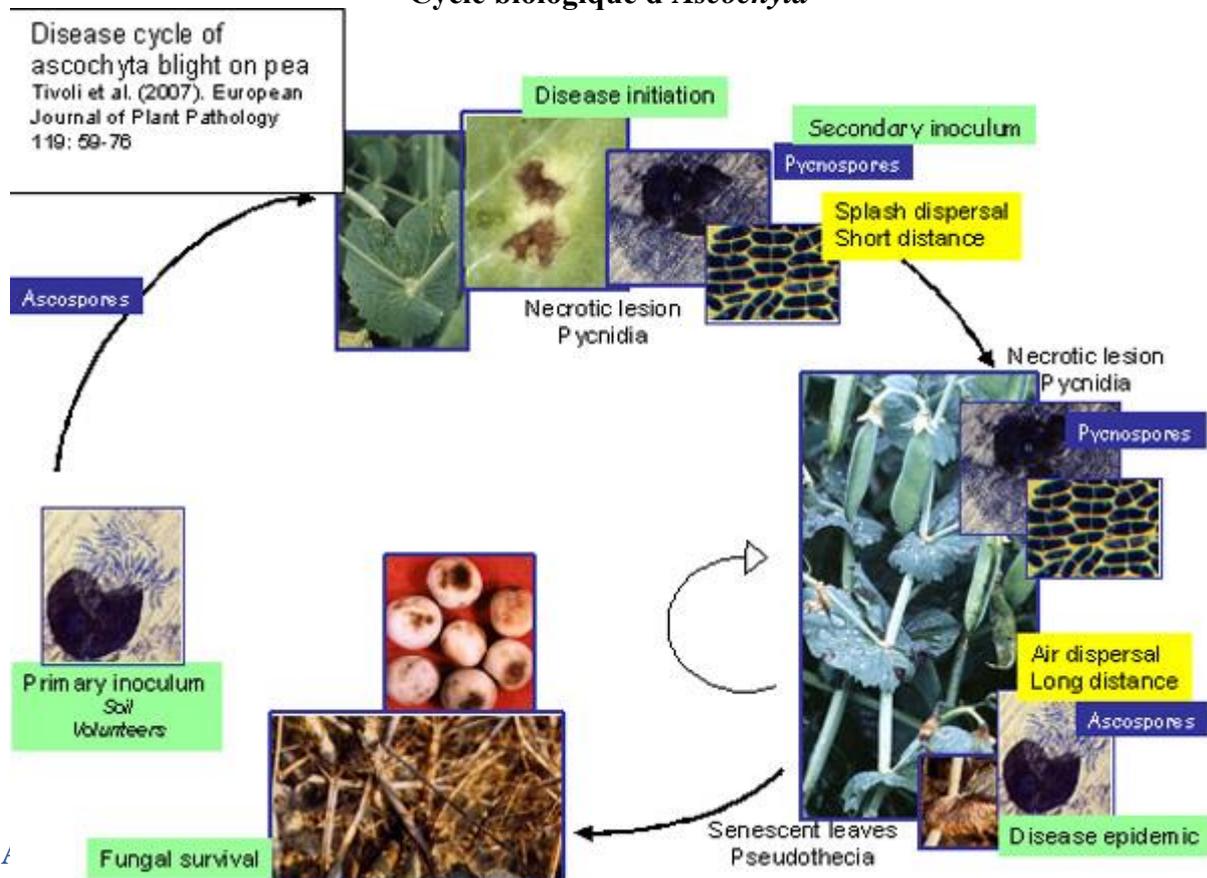
Source : 20/20 Seed Labs Inc.

Cycle biologique de *Fusarium oxysporum*



Source : Adama France

Cycle biologique d'*Ascochyta*



I. Présentation de l'exploitation :

- Nom/Prénom du ou des chefs d'exploitation :

- Age : - Sexe :
- N° de téléphone :
- Adresse de l'exploitation :
- Commune : - Code postal :
- Adresse mail : - N° de téléphone :
- Altitude du siège d'exploitation :
- Nombre d'UTH : - Dont salarié :
- Nombre d'atelier : - Nombre de culture :
- AB : *oui / non*

- Type de légumes secs cultivés : *lentille / pois chiche / haricot*
 - o Depuis combien d'années :

- En vue de quel(s) objectif(s) avez-vous introduit des légumes secs dans votre système de culture :
agronomique / environnemental / économique / autre :.....
 - o Précision(s) :

 - o Ces objectifs sont-ils atteints : *oui / non*

- Pour vous quel(s) serai(en)t les principaux atout(s) et contrainte(s) de ces cultures dans votre exploitation :

- Comment envisagez-vous l'avenir des légumes secs sur l'exploitation :

- Rotation culturale de l'exploitation incluant des légumes secs :

Surfaces :

- SAU : - Dont grandes cultures :
- Surface en lentille : 2017 : 2018 : 2019 :
- Surface en pois chiche : 2017 : 2018 : 2019 :
- Surface en haricot : 2017 : 2018 : 2019 :

Caractéristiques de sol :

- Type de sol :
- Taux d'argile : - Taux de matière organique :
- Taux de calcaire actif : - Profondeur (cm) :
- pH :

Travaux de semis :

Année	Espèces semées (lentille/ pois chiche/ haricot)	Variété	Type de semences (certifiées/ de ferme)	Date de semis	Type de semis (en plein/ classique (céréales)/ monograine)	Semis direct (oui/non)	Densité de semis (kg/ha)	Ecartement (cm)	Profondeur de semis (cm)

A remplir uniquement si culture en association :

Année	Culture associée	Culture principale	Objectif de l'association	Densité de semis (kg/ha)	Semis en même temps que le légume sec (oui/ avant/ après)	Sur le même rang (oui/non)

Caractéristique du matériel de semis :

Type de semoir	Taille (m)	Vitesse de passage (km/h)	Puissance du tracteur (ch)

Amendement / Fertilisation :

- 2019 :

Type de fertilisant (organique/ minéral)	Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot)	Nom du produit	N	P	K	Moment des apports (avant/ pendant/ après semis)	Quantité (kg/ha)

- Reliquat d'azote avant la culture :

- avant la culture suivante :

- Chaulage : *oui / non* type de chaux :

o Quantité de chaux (kg/ha) :

- 2018 :

Type de fertilisant (organique/ minéral)	Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot)	Nom du produit	N	P	K	Moment des apports (avant/ pendant/ après semis)	Quantité (kg/ha)

- Reliquat d'azote avant la culture :

- avant la culture suivante :

- Chaulage : *oui / non* type de chaux :

o Quantité de chaux (kg/ha) :

- 2017 :

Type de fertilisant (organique/ minéral)	Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot)	Nom du produit	N	P	K	Moment des apports (avant/ pendant/ après semis)	Quantité (kg/ha)

- Reliquat d'azote avant la culture :

- avant la culture suivante :

- Chaulage : *oui / non* type de chaux :

o Quantité de chaux (kg/ha) :

- Caractéristique du matériel utilisé pour la fertilisation :

Matériel	Taille (m)	Vitesse de passage (km/h)	Puissance du tracteur (ch)

Intervention sur la culture :

- 2019 :
- Désherbage mécanique : *oui / non*
 - o Type d'outils : *herse / houe rotative / bineuse*
 - o Nombre de passage :
 - o Stade de la culture :
 - o Taille de l'outil :
 - o Vitesse de passage :
- Herbicide :

Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot)	Seuil d'intervention	Produits utilisés	Dose (l/ha)	Stade de la culture

- Fongicide :

Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot)	Seuil d'intervention	Produits utilisés	Dose (l/ha)	Stade de la culture

- Insecticide :

Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot)	Seuil d'intervention	Produits utilisés	Dose (l/ha)	Stade de la culture

- Irrigation : *oui / non*
 - o Nombre d'ha de légumes secs irrigués
 - o Nombre d'apports
 - o Quantité par apport (mm) :
 - o Intervalle entre 2 apports :

- 2018 :
- Désherbage mécanique : *oui / non*
 - o Type d'outils : *herse / houe rotative / bineuse*

- Nombre de passage :
 - Stade de la culture :
 - Taille de l'outil :
 - Vitesse de passage :
- Herbicide :

Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot)	Seuil d'intervention	Produits utilisés	Dose (l/ha)	Stade de la culture

- Fongicide :

Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot)	Seuil d'intervention	Produits utilisés	Dose (l/ha)	Stade de la culture

- Insecticide :

Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot)	Seuil d'intervention	Produits utilisés	Dose (l/ha)	Stade de la culture

- Irrigation : ***oui / non***
- Nombre d'ha de légumes secs irrigués
 - Nombre d'apports
 - Quantité par apport (mm) :
 - Intervalle entre 2 apports :
- 2017 :
- Désherbage mécanique : ***oui / non***
- Type d'outils : ***herse / houe rotative / bineuse***
 - Nombre de passage :
 - Stade de la culture :
 - Taille de l'outil :
 - Vitesse de passage :

- Herbicide :

Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot	Seuil d'intervention	Produits utilisés	Dose (l/ha)	Stade de la culture

- Fongicide :

Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot	Seuil d'intervention	Produits utilisés	Dose (l/ha)	Stade de la culture

- Insecticide :

Espèce cultivée (lentille/ pois chiche/ haricot	Seuil d'intervention	Produits utilisés	Dose (l/ha)	Stade de la culture

- Irrigation : *oui / non*

- Nombre d'ha de légumes secs irrigués
- Nombre d'apports :
- Quantité par apport (mm) :
- Intervalle entre 2 apports :

Caractéristique du pulvérisateur :

Type de pulvérisateur	Taille (m)	Vitesse de passage (km/h)	Puissance du tracteur (ch)

Récolte :

- 2019 :
- Récolte en 1 fois : ***oui / non*** - si oui date de la récolte :
- Si non : - date d'arrachage/fauchage : - date de récolte :
- 2018 :
- Récolte en 1 fois : ***oui / non*** - si oui date de la récolte :
- Si non : - date d'arrachage/fauchage : - date de récolte :
- 2017 :
- Récolte en 1 fois : ***oui / non*** - si oui date de la récolte :
- Si non : - date d'arrachage/fauchage : - date de récolte :

Année	Espèce (lentille / pois chiche / haricot)	Rendement (q/ha)	Rendement culture associée (q/ha)	Taux d'humidité à la récolte	Stockage (oui/non)	Moyen de stockage	Séchage (oui/non)	Nombre de jours de séchage	Moyen de séchage
2019									
2018									
2017									

Caractéristiques du matériel de récolte :

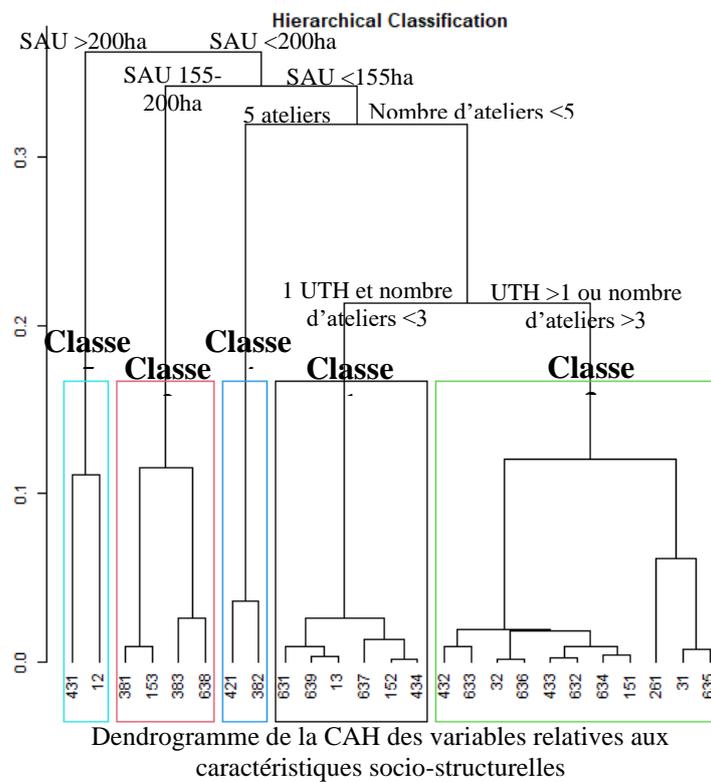
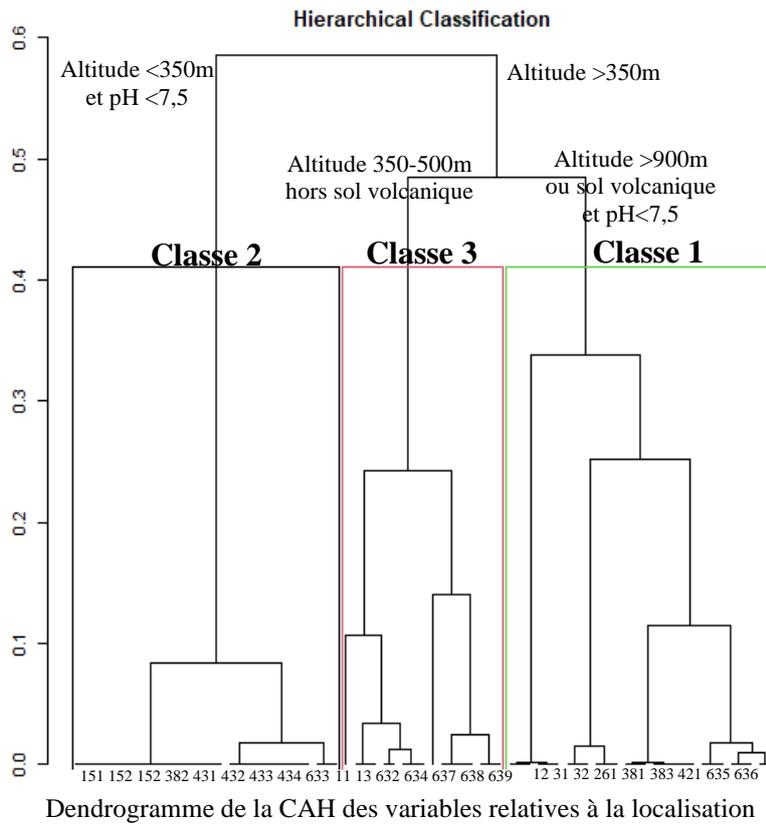
Type de matériel	Taille (m)	Vitesse de passage (km/h)	Puissance du tracteur (ch)

- Envisagez-vous de tester des pistes de travail au niveau de l'itinéraire technique ?

Annexe 4 : Variables exploitables ressortant du questionnaire pour l'analyse du rendement

	Variables	Explications
H1	Altitude	<350m / 350m-500m / >900m
	pH	<6,5 / 6,5-7,5 / >7,5
	Type de sol	argilo-calcaire superficiel/ argilo-calcaire profond/ volcanique/ limoneux/ alluvions/ terres noires/ granitique/ limons-sableux/ limons-argileux
H2	Nombre d'ateliers sur l'exploitation	1/2/3/4/5
	SAU	<75ha / 80ha-150ha / 155ha-200ha / >200ha
	Surface cultivable	<75ha / 80ha-150ha / 155ha-200ha / >200ha
	Nombre de cultures différentes	<6 / 6-9 / >9
	Nombre d'UTH	1/2/3/4/5
	Age du chef d'exploitation	20-29 / 30-39 / 40-49 / 50-59 / 60 et +
	Bio	oui/non
H3	Variété	nom de la variété
H4	Précédent cultural	prairie temporaire/ orge/ blé/ sarrasin/ maïs/ colza/ tournesol/ sorgho/ petit épeautre
H5	Type de travail du sol	labour/non-labour
	Travail profond du sol (hors labour)	nombre de passages
	Travail superficiel du sol	nombre de passages
	Couvert en interculture	oui/non
H6	Type de semences	fermière/certifiée
	Date de semis	fin février / début mars / fin mars / début avril / fin avril / début mai / fin mai / début juin
	Densité de semis	kg/ha
	Écartement de semis	cm
	Profondeur de semis	cm
	Roulage	oui/non
	Association	oui/non
H7	Fertilisation organique	oui/non
	Quantité d'azote apportée	uN
	Quantité de phosphore apportée	uP
	Quantité de potassium apportée	uK
	Autre élément que NPK	oui/non
	Chaulage	oui/non
H8	Irrigation	oui/non
H9	Nombre de désherbage mécanique	nombre de passages
	Temps de retour	nombre d'années
	IFT herbicide	nombre d'IFT
	IFT fongicide et insecticide	nombre d'IFT

Annexe 5 : Dendrogrammes des classifications hiérarchiques ascendantes



Annexe 6 : Synthèse des principaux résultats de l'étude

Hypothèses	Lentille		Pois chiche	
	Validation de l'hypothèse	Principaux résultats	Validation de l'hypothèse	Principaux résultats
Partie 1				
H1 : La localisation de l'exploitation agricole sur le territoire influence le rendement des légumes secs	Non	Pas d'effets significatifs	Non	Pas d'effets significatifs
H2 : Les caractéristiques socio-structurelles de l'exploitation agricole influencent le rendement de la culture	Non	Pas d'effets significatifs	Non	Pas d'effets significatifs
H3 : La variété choisie influence le rendement des cultures de légumes secs	Non	Pas d'effets significatifs	Non	Pas d'effets significatifs
H4 : Le précédent cultural va avoir une influence sur les résultats techniques des cultures de légumes secs	Non	Pas d'effets significatifs	Non	Pas d'effets significatifs
H5 : La gestion de l'interculture influence directement le rendement	Oui	-effet négatif du travail du sol	Oui	-effet positif du labour
H6 : Les pratiques de semis vont avoir une influence sur le rendement	Oui	-corrélation positive avec la densité de semis et avec la profondeur de semis	Oui	-effet négatif de l'association culturale et du roulage
H7 : Le raisonnement de la fertilisation apportée est un gage de la réussite de la culture de légumes secs	Oui	-apport d'élément autres que NPK bénéfique -effet négatif de la fertilisation organique	Non	Pas d'effets significatifs
H8 : Le rendement de la culture dépend notamment d'une irrigation raisonnée	Oui	-effet positif de l'irrigation	Oui	-effet positif de l'irrigation
H9 : Les méthodes de luttés curatives (chimique ou physique) mises en œuvre par l'exploitant contre les maladies fongiques, les ravageurs et les adventices influencent le rendement des légumes secs	Oui	-effet positif de la lutte chimique contre les maladies fongiques et les ravageurs	Non	Pas d'effets significatifs
Partie 2				
H10 : Les choix faits par le chef d'exploitation vis-à-vis des voies de commercialisation utilisées et des types de produits vendus ainsi que le fait d'avoir un signe d'indentification de l'origine et de la qualité (appellation, agriculture biologique) influencent la marge semi-nette des légumes secs	Oui	différence de marges : -suivant le nombre de mode de commercialisation -entre les modes de commercialisation -entre agriculture biologique et conventionnelle -entre les types de produits vendus	Non	différence entre les prix de vente suivant les modes de commercialisation
Partie 3				
H11 : Les caractéristiques socio-économiques du chef d'exploitation influencent l'évolution de la culture de légumes secs sur l'exploitation		Oui		-appartenance à une appellation non-incitative à l'évolution des pratiques et de la place des légumes secs -développement des légumes secs pour en tirer plus de profit ou pour essayer d'atteindre ses objectifs -diminution des légumes secs lorsque manque d'expérience et non-atteinte des objectifs



LAUGIER, Maurin, 2019-2020, Analyse technico-économique des cultures de légumes secs sur la région Auvergne Rhône-Alpes, 40 pages, mémoire de fin d'études, VetAgro Sup campus agronomique de Lempdes, 2020.

STRUCTURE D'ACCUEIL :

- ♦ Chambre d'Agriculture du Puy de Dôme

ENCADRANTS :

- ♦ Maître de stage : DEBRUNE, Orane (CA 63)
- ♦ Tuteur pédagogique : CAPITAINE, Mathieu

OPTION : Concevoir et Accompagner l'Innov'Action en Agronomie

RESUMÉ

La spécialisation des exploitations agricoles depuis quelques années entraîne une perte de résilience des systèmes face aux aléas. La diversification des systèmes de cultures est une des clés identifiées pour retrouver de la durabilité dans les systèmes agricoles. Cependant amener des cultures historiquement peu présentes sur les fermes demande une montée en compétences et en connaissances sur celles-ci de la part des agriculteurs et des agents du développement agricole. Historiquement, en-dehors des zones bénéficiant d'une appellation, les cultures de légumes secs sont restreintes sur la région Auvergne Rhône-Alpes. Or le contexte sociétal actuel fait émerger des filières pour ces cultures. Ainsi dans le but de saisir cette opportunité un projet a été mis en œuvre pour acquérir des références technico-économiques. Ce travail, s'inscrivant dans ce projet, réalise une analyse technico-économique des pratiques actuelles pour ces cultures sur la région AURA à partir d'une enquête menée auprès de 26 producteurs. Grâce à l'utilisation d'un modèle linéaire elle met en évidence l'effet significatif de certaines pratiques au niveau de l'itinéraire technique sur le rendement. L'analyse des résultats économiques montre une diversité de pratiques de commercialisation ayant des effets différents sur la marge semi-nette. Enfin la réalisation d'une ACM sur les caractéristiques socio-économiques des chefs d'exploitations identifie certains leviers quant à l'avenir des légumes secs sur les exploitations.

Mots clés : Durabilité, Légumes secs, Diversification, Analyse technico-économique, Légumineuse, Auvergne Rhône-Alpes, Circuits de commercialisation

ABSTRACT

The specialization of farms in recent years has led to a loss of resilience of systems in the face of hazards. Diversification of cropping systems is one of the keys identified to regain sustainability in agricultural systems. However, bringing historically scarce crops onto farms requires increased skills and knowledge about them on the part of farmers and agricultural development agents. Historically, outside of the areas benefiting from an appellation, dry vegetable crops are restricted in the Auvergne Rhône-Alpes region. However, the current societal context is leading to the emergence of sectors for these crops. Thus, in order to seize this opportunity, a project has been implemented to acquire technical and economic references. This work, which is part of this project, carries out a technico-economic analysis of current practices for these crops in the AURA region based on a survey of 26 producers. Thanks to the use of a linear model, it highlights the significant effect of certain practices at the level of the technical itinerary on yield. The analysis of the economic results shows a diversity of marketing practices with different effects on the semi-net margin. Finally, a CMA on the socio-economic characteristics of farm managers identifies certain levers for the future of pulses on farms.

Keywords : Sustainability, Pulses, Diversification, Technico-economic analysis, Legumes, Auvergne Rhône-Alpes, Marketing channels