

Mémoire  
présenté par

CHEVALIER Camille

Master Sciences et Technologies du Vivant et de l'Environnement

Mention ERM

Spécialité « De l'Agronomie à l'Agroécologie »

.~.~.~.~.~.

Etude des rôles de la culture de *Vicia Faba* à l'échelle de l'exploitation. Le cas de la plaine du Saïss, Maroc.

.~.~.~.~.~.

Pour l'obtention du diplôme de Master Sciences et Technologies du Vivant et de l'Environnement

Enseignant responsable du stage : LOYCE Chantal  
Maîtres de stage : DUGUE Patrick, LE GAL Pierre-Yves

Soutenu le 30 juin 2014

## Engagement de non plagiat

### ❶ Principes

- Le plagiat se définit comme l'action d'un individu qui présente comme sien ce qu'il a pris à autrui.
- Le plagiat de tout ou parties de documents existants constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée
- Le plagiat concerne entre autres : des phrases, une partie d'un document, des données, des tableaux, des graphiques, des images et illustrations.
- Le plagiat se situe plus particulièrement à deux niveaux : Ne pas citer la provenance du texte que l'on utilise, ce qui revient à le faire passer pour sien de manière passive. Recopier quasi intégralement un texte ou une partie de texte, sans véritable contribution personnelle, même si la source est citée.

### ❷ Consignes

- Il est rappelé que la rédaction fait partie du travail de création d'un rapport ou d'un mémoire, en conséquence lorsque l'auteur s'appuie sur un document existant, il ne doit pas recopier les parties l'intéressant mais il doit les synthétiser, les rédiger à sa façon dans son propre texte.
- Vous devez systématiquement et correctement citer les sources des textes, parties de textes, images et autres informations reprises sur d'autres documents, trouvés sur quelque support que ce soit, papier ou numérique en particulier sur internet.
- Vous êtes autorisés à reprendre d'un autre document de très courts passages in extenso, mais à la stricte condition de les faire figurer entièrement entre guillemets et bien sûr d'en citer la source.

❸ Sanction : En cas de manquement à ces consignes, le département SIAFEE se réserve le droit d'exiger la réécriture du document, dans ce cas la validation de l'Unité d'Enseignement ou du diplôme de fin d'études sera suspendue.

### ❹ Engagement :

Je soussigné (e) \_\_\_\_\_

Reconnaît avoir lu et m'engage à respecter les consignes de non plagiat

A \_\_\_\_\_ le \_\_\_\_\_

Signature :

## Remerciements

Je tiens dans un premier temps à remercier les Marocains, qui acceptent et permettent aux agronomes et étudiants français de travailler chez eux. J'ai réalisé ce travail avec la motivation de pouvoir rendre compte de connaissances à la hauteur des intérêts de toutes les personnes concernées de près ou de loin par cette étude. Je remercie chacune de ces personnes pour l'influence qu'elle a eu sur ma façon de comprendre les choses.

Ma première pensée va à mon binôme, Asmae Amassaghrou et sa famille. Asmae a effectué en plus de son travail personnel, la traduction des entretiens et toujours eu la patience et l'enthousiasme de m'expliquer les choses. Sa famille a été un grand soutien et je garde précieusement tous les moments chaleureux passés en leur présence.

L'accès aux données s'est fait grâce à la bienveillance des acteurs des ONCA (anciennement CT dans le texte), des Directions Provinciales de l'Agriculture et des Directions Régionales de Meknès et Fès. Je remercie l'intérêt et le temps qu'ils ont consacré à ce travail et j'ose espérer que nos résultats pourront leur être utiles.

Une pensée particulière à Si Namnani, du CT de Douyet, qui nous a accompagné dans nos enquêtes et fait découvrir la région avec passion. J'ai toujours en tête son diagnostic concernant les possibilités de faire évoluer les systèmes de productions des « petits agriculteurs » et je suis très reconnaissante de tout le savoir accumulé pendant des années qu'il a partagé si simplement avec nous. Je n'oublie pas Said Mekkaoui qui m'a accompagné lors de mes premiers pas sur le terrain et initié au désormais quotidien « qawa normal ».

J'aimerais particulièrement remercier l'ensemble des techniciens et ingénieurs du CT d'Agourai, qui nous ont consacré beaucoup de temps et mis en contact avec les agriculteurs de la commune rurale de Sebt Jehjou, où nous avons eu la chance de débiter nos enquêtes avec des gens à la fois patients et soucieux de nous faire bien comprendre leur façon de travailler.

La compréhension que j'ai acquise concernant l'organisation de la vie et les difficultés quotidiennes rencontrées par une famille vivant de l'agriculture au sein d'un système de polyculture élevage, s'est faite grâce à la famille Ouannou, qui m'a accueilli et donné sa confiance sans l'ombre d'une hésitation. Je remercie particulièrement Rachid Ouannou *qui* nous a toujours accompagné et permis la récolte de données fiables et qui continue à répondre à nos questions avec patience et intérêt. Enfin, je garde un souvenir impérissable du soir consécutif à nos premières enquêtes passé chez Hasna et Mama.

L'orientation de l'étude et le bon déroulement des étapes du travail se sont fait grâce aux conseils et connaissances de Si Ahmed Bouaziz, dont je remercie également la gentillesse et la bonne humeur. Je remercie sa famille et sa femme de m'avoir accueilli le premier vendredi de mon arrivée au Maroc et je tiens à préciser que je n'ai pas mangé de meilleur couscous depuis. Je remercie Si Mohammed Taher Srairi pour le temps et l'intérêt qu'il a consacré à m'aider en zootechnie.

Je remercie bien sur mes deux maîtres de stage Patrick Dugué et Pierre-Yves Le Gal pour leurs temps, leurs conseils, leur énergie, et leurs encouragements. Je les remercie de m'avoir fait confiance en me choisissant pour ce stage et j'espère avoir pu rendre un travail assez proche de leurs attentes.

Je remercie l'équipe du master AAE, qui m'a donné la chance de bénéficier d'une formation dont je suis toujours aussi convaincue des intérêts et qui se conclue par la réalisation de ce stage.

Enfin, je remercie Rebecca, Marie, Emilie, Maroua, Cecilia, Martina, Valentine, Nathan, Guillaume et Valentin d'avoir remplis cette année d'étude par de bons moments et ces 5 mois de stages par de bons emails...

## Table des matières

### **Introduction**

#### PARTIE 1 : Typologie des rôles de la fève au sein des exploitations

1. Contexte : La plaine du Saïs, une région favorable à la culture en pluvial
2. Méthodologie : Enquêtes et choix de la zone d'échantillonnage
3. Résultats
  - 3.1. Présentation des usages et des modes de conduite de la fève
  - 3.2. Rôles de la fève liés à la fertilité des sols et à la fertilisation des cultures
    - 3.2.1. La fertilisation des cultures
    - 3.2.2. La part d'assolement en fève des cultures
    - 3.2.3. Les types de successions culturales à base de fève
    - 3.2.4. L'enfouissement des résidus de culture des systèmes en grandes cultures
    - 3.2.5. La production de fumures organiques des systèmes de polyculture élevage
  - 3.3. Rôles liés à l'alimentation des troupeaux
    - 3.3.1. Les rations à base de fève
    - 3.3.2. L
  - 3.4. Rôles économiques de la fève au sein de l'exploitation
4. Bilan

#### PARTIE 2 : Rôles de la fève au sein des flux d'azote de l'exploitation

1. Méthodologie
  - 1.1. Calculs de bilans azotés apparents
  - 1.2. Scénarios : Choix de systèmes d'exploitation « types »
2. Résultats
  - 2.1. La contribution de la fixation azotée à la fertilisation
  - 2.2. Comparaison des systèmes selon les assolements en fève

#### DISCUSSION

1. Bénéfices potentiels de la fève dans l'autonomie en azote des exploitations
2. Bénéfices potentiels de la fève dans la durabilité économique des exploitations

### **Conclusion**

### **Annexes**

### **Résumés**



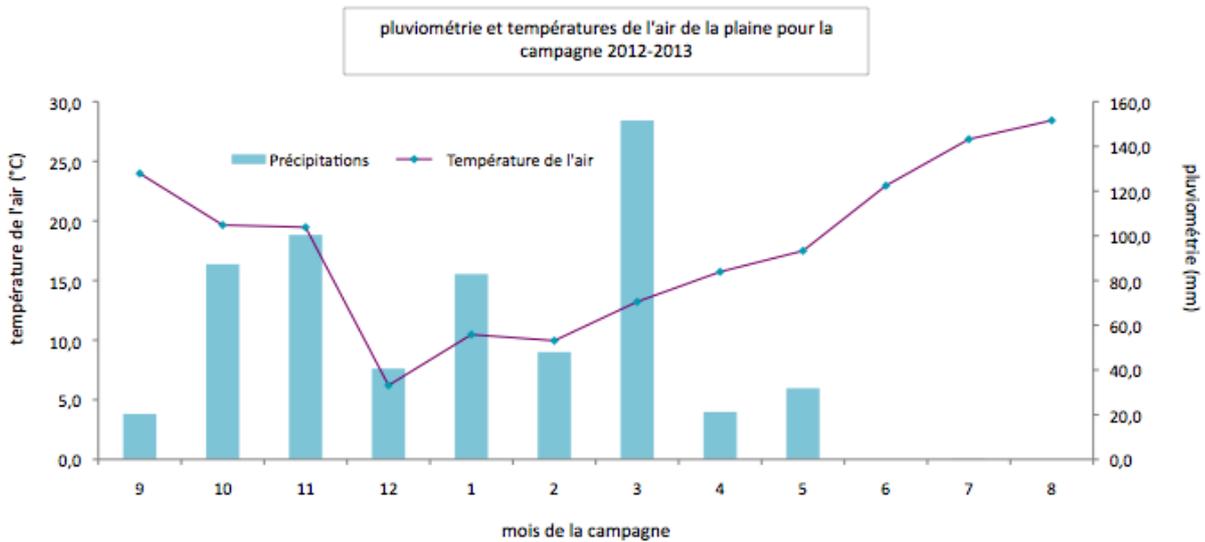
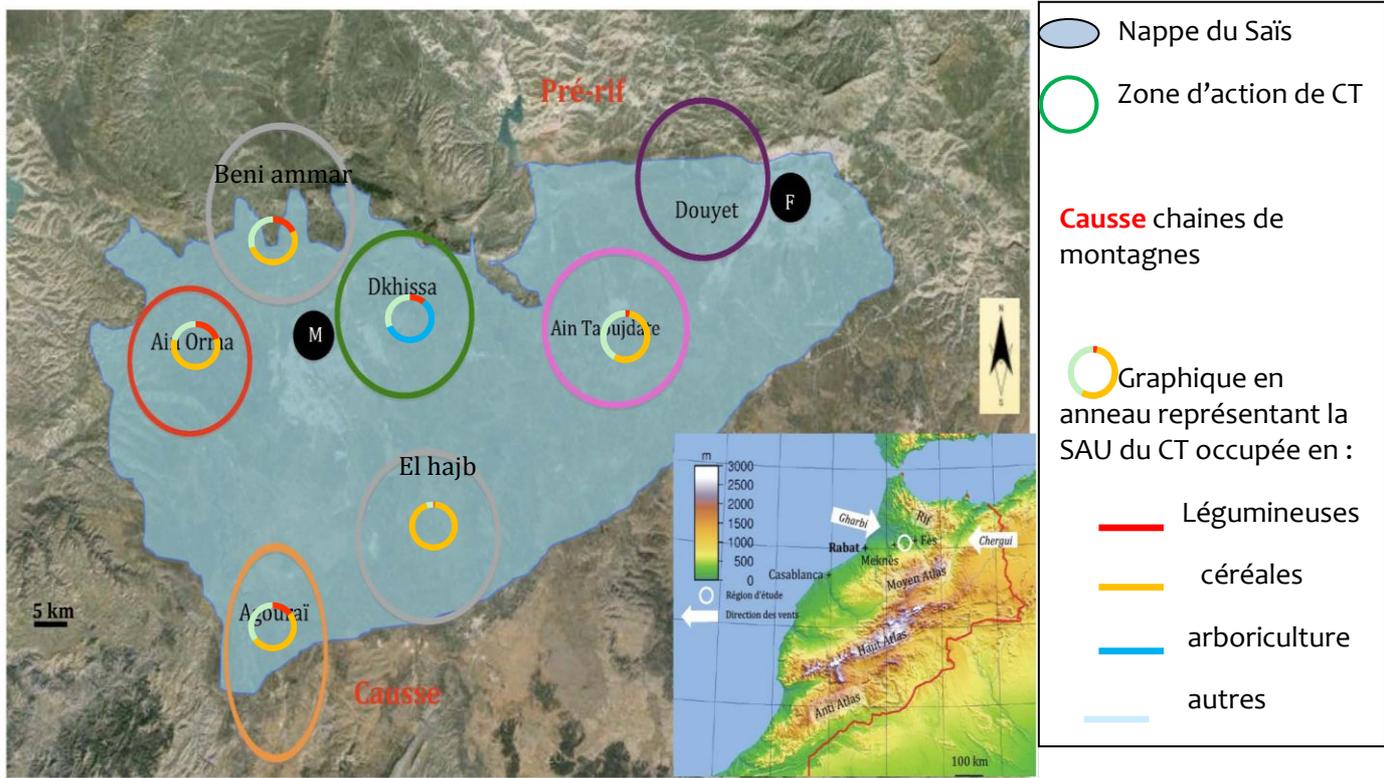
## Introduction

Pour répondre à l'objectif de transition écologique des systèmes de productions agricoles et de réduction de l'usage des fertilisants azotés et phosphatés, les légumineuses du fait de leur capacité de fixation symbiotique de l'azote atmosphérique et de leurs teneurs importantes en protéines constituent des cultures clefs de cette transition (Voisin et al, 2013). Les légumineuses fournissent différents services écosystémiques à plusieurs échelles (Köpke et Nemecek, 2010). A l'échelle de l'exploitation, ces cultures ont notamment un rôle dans l'entretien de la fertilité des sols et un rôle dans l'alimentation des élevages dans le cas d'exploitations de polycultures élevage (PCE). Ainsi, les légumineuses peuvent potentiellement influencer positivement la durabilité écologique des systèmes de production via la baisse du recours aux intrants azotés et le recyclage de la production d'azote, élément minéral constituant une ressource limitante majeure au développement des cultures, au sein du système d'exploitation (Vertès, 2010). Le projet de recherche FABATROPIMED intitulé « Services écologiques des légumineuses pour les cycles biochimiques de l'azote et du phosphore et la séquestration du carbone dans les systèmes de culture céréaliers en Afrique et dans le bassin Méditerranéen », dans lequel s'insère ce stage, considère les légumineuses comme des ingénieurs écologiques du fonctionnement biologique des sols. Il a pour objectif d'augmenter la contribution des légumineuses pour un fonctionnement agroécologique des systèmes de culture céréalier et la préservation de l'environnement. Dans ce cadre, l'UMR « Innovation et développement dans l'agriculture et l'agroalimentaire » du CIRAD s'intéresse aux rôles de la culture de *Vicia Faba*, au sein des exploitations d'une région agricole majeure au Maroc, la plaine du Saïs.

Le Maroc place le secteur agricole comme principal levier de sa croissance économique et ce choix a été marqué en 2008 par le lancement du Plan Maroc Vert (PMV). Cette nouvelle stratégie de développement de l'agriculture repose sur la subvention des investissements que les agriculteurs ne peuvent pas entièrement supporter (matériels de culture et d'élevage, irrigation localisée). Le taux des subventions allouées diffère selon la taille des exploitations. Les légumineuses sont peu concernées par le PMV, qui a mis l'accent sur la conversion des zones de grandes cultures (céréales, légumineuses) en plantations arboricoles pluviales ou irriguées (olivier, prunier). Pourtant, les légumineuses représentent 4% de la surface agricole utile (SAU) nationale. Plus de la moitié de cette surface est occupée par la culture de la fève et de la féverole.

La fève, *El foul* en marocain, ou *Vicia Faba* est un groupe monospécifique (Duc et al, 2010) dont le taux élevé de protéines digestes et d'amidon en fait un aliment à hautes qualités nutritionnelles (Köpke, Nemecek, 2010). *Vicia Faba* présente deux sous-groupes cultivés au Maroc. La fève, ou *Vicia Faba Major* est caractérisée par des graines plus grosses (poids de 1000 graines compris entre 1 et 2 kg) (Crépon, 2010) et dont le diamètre ne permet pas une mécanisation du semis ni de la récolte. C'est le groupe majoritaire en Méditerranée. Au Maroc, ses graines fraîches ou sèches sont destinées à l'alimentation humaine, mais aussi à l'alimentation des élevages ovins et bovins (graines sèches, déchets de battages et paille). Les graines de fève et dans une moindre mesure les pailles constituent un aliment du bétail assez riche, alternatif à l'utilisation et l'importation du soja notamment. Le second groupe appelé féverole et *fouila* en Marocain (*Vicia Faba minor*), est caractérisé par des graines plus petites (poids de 1000 graines compris entre 400 et 800 g) (Crépon, 2010). Il possède une grande diversité de traits caractéristiques (plus petite feuilles, autogamie prépondérante, cycle plus court) et de formes endémiques. Le semis et la récolte de la féverole sont mécanisables. A l'origine destinée à l'alimentation des animaux la féverole est de plus en plus consommée par les marocains. En effet, les grandes exploitations fournissant les entreprises agroalimentaires et les provenderies, optent pour cette culture pluviale totalement mécanisable et la féverole remplace d'or et déjà la fève. L'amalgame entre les deux variétés apparaît généralisé, au moins dans notre région d'étude, d'autant que les prix d'achat et de vente sont les mêmes.

**Carte 1 :** Carte de la région d'étude.



**Figure 1 :** Pluviométrie mensuelle et température moyenne mensuelle de la plaine du Saïs pour la campagne agricole 2012-2013.

La différence n'est faite qu'au niveau de la mécanisation du semis et de la récolte. Ainsi, dans ce travail, la distinction entre les deux cultures sera peu utilisée<sup>1</sup>. La plaine du Saïs (carte 1) est une zone de cultures céréalières dite de *bour favorable*, c'est-à-dire une zone de cultures pluviales bénéficiant d'un climat continental aux précipitations comprises entre 400 et 500 mm par an (figure 1) et de sols fertiles, par rapport à d'autres régions agroécologiques du Maroc. La plaine est caractérisée par une majorité de petites exploitations, (88% cultivent moins 10 ha et 90% de la SAU de la zone est occupée par des exploitations de moins de 20 hectares). Les grandes exploitations en systèmes intensifs de plus de 20 ha sont très minoritaires en nombre mais occupent une surface proche de la SAU des exploitations entre 2 et 5 hectares (environ 20%). Les légumineuses sont le troisième pôle de production de la région avec 13% de la SAU après les céréales et l'arboriculture, suivies des cultures fourragères et maraichères. La fève est intégrée dans trois systèmes de cultures. Majoritairement, au sein des exploitations de grandes cultures céréalières pour ses effets précédents fertilisants (Diaz-Ambrona, Minguez, 2001), puis au sein des systèmes maraichers (hors exploitations fruitières) où elle profite souvent d'une irrigation d'appoint via les systèmes en goutte à goutte ou en gravitaire mis en place pour les légumes. Le troisième type de système de culture comprenant la fève associe des cultures annuelles, céréales ou légumineuses, à une culture pérenne, l'olivier (DAOUI, 2013). La culture de la fève a été marquée par une régression importante de surface et de rendement au début des années 90 suite à des périodes de sécheresses et à l'invasion d'une plante parasite, *Orobanche crenata* (Perez-de-luque, 2010) dont la maîtrise du contrôle chimique remonte à moins de 10 ans (Zemga, 1999). Aujourd'hui, la fève est la première légumineuse cultivée dans la plaine, puisqu'elle occupe 65% de la surface de légumineuses à graines (Ministère de l'agriculture et de la pêche-MPAM). Les rendements en grains de la région varient entre 8 et 30 quintaux par hectare en moyenne face à une moyenne nationale de 8 q/ha.

La prédominance de la culture de la fève par rapport aux autres légumineuses (lentille, pois chiche, ...) peut s'expliquer par le taux élevé de fixation symbiotique de l'azote qui caractérise *Vicia Faba* (Hardarson, 2006). Un taux lié au développement végétatif aérien et racinaire de la plante, plus important par rapport aux autres légumineuses cultivées dans la plaine (Benasseur Alaoui, 2010). Des études ont été menées dans la région sur les variations des bilans en azote (N) phosphore (P) et potassium (K) des systèmes de culture selon différents types de successions avec légumineuses sans toutefois prendre en compte dans les calculs la fixation de l'N atmosphérique (El Haib, 2006 ; Hammadi, 2009). De plus, aucune étude récente ne s'est attachée à montrer les différentes fonctions de cette culture et ses bénéfices potentiels à l'échelle de l'exploitation. Or dans le contexte d'évolution et d'intensification de l'agriculture marocaine où la fève est presque absente des grands projets de développement, il apparaît justifié de comprendre la place que les agriculteurs donnent à cette culture et les impacts qu'elle a sur la durabilité environnementale et économique des exploitations, en définissant ses impacts sur l'autonomie en azote des exploitations.

Pour ce faire, cette étude vise un double objectif ; (i) d'élaboration d'une typologie des exploitations en fonction des différents rôles qu'y tient *Vicia Faba* et (ii) d'évaluation des conséquences d'une variation de la part de la fève dans les assolements sur les bilans N des exploitations.

La première partie du mémoire présente les résultats du travail d'enquête réalisé pour organiser

---

<sup>1</sup> On utilisera le terme « fève » pour les deux cultures lorsqu'il n'y a pas lieu de les distinguer

**Tableau 1 :** Caractérisation des Centres de travaux (CT) de la région d'étude

	Distribution des exploitations en fonction de leur SAU (%)				Part occupée par la fève dans la SAU de légumineuses (%)	SAU cultivée en fève (%)	Répartition des UGB (%)	Part irriguée de la SAU du CT (%)
	0-5	10-20	20-50	>100				
Agourai	8	25	21	21	46	7	12	5
Dkhisa	39	19	10	24	58	6	13	19
Ain taoujdat	19	13	40	10	41	12	44	26
Douyet	?	?	?	?			?	?
Ain orma	?	?	?	?	41	8	7	7
El hajeb	10	19	14	34	89	1	?	11
Beni Ammar	23	18	14	18	50	9	4	2

**Tableau 2 :** Présentation des caractéristiques de notre échantillon

Taille des EA (ha)		0-5	5-10	10-20	20-50	50-100	>100	Nb EA total
Nombre d'exploitations		4	7	8	4	2	4	29
Surface cultivée en fève en 2013	moyenne	1,2	1,9	3,1	4,5	10	44,5	
	intervalle	0,5-2	0,5-3	0,5-7	3-6	10-10	10-80	
EA sans élevage		1	0	1	0	1	2	5
Taille de l'élevage des EA	moyenne	1,1	0,6	0,6	0,4	0,6	0,2	
	intervalle	0,5-2	0,2-0,9	1,4-0,1	0,3-0,5	0,6	0,2-0,3	

la diversité des types d'exploitations cultivant la fève en fonction des trois rôles cités précédemment que peut avoir la fève au sein des exploitations de la région d'étude. La seconde partie présente la méthodologie de calcul des bilans d'azote et une analyse de l'impact d'une augmentation de l'assolement en fève sur les flux d'azote de l'exploitation pour différents systèmes d'exploitations » types ».

## PARTIE 1 :

### TYPOLOGIE DES ROLES DE LA FEVE AU SEIN DES EXPLOITATIONS

#### **1. Le contexte : Le Saïs, une plaine fertile et une pluviométrie favorable à l'agriculture pluviale**

La plaine du Saïs s'étend sur 750.000 ha de SAU. Située entre les chaînes montagneuses du Rif au nord et le moyen Atlas au sud (Figure 1), elle comporte deux types de sols argileux dominants : un vertisol appelé *tirs* et un sol calcimagnésique brun dit *hamri* (*photos illustratives en annexe 1*). La pluviométrie du Saïs est inégalement répartie entre une longue sécheresse estivale et des pluies concentrées entre les mois d'octobre et de février (figure 2).

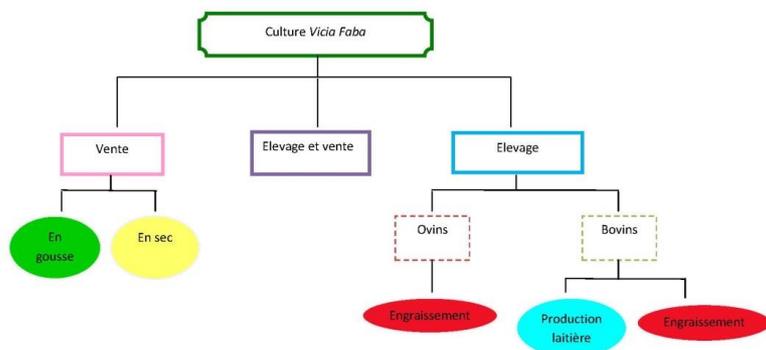
La campagne agricole 2012-2013 a été marquée par des pluies abondantes en automne et au printemps. La fève se rencontre dans tous les types d'exploitations comportant des cultures céréalières quelle que soit leur taille, car cette culture est considérée par les techniciens et les agronomes comme la seule à pouvoir rentrer en rotation avec les céréales sur des surfaces significatives. Les structures de relai du ministère de l'agriculture sont les centres de travaux (CT), dont les sept zones d'actions de la plaine sont localisées sur la carte 1, accompagnées des pourcentages de SAU cultivés en légumineuses dans ces zones. Le tableau 1 résume ensuite les principales caractéristiques de ces CT en lien avec la culture de la fève. Le pourcentage de SAU cultivé en fève dans les différents CT varie entre 1% et 12%. Cette variation s'explique par le fait que les CT sont caractérisés par des systèmes de production différents, où l'importance de la fève diffère aussi.

#### **2. Choix des zones d'étude et constitution de l'échantillon d'exploitations enquêtées**

Le but du travail d'enquête a été de représenter la diversité des systèmes de productions de la plaine. Une première étape a donc consisté à récupérer les données des monographies des différents CT dans le but de déterminer l'importance spatiale de la culture de la fève dans chaque CT. Pour ce faire, nous avons pris en compte les critères suivants : le pourcentage de fève dans la SAU totale du CT ; le nombre d'UGB du CT ; la répartition des tailles des exploitations (Tableau 1). Sur cette base, cinq CT ont été retenus (Carte 1). Cette première étape nous a permis de rencontrer le personnel des CT (conseillers agricoles, ingénieurs) et par entretien avec eux d'identifier la diversité des types d'exploitation en nous basant sur les usages de la fève dans les cinq CT (figure 2).

Le choix des exploitations enquêtées s'est fait de sorte à balayer la diversité de ces différents cas. Ainsi, vingt-neuf enquêtes ont été réalisées. Le tableau 2 présente les caractéristiques de ces vingt-neuf exploitations.

Le questionnaire présenté dans l'annexe 2 a porté sur les données de la campagne agricole 2012-2013. Après une courte partie présentant les caractéristiques de base de l'exploitation (sau, système d'irrigation, localisation, présence d'un atelier animal, usages de la fève, ...), les questions portaient sur l'atelier végétal dans le but d'obtenir à la fois une vision complète de l'assolement de l'exploitation avec le type de successions pratiquées et de l'itinéraire technique (ITK) de la culture de la fève. La seconde partie du questionnaire concernait l'atelier animal et



**Figure 2 :** Les différents types de production et d'utilisation de la fève dans les exploitations

**Tableau 2 :** Distribution des exploitations enquêtées en fonction de la destination de la fève (graine et biomasse aérienne) - Dans les illustrations suivantes, ces trois différents groupes seront appelés respectivement « élevage » ; « vente et élevage » ; « vente ».

		Vente des grains											
		Aucune vente*				Vente partielle**				Vente totale***			
		Nb EA	Sau (ha)	% Assol fève	UGB/ha	Nb agri	Sau (ha)	% assol fève	UGB/ha	Nb	Sau (ha)	% assol fève	UGB/ha
Alimentation animale avec fève	Oui	3	9,5-12	5-13	0,45-1,36	18	5-350	10-50	0,11-1,98				
	Non									8	3-127	3-63	0-0,5

consistait à obtenir une description des types de cheptels présents sur l'exploitation, du calendrier de conduite et de rationnement des différents types d'animaux ainsi qu'une description des types de rations et de l'origine des aliments utilisés (production de l'exploitation ou achat à l'extérieur). Enfin, la dernière partie s'attachait à comprendre le rôle que l'agriculteur accordait à la culture de la fève dans son exploitation et les connaissances qu'il avait concernant les potentialités fertilisantes de *Vicia Faba*.

L'analyse des données qualitatives collectées a permis de voir que la fève tenait des places différentes au sein d'une exploitation en fonction des décisions techniques et des choix de productions des agriculteurs. Pour décliner les différents effets de la culture de la fève sur la durabilité écologique et économique des exploitations, nous avons dégagés trois grands rôles de la fève au sein des exploitations. Un premier rôle lié à la fertilité des sols, un deuxième lié à l'alimentation des troupeaux ovins et bovins et un troisième, économique, correspondant aux bénéfices générés par la production de fève. Le curseur entre ces trois différents aspects définit finalement une typologie des exploitations en fonction du poids de ces trois aspects au sein des exploitations.

### 3. Résultats

#### 3.1 Les différents usages et modes de conduite de la fève

Les agriculteurs ont plusieurs façons de valoriser leurs productions de fève. Ils peuvent destiner la totalité des grains (en gousses<sup>2</sup> ou secs) au marché (souk). Les exploitations avec élevage peuvent réserver toute leur production (grains et pailles) à l'alimentation de leurs cheptels et enfin, la production peut être, comme dans la majorité des cas, répartie entre la vente et l'élevage. Le tableau 3 présente les différentes destinations des productions de fève des exploitations enquêtées. Les pailles de fève des exploitations avec élevage sont valorisées par les troupeaux. Dans les exploitations sans élevage les pailles sont vendues ou utilisées par vaine pâture. Si le rendement en graine est pressenti comme très faible et ne valorisant pas le coût de la récolte, la biomasse végétative produite peut être utilisée comme fourrage pour les cheptels (pâturage) ou bien enfouis comme engrais vert dans le cas des grandes exploitations bien équipées. La campagne agricole 2012/13 ayant été favorable à la culture de la fève (précipitations supérieures à la moyenne), ces situations n'ont pas été rencontrées dans notre échantillon.

Les exploitations destinant la totalité de la production de fève à leur cheptel (3 cas sur 29) sont inférieures à 12 ha et le nombre d'UGB totales de l'exploitation inférieur à 15 (les calculs UGB ont été fait grâce à la feuille de calcul présenté dans l'annexe3). Leurs productions de vente sont les céréales et les productions animales, le lait et les animaux maigres ou engraisés. Sur les 8 exploitations vendant la totalité de production de grains de fève, 3 font aussi de l'élevage. Ces trois agriculteurs ont tous moins de 0,23 UGB<sup>3</sup> par hectare et n'incluent pas la fève dans les rations de leur élevage. Les agriculteurs destinant la fève à la vente uniquement présentent dans 6 cas sur 8, moins de 20% de surface cultivée en fève car les cultures principales de ces exploitations sont d'abord les céréales. Un assolement de 20% est un compromis entre une monoculture de céréales et un assolement maximal de 50% de fève assurant une rotation biennale (fève/céréale) que les agriculteurs pratiquent peu en raison de l'instabilité des rendements de cette culture. L'unique agriculteur consacrant au moins 50% de son assolement à la culture de la féverole est en

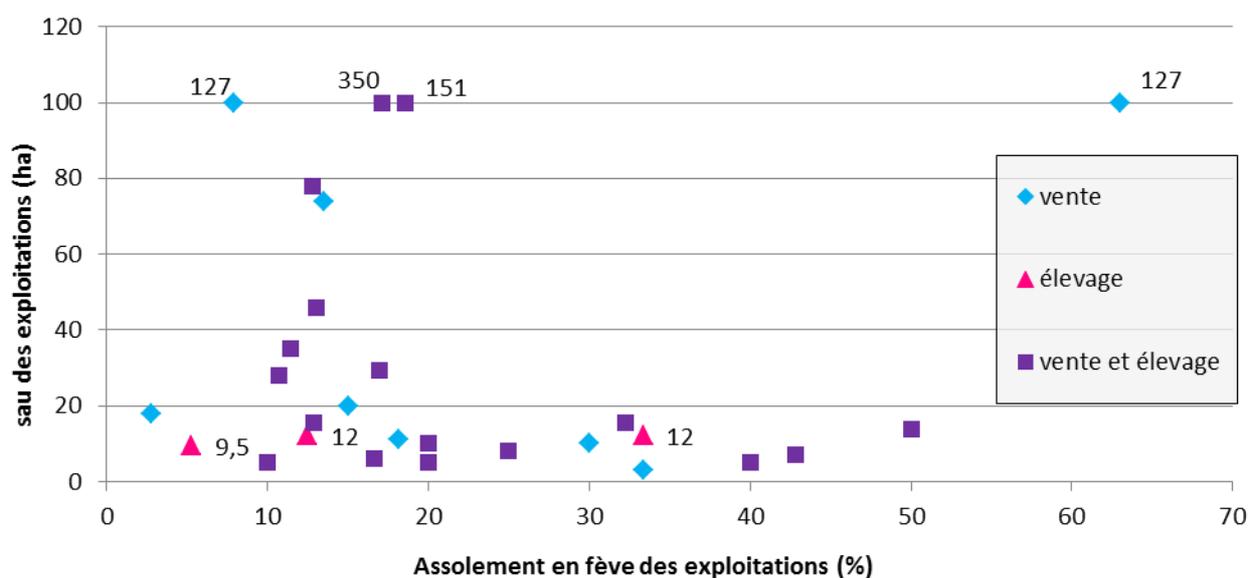
---

<sup>2</sup> La récolte en vert consiste à cueillir les gousses de fèves avant maturité complète lorsque le grain est entre le stade pâteux et farineux. Ce produit est très recherché sur le marché mais ne concerne pas toute la récolte d'une parcelle seulement les grosses gousses.

<sup>3</sup> Les calculs d'UGB comptabilisent les unités bovines et ovines présentes sur l'exploitation.

**Tableau 4 :** Calendrier de l'itinéraire technique de la fève dans la région d'étude

	Août	sept	oct	nov	déc	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juil
Préparation du sol	sec	sec										sec
Reprise		sec										
Semis (manuel ou mécanique)			sec									
Désherbage												
Récolte en sec (manuelle ou motorisée)												
Récolte et vente en vert *												



**Figure 3 :** Graphique présentant la SAU en fonction de l'assolement en fève des exploitations et de l'usage fait de la fève. Les sau supérieures à 127 ha ont été ramenées à 100 ha pour la lisibilité du graphique.)

contrat de multiplication de semences avec la Sonacos (SOciété Nationale de Commercialisation de Semences, dont les clauses du contrat ne permettent qu'aux grandes exploitations<sup>4</sup> de prétendre à un statut de multiplicateur de semences) qui assure un prix d'achat un peu supérieur à celui du marché courant.

La figure 3 présente la SAU des exploitations en fonction de la destination des grains de fève et montre notamment que les exploitations destinant la totalité de la fève à leur élevage sont de petites exploitations dont la SAU est inférieure à 12 ha. L'assolement en fève et pour les deux autres groupes, les tailles des exploitations sont très diverses. On constate donc des différences d'usages de la fève en fonction du type d'exploitation. D'une part les exploitations de polyculture élevage (24 cas), destinant la fève uniquement à leur élevage (3 cas) ou bien à leur élevage et à la vente également (18 cas). D'autre part, les exploitations sans élevage de grandes cultures (5 cas), vendant la totalité de la production de grains de fève. Ces deux grands types d'exploitations présentent des modes de conduite qui diffèrent peu. La différence majeure réside dans la possibilité qu'à l'agriculteur de mécaniser le semis et la récolte de la culture de *Vicia Faba*. Le tableau 4 présente un calendrier de l'itinéraire technique (ITK) de la fève dans la région d'étude.

#### *Le travail du sol*

Le travail du sol s'effectue entre la fin du mois de juin et septembre à l'aide d'une charrue (8 cas en Aout sur sol sec), d'un chisel ou d'un *steeple plow* pour les agriculteurs qui possèdent un tracteur ou ont recours à un prestataire de service. 8. Le travail de reprise est effectué par un cover crop (de 1 à 3 passages) par tous les agriculteurs. Le travail du sol en culture attelée n'est plus pratiqué par les exploitations non motorisées de notre échantillon mais il existe encore dans les zones à pente marquée, en périphérie de la plaine.

#### *Installation de la culture*

La date de semis s'étend de fin septembre à la troisième semaine de novembre, en fonction de l'arrivée des premières pluies. Les résultats montrent que moins de la moitié des agriculteurs prennent le risque de « semer en sec », c'est-à-dire de faire face à un retard des premières pluies, qui entrainerait avec un semis en humide à un retard d'installation de la culture donc à un faible développement des plantes et à un rendement plus faible. Les semences de féverole peuvent être semées avec un semoir. Par contre les semences de fèves beaucoup plus grosses, sont semées manuellement après traçage des lignes à l'aide d'une araire tractée par un animal. Deux agriculteurs sèment la féverole à la main du fait de la faible accessibilité de leurs parcelles aux machines agricoles ou bien de leurs faibles tailles (<1 ha). Aucun agriculteur enquêté ne sème encore à la volée, toute fois cette pratique a été constatée sur le terrain. Tous les agriculteurs utilisent entre 1,5 et 2 quintaux par hectare de semence. L'espace entre les lignes varie entre 40 et 80 cm pour les semis manuels et entre 60 et 80 cm pour les semis mécanisés. Toutefois deux tiers des parcelles visitées avaient des rangs espacés de 80 cm. Tous les agriculteurs qui fertilisent la culture appliquent l'engrais en faisant le semis (fertilisation traitée en 3.2).

#### *Entretien de la culture*

L'entretien de la culture consiste à désherber mécaniquement à l'aide d'un cultivateur ou d'une petite charrue à traction animale d'une à deux fois entre les mois de janvier et mars. L'utilisation de pesticides et de fongicides se fait uniquement de façon curative et en 2013, le traitement principal s'est fait contre les pucerons. Le traitement herbicide contre la folle avoine se fait en

---

<sup>4</sup> Grandes exploitations= supérieures à 30 ha

**Tableau 3 :** Présentation des doses apportées en lien avec l'usage et les rendements

	Pas de fertilisation	TSP (0-100-0)			DAP (18-46-0)			Fumier
Nb agriculteurs	6	10			12			1
Doses (kg/ha)	0	50	100	150	50	100	150	
Nb agriculteurs		1	7	2	2	2	8	
Moyenne surface en Fève (ha)	3	12 (1-80)			10 (0,5-60)			0,5
Rendements moyens (intervalle)	16 (12-18)	18	15-25	18-20	20	8-20	12-30	20

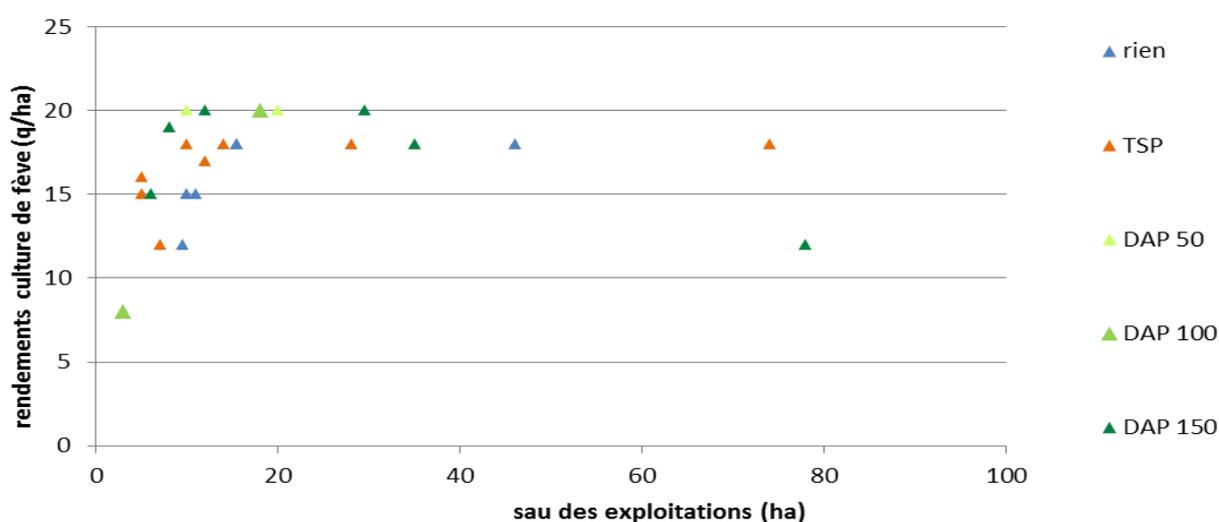


Figure 4 : Graphique représentant le rendement en fève des exploitations en fonction de la surface cultivée en fève et de la fertilisation minérale (2013)

préventif mais n'est pas systématique. On note que les grandes exploitations traitent systématiquement contre les monocotylédones. En revanche la régularité de l'utilisation des herbicides de façon préventive est très aléatoire chez les petites et moyennes exploitations. Seul le traitement préventif contre *orobanche crenata* est effectué dans tous les types d'exploitation avec le même mode opératoire. Toutefois, certains « petits agriculteurs » continuent à appliquer le produit (à l'aide d'un pulvérisateur à dos) à la racine des plants de fève et non sur les parties aériennes comme cela est recommandé. Malgré cela, le développement du parasite semble inhibé dans l'ensemble de la région.

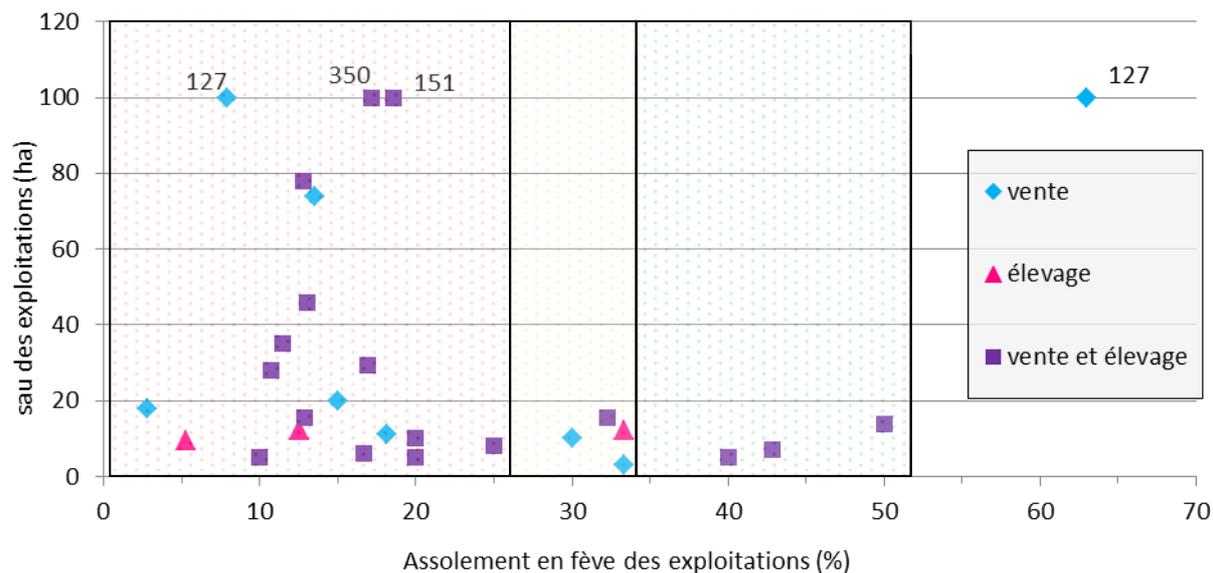
### *Organisation de la récolte*

Pour la fève, la récolte des gousses vertes est manuelle et débute après la seconde moitié du mois d'avril. Deux à trois semaines plus tard, les gousses restantes des fèves et les gousses de féverole se dessèchent. Dans le cas des petites exploitations peu équipées la récolte est réalisée manuellement qu'il s'agisse de la fève ou de la féverole. Les plantes sont fauchées, regroupées en tas et laissées sur la parcelle pendant environ deux semaines afin d'obtenir un séchage complet facilitant le transport, le battage et le stockage des pailles. Après cette phase de séchage, l'ensemble de la plante (gousses + paille) est exporté hors du champ, vers la batteuse à poste fixe pour récupérer les graines. Les agriculteurs du CT d'Agourai louent une batteuse qu'ils font venir sur le champ. Le battage se fait donc sur la parcelle mais les pailles sont aussi récupérées et exportées dans un second temps en vrac ou bottelées (manuellement ou mécaniquement). Lorsque la récolte de la féverole est totalement mécanisée, la moissonneuse batteuse passe après la seconde semaine de mai jusqu'à début juin. Dans ce cas, les résidus restent sur le champ et peuvent être exportés ensuite en vrac ou bottelées également. Lorsque les résidus ne sont pas exportés après la récolte, certains choisissent de faire pâturer les pailles par leur troupeau ou ceux des voisins (2 cas sur 5 exploitations sans élevage dans notre échantillon, moyennant finance ou pas). D'autres choisissent de profiter de la valeur fertilisante de ces résidus et les enfouissent plus ou moins rapidement après récolte (3 cas sur 5). Dans ce cas, l'enfouissement se fait quelque jours après, avant que les fanes ne se dessèchent totalement. Toutes les grandes exploitations (3 sur 5) récoltant la féverole avec une moissonneuse batteuse enfouissent les résidus avec un passage de *steep* plow. Deux petites exploitations récoltant manuellement la fève enfouissent aussi les résidus. L'un d'eux possède 2 vaches et préfère donc l'enfouissement de la paille de fève à son utilisation comme fourrage pour ses vaches. En effet, les agriculteurs de la zone d'Agourai affirment que les pailles de fève sont males digérées et déchaussent les dents des bovins et réservent ces fourrages aux ovins.

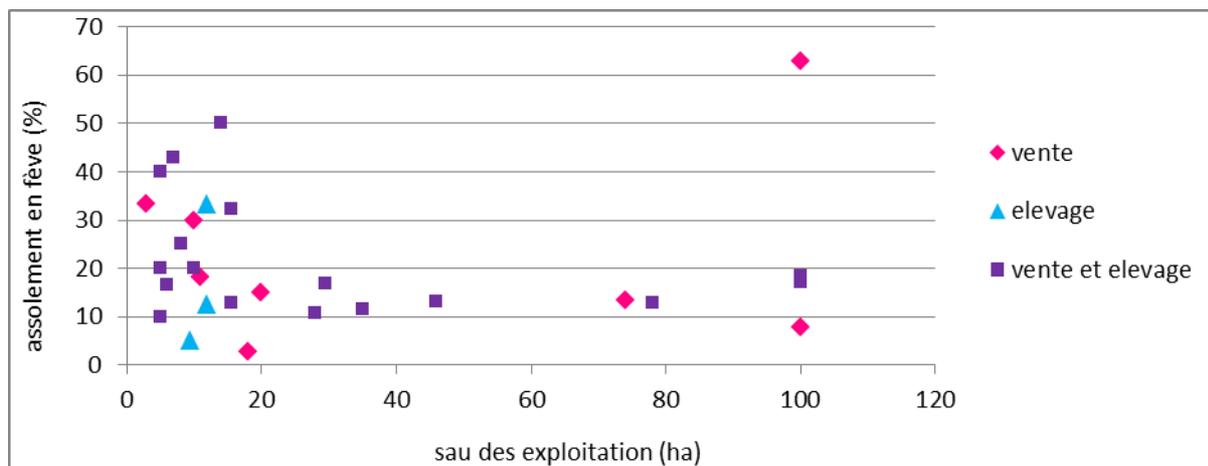
La partie qui suit s'attache à montrer les liens entre l'utilisation de ces pailles, la fertilisation de la culture et l'entretien de la fertilité des sols cultivés.

### 3.2. Les rôles de la fève liés à l'entretien de la fertilité du sol et la fertilisation des cultures

La culture de la fève a un impact sur la fertilisation des cultures suivantes et la gestion de la fertilité du sol à moyen terme via trois types de pratiques : les doses d'engrais minéraux ajoutés au moment du semis, qui déterminent en partie la quantité d'azote exportée par la culture ; la fréquence de retour de la culture de la fève sur la parcelle (le temps de rotation) et enfin, la part de la surface de l'exploitation cultivée en fève sur une campagne (le pourcentage d'assolement). Ces deux derniers aspects sont très liés, puisque qu'un assolement stable d'années en année entraîne une fréquence de retour de la fève sur la parcelle stable et proportionnel à l'assolement. Un assolement de 25% de fève implique une succession de 4 ans. Deux autres pratiques impactent la fertilisation des cultures indirectement (c'est-à-dire à n+1) : l'enfouissement des pailles de fèves après la récolte, dont la minéralisation de l'azote organique constitue un stock d'N potentiellement disponible pour la culture suivante ; et l'épandage de fumures organiques produites par les cheptels de l'exploitation nourrit avec de la fève.



**Figure 5 :** Assolement en fève en fonction de la taille des exploitations pour les différents types d'usages de la fève.



**Figure 6 :** Graphique présentant l'assolement en fève en fonction de la taille des exploitations et de l'usage fait de la fève (2013). (Pour la lisibilité du graphique les exploitations dont la SAU est supérieure à 100 ha ont été ramenées à 100 ha)

La fertilité du sol peut s'expliquer par la diversification spatiale (l'assolement) et temporelle (les successions) qu'implique la culture de la fève à l'échelle de l'exploitation. Permettant notamment une rupture des cycles de développement des adventices monocotylédones, problématiques dans la région, du fait d'une grande place occupée par les céréales dans l'assolement (de 90 à 50% pour notre échantillon).

### *3.2.1. Description des pratiques de fertilisation*

On distingue quatre catégories d'exploitations selon l'apport de fertilisant minéral apporté. La première catégorie composée de 6 agriculteurs n'utilise aucun fertilisant minéral. La deuxième utilise un fertilisant phosphaté, le TSP ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ). La troisième catégorie utilise un fertilisant minéral binaire (N et P), le DAP (18- 46-0) à une dose variant entre 50 kg et 150 kg par hectare, soit respectivement 9 kg et 27 kg d'azote minéral par hectare et 23 kg et 69 kg de P par hectare. Parmi les 6 agriculteurs n'utilisant pas d'intrants, 2 le justifient par un manque de ressources financières. Les autres pensent qu'une culture de légumineuse n'a pas besoin d'engrais. Un seul agriculteur, représentant la dernière catégorie, fertilise la culture de fève avec du fumier de bovin au moment de la reprise du travail du sol. Les caractéristiques des exploitations de ces quatre groupes sont présentées dans le tableau 5.

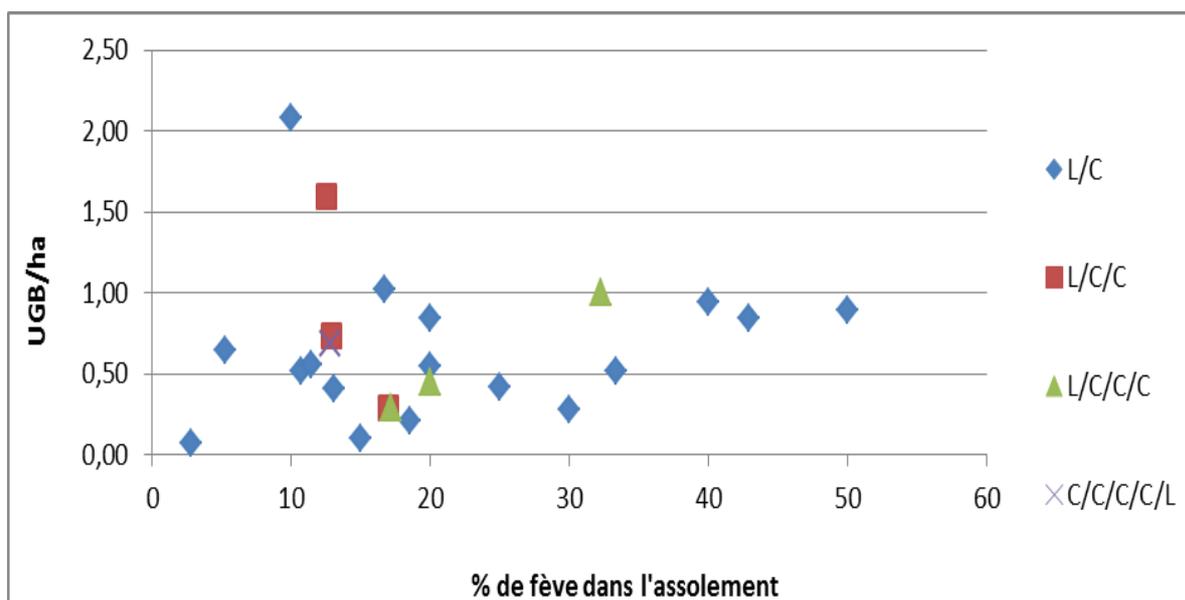
Les grandes exploitations utilisent de façon systématique 150 kg par hectare de TSP ou DAP (figure 4)(proche de la dose recommandée). Les différences de dose de fumure ne montrent pas dans nos résultats de liens avec des différences de rendement (figure 4).

### *3.2.2 Rôles liés à l'assolement des exploitations en fève*

Dans plus de deux tiers des exploitations la fève occupe moins de 25% de la SAU (figure 5). Ces exploitations sont soit de petite taille, proches de 5 ha avec un cheptel, soit supérieures à 100 ha avec un cheptel également (figure 6). Les exploitations présentant la plus grande part de surface cultivée en fève, sont les exploitations proches de 10 ha en « vente et élevage » ainsi qu'une supérieure à 100 ha en contrat avec la SONACOS. Ceci s'explique notamment par le nombre d'UGB par exploitation (figure 6). Le ratio UGB/ha des petites exploitations est souvent supérieur à celui des plus grandes exploitations (Tableau 2).

### *3.2.3 Rôles liés à la fréquence de retour de la culture de fève sur la parcelle*

Les successions de cultures comprenant la fève représentent une alternative à la monoculture de céréales, gourmande en fertilisants chimiques, herbicides et fongicides et éventuellement en terre si l'agriculteur doit recourir à la jachère de courte durée (souvent une année) dans les successions. En effet, celle-ci est considérée comme une perte de surface cultivable peu profitable et les agriculteurs préfèrent cultiver la fève dont les produits peuvent être valorisés. Dans les systèmes de culture en bour, des successions fève/céréales (fourragères ou pas) avec un retour de la fève tous les 2 à 8 ans ont été rencontrés. La succession correspondant à un assolement de 50% étant la succession biennale (Fève//blé ou autre céréales). Si les assolements présentés ci-dessus étaient stables d'une année sur l'autre, les deux tiers des exploitations enquêtées pratiqueraient des rotations quadriennales puisque leur assolement en fève l'année 2013 était de 25% ou moins. Or il apparaît que les assolements varient fortement d'une année sur l'autre, et 20 agriculteurs affirment pratiquer des successions biennales (figure 7). Afin de comprendre ce qui détermine la longueur de ces successions, le tableau 7 et la figure 7 présentent le nombre d'exploitations rencontrées pour chaque longueur de succession ainsi que le nombre de ces exploitations destinant la production de fève à l'élevage ou à la vente et les tailles minimales et maximales des élevages.



**Figure 7** : Relation entre le nombre d'UGB par hectare et la place de la fève dans l'assolement des exploitations (avec élevage) pour les différents types de succession.

**Tableau 4** : Nombre d'agriculteurs enfouissant ou exportant les résidus de récolte de la culture de la fève en fonction du type d'exploitation. GC= grandes cultures ; PCE= polyculture élevage

GC		PCE
enfouissement	exportation	Récupération pour le cheptel
3/8	5/8	20/21

Les exploitations avec élevage présentent plus souvent des successions triennale ou quadriennale et peuvent pour les exploitations du CT d'Agouraï ajouter dans la succession de l'ail et de l'anis après les céréales. Ils allouent entre 5% et 30% de l'assolement à la fève pourtant leurs cheptels sont de proches en nombre d'UGB et ils sont tous autosuffisants en grains de fève pour leurs cheptels. Les agriculteurs ayant des contrats de multiplication avec la Sonacos produisent de la féverole en rotation biennale dans la majorité des cas.

#### *3.2.4. Rôles liés à l'enfouissement des résidus de culture pour les exploitations de GC*

La présentation du mode de conduite de la fève a montré que la possibilité d'enfouissement des résidus dépendait de la mécanisation de la récolte de la culture de fève et de la disponibilité en matériel de travail du sol comme le steeple plow). Dans le cas d'une récolte manuelle, les résidus sont exportés avec la plante entière pour le battage. De plus, lorsque la batteuse effectue sa tâche sur la parcelle, les fanes de fève sont soit récupérées pour être utilisées comme fourrage pour le cheptel de l'exploitation, soit récupérées et vendues comme pailles, soit broutées par le cheptel de l'agriculteur ou les cheptels avoisinants. Un seul agriculteur possédant deux vaches laitières et ne leur destinant pas les pailles de fève enfouit les résidus après récolte. Les exploitations mécanisant la récolte ont le choix d'enfouir ou d'exporter les pailles de fève. Toutes celles possédant un élevage récupèrent les pailles. 3 exploitations sur 8 en grande culture font le choix d'enfouir après la récolte et les 5 autres « perdent » souvent cette biomasse végétale du fait de la vaine pâture des troupeaux ovins et bovins des voisins. Le tableau 6 récapitule ces différents cas.

#### *3.2.5. Rôles liés à la production de fumure animale des exploitations de polyculture élevage.*

Lorsque les résidus et les grains de fève sont ingérés par les animaux d'élevage, l'azote digéré provenant de la fixation symbiotique contenu dans les pailles et les grains peut être restitué au sol via l'épandage du fumier des bovins/ovins sur une parcelle de l'exploitation. La majorité des exploitations en bour avec élevage utilisant du fumier l'épandent au pied des oliviers lorsqu'il y en a ou sur une culture fourragère (orge, trèfle, avoine). Ainsi, un transfert de fertilité s'établit entre les parcelles de cultures annuelles et les vergers d'olivier via l'élevage et le transport des résidus et du fumier. Seul un agriculteur épand le fumier récupéré sur la parcelle qui a été cultivée en fève l'année précédente. Les flux d'azote en liens avec la culture de la fève dans les exploitations de PCE et de GC sont analysés dans la seconde partie.

### 3.3. Les rôles liés à l'alimentation des cheptels

#### *3.3.1. Présentation des stratégies de rationnement des cheptels en lien avec la disponibilité en fourrages sur le cycle annuel*

Les grains de fève sont considérés comme des aliments concentrés qui peuvent remplacer ou compléter les aliments concentrés industriels en théorie riches en protéines. Les concentrés alimentaires sont ajoutés aux rations fourragères durant les périodes de faibles disponibilités en fourrages verts. L'annexe 4 présente des exemples de rations utilisées dans des exploitations en lien avec le calendrier fourrager de la région. Tous les agriculteurs échantillonnés sont autosuffisants en paille de blé, d'avoine et de fève lorsqu'ils l'utilisent, c'est-à-dire que leurs productions sont suffisantes pour les besoins en fourrages grossiers de leurs troupeaux. Les grains de fève sont systématiquement utilisés pendant les périodes d'engraissement ovin et/ou bovins. L'annexe 4 montre que la fève n'est pas incluse dans les mêmes types de rations par tous les agriculteurs. Ni dans les mêmes proportions. Certains agriculteurs composent des mélanges d'aliments concentrés avec 60% de grains de fève pour les ovins comme les bovins. D'autres utilisent la fève pour l'engraissement ovin uniquement, d'autres pendant les périodes de pénuries fourragères. Donc les besoins en grains de fève varient en fonction du nombre d'UGB de l'exploitation. Le tableau 8 présente les différents types d'utilisations de la fève et des

**Tableau 5 :** Caractéristiques des exploitations en fonction de l'usage de la fève et de la succession fève/céréales

successions			2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Usages	Nb EA	intervalles				
Vente	5	sau	127	5 et 74	11	127
		% fève	63	14-33	18	8
	3	sau	3			
		% fève	3-15-30			
		UGB/ha	0,1-0,3			
élevage	3	sau	9,5-12	12		
		% fève	5-33	13		
		UGB/ha	0,7-0,5	1,6		
Vente & élevage	18	sau	15-350	16	3	1
		% fève	10-50	13-17	17-32	13
		UGB/ha	0,2-2,1	0,3-0,7	0,3-1	0,7

**Tableau 6 :** Utilisation de concentrés alimentaires et de fève dans le rationnement des cheptels

Nb d'agriculteurs utilisant...	Bovins VL & engraissement	ovins entretien & engraissement
	fève (pailles et grains) uniquement	16
Aliments concentrés et fève	7	4
Aliments concentrés sans fève	1	0
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>19</b>

concentrés alimentaires industriels de l'échantillon d'exploitations enquêtées. On constate que la fève est préférée et utilisée à l'unanimité pour l'engraissement des ovins. On constate aussi que la fève a une fonction de remplacement des aliments concentrés achetés.

### *3.3.2. Rôles de la fève dans ces rations*

Le tableau 9 présente pour chaque type de ration les parts protéiques et énergétiques apportées par la fève, ainsi que la quantité sur la période de la ration à apporter par UGB pour couvrir ces besoins. On constate que les fèves contribuent à la majorité des apports protéiques dans toutes les rations sauf la ration d'engraissement ovin qui est composé d'un mélange plus homogène d'orge et de son de blé. De plus, si l'on cumule les rations, un agriculteur possédant 2 vaches équivalent à 0,75 UGB chacune et 10 moutons à engraisser devra fournir sur une année une quantité de fève totale de 340 kg (pour les vaches) + 675 kg (pour les moutons), soit environ 1000 kg de fève. Pour un agriculteur possédant 1 hectare de fève avec un rendement de 1500 kg de grains par hectare, la part destinée à l'alimentation de ses animaux représente deux tiers de sa production annuelle de grains de fève.

### 3.4. Rôle économique au sein de l'exploitation agricole

La variabilité des bénéfices générés par la culture de la fève peut expliquer le retour plus ou moins rapide de la fève dans les successions. Les agriculteurs ne vendant pas 100% de leur production en fève bénéficient d'un gain indirect lié à l'économie d'achats de concentrés et de pailles pour l'élevage remplacés respectivement par la fève et ses pailles ainsi que l'économie faite sur l'achat de fève pour la consommation familiale. En cas d'enfouissement des fanes, l'économie sur les engrais azotés a également été comptabilisée. A titre de comparaison, les bénéfices moyens à l'hectare dégagés par la culture de blé tendre est de 6800 dirhams (valorisation des bottes de paille non incluse) dans la plaine du Saïs.

#### *3.4.1 Présentation des coûts liés à la culture de la fève*

Nous avons vu que la différence principale entre les exploitations relevait du mode de semis et de récolte, mécanisés ou pas. Toutes les exploitations entre 46 et 350 ha ont un tracteur. 40% des agriculteurs qui exploitent entre 3 et 20 ha aussi. Ceux qui n'en ont pas font appel à des prestataires dont le prix à l'hectare des travaux varie peu d'une petite région (CT) à l'autre. Aucun exploitant rencontré ne travaille totalement en culture attelée. Ces différences impliquent des coûts différents pour les agriculteurs. De plus, la culture de la fève présente des niveaux d'intensification différents selon les choix des agriculteurs et leurs capacités d'investissement et donc des coûts de production différents

Le tableau 10 présente les coûts de la culture de la fève et les parts des différentes tâches de l'itinéraire technique dans ce coût. Les exploitants mécanisant le semis et la récolte ont le ratio de coûts les plus importants pour le semis et la fertilisation qui se font en même temps puis le désherbage chimique, ces exploitations utilisent plus d'intrants que les exploitations non totalement mécanisées pour la culture de la fève. Dans les exploitations dont la culture de fève est partiellement mécanisée, la récolte manuelle qui emploie en moyenne six ouvriers agricoles par hectare et par jour représente près de 40% du coût total. Deux des agriculteurs récoltant manuellement avaient pourtant semés la féverole avec un semoir en prestation de service. Ils affirment qu'une récolte à la moissonneuse batteuse diminue l'appétence des pailles de féverole par les ovins. De plus, certains choisissent de cultiver la fève en raison de la contrainte de l'accessibilité des prestataires.

**Tableau 9** : Contribution de la fève aux besoins protéiques (pdi) et énergétiques (uf) par UGB

	Contribution de la fève à la couverture des besoins en			
Lot d'animaux	Période de rationnement	PDI (en %)	% En UF	Quantité de grain de fève utilisée en kg/UGB/
VL entretien et production laitière	5 mois	53%	22% :	227
Jeunes Bovins engraissement	3 à 4 mois	62%	48%	327
Ovin entretien	5 mois	51%	22%	150
Ovin engraissement	3 mois	21%	21%	150

**Tableau 10** : Coûts moyens et intervalles de coûts pour chaque opération culturale (en Dh) et part relative de chaque opération en %

Coûts des tâches (%)		Labour	Reprise	Semis + fertilisation	Désherbage	Desherbage chimique	Pesticide	Récolte	Tri
coûts (dhs/ha)		Min-max	Min-max	Min-max	Min-max	Min-max	Min-max	Min-max	Min-max
ITK totalement mécanisé		5-6	3-10	33-44	5-7	21-28	7-9	9-12	0-6
Moy : 3336	Min : 2965								
	Max : 3785								
ITK partiellement mécanisé		3-5	2-6	21-37	0-3	13-17	0-5	34-42	6-8
Moy : 5613	Min : 4955								
	Max : 6110								

### 3.4.2. Présentation des gains

Les gains liés à la vente des grains de fève dépendent de la production et donc du rendement des exploitations. Ont aussi été comptabilisés la vente des pailles lorsqu'elles sont vendues et le gain lié à l'économie d'achat d'engrais azoté dans le cas de l'enfouissement des résidus de récolte de la fève. Les agriculteurs vendant la totalité de leur production ont des gains compris entre 530 et 9300 dirhams par hectare. Ceux vendant une partie de la production ont des gains plus variables entre 2000 et 12000 dirhams par hectare.

Le tableau 11 présente les gains indirects non liés à la vente des grains de fève et liés à l'économie d'achat que ferait l'agriculteur si il remplaçait les besoins en fève de son troupeau par des aliments concentrés.

En reprenant l'exemple précédemment utilisé, un agriculteur possédant 10 moutons et 2 vaches laitières devrait dépenser (d'après les résultats du tableau 11) environ 5500 dirhams pour ses animaux sur 1 an. Les marges des exploitations en PCE se font sur les productions animales. D'après les enquêtes il semble que les agriculteurs préfèrent la fève aux concentrés alimentaires en raison du coût du concentré alimentaire proposé par les agro-industries (3,5 dhs par kilo). L'intérêt des pailles de fève est limité puisque la production est faible (40%-60% de la production de grains), peu riche en azote (0,84 kgN/ha) et souvent destinée aux ovins uniquement. Toutefois, la production de pailles de fève a également été comptabilisée dans les gains indirects des éleveurs utilisant ces pailles et n'ayant donc pas à en acheter. Le prix d'une botte de paille fève étant le même que celui de la paille de blé.

### 3.4.3 Présentation de la marge brute

La figure 8 présente la variabilité des marges brutes par hectare liées à la vente totale de la production des grains de fève en fonction de la SAU des exploitations. Une petite exploitation de 5 hectares perd environ 200 dirhams par hectare de fève cultivé en 2013, qui peut s'expliquer par un rendement faible (8 q/ha) et des charges importantes dues à la récolte manuelle. Une grande exploitation en grande culture présente toujours une marge brute positive. Les marges sont liées aux rendements or les rendements sont variables ce qui pousse les agriculteurs à préférer les cultures de céréales qu'ils estiment plus stable bien que les marges de blé tendre ne soient beaucoup plus élevées en moyenne que celles de la fève.

60% des agriculteurs affirment que la fève est plus « adaptée » au climat que les autres légumineuses et présente moins de risques en terme de rendement, face aux intempéries et en particulier aux excès d'eau des mois de février à avril, préjudiciables aux autres légumineuses, notamment le pois chiche et les petits pois. Ainsi, *Vicia faba* constitue pour les agriculteurs l'unique alternative fiable économiquement au système céréale/céréale.

## **4. Bilan : Typologie des exploitations selon l'usage fait de la fève et les impacts sur les flux d'azote de l'exploitation et les bénéfices économiques générés par cette culture.**

La variabilité interannuelle des rendements de la fève pousse les agriculteurs à préférer la culture des céréales, qu'ils estiment plus sûr. Pour les agriculteurs la fève constitue toutefois un recours à la jachère, non profitable économiquement et apparait être la plus « sûre » des légumineuses dans la région. Les exploitations PCE y trouvent également un intérêt économique permettant de ne pas acheter de concentrés alimentaires. L'intérêt concernant la qualité

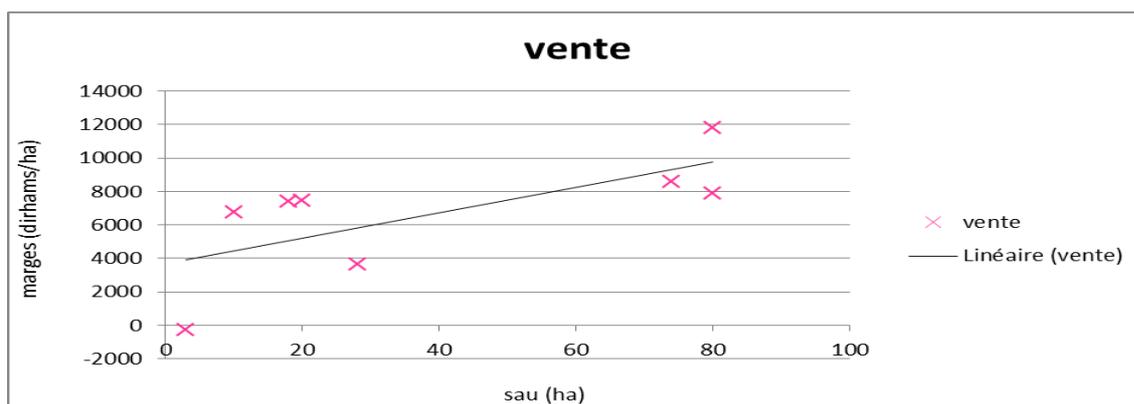


Figure 8 : variabilité de la marge brute de la culture de la fève (dhs/ha) en fonction de la taille des exploitations qui vendent la totalité de leur production de grains de fève.

Tableau 11 : Coûts des concentrés alimentaires par UGB qui couvriraient les besoins PDI couverts par la fève pour différents types de ration.

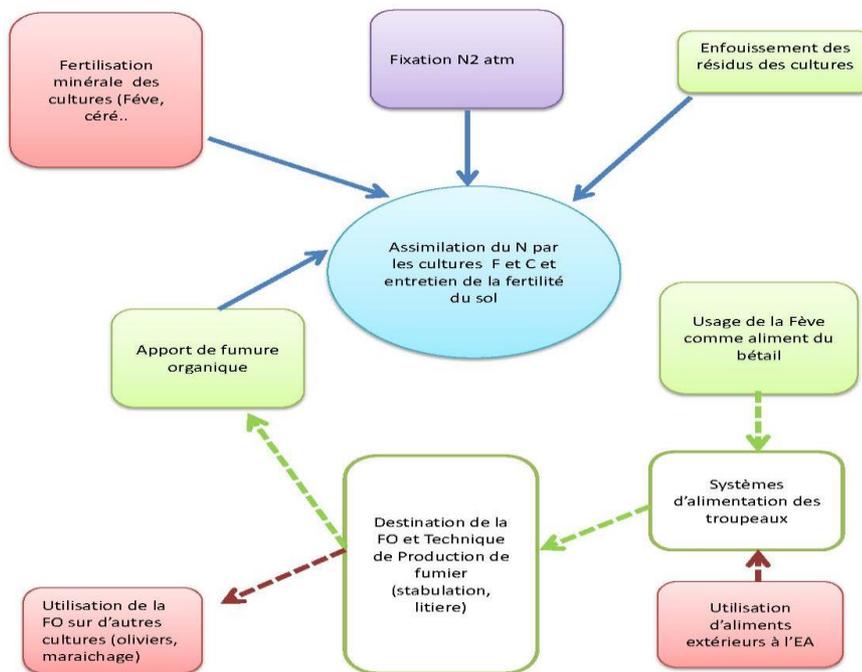
	PDI apporté par la fève en gr par UGB	Equivalent en Aliment concentré (en Kg pour 1 UGB )	Prix de l'aliment concentrés par /UGB
Engraissement bovin	22464	222	1179
Vache laitière entretien	15600	154	819
Ovin entretien	156000	1545	901
Ovin engraissement	3900	39	901

nutritionnelle de la fève et les bénéfices engendrés sur les productions animales ont été cités par trois agriculteurs mais reste à mettre en évidence. Les deux premiers types d'exploitations dans lesquelles la fève aura des places très différentes réside dans la présence ou pas d'un élevage sur l'exploitation.

Un agriculteur peut jouer sur le rôle de la fève au sein de son exploitation selon l'utilisation qu'il fait des résidus de culture de fève, selon l'assolement qu'il consacre à la fève, selon la part de fève produite qu'il réserve à son troupeau et l'utilisation des fumures organique produites par son troupeau dans le cas d'exploitation de PCE. Ces quatre pratiques déterminent (deux pour les GC) l'impact de la fève sur le bilan azoté de l'exploitation et sur les bénéfices économiques (économies d'achat et marges brutes) générées par sa culture.







**Figure 9 :** Représentation des flux d'azote au niveau d'une parcelle cultivée en fève (flèches en trait plein) et des impacts des usages de la fève sur ces flux (flèches discontinues).

## PARTIE 2 :

### IMPACTS DE LA CULTURE DE LA FEVE SUR LES FLUX D'AZOTE AU SEIN DES EXPLOITATIONS

#### **1. Méthodologie d'évaluation des bilans d'N et des flux d'N**

L'intérêt agroécologique de la fève pour ces systèmes de productions est double : éviter la monoculture de céréales (cf supra) et fournir au système de culture et au sol cultivé de l'azote « gratuit » via la fixation symbiotique. Pour aborder ce deuxième point, nous avons développé une méthode simplifiée de calcul du bilan N afin d'évaluer la contribution de la fixation symbiotique de la fève à la fertilité des sols au niveau d'une parcelle et à l'échelle d'une rotation pour différents type d'exploitation identifiés précédemment. Les successions en bour ont été privilégiées par manque de données sur les successions en maraichage. Le bilan consiste à additionner les entrées d'azote (engrais minéral azoté, engrais organique ou fumier, azote atmosphérique provenant de la fixation symbiotique) et à soustraire les sorties d'azote, c'est à dire l'azote absorbé contenu dans les grains et les parties végétatives aériennes de la culture et exportés par la récolte. L'azote présent dans des résidus de récolte non exportés l'année n a été considéré comme disponible pour la culture à n+1 et a donc été comptabilisé en entrée d'azote dans le calcul concernant chaque succession. Les processus tels que la lixiviation des reliquats d'azote minéral notamment, et les pertes de matières organiques par érosion de terres n'ont pas été pris en compte dans les calculs. L'annexe 5 propose un schéma représentant les entrées et sorties prises en compte dans notre bilan et présente la méthode de calcul de l'azote fixé symbiotiquement. La quantité d'azote fixée symbiotiquement dépend outre des conditions environnementales (DANSO, 1984), du rendement de la culture de fève (Loss, 1997). Nous avons calculé la part d'azote venant de la fixation symbiotique (% Ndfa) en nous appuyant sur les travaux de Lopez-Bellido (2003,2006) et Jensen peoples (2010). La valeur de %Ndfa a été fixée à 75% pour l'ensemble de la région d'étude, quel que soit l'exploitation et la dose d'engrais apportée sur la culture de fève. En effet, Bellido et al établissent un %Ndfa de 85%, valeur élevée par rapport aux autres références. 75% est un compromis entre les conditions expérimentales réalisées au sud de l'Espagne et les conditions du nord marocain. De ce fait il y a une relation linéaire entre la quantité de N fixée, le développement végétatif et donc le rendement en fève. Cette méthode de calcul nous a permis d'estimer qu'une culture de fève exporte 3,9 kg d'azote par quintal de grains produit et 0,84 kg d'azote par quintal de pailles. Nous considérons donc que le résultat des bilans dépend de la quantité d'azote apportée (engrais minéral ou organique, enfouissement des résidus), de la fréquence de la fève dans la succession ainsi que du rendement de la culture de la fève. Les deux premiers facteurs sont directement liés aux types d'exploitation et aux pratiques des agriculteurs. En effet, une exploitation de polyculture élevage exportera les résidus de culture de fève mais aussi des céréales (les pailles) pour son troupeau par exemple, mais bénéficiera d'une restitution potentielle d'azote sous la forme de fumure. Ces différents flux d'azote sont représentés dans la figure 9.

#### **2) Explication des flux d'azote liés aux rôles de la fève et selon les types d'exploitation**

##### 2.1 Choix des cas d'étude et reconstitution d'exploitations « type »

La reconstitution des exploitations « type » s'est fait de façon à représenter des exploitations caricaturales de la typologie présentée ci-dessus. Nous avons considéré des exploitations produisant fève et céréales (fourrage comme avoine, orge blé tendre) et pratiquant des rotations différentes. La rotation la plus courte est biennale et comporte 50% de l'assolement en fève et

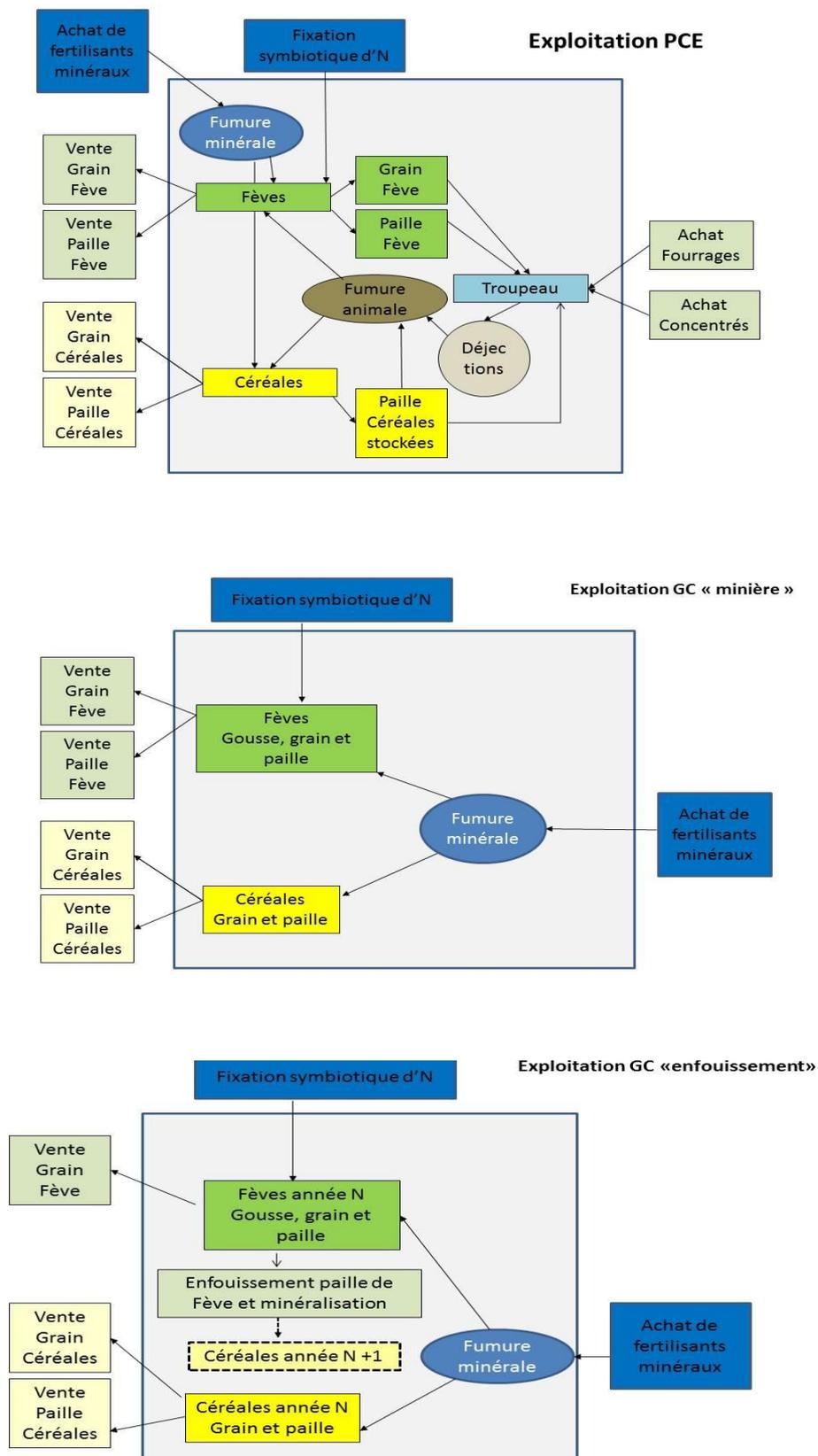


Figure 10 : Schémas des flux d'azote principaux des 3 différents systèmes de productions

50% en céréales pour l'année n. Si l'assolement est fixe d'une année sur l'autre (nous avons vu dans la première partie que c'était rarement le cas), l'assolement entraîne une rotation entre les 2 types de culture plus ou moins longue. Un assolement de 50% de fève une année entraîne une rotation sur 2 ans. Un assolement de 33% entraîne une rotation sur 3 ans et un assolement de 25% une rotation sur 4 ans. Nous avons considéré deux types de systèmes différents, ceux en poly-culture élevage et ceux en grandes cultures basés sur les céréales.

### 2.1.1 Exploitations en polyculture élevage (PCE)

Pour représenter ce système de production, on a considéré une exploitation de 10 ha, intermédiaire entre les très petites et les moyennes exploitations, élevant une vingtaine de têtes d'ovins pour l'engraissement pour la période de l'Aïd (fête religieuse) et 2 à 3 vaches avec leurs veaux pour la consommation personnelle de la famille, soit 2,85 UGB par hectare. La production de fumure par hectare et par UGB a été estimée sur la base des chiffres fournis par l'étude de Capdeville et al (1994). Nous avons considéré que seuls les fèces de bovins étaient récupérés et nous avons divisé la production totale de déjections par le temps journalier passé en stabulation afin d'obtenir une production récupérable annuellement. Nous avons supposé dans nos scénarios que l'azote des déjections du cheptel nourrit à base de fève revenait sur la parcelle de fève. Concernant les doses d'engrais azotés sur fève et céréales, il s'agit des doses déclarées par les agriculteurs lors des entretiens et qui varient très peu selon le type d'exploitation comme nous l'avons vu plus haut. Ici la quantité de DAP a été fixée à 150kg/ha pour la fève. Les doses d'engrais azotés sur les parcelles de blé consistent en un apport de DAP de 150 kg/ha au moment du semis. Lorsque la succession n'est pas biennale, l'apport de DAP sur la seconde culture de blé est augmenté de 50kg/ha. Un apport fixe d'un engrais de couverture 33% a été fixé à 100 kg/ha. Concernant l'utilisation des résidus, nous avons vu que ceux-ci étaient systématiquement exportés du fait du mode de récolte de la fève pour alimenter les ovins et les bovins. Ainsi aucun résidu n'est enfoui, on considère que le retour de l'azote à la parcelle se fait via l'épandage des déjections des bovins nourrit à base de fève. Les rendements de ces exploitations sont assez variables en fonction des lieux, des sols et des entretiens des cultures. Toutefois nous avons retenu un rendement moyen de 15 qx/ha de grains de fève, ce qui correspond à la moyenne pour ce type d'exploitation et pour une année pluvieuse.

### 2.1.2 Exploitation en grande culture exportant les résidus de culture (GCminié)

Le second type d'exploitation retenu est différent du premier puisque l'agriculteur a recours à la fertilisation azotée minérale pour couvrir les pertes en azote de ses cultures. Les résidus de fève sont aussi systématiquement exportés, soit par collecte et ensuite vente, soit broutés par les cheptels avoisinant directement sur la parcelle après récolte à la moissonneuse batteuse. Pour ces scénarios, la taille de l'exploitation n'est pas un facteur déterminant le résultat du bilan puisque qu'on ne calcule pas de production en fumure organique à l'hectare. Tous les calculs d'entrées et sorties d'azote sont calculées à l'hectare. Le facteur changeant est le rendement des deux cultures. En effet, les grandes exploitations en grande culture disposent souvent d'une trésorerie plus importante que les petites exploitations en PCE. Ces exploitations sont souvent mécanisées et quand elles ne le sont pas font appel à un prestataire pour la récolte de la féverole et les traitements phytosanitaires sont souvent plus fréquents et mieux réalisés. Ces exploitations constituent des systèmes plus intensifs en intrants et en capital que les PCE et les rendements sont compris entre 20 et 35 q par hectare. Pour le blé, de la même façon, les rendements sont compris entre 30 et 50 quintaux par hectare. Concernant la fertilisation minérale, nous avons vu que ces exploitations apportent les mêmes types d'engrais, à savoir le TSP et le DAP sur les cultures de fève et le DAP et le 33% sur les céréales en engrais de fond et de couverture respectivement. L'année suivant la culture de fève, les agriculteurs choisissent de

**Tableau 7 :** Présentation des combinaisons sélectionnées pour l'analyse des bilans d'N

	Apport d'Norg (fumier)	Enfouissement des résidus de fève	Enfouissement des résidus de céréales	Dose de DAP	Rendement fève	Rendement céréales
PCE	Oui	non	non	150	15	25
GCminé	non	non	non	150 puis 200 pour le blé après blé	25	35
GCenfouis	non	oui	Oui et non	150	25	35

**Tableau 13 :** Parts (%) des différentes entrées d'azote du bilan en fonction des 3 assolements en fève et pour les 3 systèmes testés. \*évolution négative ou positive de la part d'N entrant dans le système de 25% à 50% d'assolement

systemes	Assolement	25%	33%	50%	Evolution*
<b>PCE</b>					
Part de la fixation dans l'apport total de N/an		17	23	35	+
Part des engrais minéraux		78	73	62	-
Part des résidus		0	0	0	
Part de la fumure organique		5	4	3	-
bilan N (kg/an/ha)		-7,5	-5,4	-2	+
<b>Gcnfoui</b>					
Part de la fixation dans l'apport total de N/an		16	21	33	+
Part des engrais minéraux		80	73	58	-
Part des résidus		4	6	9	+
Part de la fumure organique		0	0	0	
bilan N (kg/an/ha)		-0,7	2,7	0,5	+
<b>Gcminé</b>					
Part de la fixation dans l'apport total de N/an		17	23	36	+
Part des engrais minéraux		83	77	64	-
Part des résidus		0	0	0	
Part de la fumure organique		0	0	0	
bilan N(kg/an/ha)		-8,8	-9,8	-12	-

diminuer la dose d'engrais azoté sur céréales (150Kg/ha de DAP au lieu de 200 Kg/ha recommandés). Inversement et pour les successions supérieures à 2 ans, ces exploitations apportent une fumure de fond sur blé à base de DAP à 200 kg/ha. La dose d'engrais azoté de couverture (Urée 33%) reste identique pour les céréales l'année N+1 après la fève ou les années suivantes n+2.

### *2.1.3. Exploitations en grande culture qui enfouissent les résidus de culture (GCenfouis)*

Ce type de système est proche du second. La différence réside dans l'enfouissement des résidus de récolte de fève et les doses d'engrais azotées apportées. Ces exploitations mécanisent la récolte et enfouissent rapidement les paille de feve de sorte à ce qu'elles ne soient pas broutés par les troupeaux lors de la période de vaine pâture. Ces exploitations n'augmentent pas la dose de DAP sur la céréale après des successions de culture céréale sur céréale et restent à 150 kg par hectare.

Chacun de ces scénarios a été testé avec un assolement comprenant de 25%, 33% et 50% de fève. Dans chacun des assolements on a distingué un cas avec un apport de dap sur la culture de fève et un cas sans apport car les résultats de la première partie ont montré que dans tous les types d'exploitation il y avait la présence d'agriculteurs appliquant une dose d'engrais phospo-azoté ou DAP combinant Azote (engrais starter) et phosphate soluble. Les scénarios avec DAP sont présentés dans le tableau 13 et sans DAP dans la dernière figure. Le tableau 12 résume les scénarios testés. Ces trois types d'exploitations présentent des flux d'azote caractéristiques différents qui sont présentés dans les 3 schémas de la figure 10.

## **3. Résultats**

### **3.1 Contribution de la fixation symbiotique à la fertilisation azotée des cultures d'une succession culturale**

Les calculs intermédiaires qui ont permis d'obtenir des bilans d'azote pour des systèmes aux entrées d'azote différentes nous ont aussi permis de déterminer la part de chacune de ces entrées par rapport à la quantité totale. Le tableau 13 présente ces résultats pour les trois systèmes choisis et pour les trois types d'assolement.

La part d'azote provenant de la fixation symbiotique évolue de la même façon pour les trois systèmes et passe d'environ 17% à 35% pour les assolements de 25% et à 50% de fève. En effet, plus le retour de la culture de la fève est fréquent sur la parcelle, plus la légumineuse fixe d'azote fertilisant la parcelle. En revanche, lorsque l'assolement de la fève augmente dans l'exploitation, la part d'azote minérale dans l'apport d'N total diminue. Ceci s'explique par le fait que les doses de fertilisants azotés minéraux sont plus faibles sur les parcelles de fève que sur les parcelles de fève. De plus, la variation de la part d'N venant de ces engrais minéraux varie entre les trois systèmes car nous avons vu que les doses appliquées sur les cultures de céréales varient en fonction du type de système. Les différences les plus marquées concernent la succession 63sur 4 ans, puisque trois cultures consécutives de céréales seront fertilisées lors de la succession, contre une seulement pour une succession biennale. Ainsi, la fertilisation des cultures du système GCminié, dont la seule source d'azote provient des engrais minéraux, en dépend à 83% pour la succession quadriennale et à 64% pour la succession biennale. Les variations sont proches pour les deux autres systèmes car les doses de fertilisants chimiques apportées sont les mêmes. Seule la seconde source d'azote, diffère pour ces deux systèmes. Or cette seconde source est minime pour les deux. En effet, les fumures organiques apportées sur les parcelles de céréales par le système PCE, représentent entre 5% et 3% de l'azote total pour les assolements

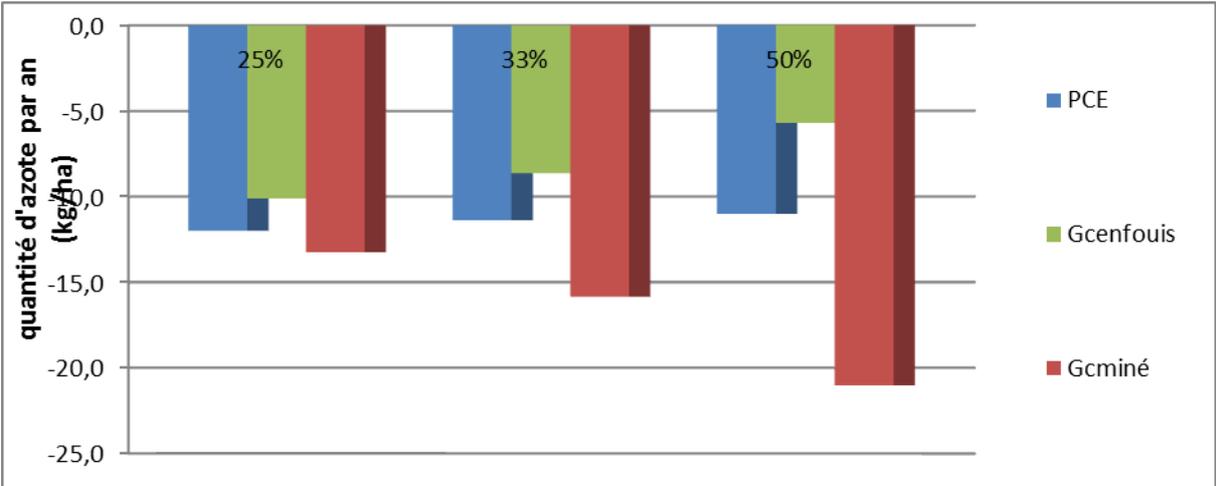


Figure 12 : Bilans d'azote des différents assolements pour les 3 systèmes d'exploitation

de 25% et 50% respectivement. On note que la contribution à la fertilisation de la parcelle par les fumures organiques diminue lorsque l'assolement en fève augmente. En effet, la fumure organique étant épandue sur les parcelles de céréales, si la surface de céréale diminue, l'apport en fumier diminue aussi. En revanche, l'enfouissement des résidus du système GCenfouis, reste minime puisqu'il varie entre 4% et 9% mais est la seule des sources d'azote prises en compte dans le bilan (hormis l'N de la fixation symbiotique) dont la contribution à la fertilisation de la parcelle augmente avec l'assolement en fève. Ainsi, lorsque l'assolement en fève de l'exploitation augmente, le rôle fertilisant de la fève augmente d'une part via l'augmentation de la quantité d'N atmosphérique fixée pendant la succession culturale et d'autre part, via l'enfouissement des résidus de culture de la fève.

### 3.2. Comparaison de l'effet de l'assolement en fève sur le bilan en azote

La figure 12 montre que tous les scénarios présentent des bilans négatifs. Pour un type de scénario il y a peu de différences entre les assolements car comme nous venons de le voir, il y a compensation des gains et déficits des sources d'azote selon le pourcentage d'assolement de la fève. En revanche les bilans sont très différenciés entre les types d'exploitations. Par exemple, avec une rotation biennale dans le cas de PCE et GCenfouis, les apports de N sont supérieurs car il y a apport de fumier tous les deux ans pour et enfouissement de paille de fève tous les deux ans pour GCenfouis. A l'inverse, le bilan est très négatif pour GCminié car la culture de fève présente sur une année un bilan de N très négatif ( - 16 kg/ha) malgré la fixation de l'azote atmosphérique. Ce bilan ne peut pas être corrigé l'année suivante par une seule année de céréales (- 6 kg de N/ha) sans apport de fumier et d'enfouissement de résidus dans ce cas.

Les bilans d'azote du système PCE présentent peu de différence d'un assolement à un autre notamment parce que les apports en engrais organique associés à la fertilisation minérale compensent à peu près les exportations d'N des cultures de céréale pour les différents assolements. De plus, les apports d'engrais minéraux azoté sur céréales succédant une culture de céréale dans les assolements 33% et 25% couvrent les pertes liées à l'exportation des céréales. Cela s'explique par le fait que dans le Saïs les doses de fertilisant sont assez élevées vu les bonnes conditions pluviométriques.

Pour le système GCminé, les doses d'engrais azotées sont relativement élevées surtout pour les céréales après céréales. En poussant le raisonnement à l'extrême, une succession céréale sur céréale exclusive (monoculture) avec les doses d'engrais appliquées dans le scénario GCminé permettrait un bilan positif de N. Ce choix d'assolement serait en contradiction avec la stratégie des agriculteurs d'introduire la fève afin d'éviter la monoculture de céréales. En fait, la monoculture de blé entraîne malgré une fertilisation minérale équilibrée (les apports compensant les exports) des baisses de rendement dues aux invasions d'adventices et à la propagation de maladies fongiques, qui nécessitent notamment une augmentation de l'utilisation de pesticides. Ainsi, notre modèle d'analyse basé sur le bilan d'azote ne prend pas en compte les facteurs limitant les rendements des céréales autres que la disponibilité en azote du sol. Les résultats donnent ici une augmentation de 50% d'économie en azote lorsqu'on passe d'un système biennuel à un système quadriennuel.

Le troisième système est marqué par la même évolution que le système PCE puisque l'enfouissement des pailles de fève ajoute une quantité d'azote au système. Cet apport de N est plus important lorsque qu'il y a un enfouissement tous les 2 ans que tous les 4 ans. Ainsi, le système économise environ 40% d'azote lorsque l'on passe d'un assolement de 25% à un assolement de 50%.

Enfin, concernant l'autonomie en azote des trois types d'exploitation, on remarque que le système GCminié est caractérisé par une dépendance importante aux engrais azotés puisque

lorsque l'assolement en fève augmente, le bilan azoté devient plus négatif or la contribution de l'azote provenant des engrais azotés diminue. Ainsi, pour diminuer les déficits en azote, la part d'N provenant des engrais minéraux à l'échelle de la rotation devrait rester élevée. Nécessitant la faible fréquence du retour des cultures à faible niveau d'intrants azotés.

## Discussion

### 1. Concernant la durabilité écologique des exploitations

#### *1.1. Rôle de la fixation symbiotique dans l'autonomie en azote des exploitations*

Nous avons vu que la fertilisation azotée des cultures pouvait contenir jusqu'à 30% d'azote provenant de la fixation symbiotique. Cette apport d'azote au système, lorsqu'il est pris en compte peut être compensé par une diminution d'importation d'azote extérieur au système (engrais azotés minéraux et organique) afin de rééquilibrer les apports et les exportations d'N. Si le bilan est très positif, le reliquat d'azote, notamment nitrates, non utilisé par la culture peut être lixivié (plus ou moins en fonction des types de sol et de la pluviométrie) pendant la période d'interculture. Ces pertes d'azote potentielles génèrent des dégâts environnementaux à des échelles supérieures à celle de l'exploitation, mais peuvent être contrôlés au niveau de l'exploitation, en ajustant donc la fertilisation au type de culture. Dans ce cas, la capacité de *Vicia Faba* à continuer à fixer de l'azote atmosphérique pendant son développement même lorsque l'azote disponible du sol n'est pas limitant est d'autant plus nécessaire à prendre en compte.

Le contrôle des pertes potentielles d'azote pourrait être géré par la mise en place d'association de culture fève/céréales ou légumineuses/céréales (cf travaux récents faits à l'INRA de Toulouse), qui permettrait une diminution du reliquat d'azote dans le sol après récolte de la légumineuse. Ce type de système pourrait aussi maximiser le Ndfa des légumineuses en association avec une autre espèce (Peoples, 2010) et favoriser une réduction de la pression des parasites. Ces associations si elles s'avèrent agronomiquement pertinentes seraient peut être plus facile à mettre en œuvre dans des exploitations où le travail manuel demeure que dans de grandes exploitations entièrement mécanisées. Mais la diversification des cultures nécessiterait une diversification des possibilités de commercialisation et/d'utilisation des différentes productions or actuellement, la région de la plaine est caractérisée par de faibles débouchés notamment pour les légumineuses. Des initiatives publiques telles que la mise en place d'une usine de tri et de concassage des fèves, et pois chiches dans la région de Fès pourraient à terme augmenter les choix de culture des agriculteurs et garantir une destination valorisant leurs productions.

Les analyses de sol réalisées par mon binôme pourraient permettre de déterminer les nutriments en quantité limitantes dans les sols des exploitations échantillonnées afin d'améliorer le type de d'apports fertilisants pratiqués. Si les sols sont pauvres en matière organique et donc en N organique, les leviers pour réapprovisionner les sols consistent à augmenter la quantité de résidus de récolte enfouis et à utiliser les fumures organiques de l'exploitation sur les parcelles de cultures annuelles et non pérennes (comme c'est fait actuellement sur les oliviers nous l'avons vu) afin d'équilibrer les flux d'N.

L'amélioration des bilans de N et de fertilité plus globalement pourraient venir surtout d'une meilleure gestion des résidus de culture :

Un enfouissement systématique de la paille de fève mais il faudrait alors évaluer les conséquences de cet enfouissement sur la conduite des élevages des exploitations en PCE et des élevages des exploitations en périphérie des GCminé qui disposent encore d'un droit de vaine pâture. Un enfouissement partiel de la paille des céréales (a minima un enfouissement des chaumes dès la récolte aurait le double avantage de fournir du carbone au sol et de l'azote organique. Toutefois, la paille des céréales est considérée au Maroc comme un fourrage ou un produit de vente et il est difficilement envisageable de tout enfouir mais plutôt de travailler sur des scénarios progressifs (20%, 30%, 40% de paille enfouis)

Enfin, la capacité d'une exploitation à recycler au maximum l'N produit ou rendu disponible au niveau des parcelles et des ateliers d'élevage permet de diminuer au maximum son recours aux sources d'azote extérieurs (concentrés, pailles, engrais) et donc son utilisation de produits dont les importations jusqu'au Maroc (du Brésil pour le soja, d'Europe pour les engrais non produits sur place) génèrent des rejets de dioxyde de carbone importants à l'échelle mondiale. Ces aspects qui concernent les impacts des flux d'azote à différentes échelles sont pris en compte par la méthode *d'analyse du cycle de vie* ou ACV (Vertès, 2011)

### *1.2. Rôle de la fève en tant que concentré alimentaire : production de fumure organique*

Les résultats ont montré une variabilité des rations des lots d'animaux d'élevage. Une connaissance plus précise de la valeur nutritionnelle<sup>6</sup> des concentrés alimentaires pourraient permettre de déterminer si le remplacement de ces concentrés par la fève permet de mieux couvrir les besoins énergétiques, protéiques et minéraux des différents lots voire d'économiser l'achat de concentrés.

L'augmentation de la production et de l'utilisation des fumures animales (ovins et bovins) comme fertilisant azoté organique sur les cultures de céréales pourrait permettre une baisse de l'utilisation d'intrants extérieurs mais la production de ces fumures va dépendre 1/ des conditions de stabulation des animaux et 2/ de la possibilité d'accroître les quantités de litière apportées sous les animaux (dans la région, la disponibilité en paille des exploitations de PCE manque de façon récurrente). Les pertes des différents types de fumures et en particulier les pertes d'azote dues aux conditions de stockage dépendent de l'équipement et des bâtiments à la disposition des agriculteurs ainsi que du temps de travail qu'ils peuvent investir pour la production de cet engrais de ferme.

Une augmentation de l'utilisation de la fève dans les rations représenterait un débouché pour la graine de fève et peut être une incitation à augmenter la part de la fève dans les assolements des exploitations.

## 2. Concernant la durabilité économique des exploitations

Nous avons vu que pour les trois systèmes analysés, le recours aux achats d'engrais azotés (et d'intrants chimiques globalement) sont plus importants avec des systèmes comportant moins de fèves, les assolements 25 et 33 % présentant des états de dépendance plus élevés des exploitations pour les intrants engrais azoté

---

<sup>6</sup> Les sacs d'aliments concentrés n'indiquent aucune composition, les vendeurs n'ont aucune information, seul le fabricant connaît cette composition. En fait elle fluctue en fonction du prix et de la disponibilité des composés de base (soja, tourteau, pulpe sèche, son de blé, maïs..)

De plus, la fève constitue une alternative rentable (production commercialisable, ou utilisable pour les troupeaux ou encore comme engrais vert) à la mise en jachère des terres et bien que les rendements soient marquées par une variabilité interannuelle importante, cette culture constitue une rentrée d'argent relativement stable et acceptable par rapport aux coûts des autres cultures de légumineuses (lentilles, pois chiches qui nécessitent beaucoup de main d'œuvre) et dont le développement est plus sensible aux conditions climatiques (L'excès de précipitations de l'année 2013 a notamment entraîné des chutes de productions des pois chiche de près de 70% dans la région).

Enfin, l'influence des qualités nutritionnelles de la fève sur la qualité et la quantité des productions animales (lait, viande) de l'exploitation ne sont pas connues et pourraient aussi être comptabilisés dans le bilan économique de l'exploitation. Enfin, une analyse fine des impacts de la fève sur les bénéfices économiques de l'exploitation global devrait s'attacher à prendre en compte l'augmentation de la fertilité des sols cultivés en fève et l'augmentation de la qualité des sols et des rendements des cultures à long terme.

### 3. Limites de l'étude

Le taux de Ndfa que nous avons considérés est élevé (75%) et devrait être validé par la prise en compte d'éventuelles contraintes à ce processus ou inversement de possibilités d'amélioration (%Ndfa de 80% ou 85% par exemple). C'est ce que font les chercheurs du projet FTM en considérant les meilleurs couples bactéries/varieties de *Vicia faba*.

Le rôle de la fève dans la gestion des autres composantes de la fertilité en particulier sa composante biologique, devrait susciter des recherches à développer. Il apparait clairement pour les producteurs que la Fève est incontournable pour éviter la monoculture de céréales. Donc le critère d'appréciation ne serait plus seulement le bilan de N mais des indicateurs de prolifération d'adventices, de maladies fongiques et d'insectes éventuellement et les relations entre ces indicateurs et les fluctuations des rendements en fève et céréales.

Le type de bilan d'azote calculé pourrait être plus précis notamment en prenant en compte les quantités d'azote présent dans le sol en début et sortie de culture. La démarche du bilan prévisionnel notamment illustré par les travaux de Meynard et al., permettrait d'analyser les flux d'azote d'exploitations au cas par cas.

### **Conclusion**

Finalement, Nemecek et al (2008) ont conclu que les bénéfices environnementaux de la culture des légumineuses (notamment liés à l'azote) seraient significatifs au niveau des systèmes d'exploitation intensifs ayant un recours fort aux intrants de synthèse mais moins évidents au niveau des systèmes peu productifs, systèmes qui caractérisent en majorité la région d'étude. Dans le contexte du Plan Maroc Vert, les nouvelles orientations et choix de productions des systèmes d'exploitation programmées par le ministère de l'agriculture du Royaume pourraient reconsidérer la culture de la fève et des légumineuses et leurs bénéfices potentiels dans les différents systèmes d'exploitations, petits et grands.

## Bibliographie

- AKESBI N., 2011. Une nouvelle stratégie pour l'agriculture marocaine: Le «Plan Maroc Vert», *MEDIT*, n°11
- AMRANI I. 2005, Effets de l'irrigation par une eau saline sur la croissance de la fève et du pois chiche, mémoire de fin d'étude, IAV Hassan II.
- BAHIDA, 2008, Elaboration d'un référentiel interactif d'aide à la décision pour la conduite technique des légumineuses, cas de la fève, de la féverole, des lentilles et des pois chiches ; Mémoire de fin d'étude, IAV Hassan II.
- BAUMONT R., 2009. La valeur alimentaire des fourrages: rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation, *Fourrages* 198, 153-173
- BOUDERBALA N., 1999. Les systèmes de propriété foncière au Maghreb. Le cas du Maroc. In : Jouve A.-M.(ed.), Bouderbala N. (ed.). Politiques foncières et aménagement des structures agricoles dans les pays méditerranéens : à la mémoire de Pierre Coulomb. Montpellier : CIHEAM, p. 47 -66
- CAPDEVILLE et al., 1994. Connaissance qualitative et quantitative des engrais de ferme de bovins. Intérêt pour la fertilisation, *Fourrages*, 139, 255-263
- CREPON K. et al, 2010. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food, *Field Crops Research*, 115, 329-339
- DAOUI K. et al, 2009. Variation génétique de l'efficacité d'utilisation du P chez la fève (*vicia faba* L.) en considérant la réserve en P du grain, *COVAPHOS III*, Vol. 5, 193-199
- DAOUI K. et al, 2010. Effects of nitrogen on nodulation and productivity of different faba vean (*Vicia faba* L.) génotypes, *Agro 2010*, the XI ESA Congress, Montpellier
- DAOUI et al, 2013. Determination of the extend area of interactions between the olive trees and cereals in an alley cropping system in Morocco, 13th North American agroforestry conference 2013
- DANSO S.K.A., ESKEW D.L., 1984. Comment renforcer la fixation biologique de l'azote, *AIEA BULLETIN*, Alimentation et Agriculture, VOL.26, no 2
- DIAZ-AMBRONA et al, 2001. Cereal-legume rotations in a Mediterranean environment: biomass and yield production, *Field Crops Research*, 70, 139-151
- DUC G., 1997. Faba bean (*Vicia Faba* L.), *Field Crop Research*, 53, 99-109
- DUC G. et al, 2010. Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources, *Field Crops Research*, 115, 270-278
- ELHAIR J., 2006. Bilan NPK des successions culturales et des plantations et fertilité du sol dans la plaine du saïs : cas de la DPA de Meknès et DPA d'El Hajeb. Mémoire

- FLORES F. et al, 2013. Adaptation of spring faba bean types across European climates, *Field Crops Research*, 145, 1-9
- GALLERON M., 2013. Analyse de la place tenue par la fève (*Vicia faba*) et de ses modes de conduite dans les exploitations agricoles du périmètre irrigué du Haouz (Maroc), mémoire de fin d'étude, ISA.-CIRAD
- GAMEROFF ET POMMIER, 2011. Diagnostic d'une petite région des plateaux du Saïs, Maroc 2012, mémoire de fin d'étude, Agroparistech-CIRAD
- GRENZ et al., 2005. Effects of environment and sowing date on the competition between faba bean (*Vicia faba*) and the parasitic weed *Orobanche crenata*, *Field Crops Research* 93 , 300–313
- JENSEN E.S. et al, 2010. Faba bean in cropping systems, *Field Crops Research*, 115, 203-216
- HAMMADI I., 2009. Etude des bilans azotés et phospho-potassiques des principales successions culturales dans la zone d'action des DPA de Meknès, El Hajeb, Ifrane et Sefrou. PFE
- HAUGGAARD et al, 2009. Nitrogen dynamics following grain legumes and subsequent catch crops and the effects on succeeding cereal crops. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 84, 281–291.
- HARDARSON, G., Atkins, C., 2003. Optimizing biological N<sub>2</sub> fixation by legumes in farming systems. *Plant Soil* 252, 41–54.
- HAYNES R.J., Martin, R.J., Goh, K.M., 1993. Nitrogen fixation, accumulation of soil nitrogen and nitrogen balance for some field-grown legume crops. *Field Crops Res.* 35, 85–92.
- HERRIDGE D.F., Peoples, M.B., Boddey, R.M., 2008. Marschner review: global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant Soil* 311, 1–18.
- HOGH-JENSEN, H., Loges, R., Jorgensen, F.V. et al, 2004. An empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in grass-clover mixtures. *Agricultural Systems*, 82 (2), 181-194
- LE GAL Pierre Yves, 2011. Des outils de simulation pour accompagner des agroéleveurs dans leurs réflexions stratégiques, *Cah Agric*, vol. 20, n 85
- LOPEZ-BELLIDO, 1998. Short- and long-term economic implications of controlling crenate broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) in broad bean (*Vicia faba* L.) under various management strategies, *Crop Protection*, Volume 17, Issue 2 139-143
- LOPEZ-BELLIDO et al, 2003. Faba Bean (*Vicia faba* L.) Response to Tillage and Soil Residual Nitrogen in a Continuous Rotation with Wheat (*Triticum aestivum* L.) under Rainfed Mediterranean Conditions, *AGRONOMY JOURNAL*, VOL. 95,**
- LOPEZ-BELLIDO, 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.), *European Journal of Agronomy*, Volume 23, Issue 4, 359-378
- LOPEZ-BELLIDO et al, 2006. Faba bean nitrogen fixation in a wheat-based rotation under rainfed Mediterranean conditions : Effet of tillage system, *Field crops Research* 98, 253-260.**
- LOPEZ-BELLIDO et al, 2013. Nitrate accumulation in the soil profile: Long-term effects of tillage, rotation and N rate in a Mediterranean Vertisol, *Field Crops Research*, 130, 18-23

MACHET et al, Présentation et mise en oeuvre d'AzoFert®, nouvel outil d'aide à la décision pour le raisonnement de la fertilisation azotée des cultures

BENNASSEUR ALAOUI, 2004. Référentiel pour la conduite technique de la fève [En ligne]

MOSEDAQ ET MOUGHLI, 1999. Fertilisation azotée des céréales, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTA, N° 62.

MULLER, 1988. The fate of nitrogen (<sup>15</sup>N) released from different plant materials during decomposition under field conditions. *Plant Soil* 105, 133–139

MUNOZ-ROMERO V. et al, 2011. Faba bean root growth in a Vertisol: Tillage effects, *Field Crops Research*, 120, 338-344

NEMECEK et KÖPKE., 2010. Ecological services of faba bean, *Field Crops Research*, 115,217-233

PATRICK J.W., Stoddard F.L., 2010. Physiology of flowering and grain filling in faba bean, *Field Crop Research*, 115, 234-242

PEREZ-DE-LUQUE A. et al, 2010. Broomrape management in faba bean, *Field Crops Research*, 115, 319–328

REINING E., Assessment tool for biological nitrogen fixation of *Vicia faba* cultivated as spring main crop, *Europ. J. Agronomy* 23, 392–400

ROBERTSON ET VITOUSEK, 2009. Nitrogen in Agriculture: Balancing the Cost of an Essential Resource *Annu. Rev. Environ. Resour.* 2009. 34:97–125

SIDDIQUE et al., 2005. Effect of water stress during floral initiation, flowering and podding on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.), *European Journal of Agronomy* 11, 1–11

STODDARD F.L. et al, 2010. Integrated pest management in faba bean, *Field Crops Research*, 115, 308-318

VERTES F. et al, 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, *Innovations Agronomiques*, 11, 25-44

VOISIN A.S. et al, 2013. Les légumineuses dans l'Europe du XXI<sup>e</sup> siècle : Quelle place dans les systèmes agricoles et alimentaires actuels et futurs ? Quels nouveaux défis pour la recherche ? *Innovation Agronomiques*, 30, 283-312

ZEMRAG A. 1999, L'Orobanche, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTA, N° 63

### Articles de presse

OUUGHIRI MERIEM, 1996. Légumineuses alimentaires : Une filière à remodeler. L'économiste.

OUUGHIRI MERIEM, 1993. Sécheresse : pour la première fois le Maroc importe des légumineuses. L'économiste.

Mouttaki, Mohamed. 2012. Le Maroc et l'Inde se donnent quatre ans pour relancer la filière des légumineuses. Agripêche

Thiam, Bachir. 2013. Forum mondial sur la sécurité alimentaire réhabiliter les légumineuses à tout prix. L'économiste.

### Revue

Les engrais et leur utilisation en céréaliculture, Agriculture du Maghreb, n°66, 2012, 104-107

COMIFER , 2011. Calcul de la fertilisation azotée, COMIFER Ed.

### Sites internet

Ministère de l'agriculture Marocain: <http://www.agriculture.gov.ma/>

Office National Interprofessionnel des Céréales et Légumineuses : <http://www.onicl.org.ma/>

## Annexes

### Annexe 1 : Photos des deux types de sols majoritaires de la zone d'étude



Culture de fève sur sol de type *tirs*



Culture de fève sur sol de type *Hamri*

## Annexe 2 : Guide d'entretien

Etude de la place et des usages de la fève et de la féverole dans la plaine du Saïs.

Projet FTM (IAV Rabat/CIRAD Montpellier)

### I. Présentation de l'agriculteur / gérant / exploitant : Nom Prénom

âge Téléphone Fonction

Ancienneté/origine Autres activités

Zone ; CR ; Douar :

Topographie générale Types de sol dominant tracteur

Ouvriers : Permanents  ; Saisonniers  ; Familiaux

Statut foncier : Melk  ; Collectif  ; Réforme Agraire  ; Habouss  ; Guich

Mode de faire valoir : Direct  ; locatif  ; associatif

Accès à l'eau agricole : Puits  ; Forage  ; Seguia  Pompage direct

### II. Présentation de l'exploitation – Année 2013

#### A. ATELIER VEGETAL

Culture, association ou jachère	superficie (ha)	irrigation	rotation	destination du produit (%)		
				vente	élevage	Consommation personnelle
blé						
féverole						
Jachère						
surface totale culture annuelle						
culture pérenne : olivier						
surface totale						

B. ATELIER ANIMAL

Elevage Arrêt en 2013	Nombre ADULTES	Produits (animaux, lait)	destinations des produits	base de l'alimentation	utilisation du fumier
OVIN					
BOVIN					
ANIMAU X DE TRAIT					
AUTRES					

III. Place de la fève et de la féverole dans l'exploitation en 2013

A. ASSOLEMENT DE LA FEVE ET DE LA FEVEROLE

Parcelle			surface (ha) (déclarée)	rotation (précédents)	Suivant 2014	Type de sol	Topographie (pente)	Notation Erosion Ruissellement ?
N°	F	f						
1								
2								
3								

B. ITK DE LA PARCELLE PRINCIPALE DE FEVE OU DE FEVEROLLE EN 2013

N° de la parcelle :	Type		coût prestation (ha ou jour)	coût MO (ha ou jour)	coût intrant
Préparation du sol					
Reprise du sol				Prix/ha/ouvrier	
	répétition				
Semis					
Roulage					
binage				Nb ouvrier : Prix/ha/ouvrier	
fertilisation					
	engrais				
	fumier				
Désherbage	chimique	Nom, dose		Nombre/parcelle Prix/jour ou/ha	
	manuel			Nombre/parcelle Prix/jour ou/ha	

phytosanitaire	Noms, doses			Nombre/parcelle			
	orobanche			Prix/jour ou/ha			
				temps			
	fongicide			Nombre/parcelle			
				Prix/jour ou/ha			
				temps			
	Insecticide -Bruche de la feverole			Nombre/parcelle			
				Prix/jour ou/ha			
				temps			
	Récolte en vert	Nb de récolte			Prix/jour ou/ha		
					Nombre ouvrier * jour		
					total		
Récolte en sec				Nb jour de récolte			
				Nb ouvrier * jour			
				total			
Gestion et usage des pailles				Nb ouvrier * j			
	Récupération :			total			

- Avis sur le rendement obtenu

- Avis sur l'effet précédent obtenu en 2014

C. PRODUCTION ET POST RECOLTE

	N° de P	Production en vert		Rendt en vert	Prix unitaire ou total	Production en sec (qx)	Rendt en sec qx/ha	Prix unitaire ou total
		kilos						
Fève (PP)		kilos						
		sacs						
		Gains (dh)						
Fève (autre P)								
Féverole (PP)								
Féverole (autre P)								

D. HISTORIQUE DE LA FEVE ET DE LA FEVEROLE POUR LA PARCELLE PRINCIPALE

	CULTURE OU JACHERE	RESIDUS	FERTILISATION	IRRIGATION
N-4				
N-3				
N-2				
N-1				
N (2013)				
N+1				

IV. Débouchés, commercialisation

	Prix de vente 2013	Nature de l'acheteur : commerçants, organismes de collecte, coopératives	Lieu de la vente	Tri
Fève gousse				
Fève sec				
féverole				

## V. Acquis et Projets de l'agriculteur, gérant, exploitant

### A. Projets pour ces deux cultures (ou évolution, essais)

#### 1. contraintes techniques et économiques

- depuis quand cette rotation ? pourquoi choix pour cette rotation ?

	fève	féverole
Avantages technique		
Avantage économique		
Contraintes techniques		
Contraintes économiques		

3. Que pensez vous de la part de la/des cultures de fève et féverole par rapport aux céréales (à augmenter, maintenir, à baisser)

4. Serait il possible de développer les autres légumineuses ou d'autres cultures comme tête d'assolement (si oui lesquelles)

5. Quels sont vos projets dans l'évolution de la rotation et votre choix entre fève et féverole

6. Pensez-vous changer la taille et/ou le type de cheptel (en lien ou pas avec F&f)

7. Pensez-vous changer la destination des produits F&f (dont élevage, pailles et autres résidus)

### B. Connaissances

1. Fonctionnement des fèves/féverole et conséquences sur fertilisation et reliquat possible pour la culture suivante

2. Pratiques/stratégies particulières concernant la culture des F&f et autres légumineuses (ex : comme engrais vert = labour d'enfouissement à la floraison)

## Annexe 3 : Calculs des UGB ovins et bovins en estimant qu'une vache laitière locale équivaut à 0,75 UGB

<http://www.idea-portea.fr>

**Table de conversion des UGB alimentaires annuelles pour le calcul de l'indicateur A 10 - Valorisation de l'espace**

Le calcul des UGB pour chaque catégorie de cheptel se fait en multipliant les effectifs de la catégorie par le coefficient indiqué au prorata du temps de présence sur une année.

Exemple : 100% pour une génisse de renouvellement de 1 à 2 ans passant l'année sur l'exploitation et 25% pour un lot de poulets de chair élevé 90 j

Bovins race laitière			
	Coef UGB	Nb Animaux	UGB
Vaches laitières	1,00		0,00
Génisses - 1 an	0,30		0,00
Génisses 1 à 2 ans	0,60		0,00
Génisses + 2 ans	0,80		0,00
Génisses -1 an vêlage précoce	0,30		0,00
Génisses 1-2ans vêlage précoce	0,75		0,00
Taureaux reproducteurs	1,00		0,00
Boeufs -1 an	0,30		0,00
Boeufs 1-2 ans	0,60		0,00
Boeufs + 2 ans	0,80		0,00
Jeunes bovins -1 an	0,30		0,00
Jeunes bovins 1-2 ans	0,75		0,00
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Bovins race à viande			
	Coef UGB	Nb Animaux	UGB
Vaches allaitantes	0,85		0,00
Vaches finition	1,10		0,00
Veaux femelles avant sevrage	0,20		0,00
Veaux sous la mère femelles	0,20		0,00
Veaux Aveyron	0,40		0,00
Veaux mâles avant sevrage	0,20		0,00
Génisses - 1 an	0,40		0,00
Génisses 1-2 ans	0,60		0,00
Génisses + 2 ans	0,80		0,00
Génisses 24-28 mois finition	0,80		0,00
Génisses 30-36 mois finition	0,95		0,00
Mâles - 1 an	0,45		0,00
Mâles 1-2 ans	0,60		0,00
Mâles 2-3 ans	0,80		0,00
Mâles + 3 ans	1,00		0,00
Taureaux reproducteurs	1,00		0,00
Taureaux finition	1,20		0,00
Boeufs -1 an	0,45		0,00
Boeufs 1-2 ans	0,60		0,00
Boeufs 2-3 ans	0,80		0,00
Boeufs + 3 ans	1,00		0,00
Boeufs 24-36 mois en finition	1,00		0,00
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Porcs, truies, lapins			
	Coef UGB	Nb Animaux	UGB
Truies mères (réforme exclue)	0,31000		0,00
jeunes truies de 50kg et plus destinées à la reproduction (cochettes)	0,14000		0,00
porcelets (yc post-sevrage)	0,05500		0,00
autres porcs (engraissement, verrats, réforme)	0,26000		0,00
<b>lapins mères</b>	0,11500		0,00
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

**Total UGB Elevage 0,00**

sources :  
 - pour les bovins, ovins, caprins et équins, les coefficients UGB sont issus des tables de l'Institut de l'Elevage  
 - pour les autres espèces, les données sont issues des tables du SCEES (bureau des statistiques animales), 2007

Ovins viande			
	Coef UGB	Nb Animaux	UGB
Brebis	0,15		0,00
Agnelles - 6 mois	0,05		0,00
Agnelles 6 mois et +	0,07		0,00
Béliers - 6 mois	0,05		0,00
Béliers 6 mois et +	0,15		0,00
Mâle castré de +12 mois	0,15		0,00
Agneaux de boucherie	0,05		0,00
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Ovins lait			
Libellé de la catégorie	Coef UGB	Nb Animaux	UGB
Brebis	0,15		0,00
Agnelles	0,03		0,00
Béliers	0,15		0,00
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Caprins			
	Coef UGB	Nb Animaux	UGB
Chèvres + Chevreux	0,17		0,00
Chevrettes	0,09		0,00
Boucs	0,17		0,00
Chevreux	0,09		0,00
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

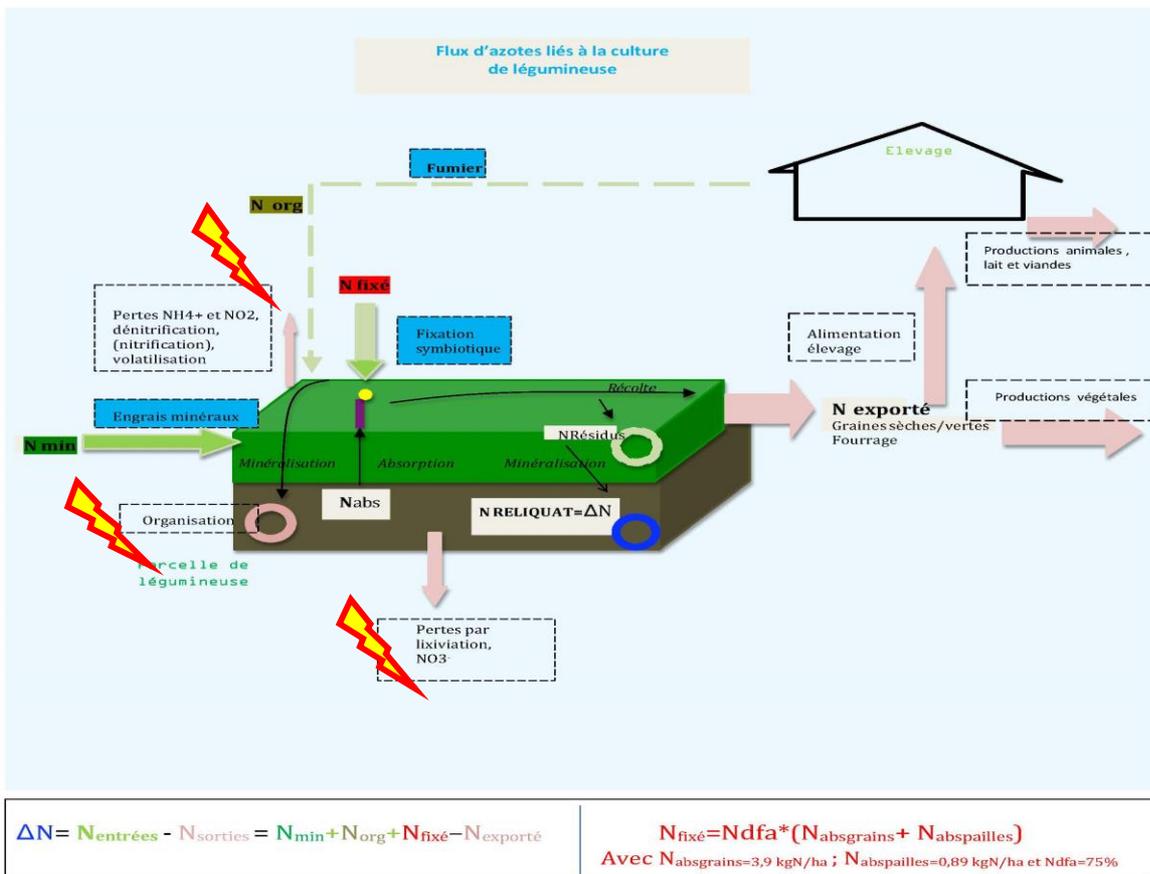
Equins			
	Coef UGB	Nb Animaux	UGB
Juments lourdes non suitées	0,79		0,00
Pouliches lourdes avt sevrage	0,57		0,00
Pouliches lourdes sevrées -1an	0,75		0,00
Pouliches lourdes 1 à 2 ans	0,90		0,00
Pouliches lourdes +2 ans	0,94		0,00
Poulains M lourds avt sevrage	0,57		0,00
Poulains M lourds sevrés -1 an	0,75		0,00
Poulains M lourds 1 à 2 ans	0,90		0,00
Etalons Lourds	1,02		0,00
Juments selle non suitées	0,66		0,00
Pouliches selle avt sevrage	0,48		0,00
Pouliches selle sevrées -1 an	0,64		0,00
Pouliches selle 1 à 2 ans	0,76		0,00
Pouliches selle +2 ans	0,87		0,00
Poulain M selle avt sevrage	0,48		0,00
Poulains M selle sevrés -1an	0,64		0,00
Poulains M selle 1 à 2 ans	0,87		0,00
Etalons selle	0,83		0,00
Poulains jusqu'au sevrage	0,57		0,00
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

Volailles			
	Coef UGB	Nbre animaux	temps de pré UGB
poules pondeuses d'œufs de consommation	0,0096		0,00
poules pondeuses d'œufs à couver	0,0096		0,00
poulettes	0,0090		0,00
poulets de chair et coqs	0,0080		0,00
dindes et dindons	0,01		0,00
pies (à rôti, à gaver)	0,02		0,00
canards à rôti	0,0131		0,00
canards en gavage, à gaver	0,0152		0,00
pintades	0,0055		0,00
pigeons et caillies	0,0027		0,00
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Annexe 4 : Présentation de différentes rations journalières données aux cheptels en fonction de la disponibilité en fourrage au cours de l'année. (1 couleur correspond à un type d'exploitation)

		Aout à Octobre : faible disponibilité en fourrage grossier	Octobre à février : disette labour et semis  Pousse de l'herbe	Février à avril  Disponible en vert	Avril à août (juin et juillet disponibilité en fourrages grossier)	
					Engraissement en 2013	
Alimentation et complémentation des vaches laitières		Pâturage + paille blé et paille avoine	Pâturage parcelle orge + paille avoine (30%) +paille de blé (70%) + pulpe sèche (1kg)	Pâturage + paille avoine et paille de blé	Pâturage + paille avoine et paille de blé	
Alimentation et complémentation des ovins		Pâturage + 1 paille de blé	Pour 40 têtes : 2 bottes de paille+1 botte avoine + 20kg orge et fève+ 1 botte paille de fève	Pâturage + 1 botte de paille	Pas de pâturage + concentrés	Pâturage + 1 botte de paille
bovin	VL	Pâturage + 2 kg de maïs	2pâturage + kg Maïs ensilage + 4 kg son de blé + 4 kg ac	Pâturage + paille de blé et avoine	Pâturage + paille de blé et avoine	
	engraissement	2,4 kg fève + 0,4 kg son de blé + 0,4 kg orge + 0,8 kg maïs				
ovin	engraissement				(20%) Fève (60%) + orge (20%) + maïs	
bovin	Pâturage + fourrages + 1 kg de fève/jour + 1 kg de concentrés					

## Annexe 5 : Méthodologie de calcul des bilans azotés



### 1) Le calcul du bilan d'azote consiste à calculer le delta N

Les pertes d'azote signalées par un «  » n'ont pas été prises en compte dans les bilans

### 2) Détermination de N<sub>absgrains</sub> et N<sub>abspailles</sub> :

Les travaux de Bellido entre 2003 et 2006 fournissent :

- les quantités d'azote absorbés à l'hectare par les grains (kgN<sub>grains</sub>/ha) d'une part et les parties aériennes végétales d'autre part (kgN<sub>pailles</sub>/ha)
- le rendement grainier (rdt<sub>grains</sub>) correspondant à ces quantités.

Ainsi, nous avons pu en déduire une quantité d'azote absorbé par kilo de grain :

$$N_{absgrains} = (\text{kgN}_{grains}/\text{ha}) / (\text{rdt}_{grains})$$

A dire d'experts, nous avons fixé le rapport rdt<sub>pailles</sub>/rdt<sub>grains</sub> de la fève à 60% et nous avons pu déduire de la même façon une quantité d'azote absorbé par kilo de paille.

## Résumé

L'augmentation de l'assolement des cultures de légumineuses au sein des exploitations, de par leurs capacité à fixer l'azote atmosphérique, a un impact potentiel sur les flux d'azote de l'exploitation. Cet impact dépend notamment de l'utilisation et des choix techniques de l'agriculteur concernant les produits issus de la culture de légumineuse. La région fertile pluviale de la plaine du Saïs est occupée à hauteur de 13% de sa surface agricole utile (SAU) par des légumineuses et majoritairement par la fève ou *Vicia Faba*. Pour comprendre les pratiques des agriculteurs et les rôles de la fève au sein des exploitations de la zone, nous avons réalisé un travail d'enquêtes grâce auquel nous avons établi une typologie de la diversité des exploitations en fonction des rôles liés à la fertilité des sols, à l'alimentation des cheptels et au coût économique de la culture. Sur la base de cette typologie, nous avons dans un deuxième temps calculés des bilans azotés apparents pour trois types d'exploitations différents en faisant varier la part des assolements en fève. Une augmentation de l'assolement en fève fait peu varier le bilan azoté au sein d'un même système d'exploitation mais les différences entre les systèmes sont importantes, notamment en raison des différentes sources d'azote apportées aux cultures. Les systèmes d'exploitations utilisant l'N issu des résidus de culture et la fumure organique (produite par l'élevage dans le cas d'un système de polyculture élevage) pour fertiliser les cultures en succession avec la fève sont caractérisés par une baisse des déficits en azote lorsque la fève augmente dans l'assolement. En revanche, les systèmes d'exploitation ayant un recours exclusif aux engrais chimiques pour fertiliser présentent des bilans plus déficitaires en azote lorsque l'assolement en fève augmente. Un moyen d'augmenter la fertilité des sols sans ajouter d'engrais minéraux serait d'enfouir les résidus de culture au moins en partie.

**Mots clefs :** *Vicia Faba*, système d'exploitation, bilans azotés, flux d'azote, autonomie en azote, fertilisation, légumineuses, Saïs.