

المملكة المغربية  
ROYAUME DU MAROC

INSTITUT AGRONOMIQUE  
ET VÉTÉRINAIRE HASSAN II



معهد الحسن الثاني  
للزراعة والبيطرة

## Projet de Fin d'Etudes présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie

Option : Ingénierie des Biotechnologies et Productions Animales

# Evaluation de l'intégration des cultures et de l'élevage dans les oasis de montagne

Présenté et soutenu publiquement par :

**Mr. AMARTINI Hakim**

Devant le jury composé de :

Pr. EL HIMDY B.  
Pr. SRAÏRI M.T.  
Pr. ELAAYADI S.  
M. RAMDANE A.

Président  
Rapporteur  
Examineur  
Examineur

DEA/ IAV Hassan II  
DPBA/ IAV Hassan II  
DPBA/ IAV Hassan II  
ORMVAO

**Septembre 2022**

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II-B.P. 6206 Madinat Al Irfane, 10101 Rabat

Tel : (0 5) 37 77 17 58/5 9/45 ou 77 07 92 – Fax (0 5) 37 77 81 35 ou 77 58 38

Site Web: [www.iav.ac.ma](http://www.iav.ac.ma)

## **Dédicaces**

*Louanges à Allah, le plus Puissant, le plus Clément et le plus Miséricordieux qui a guidé mes pas depuis l'aube de ma vie.*

Avec une immense fierté, je tiens à dédier ce modeste travail :

### ***A ma chère maman AMARTINI Habiba***

*Ma raison d'être, ma source de vie, d'amour et d'affection. Je tiens à honorer la femme qui n'a cessé de me soutenir tout au long de ma vie. Aucune dédicace ne saurait exprimer ma gratitude, mon amour éternel et ma profonde considération pour les sacrifices que tu fais pour mon éducation et mon bien être.*

### ***A mon cher père AMARTINI Abdelouahed***

*L'épaule solide... Tu m'as appris les principes de responsabilité, de bravoure et d'autonomie. Tes conseils et ton accompagnement ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Je te suis infiniment gré. Ma réussite est d'abord la tienne.*

*Chers parents, que ce travail soit le fruit de vos innombrables sacrifices. Qu'Allah vous préserve, et vous accorde santé, bonheur et longue vie.*

### ***A mon cher frère Iqbal***

*Je te souhaite une vie pleine de joie, de bonheur, de santé, de prospérité et de succès.*

### ***A ma chère sœur Zineb***

*Ces quelques mots, ne sauraient traduire le profond amour que je te porte. Que Dieu t'assiste et te réserve une vie pleine de succès et de joie.*

### ***A la mémoire de mon grand-père paternel et ma grand-mère maternelle***

*Puisse Dieu vous avoir en Sa sainte miséricorde et vous accueillir en son vaste paradis et que ce modeste travail soit une prière pour vos âmes.*

### ***A mes chers grands-parents***

*Puisse Dieu, le tout puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie. Que vos prières et votre bénédiction m'accompagnent.*

### ***A tous les membres de la famille AMARTINI***

*Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de ma profonde affection. Je vous remercie pour le soutien et l'amour que vous me portez.*

***A mes chers amis Abdelaziz, Abdelkhalek, Aniss, Ouahib, Salmane, Youssef, Fadwa, Nouhaila, Oumnia, Safiya, Samah.***

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Vous rendez ma vie meilleure. Je vous souhaite tout le bonheur du monde.*

*A toutes les personnes qui me sont chères et qui m'ont permis de parachever ce travail sans jamais me décourager, mes sentiments sincères vous sont transmis. Les citer exhaustivement serait trop long. Ils se reconnaîtront.*

## Remerciements

Mes vifs et profonds remerciements s'adressent en premier lieu à mon encadrant **Professeur Sraïri Mohamed Taher** d'avoir dirigé mon travail. Ce mémoire n'aurait pas été possible sans son intervention consciente, son suivi ininterrompu, ses conseils avisés, ses critiques constructives et son assistance continue sur le terrain. J'ai l'honneur et le plaisir de dire que j'ai eu l'insigne privilège de profiter de ses vastes connaissances, de son profond esprit d'analyse et ses expériences de terrain. Il m'est particulièrement agréable d'exprimer ma haute considération et reconnaissance

Mes sincères remerciements vont au **projet Massire** d'avoir suscité cette thématique de recherche. L'accompagnement matériel et logistique a été déterminant pour la réalisation de cette étude de terrain.

A tous les membres du jury, merci d'avoir accepté de consacrer du temps pour évaluer et examiner ce travail. Je suis honoré par votre présence et votre jugement du travail.

Mes remerciements vont également à l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole d'Ouarzazate (ORMVAO) d'avoir participé à la réalisation de ce travail, à travers la mise à ma disposition de la documentation nécessaire.

Mes sincères remerciements et reconnaissance vont aussi aux agriculteurs et à la population locale de M'semrir de m'avoir aidé et communiqué sans réserve des informations lors de la réalisation de l'étude. J'exprime également ma profonde gratitude aux familles qui m'ont accueilli chaleureusement en faisant preuve d'hospitalité, d'amabilité, de serviabilité et de générosité.

Mes remerciements les plus distingués vont également au **corps enseignant de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II** et plus spécialement celui du Département des Productions et Biotechnologies Animales (DPBA) auquel revient le mérite de m'avoir prodigué un enseignement profitable et une formation complète.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de cette étude.

## Résumé

L'écosystème des oasis de montagne connaît différentes mutations, principalement le stress hydrique et le réchauffement climatique, induisant plusieurs contraintes d'ordre agronomique, économique et social. Dans cette étude, l'objectif est de comprendre les impacts de la complémentarité des cultures et de l'élevage sur la résilience des systèmes de production agricole, à l'échelle d'un échantillon de 30 exploitations agricoles reflétant une diversité de situations, par la quantification des durées de travail agricole en se basant sur la méthode « Bilan Travail ». En parallèle, les revenus générés ont été caractérisés, ainsi que la quantification des différents flux de nutriments associés à l'intégration des cultures et de l'élevage. Les exploitations étudiées sont localisées au niveau de la commune territoriale de M'semrir (1 900 m d'altitude). Les résultats montrent que l'essentiel du travail d'astreinte (93 %) est réalisé par la main d'œuvre familiale. Le temps dédié à ce travail est de 414,6 heures par an et par Unité Gros Bétail (UGB). Les personnes de la cellule de base participent aussi pour une grande part dans les travaux de saison (65,5 %). Le travail de saison occupe en moyenne 168,6 jours par an et par hectare. Les cultures de rente constituent 83,9 % de ce travail de saison, tandis que les cultures fourragères en représentent 14,8 % ; les 1,4 % restant étant dédiés au troupeau (tonte, ventes et achats des animaux, etc.). Le pommier occupe la grande part des travaux de saison des cultures de rente (56,6 %), suivi des céréales (29,1 %) et du maraîchage (14,3 %). Le temps de travail total est en moyenne de 289,5 jours par an et par hectare, et varie en fonction de la structure de l'exploitation (SAU et UGB), les décisions prises par l'exploitant, le type de réalisation des travaux ainsi que la nature de la main d'œuvre et sa qualification. En termes de revenus, l'élevage rapporte 4 178,7 DH/UGB, le pommier 42,3 DH/arbre, les céréales 3 956,7 DH/ha et le maraîchage 9 164,9 DH/ha. Une journée de travail en élevage est rémunérée en moyenne à 82,2 DH, dans le pommier à 260,2 DH, dans les céréales à 67 DH et dans le maraîchage à 40,4 DH. Ainsi, l'élevage contribue efficacement dans la résilience des exploitations, au contraire du pommier qui demeure vulnérable aux différents aléas (climatiques et du marché). La caractérisation des flux de matières a démontré que les fourrages contribuent à 92,2 % dans l'énergie totale apportée aux animaux. L'autonomie fourragère enregistrée est en moyenne de 81,3 %, et elle est déterminée par la SAU et la taille du cheptel. L'évaluation du bilan énergétique montre que 79,5 % des besoins des animaux sont couverts par des ressources endogènes ; cette moyenne varie entre exploitations à élevage mobile sur parcours (27,1 %) et celle à élevage sédentaire (92,5 %). Le fumier endogène épandu est en moyenne de 7 920 kg par hectare. Le bois de taille du pommier est estimé à 1,7 kg (sec) par arbre. A la lumière de ces résultats, 5 types d'exploitations ont été identifiées : *i*) élevage pastoral et cultures diversifiés ; *ii*) élevage en voie de sédentarisation avec un important volume de travail familial ; *iii*) vocation cultures de rente – élevage sédentaire ; *iv*) élevage sédentaire basé sur les cultures ; *v*) association pommier – fourrages – élevage sédentaire avec un épandage massif de fumier et un travail familial limité. Ces types correspondent principalement à la localisation géographique et aux atouts intrinsèques des exploitations agricoles.

**Mots-clés :** flux de nutriments, intégration cultures-élevage, oasis de montagne, transhumance, travail.

## Abstract

The mountain oases ecosystem is witnessing various changes, mainly an increased water scarcity due to global warming, leading to several agronomic, economic and social constraints. In this study, the objective is to understand the impacts of crop-livestock complementarity on the resilience of agricultural production systems, at the scale of a sample of 30 farms reflecting a diversity of situations, by quantifying the duration of agricultural work based on the "Work Balance" method. In parallel, the incomes generated were characterized, as well as the quantification of the different nutrient flows associated with the integration of crops and livestock. A study sample of farms was selected, located in the territorial commune of M'semrir (1900 m of altitude). Results show that most of the routine work (93 %) is achieved by family workers. The average time dedicated to this is 414.6 hours of work per year and per livestock unit (LU). The family workforce also assumes to a large extent the seasonal work (65.5%). Seasonal work requires an average of 168.6 days per year per hectare. Cash crops account for 83.9% of this seasonal work, while forage crops account for 14.8%; the remaining 1.4% is dedicated to the herd (shearing, sales and purchases of animals, etc.). Apple trees represent the largest share of the cash crop season's work (56.6 %), followed by cereal crops (29.1%) and market gardening (14.3%). The total working time is on average 289.5 days per year and per hectare, and varies according to the farm's structure (Arable Land and LU), the decisions made by the farmer, the type of work carried out, and the nature the labor force and its skills. In terms of income, livestock farming brings in 4178.7 DH per LU, apple trees 42.3 DH per tree, cereals 3956.7 DH per hectare and market gardening 9164.9 DH per hectare. A day's work in livestock farming generates an average value of 82.2 DH, 260.2 DH in apple orchards, 67 DH in cereals and 40.4 DH in market gardening. Thus, livestock farming contributes effectively to the resilience of farms, unlike apple trees, which remain vulnerable to various hazards (climate and market). The characterization of material flows showed that forages contribute 92.2% of the total energy supplied to the animals. Forage autonomy was recorded at an average of 81.3% and was determined by UAA and herd size. The evaluation of the energy balance shows that 79.5% of the animals' needs are covered by endogenous resources; this average varies between farms with mobile rearing on rangelands (27,1%) and those with sedentary rearing (92,5%). The average amount of endogenous manure applied is 7920 kg per hectare. Pruning wood from apple trees is estimated at 1.7 kg (dry) per tree. In light of these results, five types of farms were identified: *i*) pastoral livestock and diversified crops; *ii*) sedentary livestock with a large volume of family labor; *iii*) cash crops coupled to sedentary livestock; *iv*) sedentary livestock based on crops; *v*) combination of apple trees - fodder and sedentary livestock with massive manure spreading and limited use of family labor. These types correspond mainly to the geographic location and intrinsic assets of the farms

**Keywords:** crop-livestock integration, mountain oases, nutrient flows, transhumance, work.

## Liste des figures

Figure 1. Principaux aspects des systèmes d'intégration cultures-élevage (ICLS).....	25
Figure 2. Fonctionnement d'un système d'élevage : gestion du troupeau et des ressources et organisation du travail (Dedieu, 2019).....	28
Figure 3. Principaux indicateurs de la méthode "Bilan Travail" (Cournut et al., 2018).....	31
Figure 4. Flux de nutriments dans les systèmes intégrés polyculture/élevage (D'après Ndambi et al., 2019).....	33
Figure 5. Situation géographique et découpage administratif de la région Drâa-Tafilalet (HCP, 2014) .....	38
Figure 6. Situation géographique de la zone de M'semrir dans le Maroc (Google Earth, 2022).....	39
Figure 7. Localisation géographique des 30 exploitations .....	45
Figure 8: Quadrat d'un m <sup>2</sup> pour mesurer la quantité de biomasse de l'herbe spontanée.....	47
Figure 9: Pesage de la biomasse d'un quadrat de luzerne à l'aide d'un peson numérique .....	47
Figure 10. Pesée du bois de taille du pommier.....	48
Figure 11. Assolement de l'échantillon étudié.....	54
Figure 12. Répartition des UGB totales de l'échantillon étudié.....	55
Figure 13. Effectif des animaux par espèce.....	56
Figure 14. Nombre de PCB par exploitation.....	57
Figure 15. Distribution du TA/UGB en fonction des UGB totales .....	59
Figure 16. Répartition des différents travaux saisonniers .....	60
Figure 17. Distribution du TST/UGB en fonction des UGB totales .....	61
Figure 18. Distribution du TSCF/ha en fonction de la SAU fourragère.....	63
Figure 19. Contribution de chaque culture au temps de Travail Saisonnier sur les Cultures de Rente (TSCR) .....	64
Figure 20: Distribution du TSC du pommier en fonction du nombre de pommiers.....	65
Figure 21. Distribution du TSCR/ha en fonction de la SAU.....	65
Figure 22. Parts du TA et du TS dans le TT.....	66
Figure 23: Temps de TT par type de main d'œuvre.....	67
Figure 24. Chronogramme de la répartition mensuelle du travail total de l'exploitation n°25.....	69
Figure 25. Chronogramme de la répartition mensuelle du travail total de l'exploitation n°13.....	70
Figure 26. Chronogramme de la répartition mensuelle du travail total de l'exploitation n°14.....	71
Figure 27. Répartition de la marge brute totale entre l'élevage et les cultures .....	72
Figure 28. Charges, chiffres d'affaires et marges brutes de l'élevage dans les exploitations étudiées ..	73
Figure 29. Parts du pommier, des céréales et du maraîchage dans la rentabilité des cultures.....	75
Figure 30. Répartition du revenu agricole total des différentes exploitations étudiées.....	78
Figure 31. Répartition du revenu total entre MB agricole et revenu extra-agricole.....	79
Figure 32. Contribution de la MB agricole et du revenu extra-agricole dans le revenu total des exploitations .....	79
Figure 33. Travail dédié à l'élevage en fonction des UGB totales .....	80
Figure 34. Travail de saison dédié aux cultures de rente en fonction de leur superficie.....	80
Figure 35. Efficacité économique du travail dans les exploitations étudiées .....	81
Figure 36. Autonomie fourragère en fonction de la SAU .....	85
Figure 37. Autonomie fourragère en fonction des UGB totales.....	86
Figure 38. Contribution énergétique des aliments produits dans les exploitations étudiées .....	88
Figure 39. Âne transportant de l'herbe de prairie fauchée .....	91
Figure 40. Représentation graphique des 5 types sur les deux premiers axes factoriels.....	95
Figure 41. Localisation géographique des exploitations appartenant aux différents types .....	98

## Liste des tableaux

Tableau 1. Teneurs en N, P et K du fumier pour différentes espèces d'élevage (Harris, 2002) .....	34
Tableau 2. Pertes en nutriment du fumier de vache laitière dans plusieurs systèmes de gestion (%) (USDA., 1996) .....	35
Tableau 3: Temps du Travail d'Astreinte des exploitations étudiées .....	58
Tableau 4. Analyse du TA réalisé par les PCB .....	60
Tableau 5. Répartition du TST selon le type de main d'œuvre (en jours) .....	62
Tableau 6. Récapitulatif de la structure des marges brutes d'élevage dans l'échantillon étudié .....	74
Tableau 7. Récapitulatif des MB des cultures de rente .....	76
Tableau 8. Efficience économique des différentes activités au niveau de l'échantillon étudié .....	82
Tableau 9. Bilan énergétique des exploitations selon le type d'élevage (en %) .....	87
Tableau 10. Bilan des flux de nutriments de l'échantillon étudié .....	87
Tableau 11. Calendrier alimentaire de l'exploitation n°25 (Troupeaux sédentaire et transhumant).....	89
Tableau 12. Calendrier alimentaire de l'exploitation n°2 (Troupeaux sédentaire et transhumant en hiver) .....	89
Tableau 13. Calendrier alimentaire de l'exploitation n°1 (Troupeau uniquement sédentaire) .....	90
Tableau 14. Tests d'égalité des moyennes des groupes .....	92
Tableau 15. ANOVA 1 réalisée sur les variables de l'analyse .....	93
Tableau 16. Valeurs propres .....	94
Tableau 17. ANOVA 1 appliquée sur les scores discriminants de la fonction 1.....	94
Tableau 18. ANOVA 1 appliquée sur les scores de la fonction 2 .....	94
Tableau 19. Comparaison de groupes selon la méthode de Duncan .....	96

## Liste des abréviations

AFD	:	Analyse Factorielle Discriminante
ANOVA	:	Analyse de la variance
ATELAGE	:	Activités de Travail en Exploitations d'éLevAGE
AUEA	:	Associations d'Usagers de l'Eau Agricole
BTP	:	Bâtiment et travaux publics
CB	:	Cellule de base
CEC	:	Capacité d'échange cationique
CIRAD	:	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CMV	:	Centre de mise en valeur
CT	:	Commune territoriale
ddl	:	degrés de liberté
DRPS	:	Diagnostic rapide participatif et systémique
FAO	:	Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture
FIDA	:	Fond International du Développement Agricole
ICLS	:	Integrated crop-livestock systems
INRA	:	Institut National de la Recherche Agronomique
MB	:	Marge brute
ORMVAO	:	Office régional de mise en valeur agricole de Ouarzazate
PCB	:	Personnes de la cellule de base
PHCB	:	Personnes hors de la cellule de base
PMV	:	Plan Maroc Vert
QUAEWork	:	Qualification and Evaluation of Work in Livestock farms
SAU	:	Surface agricole utile
SPSS	:	Statistical Package for the Social Sciences
TA	:	Travail d'astreinte
TDC	:	Temps disponible calculé
TR	:	Travail rendu
TS	:	Travail de saison
TSC	:	travaux de saison consacrés aux cultures
TSCF	:	Travail de saison lié aux cultures fourragères
TSCR	:	Travail de saison lié aux cultures de rente
TSSF	:	Travaux de saison consacrés aux surfaces fourragères
TST	:	Travaux de saison consacrés au troupeau
TT	:	Travail Total
UFL	:	Unités fourragères lait
UGB	:	Unité grand bétail
UZ	:	Unité zootechnique

## Table of Contents

Liste des figures .....	5
Liste des tableaux .....	6
Liste des abréviations .....	7
Introduction générale.....	11
Partie 1. Revue Bibliographique .....	13
I. Caractéristiques générales des oasis de montagnes et systèmes de production agricole	14
1. Caractéristiques générales .....	14
2. Systèmes de production agricole .....	16
II. Contraintes du système des oasis de montagne.....	21
1. La pénurie hydrique.....	21
2. Système foncier .....	22
3. Dégradation des parcours .....	22
4. Travail et contraintes sociales.....	23
5. Contraintes environnementales.....	23
III. Systèmes d'intégration cultures – élevage.....	24
1. Définitions et caractéristiques .....	24
2. Importance des systèmes d'intégration cultures-élevage .....	25
IV. Le travail dans les systèmes de production agricole.....	26
1. L'organisation du travail dans les exploitations agricoles.....	27
2. La méthode « Bilan Travail » .....	28
V. Flux de nutriments dans les systèmes d'intégration cultures – élevage.....	33
1. Fumier.....	34
2. Produits et co-produits des cultures .....	35
3. Adventices .....	35
VI. Conclusion .....	36
Partie 2. Monographie de la région d'étude .....	37
I. Situation géographique.....	38
II. Milieu naturel .....	39
1. Topographie.....	39
2. Climat .....	39
3. Sols .....	40
4. Ressources en eau.....	40
III. Données socio-économiques .....	40

1.	Population.....	40
2.	Structures foncières .....	40
IV.	Caractéristiques des systèmes de production.....	41
1.	Production végétale .....	41
2.	Production animale .....	41
3.	Organisation des filières agricoles.....	42
Partie 3.	Approche méthodologique.....	43
I.	Objectifs de l'étude .....	44
II.	Diagnostic rapide participatif et systémique (DRPS) .....	44
III.	Choix des exploitations .....	44
IV.	Collecte des données .....	45
V.	Traitement et analyses des données .....	48
1.	Méthode « Bilan Travail ».....	48
2.	Calcul des Marges Brutes .....	49
3.	Flux des matières .....	49
4.	Analyses statistiques.....	51
Partie 4.	Résultats et discussion .....	52
I.	Identification de l'échantillon étudié.....	53
1.	Caractéristiques structurelles des exploitations .....	53
2.	Occupation des sols .....	54
3.	Cheptel.....	55
II.	Caractérisation du travail dans les exploitations agricoles.....	56
1.	Composition du groupe de travail .....	56
2.	Le Travail d'Astreinte (TA) .....	58
3.	Le travail de saison (TS).....	60
III.	Bilan Travail .....	65
1.	Temps de travail total dans les exploitations (TT) .....	65
2.	Autonomie des exploitations vis-à-vis du travail total .....	66
3.	Répartition du TT des exploitations sur l'année.....	68
4.	Le temps disponible calculé pour les personnes de la cellule de base (TDC).....	71
5.	Productivité économique des différents types de travail dans les exploitations.....	72
IV.	Flux de matières dans les exploitations .....	83
1.	Luzerne .....	83
2.	Végétation spontanée.....	83
3.	Paille .....	83

4.	Ecart de triage de pommes .....	84
5.	Fumier.....	84
6.	Bois de taille .....	85
7.	Autonomie fourragère.....	85
8.	Bilan énergétique .....	86
9.	Bilan des flux de nutriments des exploitations .....	87
10.	Moyens de transport.....	90
V.	Analyse Factorielle Discriminante (AFD) .....	91
1.	Variables du modèle .....	92
2.	Pouvoirs discriminants individuels des variables .....	92
3.	Analyse discriminante .....	93
4.	Représentation graphique de l'affectation .....	94
5.	Caractéristiques et définition des types déterminés.....	95
Partie 5.	Conclusion générale et recommandations.....	99
Références bibliographiques	.....	104
Partie 6.	Annexes.....	116

## Introduction générale

Les oasis de montagne sont des zones situées à plus de 1 000 m d'altitude, caractérisées par une agriculture souvent vivrière dans des exploitations familiales de taille très réduite, dotées de moyens de production souvent limités. Ces zones souffrent de contraintes climatiques, géographiques et socio-économiques diverses. La situation est aggravée par l'enclavement et l'éloignement de ces régions des grands centres urbains, malgré plusieurs initiatives publiques qui n'ont toutefois pas réussi à créer dans ces territoires une dynamique économique marquée.

Le système agraire des montagnes est caractérisé par une association de cultures et de l'élevage, permettant des cycles de nutriments clos, ainsi qu'une relative autonomie alimentaire vis-à-vis du marché. L'élevage constitue une activité ancestrale dans ces zones et une composante importante dans ce système et dans l'économie oasienne. Il utilise aussi bien les produits, coproduits et résidus de cultures (troupeaux sédentaires) que les ressources pastorales (troupeaux mobiles). L'altitude impose des conditions climatiques rigides, principalement le froid hivernal qui est une condition *sine qua non* pour la réussite de l'arboriculture fruitière ayant des besoins en froid caractéristiques, notamment le pommier qui domine actuellement les zones de montagne, et qui est associé le plus souvent aux cultures fourragères, et moins souvent aux céréales et aux cultures maraîchères.

Ces zones souffrent de contraintes importantes, en l'occurrence un foncier exigu, des besoins de travail (avec des périodes de creux et aussi d'autres de pics d'activité), et un régime hydrique caractérisé par une aridité structurelle. En effet, la nature géographique montagneuse impose des surfaces arables limitées qui connaissent un très fort morcellement, accentuant par la suite la fragilité des systèmes de production agricole. Le travail agricole connaît à son tour plusieurs problèmes relatifs à sa faible attractivité et à sa pénibilité, générant au final des rémunérations réduites. Le manque structurel d'eau, exacerbé par les effets du réchauffement climatique et l'augmentation des besoins issue des extensions de plantations d'arbres fruitiers, menace la durabilité du système agricole des oasis de montagnes, dans son ensemble.

Face à toutes ces contraintes, les agriculteurs adoptent plusieurs stratégies de production, fondées sur la diversification des activités (intégration culture/élevage) et des sources de revenus (agricoles et non agricoles), afin de valoriser au mieux les ressources disponibles et pour maîtriser les risques, dans le but d'assurer la résilience des ménages.

En dépit de leur importance spatiale et socio-économique, les oasis de montagne connaissent une rareté de références scientifiques qui s'intéressent aux spécificités de leurs systèmes de productions agricoles, notamment les systèmes d'intégration des cultures et de l'élevage, ainsi qu'à leurs performances agronomiques et économiques.

Pour cela, la présente étude a pour objectif la caractérisation des systèmes d'intégration cultures/élevage à travers l'analyse du travail agricole et son organisation par la méthode « Bilan Travail » (Dedieu et al., 1999), la détermination des performances de l'élevage et des cultures ainsi que les indicateurs d'efficacité économique du travail. En outre, l'étude vise

l'évaluation des divers flux de matières entre l'élevage et les cultures, par la quantification des nutriments associés à l'intégration de l'élevage et des cultures.

L'analyse est menée dans un échantillon de 30 exploitations familiales situées dans la commune territoriale de M'semrir (province de Tinghir), localisée dans le piémont du Haut Atlas central, à une altitude de plus de 1 900 m. L'étude s'intègre dans le cadre du projet MASSIRE piloté par le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) et financé par le Fond International du Développement Agricole (FIDA), en collaboration, au Maroc, avec l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAV Hassan II), et l'Ecole Nationale d'Agriculture (ENA) de Meknès, ainsi que d'autres institutions de recherche et d'enseignement agronomiques françaises et maghrébines.

L'interprétation et la discussion des résultats permettra de définir les systèmes agricoles des oasis de montagne, de comprendre le fonctionnement et les formes d'organisation du travail au niveau des exploitations étudiées et la nature des flux de nutriments circulant entre l'élevage et les parcelles cultivées, ainsi que la définition de types d'exploitations agricoles. L'étude se finira par l'évaluation de la contribution de ces systèmes dans la résilience des ménages, dans un contexte de réchauffement climatique et d'inflation mondialisée.

# **Partie 1. Revue Bibliographique**

# **I. Caractéristiques générales des oasis de montagnes et systèmes de production agricole**

## **1. Caractéristiques générales**

L'un des environnements les plus hostiles à l'agriculture est le désert. Malgré les limites environnementales de ce type d'habitat (températures élevées, rareté de l'eau, faibles précipitations...) dans certaines régions, les agriculteurs ont réussi à pratiquer des activités agricoles en valorisant la disponibilité limitée de l'eau (Santoro et al., 2020). Ces zones, caractérisées par la combinaison d'habitat humain et d'espace cultivé dans un milieu désertique ou semi-désertique, sont appelées oasis (Battesti, 2005). On les trouve donc dans la plupart des grandes régions sèches du monde : sur le pourtour du Sahara, au Maghreb et au Sahel, au Moyen Orient, sur la côte ouest de l'Amérique latine et en Asie centrale (Jouve, 2012). L'emplacement des oasis a toujours été d'une importance fondamentale pour les axes de commerce et de transport dans les zones désertiques (Toutain et al., 1989). Il s'agit d'un agroécosystème unique cultivé intensivement dans les zones désertiques ; créées dans les deltas des fleuves, les plaines alluviales et diluviales, et sur les bords des rives diluviales et alluviales, où l'eau d'irrigation provient des rivières (Hong et al., 2003 ; Toutain et al., 1989).

Les oasis de montagne représentent en effet la combinaison d'une montagne, d'une oasis et d'un désert qu'on peut définir comme un système MOD (Montagne, Oasis, Désert) (Zhang, 2001). C'est un système socio-écologique qui est caractérisé par un conflit entre le développement socio-économique et la conservation écologique (Wei et al., 2018).

A la différence des oasis, où le palmier dattier domine, tolérant les climats arides et continentaux extrêmes (Toutain et al., 1989), les oasis de montagne sont repérées à des altitudes plus élevées allant jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer, dans lesquelles sont cultivées un ensemble différent de cultures (Buerkert et al. 2005 ; Gebauer et al. 2007), principalement des arbres fruitiers ayant des besoins en froid minimaux compris entre 100 et 400 heures qui ne peuvent pas être trouvés dans les plaines désertiques (Luedeling et al., 2009).

Aujourd'hui, les oasis sont réparties en deux classes : traditionnelles et modernes. Les oasis traditionnelles sont principalement caractérisées par une forte dispersion des propriétés agricoles, une combinaison de différentes cultures, l'absence d'un schéma de plantation régulier, des opérations agricoles manuelles, un degré élevé de gestion collective des terres et de l'eau et la rareté des ressources en eau (Santoro et al., 2020). Les oasis modernes se caractérisent au contraire par une plantation régulière en lignes, une prédominance et même une monoculture des variétés les plus productives, de très rares cultures intercalaires et une plus grande taille des exploitations (Lasram, 1990). De plus, les systèmes oasiens traditionnels dépendent d'une symbiose entre l'élevage et les cultures, puisque les animaux fournissent des produits de haute valeur nutritionnelle (lait et viandes) ainsi que le fumier nécessaire à l'entretien de la fertilité du sol (Tisserand, 1990 ; Sraïri et al., 2017), et peuvent être utilisés pour le transport, l'extraction d'eau et le labour, et en contrepartie les parcelles produisent du fourrage pour les nourrir (Bourzat et Goe., 1990).

Les systèmes montagneux représentent 20 % de la surface terrestre mondiale et abritent 570 millions de personnes (Montanari, 2013). Le Maroc abrite la zone montagneuse la plus étendue d'Afrique du Nord, les montagnes de l'Atlas, qui comprennent trois blocs, le Haut, le Moyen et l'Anti-Atlas. Comme c'est le cas pour d'autres systèmes montagneux, les montagnes de l'Atlas soutiennent une grande population en fournissant des ressources économiques et des services écosystémiques (Bernuès et al., 2011 ; Montanari, 2013). Ces montagnes sont des zones dans lesquelles des communautés se sont installées et ont pratiqué des activités d'agriculture et d'élevage pendant de nombreux siècles (Auclair et al., 2011 ; Benchrifa et Johnson, 1991). Le système développé par ces communautés dans le Haut Atlas est un mélange d'agriculture de subsistance avec la mise en culture de terres aménagées en terrasses dans la basse vallée, irriguées par l'eau des rivières. Ceci est combiné avec le pastoralisme pratiqué sur les grands pâturages du bassin versant (Montanari, 2013). Dans les parties basses et plates des vallées, les agro-pasteurs pratiquent des cultures irriguées, principalement des céréales (orge et blé) et l'horticulture, avec l'élevage de bovins de types croisés. Les parties supérieures des vallées s'apparentent à des parcours extensifs principalement composés d'une végétation xérophytique épineuse et de prairies sèches grossières (Auclair et al., 2011).

### **1.1. Caractéristiques climatiques des oasis de montagne marocaines**

L'évolution des oasis est conditionnée principalement par le climat ; ce qui distingue ces milieux des autres le plus n'est autre que la topographie, les faibles précipitations et le bilan hydrique déficitaire durant toute la campagne agricole (Skouri, 1990).

Dans le contexte d'oasis de montagne du Maroc, le climat est rude dominé par le froid hivernal et la sécheresse estivale, dont les précipitations relativement abondantes tombent dans la période de repos végétatif, déterminant un bioclimat semi-aride froid à très froid (Bourbouze., 1984). Globalement, il est caractérisé par une faible pluviométrie, et la présence de forts vents secs, générant des paysages avec une végétation rare, généralement herbacée, xérophile, parfois avec de petits arbustes. Il varie par la suite entre le climat sec et chaud du désert dans les parties les plus basses, le climat sec et froid de la steppe dans les zones intermédiaires et le climat de haute montagne dans les parties les plus élevées (Santoro et al., 2020). L'été est chaud, il est encore plus chaud par un vent sec et chaud chargé de sable, venant du Sahara, connu sous le nom de chergui, qui affecte le Haut Atlas. Jusqu'à 1 800 m, les précipitations annuelles ne dépassent généralement pas 300 mm, seuil permettant de classer un tel climat comme désertique. Cela signifie qu'il s'agit de zones situées en dessous du niveau d'évapotranspiration, avec une faible humidité de l'atmosphère, qui est d'environ 20% en dehors des oasis. Les pluies se produisent souvent sous forme de violentes averses, et l'eau disparaît rapidement par évaporation ou par infiltration dans le sous-sol, qui ne peut la stocker en raison de la rareté de végétation. Cependant, dans les zones les plus élevées, les précipitations peuvent dépasser 400 mm par an, concentrées en hiver, lorsque la température est inférieure à 0°C, elles sont donc généralement sous forme de neige. Les chutes de neige sont abondantes et la neige persiste pendant plusieurs mois, servant de réserve d'eau pour les mois les plus chauds, lorsqu'elle fond (Nogueira et al., 2012). Ces faibles niveaux de précipitations permettent d'avoir une idée sur la valeur que l'eau acquiert dans ce territoire.

## **1.2. Les ressources en eau**

La neige est un facteur important qui détermine la disponibilité de l'eau dans les régions montagneuses semi-arides et arides du monde entier (Schulz et de Jong, 2004). En Méditerranée, une partie importante des ressources en eau douce est stockée, temporairement, sous forme de neige. Dans ces milieux, les montagnes sont essentielles car elles augmentent les précipitations liquides et solides et alimentent les rivières qui transportent l'eau de fonte de la neige vers des régions plus basses et plus arides. Au Liban, par exemple, l'eau de fonte peut contribuer à environ deux tiers du volume annuel total des écoulements (Shaban et al., 2004).

Les ressources en eau ainsi que leur répartition au niveau des communautés des oasis de montagne, représentent un élément majeur de l'organisation et de la structuration sociale et spatiale des sociétés rurales qui sont étroitement liées aux modalités de gestion de ces ressources.

Au Maroc, au niveau de ces oasis, les eaux souterraines sont limitées, prélevées par puits ou par des canaux souterrains (*khattaras*) permettant le drainage d'une partie des eaux de la nappe superficielle vers une surface irrigable. Les eaux de surfaces, sont constituées essentiellement par les oueds qui sont déviées par des prises d'eau (*ougoug*) et ensuite acheminées par des *séguias* dont la géométrie (taille, forme) est fonction de la topographie, des surfaces à irriguer et du débit disponible. Cette ressource constitue la principale source d'irrigation et d'alimentation de la population (Taïbi et El Hannani, 2004). La répartition de l'eau est soumise par la suite à des règles coutumières parfaitement respectées (Bourbouze, 1984 ; Taïbi et El Hannani, 2004). Cette tradition se maintient encore aujourd'hui ; évidemment, des adaptations sont nécessaires à la nouvelle situation politique, économique, sociale et culturelle (Gault et Saïdi, 2016).

Dans ce contexte, où règne une aridité prononcée, l'irrigation s'avère indispensable pour la continuité des exploitations agricoles, sans oublier l'importance de l'eau virtuelle correspondant aux achats d'aliments de bétail (Sraïri et al., 2021).

## **2. Systèmes de production agricole**

### **2.1. Les productions végétales**

La production agricole est organisée selon un système qui intègre à la fois des légumes, des céréales et des fruits pour les populations et des pâtures pour le bétail (Asencio Juncal et al., 2022). C'est donc un système basé sur les associations d'arboriculture, de cultures maraichères ou vivrières, des cultures de rentes et des cultures fourragères (Toutain et al., 1989). Ces associations représentent en effet des stratégies des agriculteurs pour diversifier les sources de revenu en valorisant la rareté des facteurs de production, essentiellement le foncier et l'eau, afin d'arriver à une agriculture durable nécessitant peu d'intrants extérieurs (Skouri, 1990 ; Barrow et Hicham, 2000).

Le système de culture en place dans les oasis est basé sur trois composantes principales : la première est la composante arboricole qui constitue l'ossature principale de ce système, les céréales représentent la deuxième composante et sont destinés généralement à l'autoconsommation, la troisième composante est constituée par la luzerne et le maraîchage qui sont liés aux zones disposant d'eau pérenne. Dans les oasis de montagne, le système de culture

est organisé comme suit : 1<sup>ère</sup> strate : céréales, luzerne, maraîchage et la 2<sup>ème</sup> strate : l'arboriculture fruitière (particulièrement l'olivier, le pommier et le noyer) (Hajjaji, 1990).

Ainsi on distingue parmi les productions celles qui sont destinées à l'autoconsommation, notamment les céréales comme le blé dur, l'orge et le maïs, les légumes comme les navets, les oignons, une part des pommes de terre, les fourrages comme la luzerne, et celles qui sont destinées à la vente à savoir la part des pommes de terre qui ne sont pas auto-consommées, les produits de l'arboriculture (les pommes en premier lieu), et quelques autres surplus occasionnels (noix, perches de peuplier, navets, carottes, etc.) (Bourbouze, 1997).

- L'arboriculture fruitière

Il existe de nombreuses espèces fruitières cultivées dans les oasis de montagne qui sont caractérisées très souvent par des hivers froids, et des gelées printanières tardives, et par des étés chauds et des vents desséchants. L'espèce la plus fréquemment rencontrée et l'**abricotier**, grâce à sa résistance aux *Méloidogynes* (nématodes à galle). L'**amandier** est dans beaucoup des cas la deuxième espèce en importance après l'abricotier, certaines variétés dont la floraison est la plus tardive sont utilisées pour échapper aux gelées de printemps qui détruisent fréquemment les récoltes. L'**olivier** est aussi présent au paysage de ces oasis sauf celles où la température hivernale est trop basse. On trouve par la suite le **pistachier** qui est caractérisé aussi par une floraison tardive, sans oublier le **pêcher**, le **pommier** et le **poirier** (Raynaud, 1990).

Un essor remarquable de l'arboriculture fruitière en sec et en irrigué a été constaté au cours des dernières décennies, en particulier l'arboriculture intensive des rosacées (Bourbouze et al., 2001). Ce développement a été encore plus encouragé au Maroc dans le cadre du deuxième pilier du Plan Maroc Vert (PMV), notamment le pommier qui représente 20 % de la superficie cultivée de rosacées fruitières, ce qui en fait la deuxième plus grande surface de rosacées après l'amandier au Maroc (Moinina et al., 2019). De ce fait, le pommier est en train de passer d'une culture à commercialisation locale à une culture d'exportation grâce à des investissements dans les technologies de production et de stockage qui sont en partie subventionnées par le PMV. Étant donné que le pommier est particulièrement adapté aux climats de haute altitude, il est considéré comme une culture de rente qui contribue particulièrement à l'accroissement de la valeur économique de la production agricole dans ces zones (Goldberg, 2021).

Le pommier (*Malus domestica* Borkh) est cultivé dans la plupart des climats tempérés, il a besoin d'une période de froid (températures inférieures à 7°C) pour fleurir et se développer normalement. Pour les cultivars standards, il faut une période de froid entre 500 et 1 000 h, tandis que les cultivars à froid réduit nécessitent 400 à 600 h (Brown, 2012). Environ 70 à 75 % de la production totale des pommes sont consommés en frais, le reste est endommagé ou de qualité inférieure (écarts de triage) et n'est donc pas commercialisé. Les pommes endommagées sont transformées en produits à valeur ajoutée (jus, cidre, vin, confitures et produits à base de pommes séchées) (Dhillon et al., 2011). Les déchets peuvent être utilisés comme aliment pour bétail, notamment le marc de pommes (résidu de l'extraction de jus de pommes) et les pommes endommagées et séchées, vu leur richesse en énergie. Cependant, chez les ovins, ils ne peuvent

être utilisés qu'en quantité limitée. Le marc de pomme peut être inclus jusqu'à 30 % dans l'alimentation des ruminants sans affecter les performances qui peuvent en revanche diminuer avec des niveaux d'incorporation plus élevés. Des niveaux élevés de marc de pomme dans la ration des ruminants affectent le déroulement de la fermentation dans le rumen à cause de leur teneur élevée en hydrates de carbone fermentescibles et de la faible teneur en protéines (Beigh et al., 2015 ; Wadhwa et Bakshi, 2013).

- Céréaliculture et cultures fourragères

Les grandes cultures telles que le blé, sont de loin celles qui contribuent le plus à satisfaire les besoins alimentaires en énergie d'une population humaine croissante au niveau des oasis de montagnes (Luedeling et al., 2009). Le blé et l'orge sont les deux céréales les plus cultivées dans les oasis et occupent respectivement 38 et 13 % de la superficie agricole (Sraïri et al., 2017) ; outre leur utilisation dans la consommation humaine, elles sont aussi utilisées dans l'alimentation animale. L'orge est peu exigeante en eau et tolère une certaine salinité, de même que les variétés locales de blé sont moins exigeantes en eau que les variétés sélectionnées (généralement cultivés en zones à disponibilité d'eau meilleure), mais sont moins productives (Larbi, 1989).

La luzerne constitue le pivot du système fourrager dans les oasis. Elle est anciennement intégrée dans le système de culture pratiqué dans les exploitations (Larbi, 1989). C'est une légumineuse fourragère largement cultivée dans le monde grâce à sa haute qualité nutritionnelle, sa teneur élevée en protéines et ses effets sur la fertilité des sols. Elle contribue à l'incorporation d'azote dans les écosystèmes agropastoraux avec des conséquences économiques bénéfiques, permettant ainsi de limiter l'utilisation d'engrais chimiques grâce à la symbiose fixatrice d'azote impliquant des souches de *Rhizobium* (Mouradi et al., 2018).

- Maraîchage et cultures spéciales

Les cultures maraichères représentent entre 3 à 10 % de la superficie cultivée annuellement et leur contribution dans le revenu des exploitations peut atteindre 25 % selon les systèmes de production (Larbi, 1989). La production est destinée essentiellement à l'autoconsommation ainsi qu'à la vente dans les marchés avoisinants, dont les recettes servent aux financements des achats hebdomadaires (Benaradj et al., 2020). On distingue deux catégories : les légumes d'hiver (oignon, carottes, fèves, radis, navet blanc, navet rouge, etc.) et les légumes d'été (concombre, courgette, courge, etc.) les pommes de terre font l'exception en se plaçant dans les deux catégories puisqu'elles sont plantées en Mars et récoltées en Juin, ou plantées en Octobre et récoltées en Avril ou Mai (Battesti, 2005). Dans le Haut Atlas, la pomme de terre constitue la deuxième source d'énergie pour la population après les céréales (Gault et Saïdi, 2016).

Les principales cultures spéciales pratiquées dans les oasis sont le safran, le rosier et le henné (Larbi, 1989). Le rosier est spécifique à la vallée de l'oued Dadès, particulièrement dans les localités de Kalâat M'gouna et de Boumalne Dadès, il est très sensible au gel et la production est variable d'une année à l'autre. Le safran est limité au périmètre de Taliouine, c'est une culture très délicate et très exigeante en fumure et en main d'œuvre. Le henné est localisé dans

des périmètres non inondables, son extension est entravée par des contraintes pédologiques et écologiques (Hajjaji, 1990).

## **2.2. Systèmes de production animale**

Avant de rentrer dans les détails des systèmes d'élevage dans les oasis de montagne, il est important de rappeler l'approche « système d'élevage » qui a fait depuis les années 1980, l'objet de recherches de la part des zootechniciens (Dedieu et al., 2008).

Landais (1987) a énoncé la définition suivante du système d'élevage, comme étant « *un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé par l'homme en fonction de ses objectifs, pour faire produire (lait, viande, cuirs et peaux, travail, fumure...) et se reproduire un collectif d'animaux domestiques en valorisant et renouvelant différentes ressources* ». Le système d'élevage est donc un objet complexe, dont l'activité humaine et les fonctionnements biotechniques de l'unité de production sont étroitement liés (Dedieu et al., 2008). En effet, si on veut simplifier les interactions pour comprendre le fonctionnement d'un système d'élevage, on peut partir d'un modèle de base constitué de trois éléments majeurs : *i*) éleveur, *ii*) troupeau et *iii*) ressources. L'éleveur représente le pôle principal, ayant pour rôle la gestion du troupeau et des ressources (Landais, 1987). Ainsi, le système d'élevage peut être représenté sous forme d'une association entre un « sous modèle de décision » qui est l'Homme et un « sous modèle biotechnique » combinant le troupeau et les ressources (Dedieu et al., 2008).

L'élevage utilise environ la moitié de la surface mondiale (Reid et al., 2008) et fournit plusieurs biens et services à travers le monde grâce à une variété d'espèces animales et de ressources offertes par un large éventail de conditions agroécologiques et socio-économiques. Dans le cadre de cette hétérogénéité et des grandes différences en termes d'utilisation des ressources, les systèmes de production animale ont été classés selon l'utilisation des terres en systèmes de pâturage, systèmes d'agriculture mixte et systèmes industriels ou en hors sol (Seré et Steinfeld, 1996).

Au Maroc, l'élevage est une composante majeure de l'agriculture, assurant différents rôles économiques, sociaux et alimentaires. Il contribue jusqu'à 38 % du chiffre d'affaires du secteur agricole, 60 % des emplois en agriculture et garantit la sécurité alimentaire du pays (MAPMDREF, 2014a). C'est un moyen d'adaptation des ménages face aux mutations et chocs extérieurs (Alary et al., 2011). Il constitue une trésorerie via la vente des produits animaux, satisfait les besoins alimentaires via l'autoconsommation, assure la sécurité sociale et financière via l'épargne sur pieds, le réseau social via les échanges et les dons, la préservation du milieu naturel grâce aux amendements en matière organique ainsi que la préservation de la valeur de l'élevage comme mode de vie et d'échange. La diversification des espèces au sein du troupeau revêt une importance majeure dans la résilience des exploitations aux incertitudes du milieu, cela ce manifeste dans la valeur de certaines espèces par rapport aux autres au marché et dans la capacité d'adaptation de certaines espèces aux conditions du milieu (Duteurtre et Faye, 2009 ; Alary et al., 2011). Ainsi, l'élevage assure la sécurité alimentaire et sociale des ménages, et constitue dans les régions à conditions climatiques et géographiques difficiles, le facteur principal de survie et de maintien des conditions de vie des populations (Duteurtre et Faye, 2009).

Dans le contexte oasien, deux grandes catégories d'élevage sont distinguées (Larbi, 1989) :

- L'élevage intensif dominé par les bovins et les ovins conduits en stabulation permanente dont l'alimentation provient principalement de l'exploitation (luzerne et sous-produits des cultures) avec l'utilisation d'une complémentation en aliments concentrés lors de la période de soudure qui s'étale de décembre à février.
- L'élevage extensif lié aux parcours et dépendant de ressources principalement pastorales.

Ce dernier constitue la principale occupation et source de revenu de la population rurale des zones de montagne marocaines, pratiqué sur une superficie d'environ 150 000 km<sup>2</sup>, soit 21 % du territoire du Maroc, présentant un écosystème qui abrite 30 % des exploitations agricoles et l'essentiel du cheptel de petits ruminants (50 % des ovins et 90 % des caprins) à l'échelle nationale (Elaayadi et al., 2020). Cependant, il a été remarqué un déclin de la contribution du système d'élevage extensif dans les produits animaux au Maroc, face à la hausse des produits provenant des systèmes intensifs basés sur de massives importations, entre autres des grains de céréales, des tourteaux et même de ressources génétiques animales (Sraïri, 2015). Toutefois, les systèmes pastoraux peuvent encore avoir des rôles importants dans la sécurité alimentaire en cas de changement climatique brusque et de fortes sécheresses (Sraïri, 2011), étant caractérisé par l'exploitation des ressources disponibles par une population à faible densité et une faible charge animale permettant une utilisation raisonnable des ressources pastorales (El Aich, 2018). Ils sont par ailleurs basés sur l'élevage ovin et caprin, élément clé dans ce système d'élevage constituant un moyen de valoriser les ressources éparses des parcours extensifs (Auclair et al., 2011). De ce fait, les systèmes pastoraux de montagne supposent une étroite liaison entre l'espace pastoral, les hommes qui y vivent et les troupeaux qu'ils exploitent (Bourbouze, 2018). Cet élevage repose sur la transhumance, qui est une migration saisonnière répétée au cours de laquelle les éleveurs suivent la disponibilité de l'herbe en se déplaçant, par exemple, de parcours de plaine en hiver aux pâturages alpins en été (Starrs, 2018). Dans le même contexte, les terres de parcours ont généralement un statut collectif traditionnel. Elles sont exploitées selon le droit coutumier (Gault et Saïdi, 2016). La forme typique la plus ancienne qui caractérise l'élevage dans le Haut Atlas est le déplacement des troupeaux entre des unités écologiques dénommées « Agdal » (Gault et Saïdi, 2016). Genin et Simenel (2011) ont proposé une définition globale de l'Agdal comme « un terme générique berbère désignant des zones où les droits d'accès et les usages des ressources naturelles sont régis par une institution locale - généralement le village, l'assemblée inter-villageoise ou intertribale - qui fixe les règles concernant les périodes et les modalités d'exploitation différenciée des ressources naturelles ». C'est donc un outil de gestion communautaire basé sur la protection de ressources spécifiques sur un territoire défini, étant une propriété collective utilisée par les tribus. Ces protections, le plus souvent saisonnières, interviennent à des moments clés du cycle biologique des plantes. Ces tribus ont des limites ainsi que des dates d'ouverture et de fermeture des espaces fixées par les règles coutumières (Akasbi et al., 2012).

- **Contexte de résilience en rapport avec l'élevage**

Dans les zones présentant de fortes contraintes climatiques et socioéconomiques, le développement d'une activité d'élevage complexe est très probable, cette activité combinant des ovins et caprins, affecte l'économie des ménages et des populations, ainsi que la majorité des événements sociaux et religieux (Alary et al., 2011). Ceci impose une réflexion à propos de la résilience de ces ménages face aux différents stress et difficultés.

Dans cette réflexion, le principal défi consiste à saisir la dynamique et la capacité de survie (adaptabilité) et d'évolution (transformabilité) dans les contextes de gouvernance locale (Meuwissen et al., 2019). Cette approche montre les interactions, les complémentarités ou les substitutions entre les activités agricoles et extra-agricoles en se concentrant sur la diversité des capacités. Ici, la résilience est considérée comme un processus plutôt qu'un résultat face aux perturbations (Alary et al., 2022).

En lien avec la transhumance, la mobilité des pasteurs exploitant les ressources alimentaires animales le long de différentes zones écologiques est généralement considérée comme une réponse flexible à un environnement sec et de plus en plus variable (FAO, 2018). Ainsi, l'élevage extensif des petits ruminants demeure la seule activité possible lorsque les températures extrêmes, l'occurrence des sécheresses, et les conditions agroécologiques ne permettent pas la pratique des cultures. Et ceci, grâce à la capacité d'adaptation de ces espèces face aux environnements climatiques et économiques incertains (Dedieu et al., 2008). L'élevage joue donc un rôle majeur dans ces zones en tant que capital social (McCarthy et Di Gregorio, 2007 ; Moritz, 2008). Cependant, ces ménages mobiles, sont confrontés à des obstacles structurels contre la diversification des sources de revenu. En outre, cette dynamique est fortement ancrée dans la gestion des parcours à long terme, qui déterminent la sécurité des moyens de subsistance dans le temps (Alary et al., 2022). Ainsi, les systèmes pastoraux sont exposés à des menaces existentielles encore plus grandes dans les prochaines décennies en raison d'une variété de facteurs environnementaux (climat et dégradation des parcours) et socio-économiques (Schilling et al., 2020). En d'autres termes, l'élevage extensif est particulièrement vulnérable au changement climatique, puisqu'il repose sur les ressources naturelles ainsi que les conditions climatiques (Bechchari et al., 2014 ; Herrero et al., 2016 ; Menghistu et al., 2020). Alary et al. (2022) soulignent également l'importance cruciale de la diversification des sources de revenu dans l'amélioration de la résilience des ménages (diversification de l'élevage, des cultures ainsi que les revenus extra-agricoles).

## **II. Contraintes du système des oasis de montagne**

### **1. La pénurie hydrique**

Depuis les années 1970, il a été remarqué une diminution considérable des précipitations annuelles (Snaibi et al., 2021). La nature irrégulière et erratique des pluies et des chutes de neige ainsi que les importantes pertes par évaporation, en particulier dans les montagnes du Haut Atlas, causent des problèmes majeurs de gestion de l'eau (World Bank, 2004). La perte d'eau par sublimation de la neige est problématique dans les régions où l'eau est rare et où la neige est une source majeure d'eau douce disponible (Braun, 1985). La pénurie de l'eau dans les zones de montagne devient alors un réel problème. En effet, les ressources hydriques deviennent de plus en plus limitées, et les cours d'eau sont désormais caractérisés par une

irrégularité marquée (Aït Hmida et al., 2007). Dans le bassin semi-aride du Dadès, les ressources en eau sont très restreintes et très mal réparties dans le temps, les ressources souterraines sont limitées aux aquifères peu profonds reconnus et exploités depuis longtemps. Ceci est accompagné de l'augmentation des surfaces irriguées ainsi que l'accroissement démographique, impliquant une hausse accentuée de la consommation, qui se traduit par la multiplication des puits et des systèmes de motopompes (Taïbi et El Hannani, 2004). L'absence d'une réglementation rigoureuse en termes d'exploitation des eaux souterraines a ouvert la voie à un recours marqué au fonçage de puits avec des pompes très puissants, contribuant à un épuisement dangereux des nappes phréatiques, et également à un tarissement de nombreuses sources situées à l'aval de certaines zones de concentration d'exploitations (Badidi, 1999). En outre, il a été remarqué que l'eau est de plus en plus chargée de sels, ce qui la rend impropre à l'irrigation et/ou la boisson (Taïbi et El Hannani, 2004).

## **2. Système foncier**

Au niveau des zones de montagne, les exploitations agricoles sont très exiguës, en plus du fort morcellement du foncier exacerbant davantage les contraintes d'accès à la terre (Bourbouze, 1984 ; Bourbouze, 1997 ; Aït Hmida et al., 2007 ; Asencio Juncal et al., 2022). Ces caractéristiques structurelles rendent impossible l'introduction de la mécanisation des travaux agricoles (Aït Hmida et al., 2007). Le statut foncier des terres est très ambigu, Bourbouze (1997) l'ayant qualifié de « *melk* contesté ». En outre, la majorité des exploitations sont gérées directement par les propriétaires (Badidi, 1999).

## **3. Dégradation des parcours**

La dégradation des parcours est un phénomène complexe qui résulte d'une combinaison de facteurs en interaction (par exemple, le changement climatique, les activités anthropiques, etc.) (Alados et al., 2006 ; Vicente-Serrano et al., 2012). La communauté scientifique internationale a reconnu le risque élevé de dégradation dans les régions arides et semi-arides en raison des contraintes abiotiques marquées, des perturbations humaines et de la surexploitation (Del Barrio et al., 2016). Ces deux derniers éléments peuvent déclencher la perte du couvert végétal et de la capacité productive de l'écosystème dans ces zones (Alados et al., 2004 ; Vicente-Serrano et al., 2012). Ainsi, le surpâturage et l'extension de l'agriculture dans les parcours ont contribué significativement dans la détérioration de ces parcours (Del Barrio et al., 2016 ; Lang et al., 2021).

Après l'indépendance du Maroc, des changements dans les politiques administratives et les conditions socio-économiques ont affecté négativement le système pastoral dans les zones de montagne (Benchrifa et Johnson, 1990 ; Kouba et al., 2018). En outre, la croissance continue de la population humaine et l'augmentation de la taille des troupeaux ont conduit à une sédentarisation forcée des nomades dans les zones de parcours et à une demande accrue de terres agricoles (Alados et al., 2011). La sédentarisation définitive des bergers a un impact nocif sur les ressources des parcours car elle augmente la durée de la saison de pâturage et la pression sur les ressources (Kouba et al., 2018).

La plupart des parcours utilisés par les transhumants sont exploités selon des droits tribaux ; cependant, les troupeaux sont possédés par des bergers individuels

(Benchrifia et Johnson, 1990). Cette situation se traduit par un manque d'entretien des zones de pâturage et favorise une concurrence incontrôlée autour des ressources pastorales limitées, ce qui a conduit à un surpeuplement et à une utilisation inappropriée des parcours. En outre, les zones de pâturage ont été réduites puisque de nombreux parcours ont été totalement détériorés, ce qui a obligé les bergers à recourir aux forêts (coupe abusive de la végétation) pour nourrir leurs troupeaux (Kouba et al., 2018). De nouvelles augmentations de la pression humaine pourraient entraîner des changements irréversibles dans ces zones, avec une restauration des conditions initiales impossible en raison du niveau de dégradation des terres (Alados et al., 2011).

#### **4. Travail et contraintes sociales**

Le travail et sa gestion constituent une occasion d'adaptation des exploitations familiales mixtes dans un contexte de pénurie d'eau et d'accès restreint aux facteurs de production, en particulier le capital et la terre (Sraïri et al., 2013). Dans les zones oasiennes, la question du travail, elle seule, détermine dans une grande partie le futur de l'agriculture et de l'élevage (Sraïri et Bentahar, 2020). Le problème premier qu'affronte le secteur agricole, est celui du déclin de l'emploi ainsi que de sa faible attractivité à cause des revenus limités malgré de longues durées de travail d'une pénibilité certaine (Gault et Saïdi, 2016).

Dans les oasis de montagne règne la pauvreté des populations, il en découle un mouvement migratoire important, qui est à l'origine de plusieurs problèmes sociaux, notamment l'exode des jeunes, la réduction de la population active et donc, un manque de relève sur les terroirs (Aït Hmida et al., 2007). Les jeunes hommes en particulier désirent se déplacer vers les villes pour trouver un emploi ainsi qu'explorer d'autres opportunités. Cette attitude est souvent encouragée par les médias, le tourisme ainsi que les personnes qui ont déjà émigré (Barrow et Hicham., 2000 ; Gault et Saïdi, 2016). Cependant, le mouvement migratoire représente une stratégie des ménages visant la diversification des sources de revenus, permettant également de surmonter les contraintes en termes de capital pour les investissements locaux (secteur agricole et non agricole), ainsi qu'une plus grande diversification des cultures (De Haas, 2001 ; Rignal, 2015). Par ailleurs, les agriculteurs ne se contentent plus des revenus générés ainsi que les conditions de travail qu'ils vivent, et ils cherchent à travailler mieux : des conditions moins pénibles et de meilleurs revenus. Par conséquent, ceci alourdit le renouvellement générationnel indispensable pour maintenir l'activité agricole (Servière et al., 2019). Parallèlement, les enfants souffrent du manque de scolarisation à cause de l'émigration à un âge jeune, la participation aux travaux agricoles (gardiennage des animaux dans les parcours, irrigation, récolte...), l'éloignement des centres scolaires et la rareté des aides pour l'internat, l'absentéisme des instituteurs ainsi que l'analphabétisme des parents (Aït Hmida et al., 2007).

#### **5. Contraintes environnementales**

Depuis les années 1970, les oasis de montagnes ont affiché des manifestations évidentes du réchauffement climatique donnant lieu à des conditions météorologiques plus chaudes et plus sèches (Born et al., 2008). En effet, les précipitations ont enregistré une baisse considérable et généralisée (Snaïbi, 2020), tandis que la température et la récurrence des sécheresses ont augmenté (Direction de la Météorologie nationale, 2007). Ces tendances défavorables des

régimes pluviométriques et de température pourraient se poursuivre dans les décennies à venir (Born et al., 2008 ; Schilling et al., 2012). Par conséquent, cette situation a affecté les environnements humains et naturels en donnant lieu à une baisse de la production fourragère des parcours et d'une amplification du stress hydrique, entraînant une raréfaction des ressources fourragères et hydriques (Mahyou et al., 2010), ce qui accroît la compétition sur les ressources pastorales existantes (Bourbouze et El Aïch, 2000). En outre, le changement climatique et les extrêmes (sécheresses) sont l'un des principaux facteurs responsables de la dégradation des parcours dans les hauts plateaux de l'est du Maroc, qui a également été générée par le surpâturage, le défrichement et la conversion des parcours en terres cultivées ainsi que par une gestion inefficace des pâturages (Mahyou et al., 2010 ; Schilling et al., 2012 ; Bechchari et al., 2014 ; Lang et al., 2021). Par ailleurs, les phénomènes météorologiques extrêmes induits par les changements climatiques ont accru la pauvreté des petits éleveurs pauvres et l'exode rural et exacerbé les inégalités sociales entre les éleveurs, en particulier lors de sécheresses persistantes (Schilling et al., 2012). Ainsi, lors de sécheresses sévères, la vulnérabilité des petits éleveurs est accrue, car ils ne sont pas en mesure d'acheter des aliments pour le bétail à des prix plus élevés et ils sont confrontés à une concurrence accrue sur les ressources fourragères disponibles. Par conséquent, ils sont contraints de vendre une partie de leurs troupeaux pour nourrir le reste du bétail et subvenir aux besoins de leurs familles, de s'engager dans un travail salarié temporaire ou même d'abandonner l'élevage et de partir pour les villes voisines à la recherche d'un emploi (Bechchari et al., 2014).

En relation avec les productions végétales, la production arboricole, notamment le pommier, diminue considérablement en raison des fluctuations de la température et des précipitations. Ces conditions météorologiques défavorables constituent l'un des problèmes majeurs qui affectent les rendements (Moinina et al., 2019). L'un des principaux facteurs déterminant les bons rendements de nombreux arbres fruitiers est l'ampleur du froid hivernal. Les arbres et les arbustes qui ont des certains besoins de froid hivernal dépendent de l'apparition de conditions froides pendant l'hiver, afin de rompre leur dormance et de lancer la fructification (Luedeling et al., 2009). L'arboriculture fruitière, étant un système de production à long terme dépendant de températures saisonnièrement basses, peut faire partie des systèmes agricoles les plus vulnérables au changement climatique (Seguin, 2003). La quantité de froid hivernal de ces dernières années semble insuffisante pour rompre complètement la dormance de tous les arbres qui ont besoin de plus de 400 heures de froid, notamment les noyers et les pommiers, tandis que les tendances à long terme semblent aggraver les conditions pour toutes les cultures arboricoles ayant des besoins de froid. La diminution du nombre d'heures de froid semble se produire à un rythme rapide, ce qui pourrait avoir de graves conséquences sur le modèle de culture traditionnel de ces anciens systèmes oasiens (Luedeling et al., 2009).

### **III. Systèmes d'intégration cultures – élevage**

#### **1. Définitions et caractéristiques**

Les systèmes d'intégration culture-élevage (Integrated crop-livestock systems) représentent une stratégie de production qui gère les activités de productions végétales et les activités de productions animales dans une seule exploitation (Hilimire, 2011). C'est une forme d'intensification agroécologique de l'agriculture qui exploite intentionnellement les synergies

fonctionnelles et biologiques créées par l'interaction des composantes végétales et animales (Carvalho et al., 2018). Outre le pâturage des cultures de couverture, ce système comprend également la production de cultures à double usage (Bell et al., 2014), le pâturage des chaumes et le pâturage de la végétation de sous-bois dans les vignobles et les vergers.

Séré et Steinfeld, (1996) identifient le système d'intégration cultures-élevage comme celui dont au moins 10 % de la matière sèche de l'alimentation animale provient de produits et de coproduits de cultures, et dont plus de 10 % de la valeur des produits provient des activités agricoles non liées à l'élevage. Dans une autre définition, ce sont les flux de matières circulant entre les ateliers de production qui caractérisent ce type de systèmes de production (Sumberg, 2003). Dans ce contexte, l'ensemble des produits du système est supérieur à la somme de ses composants car les produits des parcelles sont utilisés comme intrants pour une autre partie du système et peuvent augmenter l'efficacité globale de l'exploitation et la productivité des composants de la production végétale et animale (Soussana et Lemaire, 2014). Par exemple, on peut utiliser efficacement les résidus des cultures comme aliment pour le bétail, tandis que ce dernier peut améliorer la fertilité du sol par le dépôt de fumier s'il est géré correctement (Petersen et al., 2007). Sekaran et al. (2021) synthétisent ces principaux aspects dans la Figure 1.

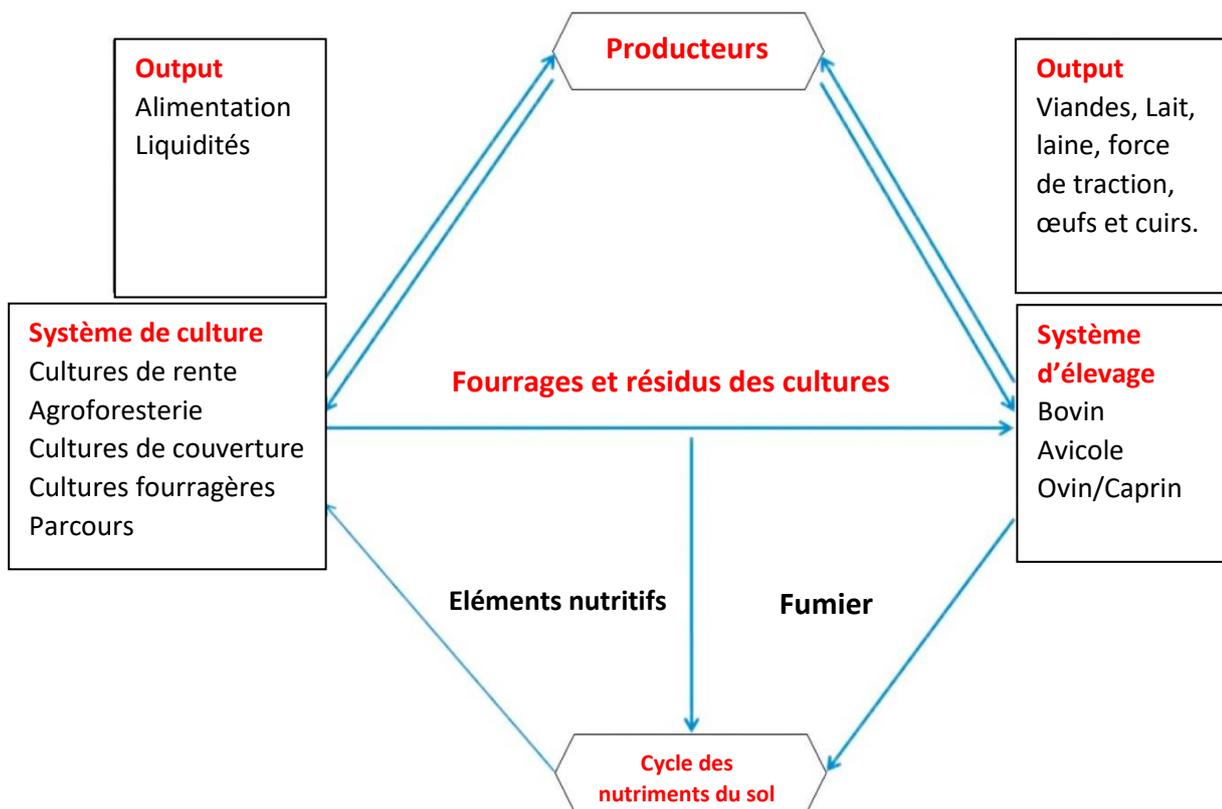


Figure 1. Principaux aspects des systèmes d'intégration cultures-élevage (ICLS)

## 2. Importance des systèmes d'intégration cultures-élevage

De nombreux impacts sociaux et écologiques indésirables de l'agriculture peuvent être attribués au découplage des systèmes de culture et d'élevage, et à l'adoption accrue de systèmes spécialisés de cultures ou d'élevage (Naylor et al., 2005). Ces systèmes se caractérisent, par un

travail du sol fréquent et l'utilisation d'intrants synthétiques pour réduire la pression des ravageurs et des mauvaises herbes et gérer la disponibilité des nutriments, ce qui entraîne l'érosion, la pollution et l'augmentation des coûts de production, et du côté de l'élevage par l'accumulation de déchets, ce qui entraîne une forte pollution et des émissions de gaz à effet de serre (Chadwick et al., 2011). Cette spécialisation des pratiques agricoles tend à rendre les agriculteurs plus exposés aux risques liés à la variabilité des conditions météorologiques et du marché (Ward, 1993). Pour pallier ces contraintes, les systèmes qui augmentent la diversité des activités de production agricole dans le temps et l'espace ont été proposés comme mécanisme pour améliorer la durabilité et la résilience des exploitations, notamment l'intégration des cultures et de l'élevage (Garrett et al., 2020). C'est un système agricole durable qui peut contribuer à l'amélioration de la sécurité alimentaire (Hilimire, 2011). Ainsi, les interactions entre cultures élevage peuvent contribuer à une augmentation stable de la production de cultures vivrières et de l'élevage (Devendra et Thomas, 2002). Seo (2010) a rapporté qu'une ferme pratiquant l'intégration est plus résiliente face au réchauffement climatique qu'une ferme spécialisée dans les cultures ou l'élevage. Il a prédit que le revenu net de l'exploitation spécialisée chute de 75 % dans un scénario de changement climatique, alors que le revenu net de l'exploitation mixte ne chute que de 10 % pour le même scénario climatique. La diversification des cultures peut améliorer la productivité de la culture principale et améliorer la sécurité alimentaire ménages. Cette diversité, notamment avec les rotations de cultures fixatrices d'azote peut augmenter la teneur en protéines de la végétation et améliorer le régime alimentaire du bétail (Romeo et al., 2016).

#### **IV. Le travail dans les systèmes de production agricole**

L'agriculture est l'un des secteurs économiques les plus importants au monde, employant plus de 1,3 milliard de personnes à temps plein ou à temps partiel en association avec d'autres activités (commerce, artisanat, etc.) (FAO, 2008). En effet, les emplois dans l'agriculture représentent plus de 27 % de l'emploi total (World Bank, 2018). Ce pourcentage est en baisse rapide (ayant atteint 45 % en 2000). Mais le nombre de travailleurs reste relativement stable en raison du profil démographique des populations rurales : la migration vers les villes est élevée, mais le taux de natalité et la population rurale augmentent encore (+ 0,2 % par an).

Le travail demeure une préoccupation centrale des acteurs des systèmes agricoles et des communautés rurales, notamment en ce qui concerne les contraintes spécifiques aux productions agricoles, telles que la forte diminution de l'emploi rural et les conditions de travail moins attrayantes (Malanski et al., 2019). En revanche, une chute de 50 % au niveau des emplois a été constatée depuis 1990 (World Bank, 2018). En outre, les changements structurels des dernières décennies ont eu un impact sur l'emploi et la main-d'œuvre agricoles. L'urbanisation, l'industrie et les services ont attiré la main-d'œuvre rurale, tandis que le développement technologique du secteur agricole a permis la substitution du travail au capital (Alvarez-Cuadrado et Poschke, 2011). Pour cela, la promotion du travail décent s'avère nécessaire, pour améliorer la productivité du travail, les revenus générés ainsi que la sécurité sociale des travailleurs et leurs familles (Ghai, 2003), afin d'atteindre la durabilité des systèmes agricoles.

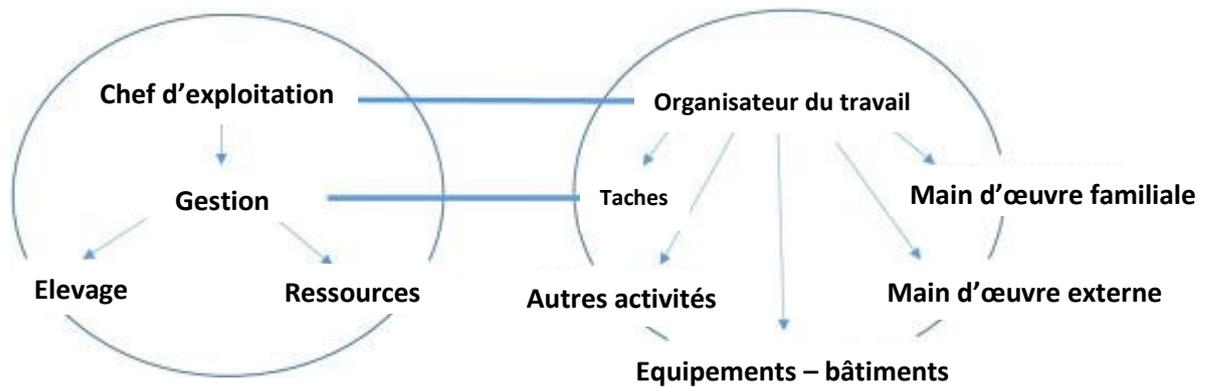
Dans ce contexte, la contribution des salariés au travail est un élément important dans les recherches actuelles (Dedieu, 2019). Leur catégorisation initiale compare les travailleurs à temps plein aux travailleurs à temps partiel, bien que d'autres approches aient été développées, basées sur les compétences, les responsabilités et les activités dans l'exploitation agricole (Nettle et al., 2018), ainsi que les différents types de contrats (Magnan et Laurent, 2018). Plus généralement, la question concerne la précarité des emplois pour les salariés.

Les conditions de travail des agriculteurs ont radicalement changé sous l'effet des évolutions structurelles, économiques et sociologiques. Le volume de travail des agriculteurs ne cesse de croître : les exploitations deviennent plus grandes alors que le nombre de travailleurs (notamment les membres de la famille) diminue, et parmi les stratégies d'ajustement des agriculteurs, on trouve la diversification agricole ou la participation à des activités non agricoles (Johnsen, 2004).

De nombreuses problématiques de genre sont débattues dans la littérature, entre autres les inégalités entre hommes et femmes, l'évolution des relations familiales au travail et du statut professionnel (Dahache, 2014) ainsi que l'autonomisation des femmes dans les zones rurales et leur contribution aux projets de développement (Doss, 2018). Cette dernière thématique est particulièrement importante, car elle met en évidence des modèles potentiels d'autonomisation des femmes dans le futur (Cornwall et Rivas, 2015). De nombreux autres sujets sont liés à l'emploi, comme le travail agricole et non agricole, et les conséquences des changements des tendances entre ces deux types (Owusu et al., 2011). En effet il a été constaté dans de nombreuses régions des pays en développement, un déclin de la main d'œuvre familiale et une hausse du travail non agricole (Arslan et al., 2020). Ainsi, il a été confirmé que le travail non agricole exerce un effet positif et statistiquement significatif sur le revenu des ménages et leur sécurité alimentaire, du fait que le revenu du travail non agricole est crucial pour la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté dans les zones rurales des pays en développement (Owusu et al., 2011).

## **1. L'organisation du travail dans les exploitations agricoles**

L'organisation du travail dans les systèmes intégrés polyculture-élevage est un sujet prioritaire dans de nombreuses régions du monde, car elle peut aider à comprendre les performances des exploitations et à améliorer leur durabilité (Lemaire et al., 2014). Les questionnements que pose cette organisation ont beaucoup évolué, dans un contexte de transition de l'agriculture « mode de vie » vers l'agriculture « finalité professionnelle », c'est la fin du « labeur paysan » (Barthez, 1986). Ainsi, l'organisation du travail est une contextualisation des interactions entre la composition de la famille, l'apport d'autres catégories locales de main d'œuvre, la combinaison et le dimensionnement des activités agricoles et non-agricoles, et le fonctionnement technique des activités agricoles (Dedieu et al., 2006). Dans ce sens, l'agriculteur joue le rôle de chef d'exploitation et d'organisateur du travail à la fois, il cherche ainsi à gérer un système d'activités complexe, mobilisant la main d'œuvre, la gestion du troupeau, les équipements et bâtiments, ainsi que les différentes activités (agricoles et non agricoles) (Madelrieux et Dedieu., 2008). La figure 2 synthétise ces interactions dans le fonctionnement d'un système d'élevage.



**Figure 2. Fonctionnement d'un système d'élevage : gestion du troupeau et des ressources et organisation du travail (Dedieu, 2019)**

Dans le but d'étudier l'organisation du travail au niveau de l'exploitation agricole, un ensemble de méthodologies a été développé par certains chercheurs en tenant compte des dimensions sociales et techniques : « Bilan Travail » (Dedieu et al., 1999), « ATELAGE (Activités de Travail en Exploitations d'éLeVAGE) » (Madelrieux et al., 2005), et « QUAERWork (QUALification and Evaluation of Work in livestock farms) » (Hostiou et al., 2012). L'approche « Bilan Travail » a été développée pour les systèmes d'élevage afin de comprendre l'organisation du travail en construisant un modèle conceptuel du travail au niveau de l'exploitation. Le travail consacré aux différentes activités et la dynamique du travail tout au long de l'année sont caractérisés. Cette méthodologie a été largement appliquée dans les systèmes d'élevage et d'exploitations laitières pour fournir un soutien et un accompagnement individuel ou collectif sur l'organisation du travail aux éleveurs (Cournut et al., 2018). L'approche « Atelage » met l'accent sur l'organisation quotidienne du travail en se basant sur l'interaction entre les processus de production, la main d'œuvre, la combinaison des activités économiques ainsi que les activités non agricoles. Elle permet d'analyser une diversité de systèmes de gestion agricole et d'améliorer la compréhension des schémas organisationnels, ce modèle abandonne la quantification du travail et opte plutôt pour la description et la qualification de la flexibilité du travail, qui intègre les autres activités, qu'elles soient économiques ou privées. Cette approche contribue à la prise en compte de l'organisation du travail comme dimension dans la conception de nouveaux systèmes (Madelrieux et al., 2005). L'approche « QuaeWork » a été développée pour analyser l'organisation du travail dans une exploitation d'élevage au cours de l'année. Cette méthode propose des critères pour évaluer la durée du travail, son efficacité et sa flexibilité en se basant sur l'analyse des interactions entre la gestion du troupeau, la main-d'œuvre et les équipements en utilisant des critères de travail basés sur la productivité et la flexibilité. Ceci permet d'analyser comment la gestion du troupeau contribue à l'organisation du travail dans les exploitations (Hostiou et al., 2012).

## **2. La méthode « Bilan Travail »**

La méthode « Bilan Travail » est une méthode proposée par les chercheurs de l'Institut de l'Élevage et de l'INRA, pour évaluer le facteur travail dans les exploitations agricoles, en prenant en considération l'intégralité des opérations mises en œuvre dans l'analyse du système d'exploitation, et quantifier (en heures ou en jours) le travail lié à la conduite des troupeaux et

des cultures selon les catégories de main-d'œuvre. Elle vise aussi à évaluer la marge de manœuvre en temps des exploitants pour réaliser d'autres activités et disposer de temps libre, tout en sollicitant la mémoire de l'éleveur pour une campagne agricole, à condition que l'enquêteur ait déjà une connaissance préalable de la conduite de l'élevage, ainsi qu'elle explicite les principaux concepts de la méthode à l'éleveur pour qu'il soit plus à l'aise. Par ailleurs, la prise en compte exhaustive des travaux est la règle pour assurer une additivité des temps pour élaborer une évaluation globale (Dedieu et al., 1999).

### **2.1. Objectifs de la méthode**

Cette méthode vise l'inclusion du travail dans l'analyse du fonctionnement des exploitations d'élevage, moyennant l'usage de données techniques et économiques recueillies auprès de l'éleveur. L'objectif étant d'évaluer sur une campagne agricole, les différents travaux liés à la conduite des troupeaux et des cultures, en les classant selon les catégories de travailleurs bien distinctes : les personnes de la « cellule de base » (Membres de la famille de l'exploitant) et les personnes hors de la « cellule de base » (Main d'œuvre salariée et entraide). Au bout du compte, il s'agit d'évaluer la marge de manœuvre en temps des exploitants pour réaliser d'autres activités et disposer de temps libre (Dedieu et al., 1999 ; Dieguez et al., 2010).

### **2.2. Principes de la méthode**

Le « Bilan Travail » repose sur la quantification des volumes de travail consacrés à chaque opération, en utilisant des échelles temporelles précises et très fines, allant jusqu'à la minute. Dans cette méthode, on distingue 3 grands types de travaux selon leur rythme de réalisation et leurs complexités : le travail d'astreinte (TA), le travail de saison (TS) et le travail rendu (TR) (Dedieu et al., 1999).

- Le TA (en heures par jour) englobe les opérations qui se font au quotidien, qui sont semblables et peu concentrées sur l'année, tels que la traite, le paillage, la distribution des aliments, le raclage, le gardiennage etc. Pour caractériser ce travail, il faut déterminer et décrire une « journée type » pour chaque période de travail d'astreinte constant après la détermination de ces périodes (la durée minimale d'une période est de 15 jours). Le TA et sa pénibilité évoluent au cours de l'année en fonction des événements zootechniques, du mode d'alimentation ainsi que de la taille du troupeau (Vazquez et al., 2011).
- A la différence du TA, le TS (en jours) regroupe les activités périodiques, différables et concentrables, qui sont liées à une saison, comme son nom l'indique. Il est réparti en trois catégories bien distinctes : les travaux de saison consacrés aux cultures (TSC), aux surfaces fourragères (TSSF) et ceux consacrés aux troupeaux (TST).
- Le travail rendu (TR) (en jours) qui représente le temps passé par les travailleurs à l'extérieur, pour le compte de l'exploitation, en contrepartie de l'entraide reçue pour la réalisation du travail de saison.

Afin de caractériser le travail entre les travailleurs, la méthode considère deux catégories de main d'œuvre, à savoir les personnes de la cellule de base (PCB) et les personnes hors de la cellule de base (PHCB) :

- les PCB sont les travailleurs permanents qui ont un lien de parenté avec l'exploitant, et pour lesquelles l'activité agricole est prépondérante en temps et en revenu, et qui organisent également le travail dans l'exploitation. Les PCB sont caractérisées par l'autonomie, le partage et la supervision (Dieguez et al., 2010) ;
- les PHCB sont les travailleurs externes, dont les salariés (permanents ou occasionnels) ainsi que les personnes qui travaillent sans contrepartie monétaire (bénévoles), ainsi que l'entraide dans le cadre d'échange de travail entre les agriculteurs.

Une synthèse doit être effectuée à la fin de l'application de la méthode « Bilan Travail », il s'agit de calculer un indice appelé « Temps Disponible Calculé » (TDC), il est exprimé en heures par an et par personne de cellule de base et renseigne sur le temps restant à la cellule de base après avoir effectué sa part des travaux dans l'exploitation (Dedieu et al., 1999). Effectivement, la cellule de base utilise ce temps pour accomplir les tâches agricoles non comptabilisées, et non agricoles (rémunératrices, associatives ou privées, etc.). Cet indice permet d'identifier la marge de manœuvre en temps par personne de la cellule de base, et permet d'avoir un aperçu de la disponibilité des PCB pour l'exécution d'autres activités. Le calcul du TDC se fait en appliquant la formule suivante :

$$\text{TDC} = \sum n_i \text{JDi} \times \text{HDi}$$

Avec :

- $i$ , une période élémentaire caractérisée par un travail d'astreinte de durée constante ;
- JDi, le nombre de jours disponibles au cours de la période  $i$  pour la réalisation des tâches non quantifiées.

$\text{JDi} = (\text{nombre de jours de la période } i - \text{nombre de dimanches}) \times (\text{nombre de personnes de la cellule de base}) - (\text{nombre de jours consacrés par la cellule de base au TS et au TR au cours de la période } i) ;$

HDi est le nombre d'heures disponibles par jour de huit heures une fois le travail d'astreinte quotidien réalisé (au cours de la période  $i$ ).

$\text{HDi} = [8 - (\text{temps de travail d'astreinte quotidien de la cellule de base/hombre de personnes de la cellule de base})]$ . Si le travail d'astreinte quotidien de la cellule de base dépasse 8 heures alors le nombre d'heures disponibles est considéré comme nul.

### **2.3. Caractérisation et évaluation de l'organisation du travail**

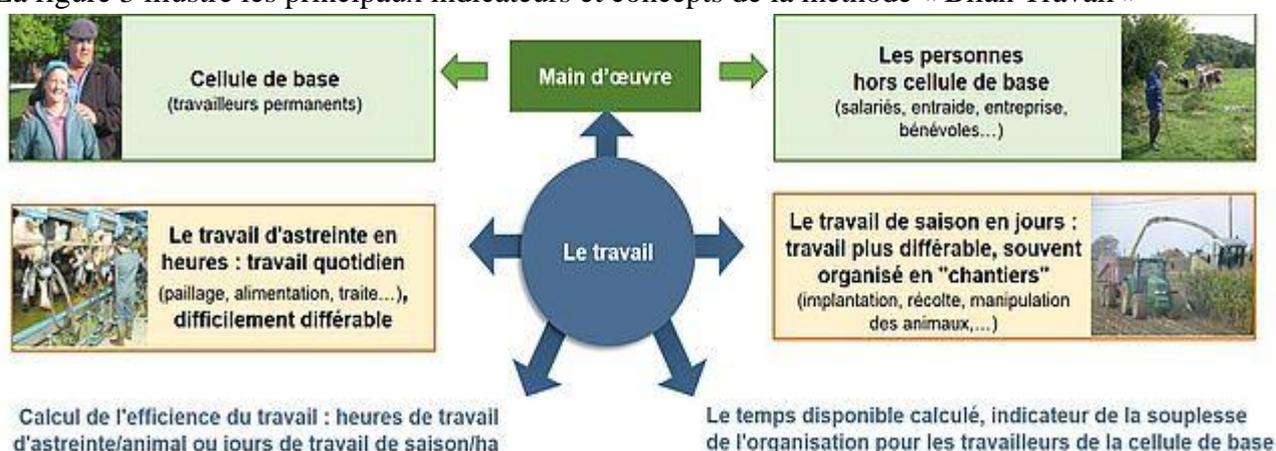
Le « Bilan Travail » permet de caractériser l'organisation du travail à l'échelle d'une campagne agricole, en complément de l'analyse du fonctionnement de l'exploitation d'élevage à partir de trois registres (Dedieu et al., 1999) :

- L'affectation de la main d'œuvre, à savoir la répartition des tâches qui peut varier selon la composition des personnes de la cellule de base et selon leur perception vis-à-vis des tâches qui leur reviennent ;
- Les équipements, qui donnent une appréciation de l'importance des bâtiments et équipements et qui peut être réalisée par une approche descriptive et économique ;

- La structuration de l'exploitation, tel que l'allotement des animaux qui consiste en un ensemble d'opérations qui modifie la nature et la composition de groupes d'animaux au fur et à mesure du temps. Cet allotement peut varier en fonction des contraintes de travail des agriculteurs ainsi que la composition de la cellule de base. On distingue entre deux formes d'allotement : les allotements stables (pas ou très peu d'allotements, cheptel de grande taille et cellule de base de petite taille), et les allotements complexes (nombreux allotements, main d'œuvre abondante).

L'objectif de cet examen est d'évaluer si la répartition du travail est régulière, ou bien si elle présente des pics et des creux d'activités. Par la suite, ces données peuvent faire l'objet de deux rendus très précis : l'efficacité de travail (Temps de travail par unité de production) et les voies de son amélioration, ainsi que les flexibilités résultantes de cette organisation (par le temps disponible calculé) (Cournut et al., 2018). Eventuellement, cette évaluation vise l'identification du travail de la cellule de base, en tenant compte de la mobilisation des PHCB, le choix des équipements et la structuration du troupeau et des surfaces.

La figure 3 illustre les principaux indicateurs et concepts de la méthode « Bilan Travail »



**Figure 3. Principaux indicateurs de la méthode "Bilan Travail" (Cournut et al., 2018)**

#### 2.4. Application de la méthode à l'échelle mondiale

La méthode Bilan Travail est utilisée depuis plus de 25 ans, pour comprendre et analyser l'organisation du travail dans les exploitations agricoles familiales, dans le but de comparer plusieurs exploitations familiales malgré les différences structurales, ainsi que les différences en termes de main d'œuvre (PCB et PHCB), d'équipements et de conduite technique de l'élevage et des cultures. Dans ce contexte, cette méthode a connu une vaste utilisation à l'échelle mondiale, montrant une grande diversité des exploitations, et une grande variabilité des résultats en termes de travail.

Au Maroc, des études ont été réalisées dans une multitude de régions afin de comprendre l'importance et la place du travail dans le fonctionnement des exploitations, et d'analyser la rémunération de ce travail. Ainsi, une première étude a concerné une trentaine d'exploitations de polycultures-élevage bovin dans la plaine du Saïss (Sraïri et al., 2013), et une deuxième étude dans 14 exploitations dans le périmètre de grand hydraulique du Gharb (Sraïri et Ghabyiel, 2017). Ces deux études ont montré que les très petites exploitations (moins

de 1 ha) sont spécialisées dans l'élevage de bovins. En revanche, les exploitations disposant de plus de terres et de capitaux ont tendance à diversifier leurs activités, principalement vers des cultures plus rémunératrices (cultures maraîchères et arboriculture fruitière), et ont plus recours à de la main d'œuvre salariée. Elles ont confirmé ainsi le rôle crucial de l'élevage pour la résilience des petites exploitations, étant donné qu'elles n'ont pratiquement aucune possibilité d'investir dans des cultures commerciales. Toutefois, les marges brutes limitées réalisées sur l'élevage bovin peuvent impliquer qu'il pourrait avoir un attrait limité pour les jeunes générations. Par ailleurs, dans les grandes exploitations, l'élevage est considéré comme un moyen de diversifier les sources de revenus, les agriculteurs critiquant ses marges brutes très limitées et ses besoins en travail relativement élevés (Sraïri et al., 2013 ; Sraïri et Ghabiyel, 2017 ; Sraïri et al., 2018). Trois autres études ont été consacrées aux zones oasiennes au niveau de la vallée du Drâa (Province de Zagora, Sud-Est du Maroc) (Sraïri et Bentahar, 2021 ; Sraïri et Naqach, 2022 ; Sraïri et Ouidat, 2022). Elles ont montré que dans le contexte des oasis, le palmier dattier constitue le pilier du système agricole oasien, étant donné leur contribution à la génération de revenus, ainsi qu'ils permettent des synergies positives d'intégration culture/élevage, tout en s'adaptant aux conditions climatiques difficiles. À l'inverse, l'élevage joue des rôles variables, puisqu'il est surtout crucial pour les petites exploitations compte tenu de leurs moyens d'investissement limités, alors que les grandes exploitations élèvent des animaux à des fins de diversification. En outre, les grandes exploitations consacrent un intérêt et des investissements accrus aux cultures de rente avec une main-d'œuvre presque entièrement salariée, et avec peu de considération pour leurs impacts écologiques, notamment l'épuisement des eaux souterraines.

En France, la méthode a été utilisée dans 630 exploitations agricoles, présentant les filières d'élevage bovin laitier, d'élevage ovin (lait et viande), d'élevage caprin et d'élevage porcin et avicole (Cournut et Chauvat., 2012). L'objectif premier consistait à déterminer l'importance de l'orientation des unités de production des exploitations agricoles, les aspects organisationnels particuliers en lien à l'activité agricole et à la gestion de l'exploitation. Elle a souligné l'importance de la diversité des logiques d'organisation du travail et leur lien avec la nature du collectif qui gère l'exploitation, c'est-à-dire le collectif composant la cellule de base (collectifs familiaux, couples ou éleveurs seuls).

En Belgique, une étude a été conduite en Wallonie par Turlot et al. (2013) pour caractériser l'organisation du travail au sein des exploitations agricoles et aussi pour élaborer des références sur le temps du travail dans les élevages laitiers en Belgique.

En Uruguay, une première étude a concerné huit exploitations à élevage extensif traditionnel, dont les systèmes étudiés comprennent les bovins et ovins laitiers contrôlés par Instituto Plan Agropecuario (IPA) (Dieguez et al., 2010), tandis qu'une deuxième étude a été menée par Correa et al. (2011) dans cinq exploitations d'élevage laitier dans la région de Salto, qui représentent une diversité au niveau des stratégies des fermes agricoles.

Au Brésil, deux études ont été réalisées sur des élevages laitiers, la première concerne 15 exploitations dans la zone d'Unai (Hostiou et al., 2015). Les exploitations étudiées illustrent trois éléments majeurs du développement, à savoir la spécialisation, la diversification et

l'intensification des cultures fourragères. La deuxième étude, est effectuée dans 20 exploitations d'élevage laitier à proximité de la ville de Paraná (Santos Filho et al., 2012)

Au Vietnam, des enquêtes ont été réalisées au niveau de 19 exploitations agricoles familiales (Hostiou et al., 2010 ; Hostiou et al., 2012) qui adoptent différentes stratégies de rémunération du travail et de mécanisation des opérations agricoles, pour explorer les rapports entre les durées et formes d'organisation du travail avec les tailles des exploitations.

## V. Flux de nutriments dans les systèmes d'intégration cultures – élevage

Depuis les années 1970, il est apparu que la teneur limitée en matière organique du sol et la disponibilité limitée des nutriments pour les plantes étaient des facteurs clés pour expliquer la faible productivité et l'adoption limitée de stratégies de gestion améliorées par les agriculteurs. Les sécheresses des années 1970 et 1980 ont aggravé la pression humaine sur les ressources naturelles, accélérant les pertes de fertilité des sols. L'évaluation des flux et des bilans de nutriments a ensuite été tentée pour tenir compte de ces tendances à toutes les échelles (Hiernaux et Schlecht, 2003). Il a été démontré par ailleurs que l'un des déterminants de la durabilité biophysique de l'agriculture des oasis de montagne est le bouclage du cycle de carbone (C) et des éléments nutritifs N, P et K (Buerkert et al., 2018).

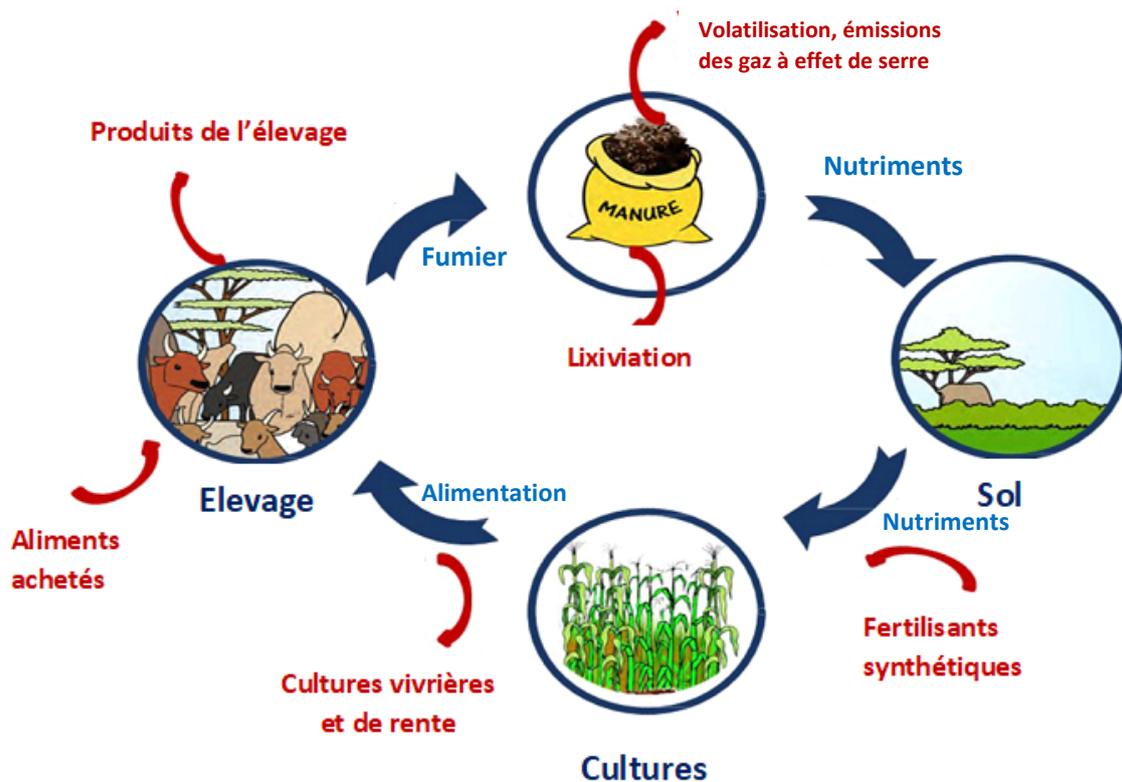


Figure 4. Flux de nutriments dans les systèmes intégrés polyculture/élevage (D'après Ndambi et al., 2019)

## 1. Fumier

Le fumier est un sous-produit de l'élevage, il est soit solide, semi-solide ou liquide. C'est un mélange de matières fécales animales, d'urine, de litière (paille par exemple) et d'autres matières associées à la production animale, tels que les résidus d'aliments (Sims et Maguire, 2005). C'est un amendement du sol respectueux de l'environnement permettant de remédier à la dégradation des sols et d'accroître ainsi la stabilité de la production végétale et le fonctionnement des agroécosystèmes (Liu et al., 2020). Le fumier est une importante ressource en engrais, en particulier dans les régions où les fertilisants ne sont pas facilement disponibles ou accessibles aux agriculteurs (Malomo et al., 2018).

C'est une source d'éléments nutritifs pour les plantes, principalement l'azote, le phosphore, le potassium (Tableau 1). Il est ainsi bénéfique pour les propriétés physiques du sol. Un apport de fumier peut améliorer le pH du sol, la capacité d'échange cationique, la capacité de rétention d'eau, la structure du sol, et la teneur en carbone du sol, ainsi qu'il augmente la porosité du sol et la stabilité des agrégats, et diminue la densité apparente (Kim et al., 2011).

**Tableau 1. Teneurs en N, P et K du fumier pour différentes espèces d'élevage (Harris, 2002)**

Espèce	N (%)	P (%)	K (%)
Vache en lactation	1,28	0,12	0,46
Brebis en lactation	2,00	0,40	2,10
Chèvre en lactation	2,80	0,60	2,40

Les teneurs initiales en nutriments du fumier dépendent essentiellement de l'espèce animale et de l'alimentation (digestibilité de la matière organique, teneur en protéines, etc.) (Roy et Kashem, 2014). En outre, le fumier n'est pas recueilli régulièrement auprès d'animaux aux pâturages et donc la quantité de fumier disponible est incomparable avec celle produite par des systèmes d'élevage sans mobilité des animaux (Sims et Maguire, 2005).

La gestion du fumier englobe les pratiques de sa collecte, de son entreposage, son transport et son épandage sur le sol, et peut également inclure son traitement. De nombreuses stratégies et technologies de gestion du fumier sont applicables à un large éventail d'environnements et d'échelles de production. L'adoption de techniques de gestion durable du fumier présente de nombreux avantages directs et indirects pour la société. Il s'agit notamment de contribuer à un environnement propre, de réduire la pollution, de créer des emplois et de protéger la biodiversité (Malomo et al., 2018).

L'exposition du fumier au vent, aux pluies, à un excès d'humidité et/ou de température ou à une surface perméable peut favoriser les pertes de nutriments par volatilisation et/ou par lixiviation (Casu, 2019). Le tableau 2 présente les principales pertes du fumier selon le type de stockage ainsi que la couverture (en prenant la vache laitière comme exemple).

**Tableau 2. Pertes en nutriment du fumier de vache laitière dans plusieurs systèmes de gestion (USDA, 1996)**

Technique de gestion du fumier	N (%)	P (%)	K (%)
Lot ouvert, dans une région fraîche et humide	15 – 30	5 – 15	5 – 15
Lot ouvert, région chaude et aride	30 – 45	5 – 15	5 – 15
Structure couverte et étanche	15 – 30	5 – 15	5 – 15
Structure étanche non couverte	25 – 35	10 – 20	10 – 20
Bassin de stockage	20 – 35	5 – 20	5 – 20
Fumier et litière conservés dans des entrepôts couverts	20 – 35	5 – 20	5 – 20
Fumier et litière conservés dans des entrepôts non couverts	25 – 45	15 – 25	15 – 25

Le compostage est un procédé naturel de décomposition de la matière organique par les micro-organismes dans des conditions bien définies et contrôlées. Cette technique vise l'obtention d'un produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau, riche en composés humiques appelé compost. L'azote présent dans le compost de fumier est sous une forme organique à libération progressive limitant les risques de perte par lessivage après épandage. Les températures élevées allant de 60 à 70°C lors du processus de compostage permettent de détruire les graines d'adventices, les agents pathogènes, les parasites des animaux et une partie des résidus de produits phytosanitaires (Leclerc et Laurent, 2017).

## **2. Produits et co-produits des cultures**

Dans plusieurs exploitations mixtes, les activités de production végétale fournissent une grande catégorie de résidus de cultures et de coproduits qui sont utilisés par les animaux d'élevage. Les exploitants, à côté des cultures destinées au marché pour l'alimentation humaine, pratiquent des cultures fourragères (luzerne, pois, bersim, etc.) et des céréales pour assurer l'autonomie fourragère et constituer leurs stocks. Les pailles sont largement utilisées dans les régimes alimentaires des ruminants vu leur prix relativement abordable, ils représentent aussi la majeure composante des rations alimentaires pendant la période de soudure, ainsi que les chaumes qui sont pâturés durant la période de juin à octobre. Cependant, il a été démontré que les pailles sont déficitaires en plusieurs éléments nutritifs (Guessous et al., 1989 ; El Amiri, 2006).

Outre leur importance dans l'alimentation animale, les résidus de cultures peuvent servir comme fertilisants verts, réduisant les coûts relatifs aux utilisations des engrais et améliorant la qualité physique du sol (Szabó et al., 2016).

## **3. Adventices**

Dans les systèmes intégrés polyculture-élevage, les adventices peuvent être exploités selon divers usages. Ils peuvent être utilisés comme fertilisants verts fournissant de la matière

organique et des nutriments au sol, ou comme couverture du sol, ou également comme aliments (Dora et al., 2008).

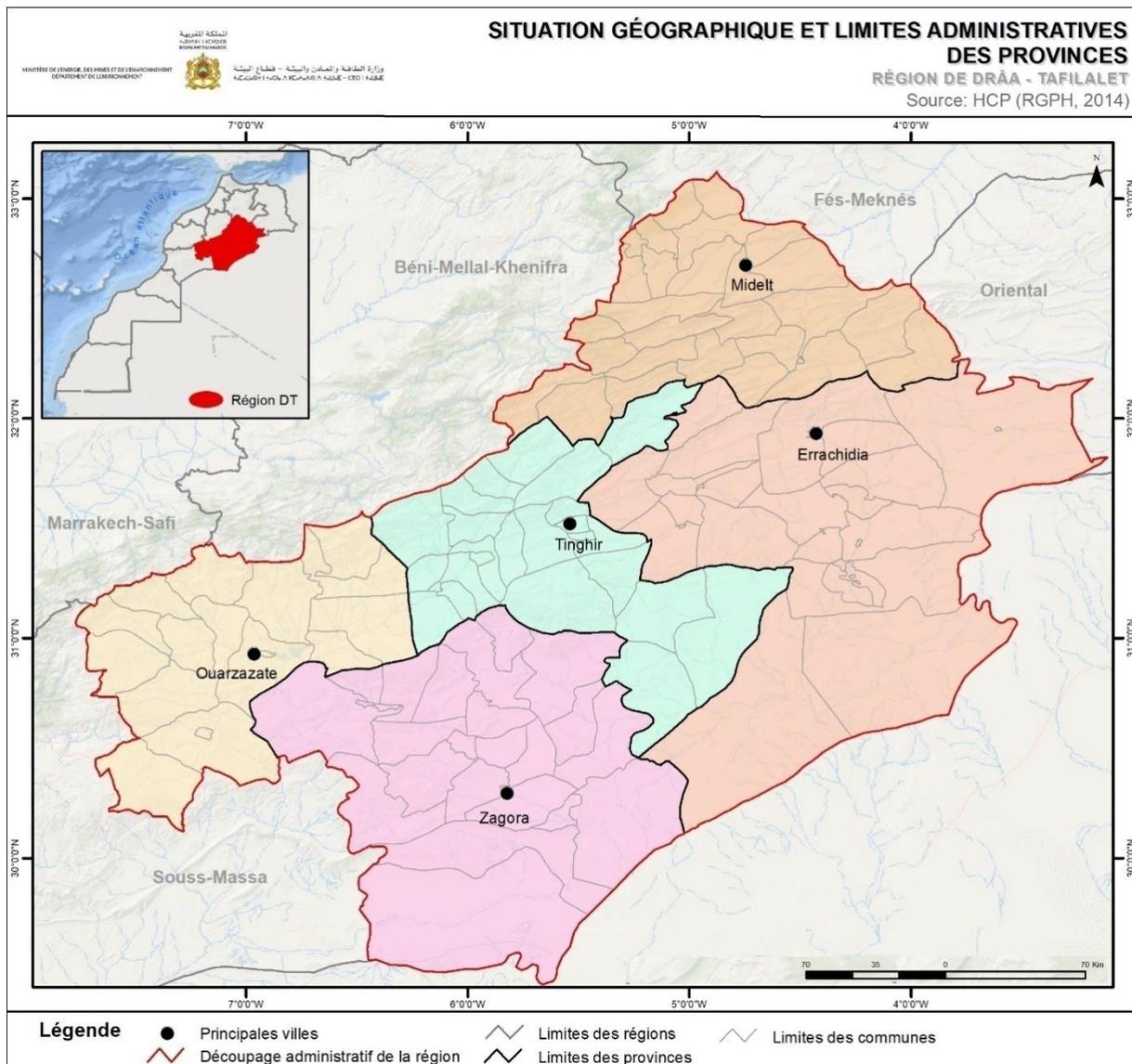
## **VI. Conclusion**

Cette revue de la bibliographie a montré la rareté des références disponibles spécifiques aux exploitations agricoles de polyculture-élevage dans les oasis de montagne. Elle a cependant contribué à présenter les différents éléments de l'étude envisagée : l'intégration des cultures et de l'élevage, et les ressources qu'elle nécessite, notamment le travail. La zone d'étude est caractérisée par des contraintes d'ordre foncier, hydrique et social dans un contexte de changement climatique et de sécheresse accrue, ce qui attribue à la thématique une importance majeure, puisqu'elle aborde la problématique du travail agricole et des flux de matières dans les systèmes intégrés cultures-élevage. L'étude vise ainsi à démontrer le rôle crucial de ces systèmes dans la durabilité et la résilience des ménages dans des milieux aussi difficiles que les oasis de montagne.

## **Partie 2. Monographie de la région d'étude**

## I. Situation géographique

La région Drâa-Tafilalet représente 12,5 % de la surface du territoire national et 46 % de celle des zones oasiennes. Elle est limitée administrativement dans le nord par les régions de Fès-Meknès et de Béni Mellal-Khénifra, à l'Est par celle de l'Oriental et les frontières avec l'Algérie, à l'Ouest par la région de Marrakech-Safi et au Sud par la région du Souss-Massa. Sur le plan de l'organisation administrative, la région Drâa-Tafilalet compte cinq provinces : Errachidia, considérée comme le chef-lieu de la région, Tinghir, Midelt, Ouarzazate et Zagora. Un total de 125 communes territoriales sont recensées : 16 urbaines et 109 rurales.



**Figure 5. Situation géographique et découpage administratif de la région Drâa-Tafilalet (HCP, 2014)**

Le périmètre de M'semrir, zone d'étude du présent PFE, se situe dans la province de Tinghir, au piémont du Haut Atlas à une altitude de 1 900 m et précisément dans la vallée de l'Oued Imdghas, l'un des principaux affluents de l'Oued Dadès. Il est situé à mi-chemin de la route reliant Boumalne Dadès et Imilchil relevant de la province de Midelt. Il couvre la

circonscription territoriale des communes territoriales (CT) de M'semrir et Tilmi. Il est limité au Nord par la province de Midelt, à l'Est par la CT d'Aït Hani, à l'Ouest par la province d'Azilal et au Sud par la CT d'Aït Sedrate Jbel Oulya.

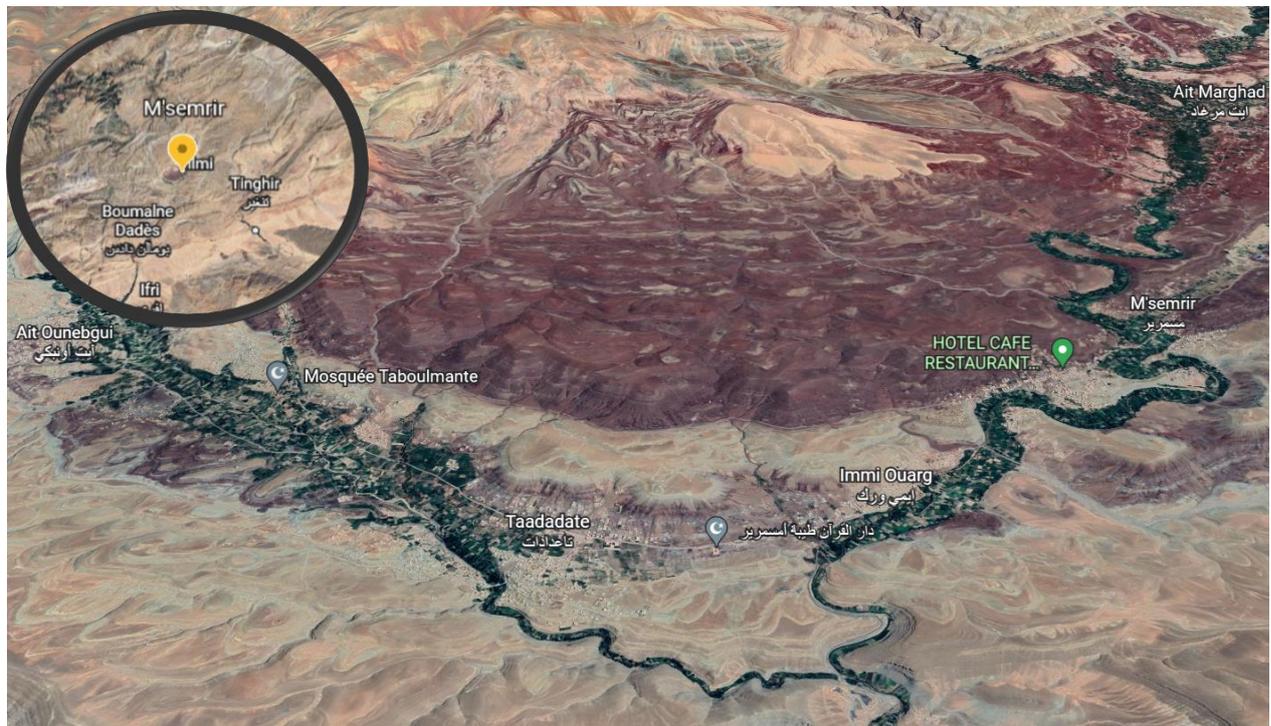


Figure 6. Situation géographique de la zone de M'semrir dans le Maroc (Google Earth, 2022)

## II. Milieu naturel

### 1. Topographie

La région est située dans les contreforts sud-est du Haut Atlas oriental, les deux tiers de sa superficie totale étant dominés par les montagnes. C'est par conséquent une région montagneuse où l'altitude dépasse les 1 950 m, expliquant les surfaces agricoles limitées aux rives de la vallée.

### 2. Climat

Le climat est du type aride à tendance continentale avec un hiver frais, est aussi marqué par de grandes fluctuations inter et intra annuelles des précipitations et des températures. Il est caractérisé par une pluviométrie annuelle limitée (108,7 mm lors de la campagne 2019/2020, en plus de 3 cm de neige) et mal répartie avec une très grande variabilité inter annuelle. Le régime pluviométrique annuel se caractérise par deux saisons relativement humides : le printemps et l'automne. L'absence du couvert végétal sur la majeure partie du bassin, amplifie davantage le caractère violent des crues entraînant une forte érosion aussi bien des terres cultivées que de l'infrastructure hydraulique.

Les températures moyennes mensuelles montrent que le mois de Juillet est le plus chaud avec 26°C, tandis que le mois de Janvier est le mois le plus froid avec une valeur moyenne de 4°C. L'écart entre les deux valeurs exprime une amplitude thermique de 22°C qui traduit le degré de continentalité du climat (Station hydrologique de M'semrir). Les gelées printanières sont très fréquentes causant des dégâts au niveau des productions végétales, surtout le pommier. En ce

qui concerne les variations saisonnières, elles témoignent d'un fort contraste. Les minimas peuvent atteindre - 10°C en Janvier, alors que les maximas en saison chaude peuvent enregistrer 35°C.

### **3. Sols**

Les sols sont généralement de type alluvionnaire, peu évolués, profonds d'apport et/ou d'érosion demeurant fragiles en raison de leur teneur en matière organique réduite. Ils présentent un pourcentage élevé de calcaire, et disposent d'une texture sablonneuse.

### **4. Ressources en eau**

Les ressources en eau en zone de montagne ne sont pas à priori limitées, puisque ce sont souvent les terres cultivables qui font défaut. Cependant, toute intensification de la mise en valeur agricole, dans la zone d'étude, passe nécessairement par la mobilisation des eaux superficielles et dans une moindre mesure des eaux souterraines.

Les eaux de surface proviennent pour l'essentiel des cours d'eau Oussikis et Imdghas, se déversant tous les deux l'Oued Dadès. Les écoulements peuvent atteindre des débits très importants en périodes pluviales et de fonte de neige. Le régime moyen annuel de l'Oued Dadès au niveau de M'semrir est de 3,6 m<sup>3</sup>/seconde (CMV M'semrir, 2013). Par ailleurs, le recours à l'usage des eaux souterraines ne constitue pas une pratique généralisée dans la zone et continue à se heurter à la réglementation coutumière en vigueur. L'irrigation se fait généralement par les séguias qui sont au nombre de 30 au niveau de M'semrir, avec une *khettara* et un barrage de déviation. Les eaux de surface sont à 270 millions m<sup>3</sup> tandis que la nappe est d'une profondeur de 20 m.

## **III. Données socio-économiques**

### **1. Population**

La population de M'semrir est constituée de trois fractions berbérophones à savoir : les Aït Hadidou à l'amont, les Aït Merghad au milieu et les Aït Atta à l'aval.

Le dernier recensement réalisé au Maroc en 2019 fait ressortir que la population de la zone totalise 20 238 habitants, répartis en 3 084 ménages et 37 douars. La taille moyenne des ménages est de 6,9 personnes. Les femmes y représentent près de 51 % des effectifs totaux. Cette population est fortement concentrée là où les ressources en eau sont disponibles avec une densité de 13 habitants par ha, ce qui met en évidence la forte pression sur les ressources naturelles. Cette population qui était initialement constituée surtout de nomades, s'est sédentarisée au fil des années le long des cours d'eau : on dénombre actuellement 2 200 agriculteurs (CMV 612 M'semrir, 2018).

L'économie du périmètre est basée pour l'essentiel sur le secteur primaire : l'agriculture et l'élevage. Les sources de revenus extra agricoles proviennent des activités commerciales, de l'émigration et dans une moindre mesure du tourisme de montagne (randonneurs).

### **2. Structures foncières**

La superficie totale du périmètre est de l'ordre de 212 400 ha répartie selon différents modes d'usage. Les terrains agricoles ne représentent que 0,65 % de la superficie totale, alors que les parcours constituent un patrimoine important. La concentration des terres cultivées dans les deux vallées et le jeu de division successive font que les structures foncières se caractérisent

par la micropropriété et un morcellement très prononcé. En effet la superficie moyenne des exploitations est de l'ordre de 0,7 ha, avec une moyenne de 12 parcelles par exploitation (CMV 612 M'semrir, 2018).

Quant au statut foncier des terres cultivées, il est dominé par le Melk (99 % de la SAU totale), avec une majorité du foncier exploitée en mode de faire valoir direct (96 %).

## **IV. Caractéristiques des systèmes de production**

L'agriculture constitue le secteur économique de base pour plus de 80 % de la population. Les systèmes de production en vigueur regroupent deux activités principales : la production végétale et animale.

### **1. Production végétale**

Les possibilités réduites des extensions des terrains agricoles voire même inexistantes, ainsi que l'exiguïté des superficies cultivées, ont orienté le mode d'utilisation des sols vers un système de production végétale intensif, associant le pommier aux cultures basses constituées principalement de la pomme de terre comme culture de rente, les céréales et la luzerne.

Les fourrages revêtent une importance majeure dans le système agricole au niveau de la zone de M'semrir, occupant 55 % de la SAU totale dont 46 % pour la jachère et 9 % pour la luzerne, ce qui est expliqué par la place qu'occupe l'élevage au niveau de la zone. Par ailleurs, les cultures maraichères occupent 25 % ainsi que 20 % pour la céréaliculture (CMV M'semrir, 2018).

L'arboriculture fruitière formée particulièrement des rosacées, est plus importante dans le périmètre avec près de 370 000 de pommiers, soit 95 % du patrimoine arboricole. Il s'agit d'une arboriculture commerciale par excellence puisque 90 % des quantités produites sont destinés au marché. L'importance de cette espèce pourrait s'expliquer par son adaptation au climat de la zone (froid hivernal).

L'introduction massive de cette espèce n'a démarré qu'au début des années 1980, sous l'égide de l'ORMVAO. Ce programme s'insère parfaitement dans la politique du Ministère de l'Agriculture et du gouvernement marocain en termes de lutte contre la pauvreté, la fixation des populations et la lutte contre l'érosion. Les bénéficiaires directs de ce projet sont composés de la population rurale localisée notamment dans les montagnes et les bassins versants. Les pommiers de M'semrir sont de trois principales variétés à savoir la Golden Delicious et ses pollinisatrices Starking Delicious et Star Crimson ainsi que la Royal Gala et Jérôme. Pour permettre aux producteurs de profiter des opportunités du marché, l'ORMVAO a pris l'initiative d'installer une unité frigorifique au niveau local en 2018, d'une capacité de stockage de 1 500 T, ce qui avoisine 10 % de la production totale de la zone.

### **2. Production animale**

Dans le périmètre de M'semrir comme dans les autres régions du Haut Atlas, l'élevage est une activité cruciale pour une fraction non négligeable de la population. Cette zone constitue le point de rencontre entre les éleveurs du Haut et de l'Anti Atlas. Les petits ruminants dominent les animaux d'élevage au niveau de la région, constituant 94,3 % des effectifs totaux, un pourcentage de 79,3 % est potentiellement mobile et se trouve au niveau des enclos et des parcours, tandis que 20,7 % sont sédentaires. Concernant le troupeau bovin, il ne représente que

5,2 % du total des animaux d'élevage, constitué d'animaux de race locale ainsi que des types croisés.

Les équidés représentent 0,37 % des effectifs animaux et sont utilisés par les transhumants comme moyen de transport dans les montagnes, ainsi que par les agriculteurs comme moyen de transport du fourrage fauché et du fumier, tandis que les camelins ne constituent que 0,21 % des effectifs animaux et se trouvent au niveau des espaces pastoraux (CMV 612 M'semrir, 2018).

Les systèmes de production agricole dans la région sont traditionnellement caractérisés par une agriculture adoptant les principes de l'agriculture circulaire, de sorte que l'élevage et les cultures se complètent. En effet, la plupart des parcelles plantées en pommiers sont aussi le support de cultures associées, surtout fourragères, comme la luzerne ou des herbes de prairie (dénommées localement « Almou » - végétation spontanée ou encore jachère servant comme fourrage pour le bétail -). De plus, pour la plupart des producteurs de pommier, les écarts de triage de cette culture sont systématiquement valorisés par le troupeau : ils sont épluchés et séchés et donnés au cheptel. Il en va de même pour le bois de taille du pommier, qui est aussi récupéré, et utilisé comme combustible, dans une région où les températures hivernales sont fréquemment négatives. D'autre part, le fumier est soigneusement stocké et puis épandu, pour garantir la fertilisation des sols et le recyclage des nutriments.

### **3. Organisation des filières agricoles**

Sur le plan institutionnel, l'activité agricole est caractérisée par l'intégration du mouvement associatif dans plusieurs domaines, en particulier la gestion des ressources hydriques, l'activité de transhumance et la production des pommes. On dénombre au total 12 AUEA (Associations d'Usagers de l'Eau Agricole), 6 associations de producteurs de pomme et 4 associations d'éleveurs transhumants.

Outre les organisations de producteurs (agriculteurs et éleveurs), la zone a vu naître au cours des dix dernières années des associations de développement local qui se présentent en tant qu'unités d'encadrement et de mobilisation de la population, mais aussi de représentation de celle-ci. Notons également, que certaines AUEA ont étendu leurs activités pour couvrir des domaines sociaux et des activités d'approvisionnement en intrants agricoles.

## **Partie 3. Approche méthodologique**

## **I. Objectifs de l'étude**

Ce projet vise à étudier l'importance et l'impact de l'intégration des cultures et de l'élevage (sédentaire ou pastoral) sur la résilience des systèmes de production agricole dans une zone d'oasis de montagne.

L'étude a pour objectif global la caractérisation de l'intégration cultures-élevage à l'échelle des exploitations agricoles, en quantifiant le travail mobilisé et ses usages respectifs au niveau de l'élevage et des cultures en adoptant la méthode « Bilan travail » (Dedieu et al., 1999), ainsi que les revenus générés.

Une deuxième partie du travail est dédiée à une évaluation des flux de nutriments associés aux complémentarités des cultures et de l'élevage (contribution des cultures et de leurs produits dans le bilan fourrager, et retour de fertilité aux parcelles par les épandages de fumier).

## **II. Diagnostic rapide participatif et systémique (DRPS)**

La partie terrain a commencé par un stage collectif (du 7 au 18 mars 2022) adoptant la démarche du diagnostic rapide participatif et systémique (DRPS) qui permet de se faire une représentation préliminaire du territoire et de ses atouts et faiblesse, de délimiter la zone d'action, d'identifier les contraintes et les solutions et de définir des problématiques de recherche. Cette étape a été réalisée par des entretiens ouverts et semi-ouverts, individuels et collectif dans les communes de M'semrir et Tilmi, ce qui a aidé à construire une vision intégrale sur le mode de vie et les coutumes qui règnent sur la zone, ainsi que la détermination des rôles incontournables que jouent les systèmes intégrés de cultures/élevage dans les revenus et la résilience de la population.

## **III. Choix des exploitations**

L'étude est réalisée sur un échantillon composé de 30 exploitations choisies en concertation avec le CMV de M'semrir. Le choix s'est porté sur différentes exploitations de manière à disposer d'une diversité de situations représentatives des réalités locales, tout en tenant compte de l'accessibilité, la disponibilité des propriétaires et leur volonté à collaborer au travail.

Toutes les exploitations retenues pratiquent la polyculture-élevage et sont en grande partie localisées le long de la vallée de Dadès. Vingt-cinq exploitations sont situées dans la commune de M'semrir, et cinq sont localisées dans la commune de Tilmi.

La localisation géographique exacte des exploitations reportée sur la figure 7 est réalisée à l'aide de leurs coordonnées GPS.

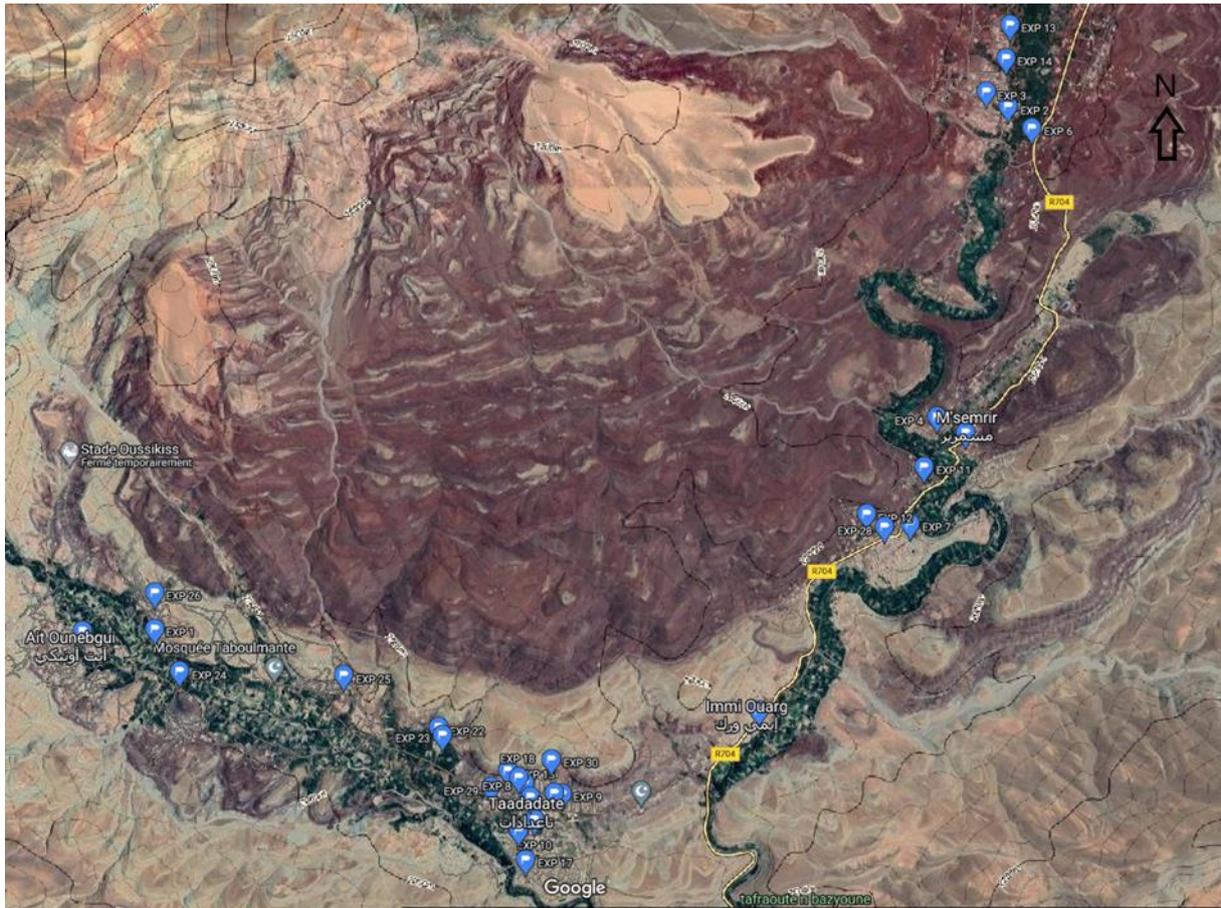


Figure 7. Localisation géographique des 30 exploitations

## IV. Collecte des données

La collecte des données s'est réalisée en deux périodes.

### *Première période*

Les données sont collectées entre le 19 et le 29 mars 2022, en réalisant des entretiens avec les gérants et personnes actives dans les exploitations à l'aide d'une fiche enquête basée sur les principes de la méthode « Bilan Travail ». Les volets de cette fiche s'organisent comme suit :

1. Détermination de la structure de l'exploitation, à savoir sa surface agricole utile, son parcellaire, l'assolement pratiqué, le nombre d'arbres plantés, le statut foncier et le mode de faire valoir, et la structure du troupeau existant ;
2. Identification de la cellule de base et de la main-d'œuvre salariée.
3. Définition des itinéraires techniques pour chaque culture, la main d'œuvre impliquée et le temps nécessaire pour chaque opération, les dépenses associées aux cultures du semis (taille pour le pommier) jusqu'à la commercialisation, la destination de la production (autoconsommation, aliment pour bétails, vente) ainsi que les productions de chaque parcelle et les prix de mise en marché ;

4. Rapport des dépenses liées à l'élevage (production de cultures fourragère, achat d'aliments, soins vétérinaires) ainsi que le chiffre d'affaires en comptabilisant les ventes des animaux et le lait autoconsommé ;
5. Quantification du temps nécessaire pour le travail d'astreinte nécessité par le troupeau et la caractérisation des personnes impliquées ainsi que les durées quotidiennes que cela représente ;
6. Évaluation de la rémunération du travail agricole pour chaque spéculation et dans chaque exploitation, déterminée comme le ratio Marge Brute/Durée de travail.

### ***Deuxième période***

Un retour au terrain pour une deuxième période (du 15 mai au 4 juin 2022) a été nécessaire pour approfondir les résultats des 'Bilans Travail' et aussi pour quantifier les flux de matières dans le même échantillon. Cette période correspond au début de la fauche des fourrages (luzerne et végétation spontanée) dans la zone d'étude.

#### **i. Cultures Fourragères**

L'estimation de la production fourragère est réalisée selon les étapes suivantes :

1. Un échantillonnage aléatoire de 3 quadrats d'1 m<sup>2</sup> (les quadrats sont à l'intérieur des parcelles pour éviter l'effet bordure) au niveau d'une parcelle choisie aussi d'une façon aléatoire, à condition que les parcelles soient du même type (culture fourragère seule ou en association avec le pommier) ;
2. Fauche de chaque quadrat selon le mode de fauchage adopté par l'agriculteur (manuel ou par faucheuse à essence) (Figure 8) ;
3. Pesée de la biomasse de chaque quadrat en vert et calcul de la moyenne des trois quadrats (Figure 9) ;
4. Estimation du rendement fourrager d'une fauche en multipliant la moyenne obtenue par la superficie des parcelles (du même type).



**Figure 8: Quadrat d'un m<sup>2</sup> pour mesurer la quantité de biomasse de l'herbe spontanée**



**Figure9: Pesage de la biomasse d'un quadrat de luzerne à l'aide d'un peson numérique**

La même démarche a été faite pour l'estimation de la biomasse des mauvaises herbes en adoptant un mode de désherbage manuel.

## **ii. Produits et coproduits des cultures**

Les pesées ont été complétées par des enquêtes afin de calculer avec précision la production des grains de céréales (orge et blés - tendre et dur -) ainsi que de la paille au niveau de chaque exploitation.

## **iii. Fumier**

Des pesées ont été réalisées dans chaque exploitation afin d'avoir les valeurs exactes des poids de fumier (séché) acheminé sous différentes formes (sacs de différentes tailles, chargement d'âne/de mulet, pickups et camions). Par la suite, l'estimation de la production réellement épanchée dans les parcelles a été réalisée.

## **iv. Bois de taille**

Des pesées du bois résultant de la taille du pommier ont été réalisées dans chaque exploitation suite à l'importance que revêt cette matière en particulier pour la période hivernale (combustible) comme il est montré sur la figure 10.



**Figure 10. Pesée du bois de taille du pommier**

Une identification de la nature des moyens de transport de ces flux dans chaque exploitation a été également réalisée.

## **V. Traitement et analyses des données**

### **1. Méthode « Bilan Travail »**

Pour cette partie, le travail est quantifié en élaborant un « Bilan Travail » pour chaque exploitation, chaque tâche est caractérisée par la durée, la fréquence et la nature de la main d'œuvre responsable (Dedieu et al., 1999). La méthode permet de distinguer entre deux catégories de personnes : Les personnes de cellule de base (**PCB**) qui sont les personnes ayant un lien de paternité directe avec l'exploitant et qui travaillent d'une manière permanente dans l'exploitation, et les personnes hors cellule de base (**PHCB**) qui sont représentés par les salariés permanents ou saisonniers. Cette méthode permet en outre de différencier les travaux agricoles selon leurs rythmes de réalisation, et ainsi le travail est classé comme suit :

1. Travail d'astreinte (**TA**), qui correspond au travail qui se fait quotidiennement et qui est peu concentré sur l'année. Il s'agit des tâches quotidiennes liées à l'élevage (alimentation, abreuvement, curage des bâtiments, Traite). Il est quantifié en heures/jour ;
2. Travail saisonnier (**TS**), quantifié en jour en considérant que 1 jour correspond à 8 heures de travail. Cette classe est subdivisée en 3 types,
  - a) Le travail saisonnier lié au troupeau (**TST**) qui représente le travail périodique relatif aux animaux d'élevage, notamment les soins et la tonte des ovins ;

- b) Le travail saisonnier lié aux cultures fourragères (**TSCF**) qui correspond aux tâches constituant l'itinéraire technique de type de cultures (semis, irrigations, et fertilisation) ;
- c) Le travail saisonnier lié aux cultures de rente (**TSCR**), qui prend en compte toutes les opérations des cultures de rente, de leur installation jusqu'à la vente des produits ou leur autoconsommation.

Ces classifications ont permis de comprendre l'organisation du travail au sein des exploitations des oasis de montagne et de juger le degré d'autonomie de l'exploitation vis-à-vis de ce facteur de production. En outre, la rentabilité économique des exploitations est déterminée en calculant les ratios Marge brute/ha, la Marge brute/jour de travail dans l'exploitation, la MB/jour de travail en élevage et la MB/jour de travail associé aux cultures de rente.

## **2. Calcul des Marges Brutes**

La Marge Brute (**MB**) est le résultat économique de toute l'activité agricole au niveau de chaque exploitation. Elle permet une évaluation de la rentabilité de l'élevage et des cultures. Le calcul de la MB correspond à la différence entre les produits et les charges des productions agricoles :

**MB = Produits de l'activité - Charges opérationnelles de l'activité**

Dans le cas des cultures, les charges correspondent aux frais d'entretien des cultures (taille du pommier, fertilisation, traitements phytosanitaires, frais de gasoil, semis ...) et les frais de main d'œuvre salariée. Les produits comprennent la production du pommier, des céréales et des cultures maraîchères ; les pailles de céréales étant considérées comme un coproduit gratuit des céréales.

Les marges brutes des cultures correspondent ainsi au prix de vente unitaire des produits multiplié par les quantités vendues et/ou autoconsommées moins les charges totales de production (à l'exception de la main-d'œuvre familiale considérée comme gratuite).

Dans le cas de l'élevage, les charges correspondent aux frais des rations alimentaires sont déterminées en multipliant les quantités distribuées de chaque aliment par son prix d'achat (ou son coût d'opportunité s'il est produit sur l'exploitation), ainsi que les frais des soins vétérinaires et de la main d'œuvre salariée (en inclut aussi la main d'œuvre opérant dans les cultures fourragères). Les produits de l'élevage sont la production laitière autoconsommée (puisque'il n'y a pas de vente de lait), soit le lait à 7 DH/l, les ventes des animaux vivants (Bovins, ovins et caprins), et le fumier vendu. Donc, les marges de l'élevage correspondent au prix de vente des produits (lait ou viande) multipliés par les quantités vendues ou autoconsommées (ce qui veut donc dire que les produits autoconsommés sont considérés comme achetés sur le marché) moins les charges totales de production (la luzerne et l'herbe spontanée produites dans l'exploitation sont considérés comme des sous-produits gratuits du pommier puisqu'ils lui sont le plus souvent associés) à l'exception de la main-d'œuvre familiale considérée comme gratuite).

## **3. Flux des matières**

Les flux de matières étudiés comprennent :

1. La luzerne fraîche, pour laquelle on estime la production en multipliant le poids obtenu de la méthode des quadrats par la superficie de la luzerne et par le nombre de fauches réalisées par l'agriculteur durant l'année, selon la formule suivante :

$$\text{Production} = (\text{poids moyen des 3 quadrats}) \times \text{SAU (luzerne)} \times \text{nombre de fauches}$$

On considère qu'à l'état frais, la luzerne a une valeur de **0,14 UFL/kg** de matière brute (coupée généralement au stade bourgeonnement). A partir de cette valeur, et de la production annuelle de biomasse de luzerne verte, il est possible de calculer la contribution effective de la luzerne au bilan fourrager annuel du cheptel.

2. La végétation spontanée, inclut l'herbe de jachère ainsi que les adventices présentes sous les pommiers, et aussi l'herbe de prairie qui pousse dans des parcelles distinctes appelées « Almou ». L'évaluation de la biomasse de ces ressources, utilisées intégralement en alimentation animale a été réalisée comme suit :

- a) pour l'herbe, la première fauche est généralement réalisée lorsqu'elle atteint une longueur de 140 cm alors que les fauches qui suivent sont réalisées à une hauteur qui ne dépasse pas 50-60 cm. On considère par conséquent que la production de la deuxième fauche (et la troisième aussi) sera égale à 35 % de la production de la première fauche. Le calcul sera réalisé comme suit :

$$\text{Production de la 1}^{\text{ère}} \text{ coupe} = (\text{poids moyen des 3 quadrats}) \times \text{SAU (herbe)}$$

$$\text{Production totale} = \text{Production de la 1}^{\text{ère}} \text{ coupe} + 0,7 (\text{poids de la 1}^{\text{ère}} \text{ coupe})$$

- b) pour les adventices, la biomasse correspondante est quantifiée selon la méthode des quadrats. La quantité produite correspond à la somme des biomasses des adventices de chaque culture, estimées à leur tour en multipliant la moyenne des quadrats par la superficie de la culture.

$$\text{Production d'adventices} = \text{Adventices des céréales} + \text{Adventices du maraichage} + \text{Adventices du pommier}$$

On considère qu'à l'état frais, l'herbe contient **0,15 UFL/kg** de matière brute.

3. Ecart de triage des pommes, constitués des déchets invendus des pommes qui sont impropres à la consommation humaine. Ils sont valorisés en élevage où ils sont donnés aux animaux. On considère qu'ils correspondent à une valeur de **0,15 UFL/kg de MB** à l'état frais.
4. Pailles, ce sont les coproduits de la céréaliculture. La paille de blé affiche une valeur de **0,45 UFL/Kg** de matière brute alors que pour la paille d'orge, une valeur de **0,49 UFL/kg** est retenue pour les calculs.
5. Bois de taille du pommier, résultat de la taille du pommier, important pour le chauffage des ménages pendant l'hiver, la quantité produite est estimée en multipliant la moyenne des poids des fagots de bois par le nombre total de fagots constitués dans une exploitation.

6. Fumier, il constitue un sous-produit très important de l'atelier élevage, sa valeur réside dans la fertilisation qu'il maintient dans les sols, tout en améliorant leur structure (rétention d'eau, circulation des nutriments, etc.). Le calcul de la quantité du fumier endogène épandu est réalisé en estimant le poids des unités utilisées pour transporter le fumier aux parcelles, ensuite le poids total correspond au poids de l'unité multiplié par le nombre total des unités épandues aux parcelles.

La caractérisation des flux de matière et de nutriments entre l'élevage et les cultures va ensuite permettre de calculer deux indices clés très importants pour déterminer les performances de l'élevage des oasis de montagne : le bilan énergétique qui correspond aux UFL produites dans l'exploitation sur les besoins exprimés du troupeau en UFL, ainsi que l'autonomie fourragère définie comme l'énergie (en UFL) produite sur l'exploitation par rapport à l'énergie totale ingérée.

#### **4. Analyses statistiques**

Le traitement statistique des données a d'abord consisté en une analyse descriptive qui vise l'évaluation de la variabilité des pratiques et des performances au niveau des 30 exploitations. Ensuite une Analyse Factorielle Discriminante (AFD) a permis de repérer les variables non corrélées les plus discriminantes entre des types d'exploitations d'oasis de montagne prédéfinis. En outre, une ANOVA a été réalisée sur les deux fonctions identifiées par l'AFD et jugées significativement discriminantes pour confirmer leur signification dans la typologie. La confirmation des dénominations des types identifiés est faite par une ANOVA ainsi que par une comparaison multiple de moyennes en utilisant la méthode de Duncan sur les moyennes des facteurs de chaque variable dans ces types. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel SPSS, version 21.0.

## **Partie 4. Résultats et discussion**

# I. Identification de l'échantillon étudié

## 1. Caractéristiques structurelles des exploitations

- Surface agricole utile et parcellaire

L'échantillon étudié est composé de 30 exploitations agricoles. Leur Superficie Agricole Utile (SAU) moyenne est de 1,01 ha. Elle varie entre un minimum de 0,08 ha et un maximum de 5,81 ha. Le nombre moyen de parcelles par exploitation est de 9,43 ; variant de 2 à 25 parcelles. Par ailleurs, la superficie par parcelle est en moyenne de 0,131 ha, avec un minimum de 0,023 ha/parcelle et un maximum de 0,97 ha/parcelle.

- Statut foncier et mode de faire valoir

Le Melk domine la structure foncière avec 99,44 % de la SAU total, tandis que le collectif ne présente que 0,56 %.

D'autre part, le mode de faire valoir direct domine la SAU totale, en représentant 94,9 %. Seuls 5,1 % de la SAU totale sont exploités indirectement : 2,8 % en métayage et 2,3 % en location. La location est utilisée par l'exploitation n°13, et concerne une superficie de 0,7 ha louée à 4 250 DH/an.

- Main d'œuvre

- TA : les PCB s'occupent de toutes les tâches routinières de l'élevage dans la majorité des exploitations ; seules 4 exploitations font appel à la main d'œuvre salariée. Il s'agit de bergers salariés qui s'occupent de la transhumance dans 3 exploitations, et d'une exploitation dont aucune personne de la cellule de base n'est présente sur place pour assurer l'entretien des troupeaux.
- TST : 21 parmi les 30 exploitations n'ont aucun recours à de la main d'œuvre externe dans ce type de travaux. Le TST englobe principalement la tonte des ovins ainsi que les traitements vétérinaires, et le curage de la bergerie pour les exploitations qui pratiquent cela uniquement en été.
- TSCF : 25 exploitations ne font pas appel à de main d'œuvre externe, tandis qu'une seule exploitation y a recours, car le travail se fait uniquement par de la main d'œuvre externe. Le TSCF inclut la fauche de la luzerne et l'herbe de prairie, le transport du fourrage, ainsi que la fertilisation de ces cultures et leur irrigation.
- TSCR : Dans la majorité des exploitations (29/30), la main-d'œuvre familiale participe aux travaux liés aux différentes cultures de rente. Toutefois, nombreuses sont les exploitations (27/30) à avoir recours à de la main-d'œuvre salariée, surtout pour certaines tâches spécifiques, comme pour la taille des pommiers qui exige une certaine maîtrise pour assurer une bonne fructification, et les traitements phytosanitaires que les agriculteurs délèguent à des salariés afin d'éviter les dangers sanitaires liés au contact avec ces produits. On peut aussi rajouter à cela les travaux nécessitant de la force physique que certains exploitants ne possèdent pas (à cause de l'âge, et aussi à cause de l'absence de certains membres pour des travaux extra-agricoles), tels que le travail du sol, l'épandage du fumier et l'application de la fumure du fond.

## 2. Occupation des sols

- Le pommier

Sur les 30 exploitations, seule une exploitation ne possède pas de pommiers. De ce fait, l'effectif d'arbres par exploitation varie de 0 à 3900 avec une moyenne de 413,5 arbres. Le profil variétal du pommier dans ce même échantillon est principalement composé des variétés Golden Delicious et de Starking Delicious qui représentent 57,5 et 42,5 %, respectivement, des effectifs totaux plantés.

Le pommier est généralement conduit en association avec d'autres cultures (principalement les fourrages), cependant 4,87 ha sont conduits en monoculture, soit 16,1 % de la SAU totale.

- Les cultures fourragères

Les fourrages comprennent aussi bien la luzerne que des prairies dénommées localement « Almou ». Ces deux ressources occupent toutes les deux une surface de 8,8 ha, soit 29,1 % de la SAU totale de l'échantillon ; la luzerne représentant 11,1 % tandis que les prairies occupent 17,9 % de la SAU totale. Les fourrages sont présents dans toutes les exploitations, soit les deux types dans la même exploitation ou bien un des deux (luzerne ou prairie). Le ratio  $SAU_{\text{Fourrages}}/SAU_{\text{Totale}}$  est en moyenne de 42,8 %, oscillant entre 5,16 et 100 %.

- Céréaliculture

Les céréales sont présentes dans 26 des 30 exploitations étudiées, et s'étalent sur une superficie de 14,10 ha, soit 46,6 % de la SAU totale. Le blé est destiné à l'autoconsommation alors que l'orge est généralement destinée au bétail (les ovins en particulier). Les pailles sont bien entendu réservées à l'alimentation du cheptel.

- Maraîchage

Presque la moitié de l'échantillon (14 exploitations sur 30) dispose de cultures maraîchères qui occupent une superficie de 2,48 ha (8,19 % de la SAU totale) (Figure 11).

La pomme de terre occupe ainsi 1,96 ha (6,5 % de la SAU totale) et elle est destinée à l'autoconsommation ainsi qu'à la vente.

Le safran est exploité par 2 exploitations et il est étalé sur 0,51 ha, soit 1,7 % de la SAU totale et il est entièrement destiné à la vente.

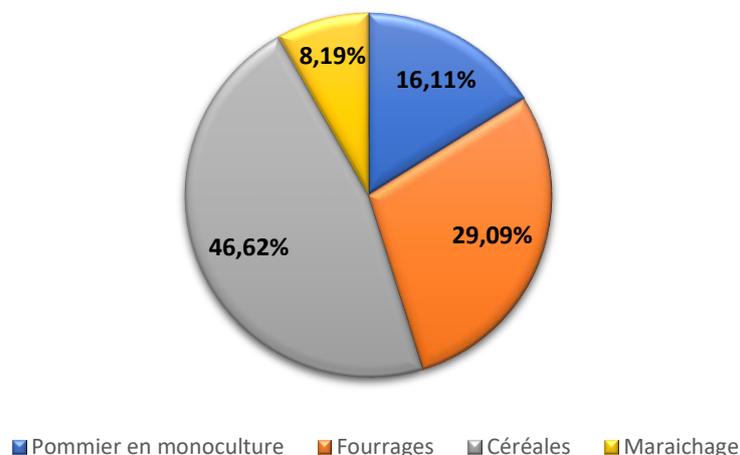
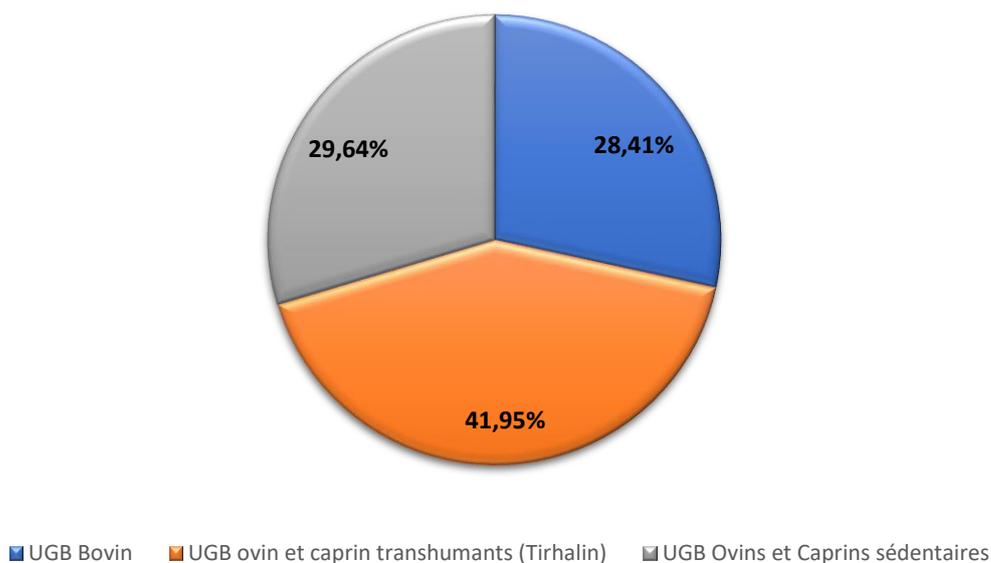


Figure 11. Assolement de l'échantillon étudié

### 3. Cheptel

Toutes les exploitations pratiquent l'élevage. La taille du cheptel varie entre 0,34 et 21,72 UGB par exploitation avec une moyenne de 4,30 UGB. Les UGB ovines dominent représentant 61,1 % des UGB totales, suivies des UGB bovines (28,4 % du total) et des UGB caprines (10,5 % du total). Le mode de gestion des troupeaux de petits ruminants (ovins et caprins) varie en fonction du type d'élevage adopté par chaque exploitation : on distingue les exploitations avec un type d'élevage extensif lié aux parcours, et les exploitations à élevage sédentaire où les troupeaux sont maintenus en stabulation entravée et en « zéro pâturage » toute l'année. Toutes les exploitations de l'échantillon disposent d'un troupeau ovin, les bovins ne sont présents que dans 20 des 30 exploitations étudiées, alors que les caprins ne sont présents que dans 7 exploitations.

Pour mieux caractériser la répartition des UGB, on peut prendre en considération les UGB Bovines (Bovins de race locale et en moindre importance, les bovins de type croisé), les UGB des Ovins et Caprins Mobiles (Appartenant à la population dénommée localement Tirhaline), ainsi que les UGB des Ovins et Caprins sédentaires (Ovins de Race Locale, D'man, Sardi, et Ovins croisés D'man x Sardi et Sardi x Timahdite) (Figure 12).



**Figure 12. Répartition des UGB totales de l'échantillon étudié**

Ramenés aux effectifs animaux totaux dans l'échantillon d'étude, les ovins dominent nettement, suivis des caprins puis des bovins (Figure 13).

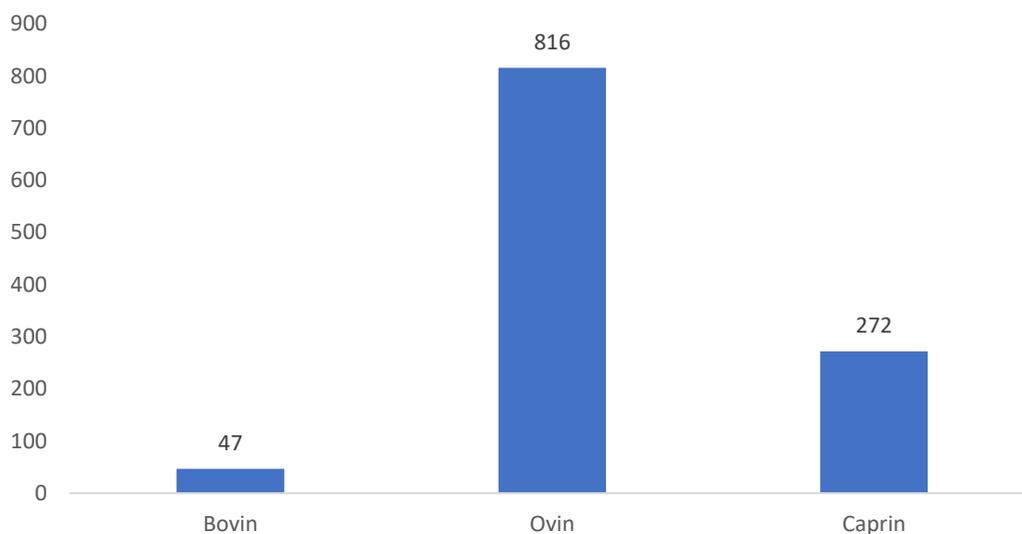


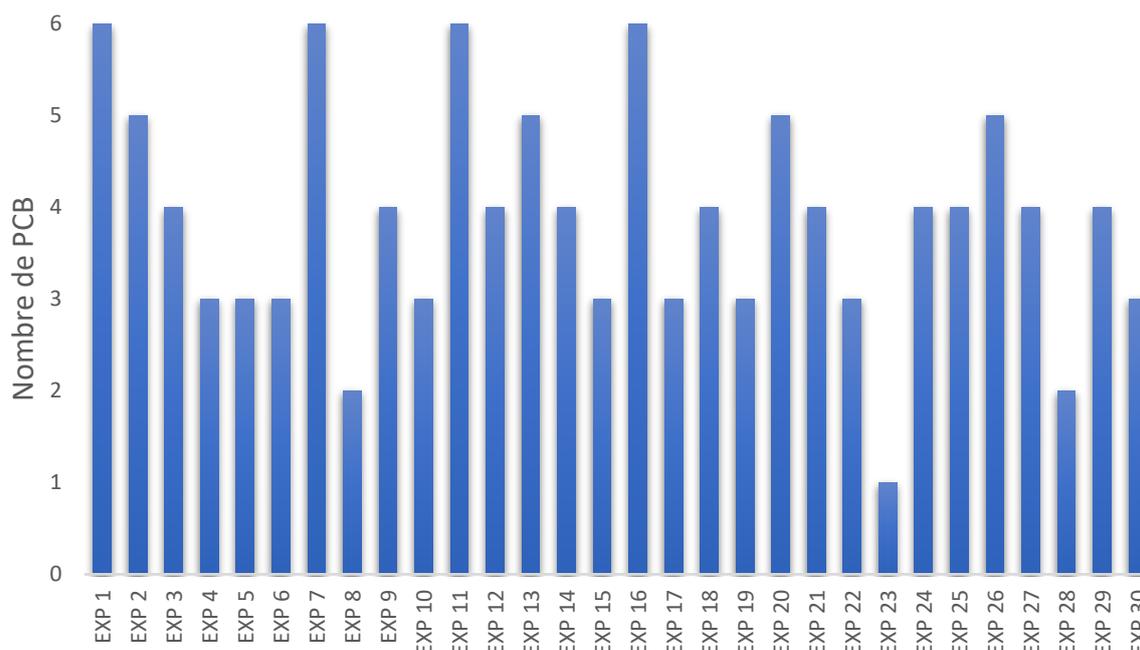
Figure 13. Effectif des animaux par espèce

## II. Caractérisation du travail dans les exploitations agricoles

### 1. Composition du groupe de travail

#### 1.1. La cellule de base (CB)

Au niveau de l'échantillon étudié, la main-d'œuvre familiale domine largement (excepté l'exploitation n°23 qui ne fait appel qu'à de la main-d'œuvre extra-familiale). Dans l'exploitation n°23, le propriétaire gère seulement les travaux qui sont réalisés intégralement par des ouvriers salariés. Pour les 29 autres exploitations, le nombre de personnes de la CB varie entre 2 et 6, liées par des relations parentales, avec une moyenne de 3,97 personnes (Figure 14). Ainsi, la nature familiale est incontournable dans la continuité des exploitations, par les tâches multiples confiées aux différents membres de la cellule de base, sans oublier les revenus extra-agricoles assurés par ces mêmes personnes, et retrouvés dans la majorité des exploitations étudiées (26 exploitations sur 30). Les personnes impliquées dans ces revenus extra agricoles participent parfois à certaines tâches saisonnières qui sont faites en été, notamment la récolte du pommier (de Décembre à Mai) ainsi que le battage des céréales (Fin Juin à Juillet), et plus rarement, aux travaux d'astreinte (raclage du fumier des ovins qui coïncide avec la présence de ces personnes sur place, en été).



**Figure 14. Nombre de PCB par exploitation**

## 1.2. Les personnes hors de la cellule de base (PHCB)

La majorité des exploitations ont recours à de la main-d'œuvre externe (28/30 exploitations), surtout pour les tâches liées aux cultures de rente (27 exploitations), car celles-ci exigent une certaine technicité et maîtrise de la part des ouvriers salariés. C'est le cas de plusieurs travaux en particulier la taille du pommier assurée pour une partie des exploitations (13 exploitations) par des personnes provenant de la zone d'Aït Abdi (environs de Tilm) connus pour leur compétence dans ce chantier, les autres exploitations font appel à des ouvriers ayant des relations de voisinage (7 exploitations) et d'autres qui habitent dans les villages adjacents. Les traitements phytosanitaires sont en partie aussi réalisés par les PHCB qui proviennent de la zone d'étude, c'est à dire de la main d'œuvre locale, mais qui n'ont pas de relations de voisinage avec les membres de la famille. En effet, les voisins sont considérés comme des membres de la famille, et par conséquent les exploitants évitent de recourir à leurs services. Pour les tâches nécessitant une force de travail, notamment le labour et le semis, l'épandage de fumier et les fumures de fond, le désherbage et la moisson ainsi que la récolte, les exploitants préfèrent une main d'œuvre avoisinante qu'ils connaissent bien et qui peut assurer un bon travail vu les relations qu'ils partagent. Ainsi 15 exploitations se contentent de la main d'œuvre ayant des relations de voisinage, le reste des exploitations ajoute d'autres personnes lorsque la disponibilité des travailleurs est insuffisante.

Ce recours est limité pour les travaux de saison liés au troupeau (9 exploitations), il est encore plus limité pour les travaux saisonniers des cultures fourragères (5 exploitations) ainsi que pour les travaux d'astreinte (4 exploitations) du simple fait que ces travaux n'exigent pas une qualification particulière de la main d'œuvre.

On remarque par ailleurs la présence de travailleurs bénévoles assurés par des personnes hors de la cellule de base collaborant avec les personnes de la famille sans contrepartie dans 4 exploitations, 3 exploitations bénéficient de cela au niveau du battage des céréales en Juillet

tandis que deux exploitations de la moisson en fin Juin à Juillet, il s’agit des voisins ainsi que des personnes ayant des liens d’amitié dans la majorité des cas. Cela fait partie des traditions de la région ainsi que de beaucoup d’autres régions de montagne au Maroc. Il s’agit de la « *twiza* » ou entraide collective pour venir à bout de pics saisonniers de travail (Berque, 1951).

## 2. Le Travail d’Astreinte (TA)

Le Travail d’Astreinte (TA) concerne les tâches quotidiennes et régulières en relation avec l’exploitation et de l’entretien du cheptel. Il comprend la préparation et la distribution des aliments, l’abreuvement, la traite et le curage des étables. S’ajoute à ces travaux le pâturage s’il s’agit de troupeaux mobiles. Le TA est quotidien avec des durées constantes dans toutes les exploitations puisque le troupeau est présent toute l’année. Cependant on note certaines variations en lien avec les exploitations disposant de femelles laitières, car la traite varie en fonction du stade physiologique des vaches en lactation. D’autre part, au niveau des exploitations à troupeau mobile, le temps dédié à l’activité de pâturage (berger) varie en fonction du type de mobilité adoptée. On trouve trois types au niveau de l’échantillon étudié : *i*) semi-nomadisme, appelé aussi transhumance (migration sur des distances de plus de 100 km et à l’aide de tentes) ; *ii*) transhumance courte ou transhumance estivale (déplacements vers les parcours de montagne en été) ; et *iii*) sédentarisme (déplacement du troupeau parfois sur de longues distances avec un retour obligatoire au village le soir) (Bourbouze, 2000).

### 2.1. Temps de TA

Le volume du temps dédié aux travaux d’astreinte dans les exploitations étudiées oscille entre 109,2 et 913,9 h/UGB.an avec une moyenne de 414,6 h/UGB.an inférieure à celle rapportée par Sraïri et Bentahar (2021) : 470 h/UGB.an. Elle est inférieure aussi de la moyenne rapportée par Sraïri et Naqach (2022) qui est de 796 h/UGB.an, ainsi que celle de Ouidat (2021). Toutefois, la moyenne reste assez proche de celle rapportée par Sraïri et al. (2013) qui est de 419 h/UGB.an. Il faut noter que les trois premières recherches étaient menées dans une zone oasienne, tandis que la quatrième était réalisée dans une zone pluviale. Par ailleurs, des résultats assez comparables ont été rapportés au Vietnam dans des exploitations familiales spécialisées dans l’élevage bovin laitier par Hostiou et al., (2010), atteignant 464 h/UGB.an

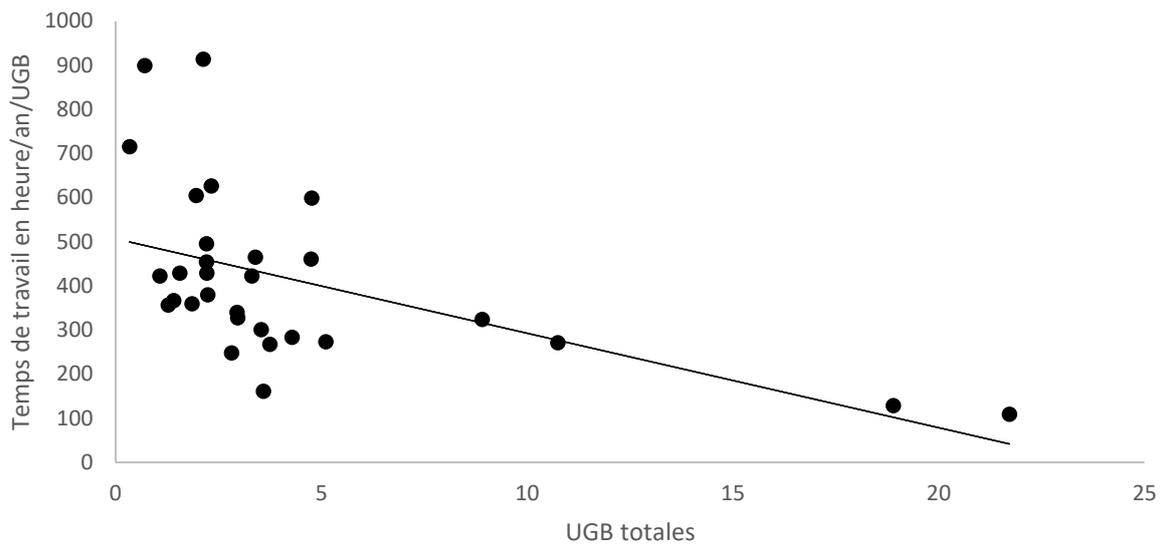
La valeur minimale de 109,2 h/UGB.an est enregistrée au niveau de l’exploitation n°25 dont le cheptel est d’une taille de 21,7 UGB, caractérisée par un troupeau transhumant et par l’absence de vaches laitières, ce qui signifie l’existence d’économies d’échelle au sein de cette exploitation (grand troupeau avec peu de travail mobilisé). La valeur maximale correspond à 913,9 h/UGB.an est enregistrée au niveau de l’exploitation N°19 qui dispose de 2,1 UGB totales composées d’un troupeau mobile qui pâture dans les parcours avoisinants (Tableau 3).

**Tableau 3: Temps du Travail d’Astreinte des exploitations étudiées**

		Moyenne ± Ecart-Type	Min	Max
TA journalier en heures/jour	Total	3,5 ± 2,1	0,67	8,0
	Par UGB	1,1 ± 0,5	0,3	2,5
TA (en heures / an)	Total	1 292,7 ± 774,5	243,3	2920
	Par UGB	414,6 ± 194,2	109,2	913,9

Après avoir analysé ces données, il s’est avéré que le temps dédié au TA tend à diminuer en fonction de la taille du cheptel, ce qui illustre les économies d’échelle permises par le fait que

le temps consacré à certaines tâches d'astreinte n'est pas proportionnel au nombre d'animaux. L'exemple du temps consacré au pâturage dans les exploitations à troupeau mobile est ainsi un cas éloquent : le temps de cette activité reste le même quel que soit le nombre d'animaux à déplacer, mais rapporté aux effectifs animaux, il sera d'autant plus faible que l'effectif est important (Figure 15). Par ailleurs, il s'est avéré que l'espèce a un effet sur le temps du travail d'astreinte, plus précisément, les effectifs ovins sont négativement corrélés avec le TA, cette corrélation est hautement significative (au niveau 1 %) (Corrélation de Pearson de - 0,543), ce qui confirme davantage les économies d'échelles existantes.



**Figure 15. Distribution du TA/UGB en fonction des UGB totales**

## **2.2. Autonomie de la cellule de base vis-à-vis du travail d'astreinte**

Au niveau de l'échantillon étudié, le TA assuré par les PCB atteint un volume de temps moyen de 1 169,0 heures par an, ce qui représente en moyenne 313,7 heures par an et par personne de la cellule de base (Tableau 4). Ce résultat est inférieur à ceux rapportés par Naqach (2020) qui a trouvé une moyenne de 526 heures de travail par PCB, ainsi que les valeurs de Ouidat (2021) qui a trouvé une moyenne de 484 heures. Ces différences peuvent être expliquées par le zéro-pâturage qui domine dans les oasis (avec un fauchage et transport quotidien des fourrages) et qui implique donc une surcharge de travail par rapport à notre terrain d'étude. Par ailleurs, le résultat obtenu est largement inférieur à celui mentionné par Sraïri et al. (2013) qui a atteint une moyenne de 1 045 heures par personne, dans une zone pluviale (Saïss) due en premier lieu à une plus importante contribution des bovins (vaches laitières) dans les effectifs animaux dans le Saïss, et ceux-ci nécessitent des soins plus importants au quotidien, notamment en termes de traite. En outre, on remarque aussi une différence en termes de composition de la cellule de base (entre 1 et 2 PCB) inférieure à celle dans notre échantillon (3,97 PCB en moyenne).

**Tableau 4. Analyse du TA réalisé par les PCB**

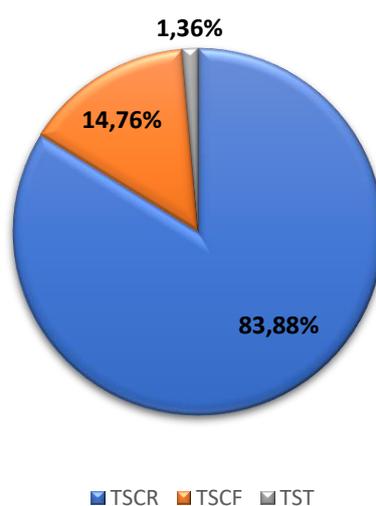
	Moyenne ± Ecart-Type	Minimum	Maximum
<b>Temps du TA des PCB (h/an)</b>	1 169,0 ± 722,2	0,00	2 889,6
<b>TA par PCB (h/an)</b>	313,7 ± 223,5	0,00	963,3
<b>TA par PCB et par jour (h/j)</b>	0,86 ± 0,61	0,00	2,64

Au niveau de l'échantillon d'étude, 3 exploitations font appel à de la main d'œuvre externe pour effectuer une part du TA : il s'agit d'un berger salarié pour l'accompagnement du troupeau durant la transhumance. Cette contribution varie en fonction du type de mobilité adoptée : on trouve 16,7 % du TA total pour l'exploitation n°2 qui pratique une transhumance hivernale (avec un troupeau d'ovins de race locale) et 30 % pour l'exploitation n°13 qui adopte la même mobilité, tandis que pour l'exploitation n°25 qui pratique du semi-nomadisme, la part s'élève à 76,9 %. On note qu'au niveau de l'exploitation n°23 tous les travaux sont délégués à de la main d'œuvre externe à cause de la non disponibilité d'une personne de la cellule de base. Dans le reste des exploitations (26 exploitations), c'est la CB qui s'occupe de tous les travaux d'astreinte. En guise de synthèse, en moyenne, le TA total est effectué à plus de 93 % par les PCB, ce qui représente l'engagement des membres de la famille dans l'élevage. Cette tendance rejoint d'autres observations dans d'autres régions, confirmant l'implication prégnante de la main d'œuvre familiale dans les activités d'astreinte, notamment en Europe, au Maroc et en Amérique du Sud (Cournut et al., 2018 ; Sraïri et al., 2017 ; Dieguez et al., 2010).

### 3. Le travail de saison (TS)

Le TS représente les opérations qui sont réalisées périodiquement : il regroupe le Travail Saisonnier lié au troupeau (TST), le Travail Saisonnier consacré aux Cultures Fourragères (TSCF) ainsi que le Travail Saisonnier des Cultures de Rente (TSCR).

Au niveau des 30 exploitations étudiées, le TS total occupe en moyenne un temps de 168,6 équivalents jours/ha.an, y compris les travaux liés au pommier. Le TSCR occupe en moyenne 83,9 % du TS total, tandis que le TSCF occupe 14,8 % alors que le TST n'en représente que 1,4 % (Figure 16).



**Figure 16. Répartition des différents travaux saisonniers**

Parmi les tâches les plus chronophages pour les cultures pratiquées (fourragères ou de rente), on trouve l'irrigation qui demande un volume de temps élevé. En moyenne, une valeur de 15,1 jours par exploitation et par an, soit 20,8 jours/ha.an est mobilisée pour l'irrigation. Ce résultat est inférieur à celui de Naqach (2020) qui a rapporté 167,4 jours/exploitation en moyenne, cette différence est due à la nature montagneuse de la zone d'étude, qui entraîne l'absence d'irrigation pendant une bonne durée de l'année (du mois d'Octobre à Avril inclus). Il faut quand même noter que pour les parcelles associant des fourrages ou des céréales ou des cultures maraichères avec le pommier, l'irrigation se fait en considérant les deux spéculations ensemble. Ainsi, on trouve que l'irrigation représente en moyenne 12,3 % du TS total. Parfois ce volume de temps peut dépasser les 40 % comme c'est le cas de l'exploitation n°1. Ici, la SAU est relativement élevée (3,05 ha dont 3 ha sont occupés par le pommier) et très fortement morcelée (21 parcelles), les parcelles sont éparpillées et obéissent toutes aux droits d'eau, en plus de la position des parcelles en aval causant un débit d'eau faible surtout en été, ce qui nécessite plus de travail pour les irriguer.

Comme le cas du TA, les PCB participent pour une grande part dans la réalisation des travaux saisonniers. En moyenne, les PCB effectuent environ 67,6 jours par exploitation et par an soit 65,5 % du TS total contre 62,5 jours par exploitation et par an déléguée aux PHCB soit 34,5 % du TS total.

### 3.1. Le travail de saison lié au troupeau (TST)

Le TST regroupe les tâches saisonnières spécifiques à l'élevage. Il englobe les soins vétérinaires, la tonte des ovins et le curage de la bergerie (pour les exploitants qui font cette activité pendant l'été pour la simple raison qu'ils croient que le fumier est bénéfique pendant l'hiver car il dégage de la chaleur pour le troupeau). Pour les saillies des vaches, elles se font moyennant le recours à un taureau localisé dans les villages. Le TST est d'une moyenne de 0,6 jours par UGB, variant entre 0 (exploitations qui n'effectuent pas de TST) et 2,8 jours/UGB. On peut aussi remarquer que le TST est négativement corrélé avec la taille du cheptel exploité (Figure 17).

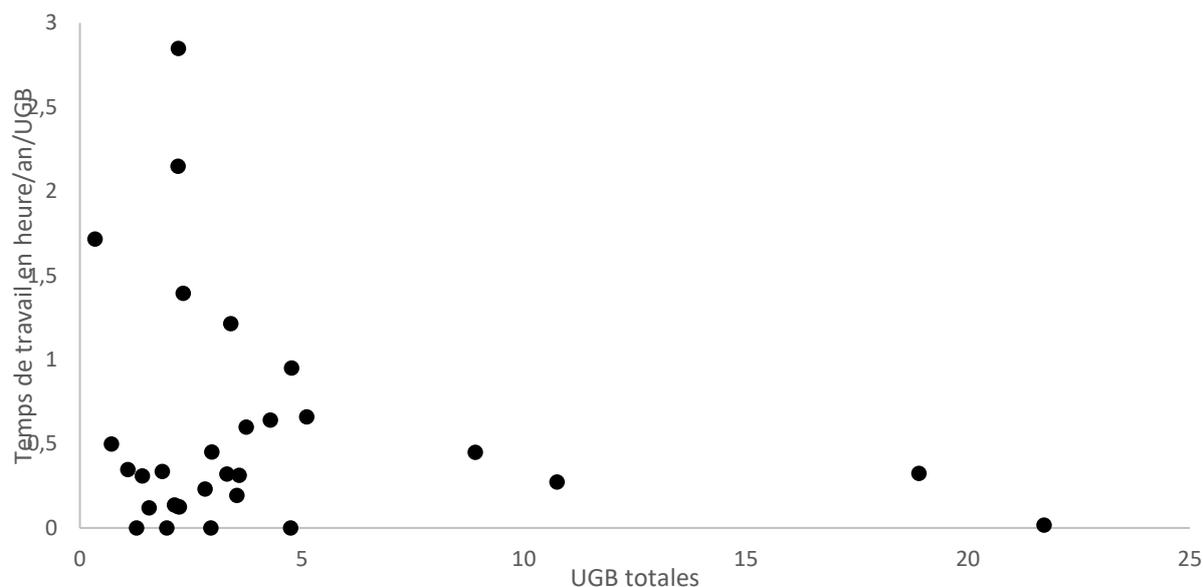


Figure 17. Distribution du TST/UGB en fonction des UGB totales

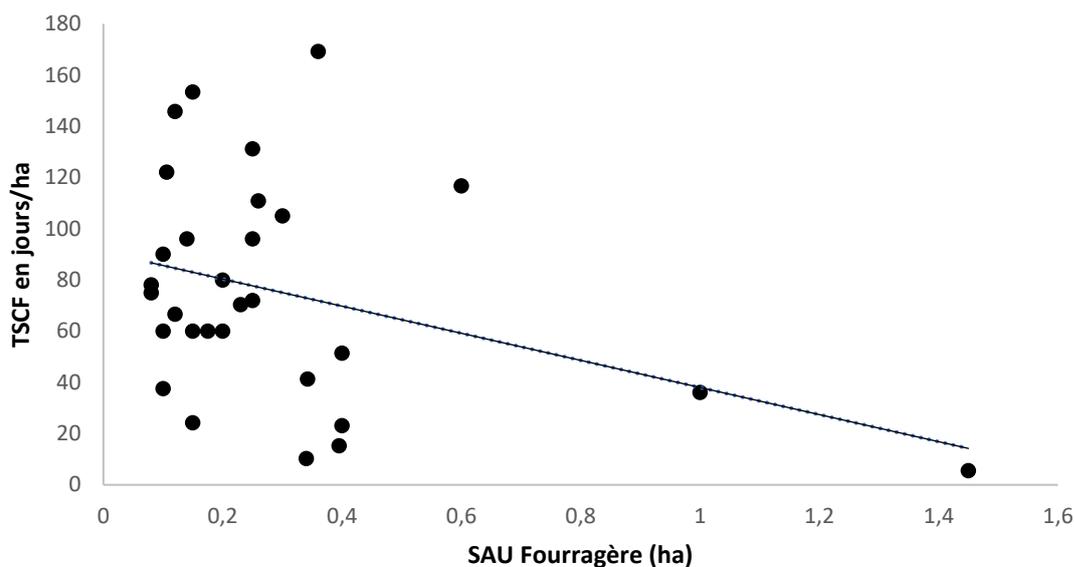
La part du TST varie de 0 à 17,1 % du TS total, avec une moyenne de 2,14 % du TS total. Les PCB assurent la majorité de ce travail (88,4 % du TST total - 1,6 jour par an -), le reste étant assumé par des PHCB (11,6 %) (Tableau 5). Une partie non négligeable du TST assumé par de la main-d'œuvre externe se fait sans contrepartie monétaire : c'est le cas de la tonte des ovins qui représente 43,2 % de ces travaux au niveau de l'échantillon, les PHCB étant payées en nature (toutes les toisons) dans 11 exploitations.

**Tableau 5. Répartition du TST selon le type de main d'œuvre (en jours)**

	<b>Moyenne ± écart-type</b>	<b>Minimu m</b>	<b>Maximu m</b>
<b>Temps de travail total</b>	1,77 ± 1,94	0,00	6,32
<b>Temps du travail des PCB</b>	1,57 ± 1,98	0,00	6,32
<b>Temps du travail des PHCB salariés</b>	0,20 ± 0,46	0,00	2,00

### **3.2. Le travail saisonnier lié aux cultures fourragères (TSCF)**

Le TSCF regroupe les tâches liées à la conduite de la luzerne et des prairies naturelles « Almou » : fertilisation, fauchage et transport du fourrage vers l'étable. Après analyse des données recueillies sur le terrain, le TSCF occupe un volume de temps atteignant une moyenne de 19,2 jours/an bien inférieure à celle rapportée par Sraïri et Naqach (2022) : 96 jours/an. En effet, au niveau de la zone d'étude, les fourrages connaissent une dormance importante en hiver à cause du climat très froid qui règne pendant cette période de l'année, contrairement aux conditions des oasis à palmier. Cette moyenne correspond à 75,4 jours par an et par hectare de SAU fourragère, variant d'un minimum de 5,52 et un maximum de 169,2 jours par an par hectare. Ces chiffres dévoilent une grande variabilité entre les exploitations, due principalement aux types de fauchage adoptés (manuel ou mécanique moyennant l'usage d'une faucheuse à essence) et l'importance de la fertilisation des fourrages. La moyenne trouvée (75,4 jours/ha.an) est inférieure à celle rapportée par Naqach (2020) étant de 89,6 jours/ha.an, mais supérieure à celle de Sraïri et Bentahar (2021) et de Ouidat (2021) atteignant respectivement 51 jours/ha.an et 22,9 jours/ha.an, ce qui montre par ailleurs les différences des pratiques culturelles (fauchage manuel et mécanique par exemple). On remarque par ailleurs que le TSCF/ha tend à diminuer en fonction de la surface fourragère, ce qui montre des économies d'échelle qui existent également (Figure 18).

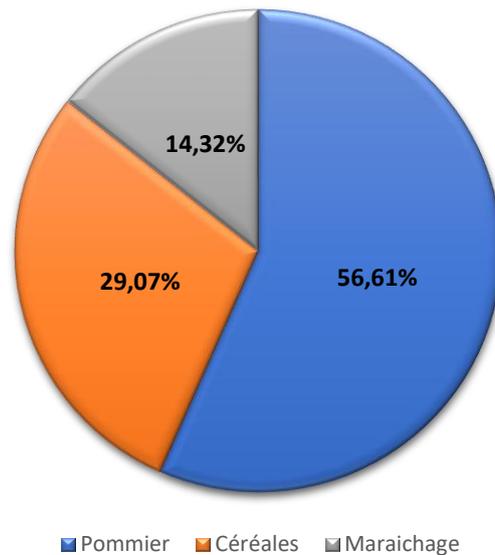


**Figure 18. Distribution du TSCF/ha en fonction de la SAU fourragère**

### **3.3. Le travail saisonnier des cultures de rente (TSCR)**

Le TSCR englobe les travaux essentiels à la conduite technique des cultures, du semis jusqu'à la récolte. Au niveau de l'échantillon étudié, le temps moyen consacré au TSCR total est de 109,1 jours par an et par exploitation, soit 132,9 jours/ha.an. Ce chiffre varie entre 32,4 et 462,1 jours/ha.an, ce qui peut être expliqué par les disparités entre les durées de travaux des différentes cultures, l'effectif de la main d'œuvre utilisée, le degré de mécanisation des travaux (par exemple lors de la moisson, les faucheuses à essence, permettent de réduire d'une manière importante le travail fourni, en comparaison aux moissons manuelles), ainsi que la qualification de la main d'œuvre et la qualité du travail fourni.

Le temps consacré au pommier est le plus important parmi toutes les autres spéculations, il représente environ 61,8 jours/an soit 56,6 % du TSCR total. En comparaison, les autres cultures nécessitent en moyenne 31,7 jours/an pour les céréales (soit 29,1 % du TSCR total) et 15,6 jours/an pour le maraîchage (soit 14,3 % du TSCR total) (Figure 19).

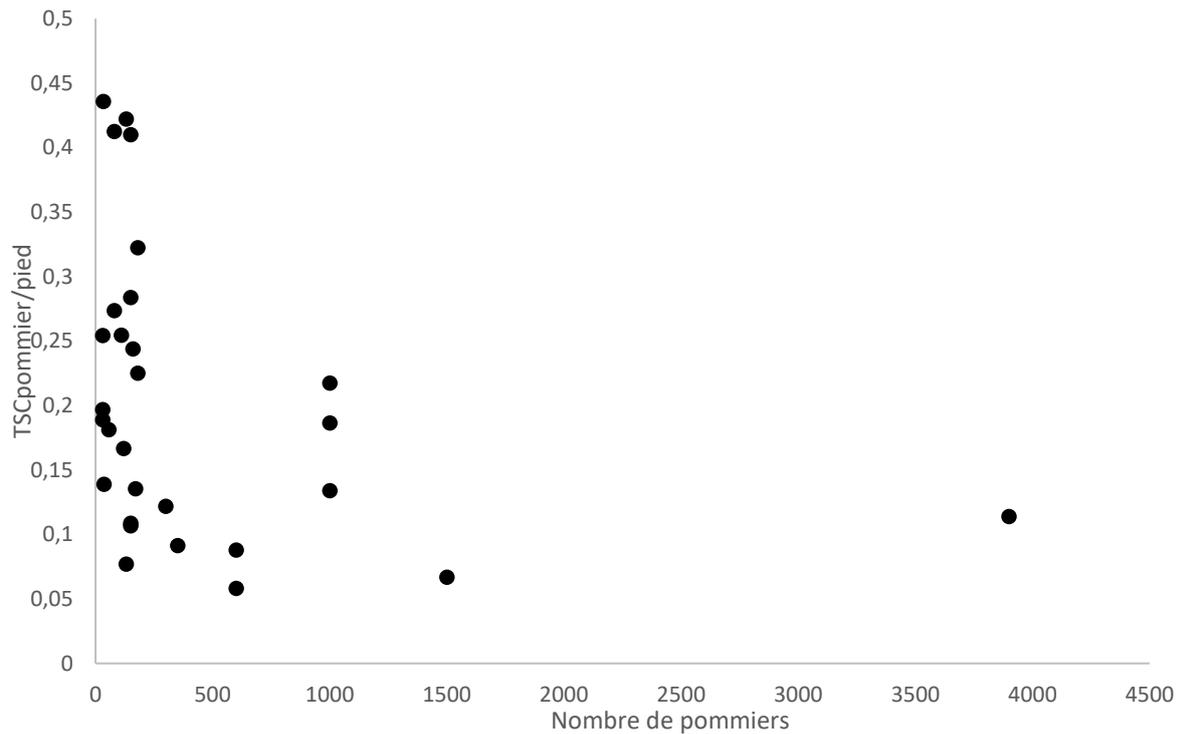


**Figure 19. Contribution de chaque culture au temps de Travail Saisonnier sur les Cultures de Rente (TSCR)**

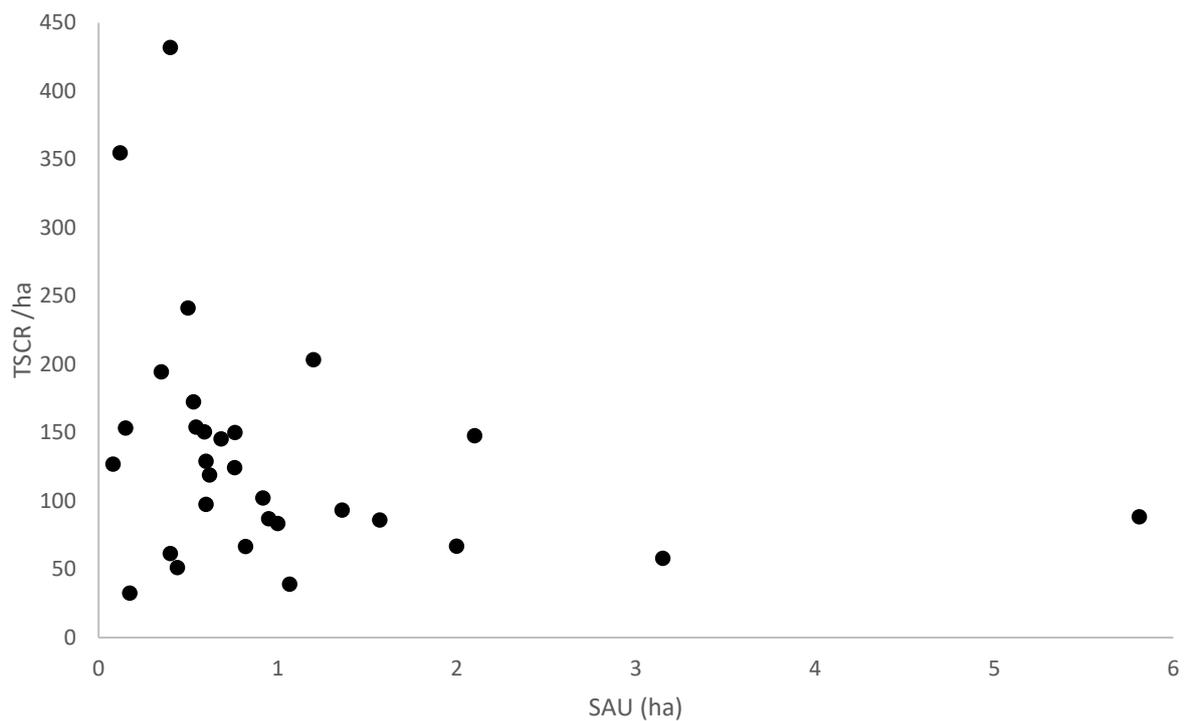
Un ha de céréales nécessite en moyenne 77,5 jours de travail par an, ce qui est plus élevé que ce que rapporte Ouidat (2021) en zones oasiennes (45 jours). Pour le maraîchage, ce sont 83,8 jours qui sont nécessaires par ha, valeur dépassant aussi largement celle de Ouidat (2021) (28,3 jours). Ces différences peuvent être expliquées par la nature géographique de la zone qui pose des contraintes de l'exiguïté du foncier et de son morcellement prononcé, impliquant davantage de travail manuel pour l'agriculteur. Par ailleurs, Sraïri et Ghabiyel (2017) ont rapporté une valeur de 4,2 jours par ha de céréales, largement inférieure à celle trouvée dans cette étude. Ceci peut être expliqué par le fait que leur recherche était menée dans le périmètre du Gharb, où la majorité des opérations culturales sont mécanisées, à la différence de notre terrain, où les caractéristiques du foncier limitent les possibilités de mécanisation.

Par ailleurs, le travail consacré au pommier nécessite un volume de temps de 0,2 jour/arbre.an. Cette efficacité s'explique par l'association fourrages-pommier qui supprime le désherbage des pommiers pour certaines exploitations. En outre, la vente sur pied adoptée par d'autres exploitations économise le temps consacré à la récolte des fruits.

Outre les économies d'échelle qui existent, certaines décisions prises par l'exploitant (par exemple la vente sur pied ou la récolte puis vente au marché) affectent le temps du TSCR en plus des techniques culturales adoptées (Figures 20 et 21).



**Figure 20: Distribution du TSC du pommier en fonction du nombre de pommiers**



**Figure 21. Distribution du TSCR/ha en fonction de la SAU**

### **III. Bilan Travail**

#### **1. Temps de travail total dans les exploitations (TT)**

Le temps de travail total moyen dans l'échantillon étudié est de 291,9 jours par an, soit 289,5 jours par ha et par an. Ce chiffre est largement supérieur à celui de Sraïri et Ouidat (2022)

qui est de 162 jours/ha/an. Cette différence est due à l'adoption de la mécanisation dans les oasis à palmier, contre un travail exclusivement manuel dans les zones de montagne (notamment pour les moissons).

Le temps de travail varie en fonction de la structure de l'exploitation (SAU et UGB), les décisions prises, le type de réalisation des travaux ainsi que la nature de la main d'œuvre et sa qualification.

Le travail d'astreinte occupe 57,2 % du travail total, ce qui montre l'importance de l'élevage dans les populations d'oasis de montagne. Cette valeur est supérieure à celle rapportée par Sraïri et Naqach (2022) - 43,7 % - ainsi que celle de Ouidat (2021) - 48,8 % - dans le contexte des oasis à palmiers dattiers. Toutefois, elle reste inférieure à celle de Sraïri et Bentahar (2021) qui est de 75 %. Il convient tout de même d'indiquer que la valeur trouvée varie de 13,3 (Exploitation n°23 spécialisée en pommiers avec 3900 arbres et un cheptel limité de 1,86 UGB ovines) à 89,8 % (Exploitation n°24 spécialisée en élevage ovin sédentaire de race D'man avec un cheptel de 5,11 UGB). Il existe ainsi une variabilité prononcée du travail total inter exploitations (Figure 22).

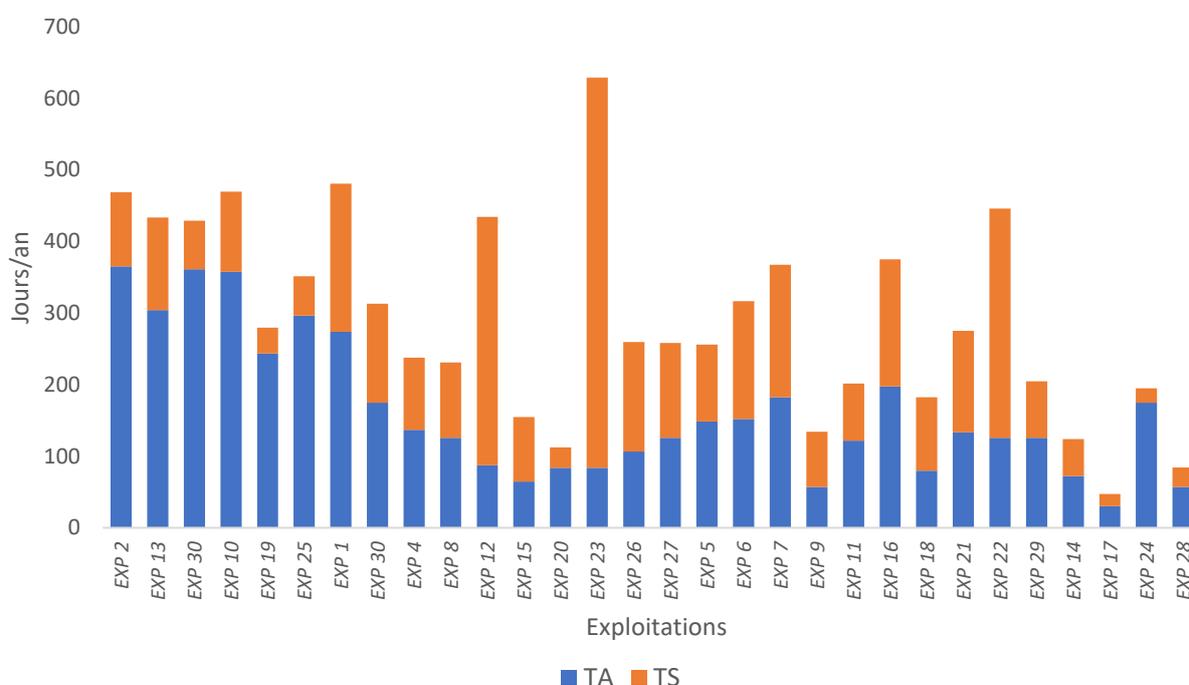


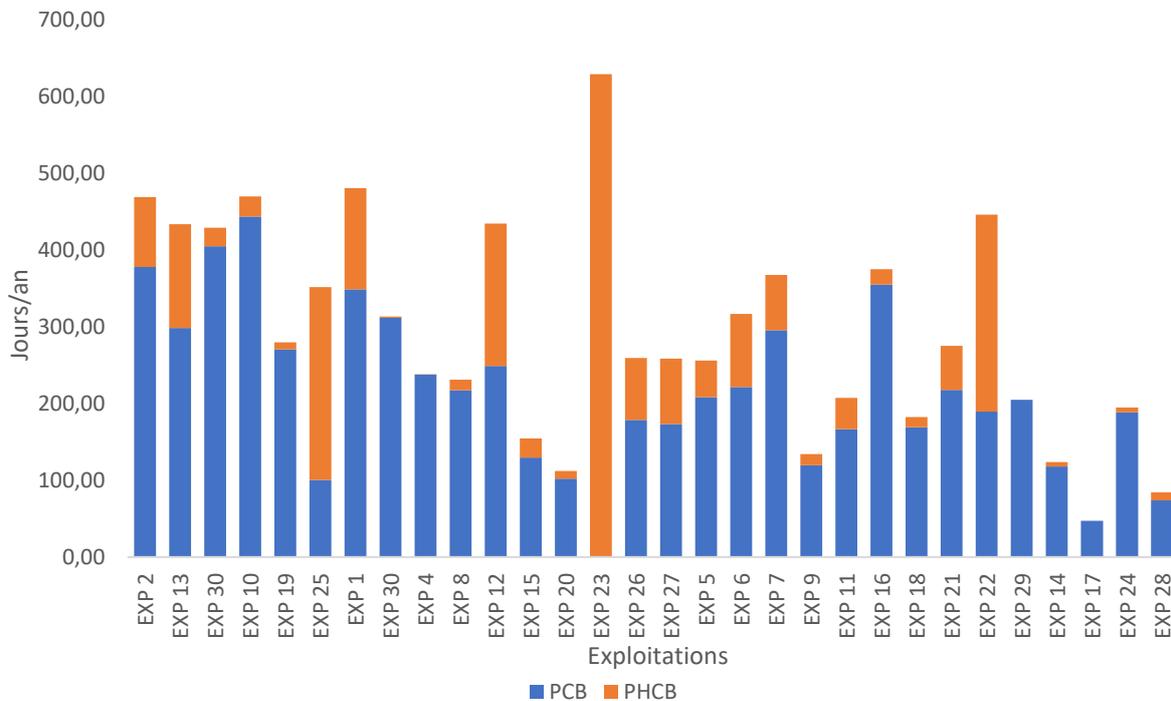
Figure 22. Parts du TA et du TS dans le TT

## 2. Autonomie des exploitations vis-à-vis du travail total

La main-d'œuvre familiale s'occupe de la majorité des tâches au sein de l'échantillon d'étude. Cette part représente en moyenne 79,6 % du temps alloué au travail total, variant entre 0 (exploitation n°23 dont les membres de la famille en âge de travailler sont tous absents) et 100 % au niveau des exploitations n°29 (justifiée par la disponibilité de l'ensemble des frères qui prennent en charge le travail lié au pommier et aux céréales - avec une SAU totale de 0,6 ha -) et n°17 (SAU limitée de 0,175 ha et un cheptel de 0,34 UGB).

Ceci est dû à l'importance de la main d'œuvre familiale dans la réalisation du travail d'astreinte (92,5 % du TA total) ainsi que du travail de saison (65,5 % du TS total). Par conséquent, ces

résultats montrent l'importante autonomie des exploitations vis-à-vis du travail. Toutefois, il existe certaines exceptions, comme le cas de l'exploitation n°23 déjà citée, et l'exploitation n°25 (23,1 % du TA total) en raison du recours à un berger pour la transhumance pratiquée toute l'année (Figure 23). De même, l'exploitation n°22 enregistre un pourcentage d'autonomie limité d'à peine 20,0 % du TS réalisé par les PCB, à cause de l'important effectif de pommiers (1 000 arbres) et à la SAU relativement élevée de 1,2 ha dont la moitié est occupée par des céréales.



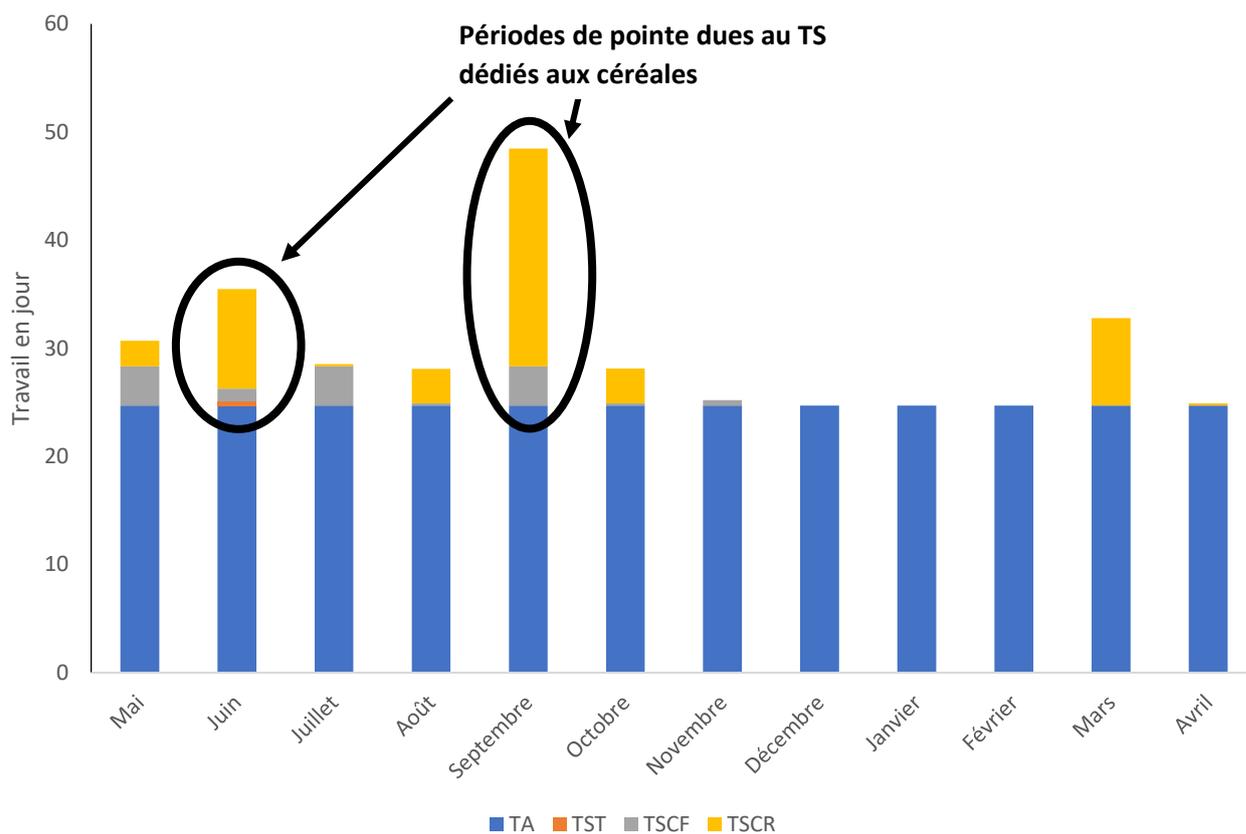
**Figure 23: Temps de TT par type de main d'œuvre**

Les PCB travaillent en moyenne 213,9 jours/an, soit une moyenne de 57,1 jours/an par personne de la cellule de base. Cette valeur oscille entre 0 et 147,8 jours/an. Ceci est inférieur à ce que rapportent Sräiri et Naqach (2022) (111,5 jours/an par personne), ainsi que Ouidat (2021) (76,3 jours/an/personne de CB). Cette valeur est aussi inférieure au résultat trouvé dans la plaine du Saïss par Sräiri et al. (2013) (247 jours par an pour les exploitations à 1 PCB et 118 jours par an pour les exploitations à au moins 2 PCB). Ces différences montrent l'ampleur du désœuvrement dans les oasis de montagne, expliqué par l'exiguïté des surfaces, le type de climat qui impose de longues périodes hivernales d'arrêts de travaux, ainsi que la composition de la cellule de base des exploitations. En revanche, il faudrait noter qu'il existe une variabilité au niveau des membres de la CB, en d'autres termes les tâches sont réparties par genre. Les femmes sont impliquées pleinement dans les travaux d'astreinte pratiquées au domicile (traite des vaches, alimentation et abreuvement des animaux ...) ou dans les parcelles avoisinantes (fauche des fourrages et le désherbage des cultures), tandis que les hommes se chargent des tâches hors du domicile, et qui demandent des efforts physiques, comme les interventions sur les cultures (travail du sol, fertilisation, irrigation...) ainsi que la commercialisation de leurs produits.

### 3. Répartition du TT des exploitations sur l'année

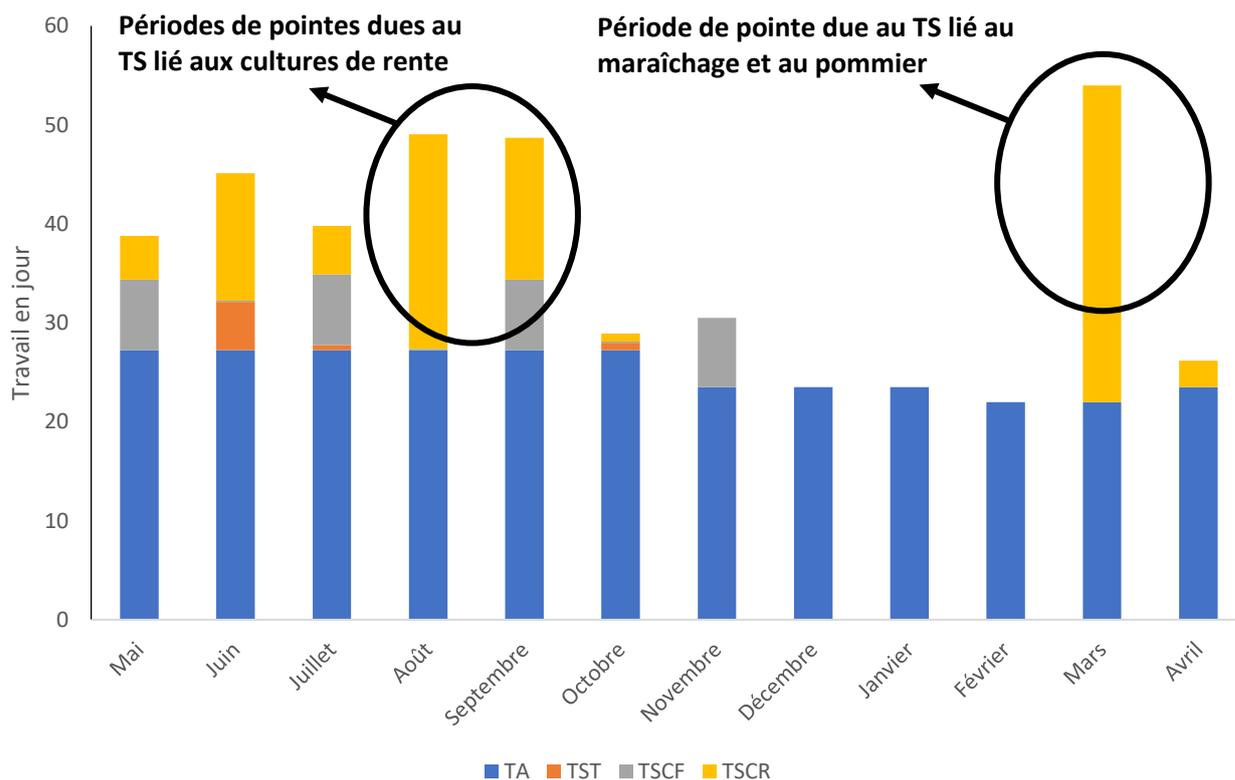
La représentation temporelle du temps de travail total des exploitations étudiées est en profil en forme de « U ». Ce profil varie en fonction de l'activité d'élevage adoptée (mobilité et troupeau sédentaire, ou troupeau sédentaire uniquement), ainsi que les spéculations pratiquées. Généralement le profil se caractérise par deux périodes de pics de volume de travail : Mai et Juin, puis Août et Septembre, auxquelles on peut parfois ajouter le mois de Mars. Tous les cas se caractérisent par une relative stabilité du travail d'astreinte (sauf que lorsque les vaches sont toutes tarées, ce qui enlève la durée de travail nécessaire à la traite), tandis que le travail saisonnier est beaucoup plus variable, selon l'assolement pratiqué et les techniques réalisées pour la conduite des cultures. Ce type de profil correspond à des périodes basses pendant l'hiver contre des périodes de TT élevé pendant l'été. Ceci rejoint les conclusions de recherches réalisées dans le Haut Atlas, dans la zone du Toubkal (Goldberg et al., 2021), et ceux dans les oasis à palmiers dattiers (Sraïri et Naqach, 2022). L'augmentation du temps du travail au cours du mois de Juin est due à la moisson et au battage des céréales. Elle s'explique aussi en Septembre par la récolte du pommier, ainsi que le labour et l'épandage de fumier en prévision aux semis des céréales. L'hiver correspond aux périodes basses où le climat impose un arrêt d'intervention sur les cultures. La reprise du travail en Mars correspond à la taille du pommier et aux tâches qui lui sont liées (ramassage du bois de taille, traitement par l'huile minérale et le cuivre). Le travail d'astreinte connaît, en comparaison, de plus légères variations, et peut être stable toute l'année (cas des éleveurs qui pratiquent la transhumance toute l'année). Ainsi, les exploitations étudiées sont approximativement réparties sur les 3 types de chronogramme (Figures 24, 25 et 26) ; ces différences de répartition de travail étant en premier lieu dépendantes des cultures pratiquées et du capital foncier mis en valeur par les exploitants. Elles s'expliquent aussi par la taille du cheptel, en particulier les vaches dont la présence nécessite des travaux supplémentaires.

La figure 24 montre la répartition mensuelle du travail total avec pour exemple une exploitation qui dispose d'un troupeau transhumant (ovins de la population Tirhaline et caprins de parcours) et d'un autre sédentaire (ovins de race D'man) (exploitation n°25). Ce cas illustre une transhumance qui est pratiquée toute l'année : de Mai à Septembre le troupeau est acheminé vers la zone de Zaouiat Ahansal (Province d'Azilal). Entre Septembre et Mai, il se déplace en aval de la vallée vers le Jbel Saghro.



**Figure 24. Chronogramme de la répartition mensuelle du travail total de l'exploitation n°25**

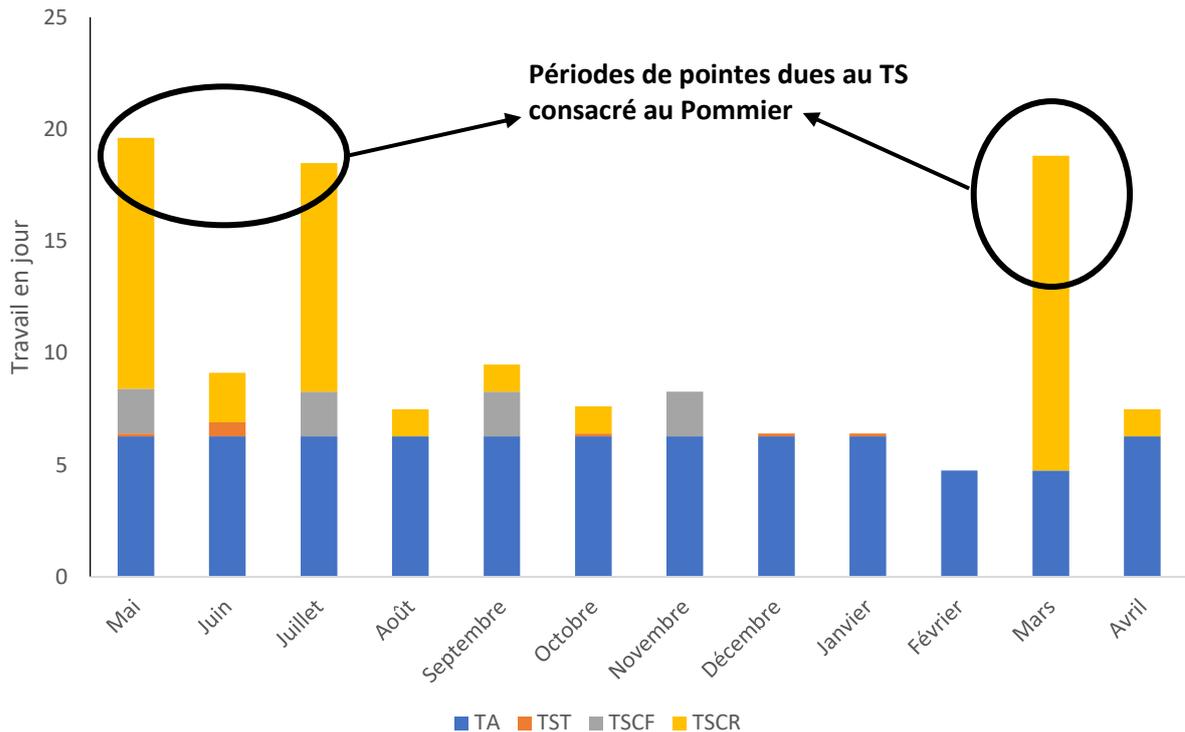
Pour les exploitations disposant de troupeau mobile et sédentaire (ovins Sardi et vaches laitières de type croisé), ainsi que le pommier associé à la luzerne, aux céréales et aux pommes de terre, le chronogramme du TT affiche des pointes encore plus distinctes à certaines périodes de l'année, notamment en Mars et Août (Figure 25). Ceci s'explique par l'existence du pommier et aussi de la pomme de terre qui sont très chronophages. Le mois de Mars correspond aux travaux de taille du pommier ainsi que l'application de traitements phytosanitaires (huile minérale blanche et cuivre), ainsi que les travaux de sol accompagnés de l'épandage du fumier pour la plantation de la pomme de terre. Le mois d'Août correspond à la récolte de cette dernière. En outre, l'exploitant pratique la transhumance hivernale dans la région du Souss (distante de plus de 500 km), et en été il amène son troupeau à l'agdal de la tribu d'Aït Marghad située dans la zone de « *Tikerzi* » (Pâturage pendant la journée, et retour vers le village au soir). Il est à noter que la diminution du temps de travail entre Octobre et Novembre est due au fait que la transhumance hivernale est assurée par un berger, qui accompagne les troupeaux de 2 autres exploitants, ce qui fait que la durée de travail est répartie entre ces trois éleveurs, tandis qu'en été l'exploitant s'occupe lui-même de l'accompagnement de son troupeau à l'agdal. Ainsi, une majorité d'exploitations (24) suivent approximativement le même chronogramme de travail que l'exploitation n°13.



**Figure 25. Chronogramme de la répartition mensuelle du travail total de l'exploitation n°13**

Pour les exploitations à troupeau uniquement sédentaire, et pratiquant uniquement l'arboriculture (pommier) avec la luzerne en association, le profil est caractérisé des périodes de pointe distinctes, à cause de l'absence des céréales et du maraîchage. Le pic de travail en Mars est lié à la taille du pommier, le ramassage du bois et les traitements phytosanitaires. Tandis qu'en Mai et Juillet, ce sont les travaux de fertilisation, d'épandage de fumier et de traitements phytosanitaires qui expliquent la pointe de travail. La vente sur pied permet d'éviter la pointe de travail en Septembre (Figure 26). Trois autres exploitations ont le même chronogramme que celui de l'exploitation n°14.

Généralement, le semis des céréales se fait en Septembre pour s'assurer que les graines sont enfouies dans le sol avant les chutes de neige ; les graines germent après la fonte des neiges en février. La taille du pommier est surtout réalisée en Mars (au sortir de la dormance hivernale).



**Figure 26. Chronogramme de la répartition mensuelle du travail total de l'exploitation n°14**

#### **4. Le temps disponible calculé pour les personnes de la cellule de base (TDC)**

Le TDC est le temps qui reste aux PCB après avoir réalisé toutes les opérations relatives aux travaux d'astreinte ainsi qu'aux travaux saisonniers. Ce temps est consacré aux autres activités, notamment la comptabilité, gestion administrative, activités rémunérées, associatives ou privées ainsi qu'au temps libre.

Le TDC doit être supérieur à 1 000 heures par an et par PCB (Beguin et al., 2010). Ainsi, il s'est révélé que toutes les exploitations ont un TDC dépassant 1 000 heures par personne de CB, ce qui les rend en situation aisée relativement à ce paramètre. Le TDC annuel moyen de l'échantillon étudié est de 1 754,2 heures/an par PCB qui est très proche de celui de Naqach (2020) atteignant 1 757,8 heures pour les exploitations de polycultures-élevage mais inférieur à celui de Ouidat (2021) (1 866,7 heures). Dans toutes les exploitations, ce paramètre est supérieur à 1 000 heures par PCB et par an, variant entre 1 140,9 et 2 512 heures/an. Ceci équivaut à un TDC journalier de 4,81 heures/jour/PCB (4,8 heures mentionnées par Naqach, 2020). On en conclut que les personnes de la cellule de base ont assez de temps pour effectuer d'autres activités outre le travail agricole dont la rémunération reste relativement limitée. Par ailleurs, cela démontre l'important désœuvrement dans le secteur agricole, rejoignant les écrits de Pascon (1980), Sraïri (2002) et Agénor et Aynaoui (2003) au Maroc, Abaab et al. (1999) en Tunisie, et dans tous les pays du Maghreb (Abaab et al., 1995). Ceci illustre l'impossibilité pratique pour l'agriculture d'être une locomotive de développement économique du pays, en raison de la précarité des revenus qu'elle octroie et de leur aléa absolu.

## 5. Productivité économique des différents types de travail dans les exploitations

Pour calculer les marges brutes des cultures et de l'élevage, il faut tout d'abord déterminer les charges et les revenus de chaque composante. Pour les cultures, les marges correspondent aux prix de vente des produits multipliés par les quantités vendues ou autoconsommées, moins les charges totales de production, mais en considérant la main-d'œuvre familiale comme gratuite. Pour l'élevage, les marges correspondent au prix de vente des produits (animaux et fumier) multipliés par les quantités vendues ou autoconsommées (en d'autres termes les produits autoconsommés sont considérés comme achetés sur le marché) moins les charges de production, excepté la main-d'œuvre familiale considérée comme gratuite.

Il faudrait indiquer que comme les fourrages semés sont le plus souvent associés aux pommiers, on les considère comme coproduits gratuits du pommier. De même pour les pailles de céréales considérées comme coproduits gratuits des grains.

Après l'analyse des résultats, il s'est avéré quand dans le contexte des oasis de montagne, l'élevage occupe une place importante dans les revenus des exploitations agricoles (Figure 27), puisqu'il contribue à lui seul à près de la moitié de la marge brute totale dans 17 exploitations, tandis que dans les 13 exploitations restantes la marge brute des cultures dépasse celle de l'élevage.

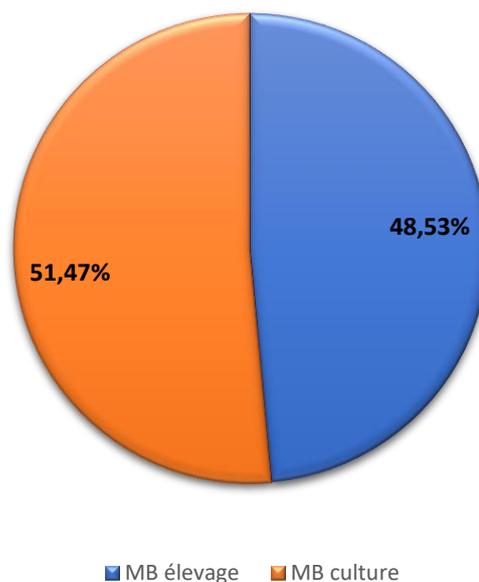


Figure 27. Répartition de la marge brute totale entre l'élevage et les cultures

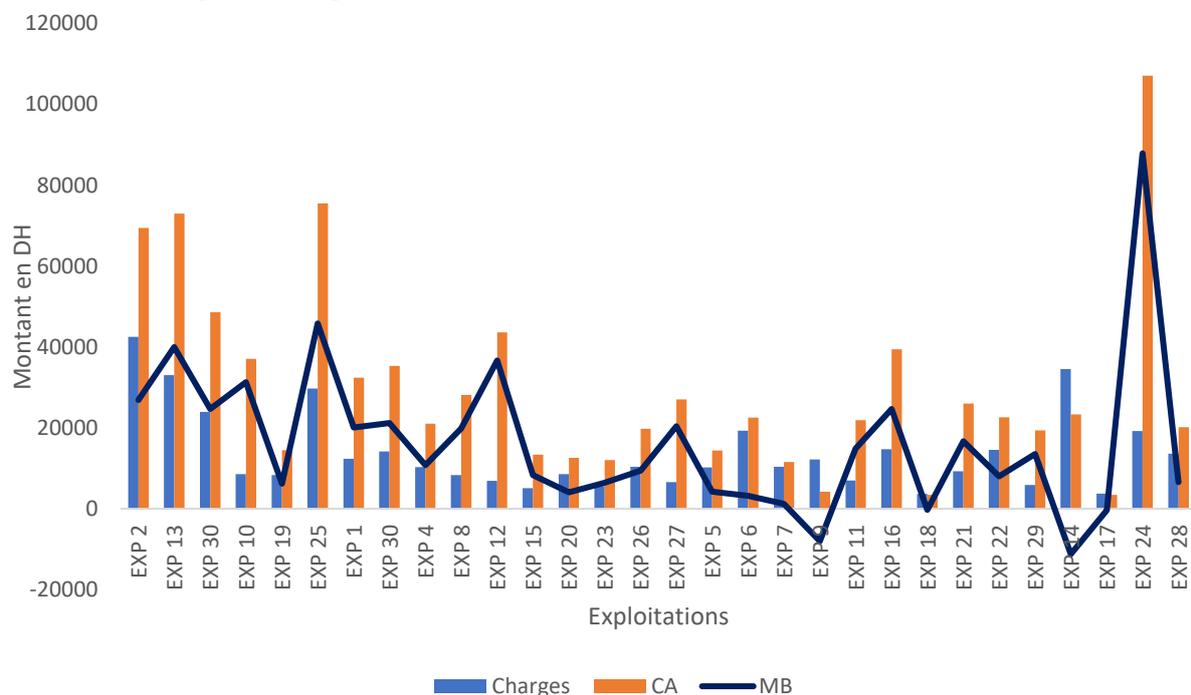
### 5.1. Marges brutes de l'élevage

En moyenne, les charges de l'élevage atteignent une valeur de 13 753 DH/exploitation, tandis que le chiffre d'affaires total moyen de l'élevage est de 30 095 DH/exploitation, ce qui fait que la marge brute dégagée par les productions animales est positive.

Les marges brutes de l'élevage sont en moyenne de 16 435,4 DH/exploitation, ce qui équivaut à 4 178,7 DH/UGB, valeur supérieure à celle trouvée par Ouidat (2021) (1 940,5 DH/UGB), et encore supérieure à celle de Naqach (2020) (312,9 DH/UGB). Ceci est dû au zéro-pâturage absolu dans les oasis à palmiers, contre le pâturage dans certaines exploitations que nous avons

étudiées, ce qui induit de moindres dépenses alimentaires. En revanche elle est inférieure à celle rapportée par Sraïri et Bentahar (2020) (5 513 DH/UGB), la différence étant expliquée par le renchérissement marqué des aliments concentrés importés au Maroc en 2021/2022 par rapport aux années précédentes. La meilleure MB est enregistrée au niveau de l'exploitation n°24 spécialisée dans l'élevage naisseur/engraisseur d'ovins de race D'man. Ceci est expliqué par l'itinéraire de vente adopté par l'éleveur qui valorise au mieux cette race, en vendant les animaux au marché de Kelaa de M'gouna à des prix élevés.

Au niveau de l'échantillon, la majorité des exploitations réalisent une MB d'élevage positive (26 exploitations) et seules 3 exploitations ont une MB d'élevage négative. L'exploitation n°14 a une valeur de - 275 DH/an, expliquée par une autonomie fourragère limitée (à peine 36,5 % de l'énergie ingérée est issue de l'exploitation) en raison d'une SAU réduite (0,12 ha). L'exploitation n°9 a une marge de - 7 998 DH/an expliquée par la part des aliments concentrés achetés (orge grains, son de blé tendre et pulpe sèche de betterave) dans la ration, (47 % de l'énergie de la ration), alors que le cheptel est composé d'ovins de race locale ayant des performances zootechniques limitées. Par ailleurs, il faut noter que les prix des aliments ont atteint des niveaux très élevés à cause de la sécheresse prononcée et les frais de transport des aliments et des animaux vers la zone. Ces derniers sont dus à l'éloignement des grands marchés ainsi qu'en raison de l'inflation qu'ont subi les carburants. Ces difficultés économiques sont exacerbées par des pratiques d'élevage non raisonnées : rationnement non maîtrisé par la majorité des éleveurs (cas de l'exploitation n°17 dont le bilan énergétique est de 141,8 % et qui montre un excès d'énergie sûrement dû à des carences azotées prononcées). La figure 28 illustre pour les 30 exploitations de l'échantillon d'étude les termes économiques de l'élevage (chiffres d'affaires, charges et marges brutes).



**Figure 28. Charges, chiffres d'affaires et marges brutes de l'élevage dans les exploitations étudiées**

Dans l'exploitation n°9 est enregistrée la marge brute minimale (- 6 248,4 DH/UGB). C'est une exploitation disposant de 11 ovins, dont l'alimentation est en grande partie achetée (grains

d'orge, son de blé et pulpes sèches de betterave, en plus du fourrage acheté une fois les stocks épuisés). La valeur maximale est celle de l'exploitation n°24 (17 200,9 DH/UGB) dont l'élevage est naisseur-engraisseur d'ovins de race D'man destinés à l'Aïd El Adha. Le fumier est aussi en partie vendu afin d'optimiser la rentabilité de l'élevage. Le tableau 6 synthétise les données moyennes de charges, de chiffres d'affaires ainsi que les marges brutes de l'élevage dans l'échantillon d'étude.

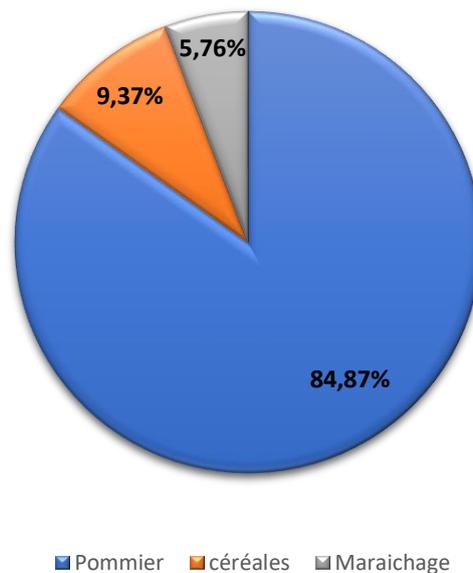
**Tableau 6. Récapitulatif de la structure des marges brutes d'élevage dans l'échantillon étudié**

	<b>Moyenne ± écart-type</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Charges d'élevage	13 752,9 ± 9 800,2	3 675	42 550
Charges d'élevage par UGB	4 502,1 ± 2 806,5	1 366,7	12 577,1
Chiffre d'affaires élevage	30 095,0 ± 23 902,1	3 400	107 100
Chiffre d'affaires/UGB	8 430,3 ± 4 040,6	3 281,2	20 958,9
<b>Marge brute de l'élevage</b>	16 435,4 ± 19 141,7	-11 228,3	87 896,7
<b>MB de l'élevage par UGB</b>	4 178,7 ± 4 424,5	-6 248,4	17 200,9

## 5.2. Marge Brute du pommier

Le pommier occupe une place importante dans l'économie des systèmes agricoles des oasis de montagne du Maroc. Au niveau de l'échantillon d'étude, le pommier représente en moyenne une marge brute totale de 14 792,91 DH/an par exploitation, soit 84,9 % de la marge brute des cultures de rente (Figure 29). Cependant, 3 exploitations ont une marge brute du pommier négative : les n°30, 10 et 9. Pour l'exploitation n°10, l'exploitant ne bénéficie pas de la production, car la culture est en mode de faire-valoir indirect, et seul le propriétaire bénéficie de cela même si l'exploitant assume la moitié des frais d'entretien de la culture ; il prend en contrepartie toute l'herbe de prairie ainsi que la moitié de la production des céréales en association aux pommiers. **La situation de cette exploitation est particulière, toutefois nous l'avons comptabilisée dans les calculs.** Pour les exploitations n°30 et 9, la marge négative est expliquée par la grêle qui est survenue en période de grossissement des fruits ce qui a affecté les rendements, outre l'âge avancé des arbres.

Rapporté à l'arbre, la MB du pommier est de 42,3 DH, oscillant entre - 15,97 et 237,76 DH. Le minimum est enregistré au niveau de l'exploitation n°10, où l'agriculteur ne profite pas de la production du pommier car ce sont des parcelles exploitées en métayage. Le maximum est enregistré au niveau de l'exploitation n°28, ayant 100 % des arbres de la variété Royal Gala plus chère que la Golden Delicious (prix « départ ferme » de 3,5 à 4 DH le kg pour la Golden contre 7 à 8 DH le kg pour la Royal Gala), la pollinisation étant assurée par des pommiers Golden Delicious disposées dans les parcelles voisines. Les traitements phytosanitaires sont réalisés moyennant un atomiseur tracté qui améliore l'efficacité du traitement des arbres, ainsi que l'utilisation d'engrais de synthèse en plus du fumier, et de la luzerne en association qui améliore la fertilité du sol par la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique.



**Figure 29. Parts du pommier, des céréales et du maraîchage dans la rentabilité des cultures**

Au niveau de l'échantillon étudié, 40 % des exploitations préfèrent la vente des pommes sur pied car les producteurs ne trouvent aucun intérêt dans la vente après stockage dans l'unité locale de réfrigération ou après la récolte. Le mode de vente sur pied leur épargne les frais de la récolte et de stockage dans cette unité, ce qui peut ne pas être en faveur des producteurs, puisque le prix est fixé par l'intermédiaire. Néanmoins, 43 % des exploitations procèdent à la vente après récolte, les agriculteurs stockent une partie de leur production en vrac près des vergers, enrobée de bâches en plastique ou dans des locaux moins éclairés, et ce, en attendant une bonne opportunité de vente (augmentation des prix). Une minorité (17 %) d'exploitants opte pour la vente après stockage dans l'unité frigorifique installée par l'ORMVAO. Cette voie de commercialisation des pommes impose cependant des dépenses supplémentaires liées à la location des caisses et le stockage réfrigéré (de septembre à Avril), qui s'élèvent à environ 1 DH/kg stocké.

### 5.3. Marges brutes des céréales et des cultures maraîchères

Les céréales engendrent une marge nette de 1 632,4 DH/exploitation en moyenne, soit 9,4 % de la MB des cultures de rente, tandis que le maraîchage atteint une valeur de 1 004,5 DH/exploitation en moyenne, soit 5,8 % de la marge brute des cultures de rente.

#### Céréales

Rapportée à l'hectare, la marge brute des céréales est en moyenne de 3 956,7 DH/ha, assez comparable avec la valeur 4 410 DH/ha rapportée par (Sraïri et al., 2019), et largement inférieure à celle de Sraïri et Bentahar (2020) (6 869 DH/ha). Elle varie de - 1 043 à 19 406 DH/ha. Elle est négative au niveau de 2 exploitations. La valeur minimale est enregistrée dans l'exploitation 19 (- 1 043 DH/ha) et s'explique par l'absence de fertilisation de la parcelle ainsi que l'infestation des parcelles par les mauvaises herbes, aggravée par l'absence du désherbage. L'exploitation n°11 a aussi enregistré une marge négative des céréales (- 360 DH/ha) à cause du fort recours aux PHCB (57 % du Travail dédié aux céréales), de la compétition imposée par l'association avec le pommier, ainsi que l'usage de semences non sélectionnées impliquant de faibles rendements. Les céréales sont destinées à

l'autoconsommation et/ou au bétail (l'orge pour le bétail, et les blés tendre et dur pour l'autoconsommation humaine), tandis que la paille est soigneusement stockée et intégralement destinée au bétail, surtout lors de la période de soudure hivernale.

### **Maraîchage**

La culture maraîchère qui domine dans les exploitations est la pomme de terre. En moyenne, le maraîchage atteint une MB moyenne de 9 164,9 DH/ha, et il est surtout destiné à l'autoconsommation. Le minimum est enregistré dans l'exploitation n°27 (- 6 458,33 DH/ha), qui cultive la pomme de terre, ainsi que le safran. Ce résultat négatif s'explique par la maîtrise limitée de la conduite technique du safran en plus de la superficie importante qu'il occupe (0,4 ha). Les compétences limitées de la main d'œuvre externe mobilisée, et la non utilisation de fertilisants et de traitements phytosanitaires, expliquent en effet une production médiocre en stigmates (vendus par gramme) au niveau de l'exploitation. Par ailleurs aucun produit phytosanitaire est n'appliqué à la pomme de terre, ce qui a diminué ses rendements à cause des ravages causés par la courtilière '*Gryllotalpa gryllotalpa*' qui attaque les tubercules de pomme de terre.

Le tableau 7 illustre les marges brutes des différentes cultures de rente.

**Tableau 7. Récapitulatif des MB des cultures de rente**

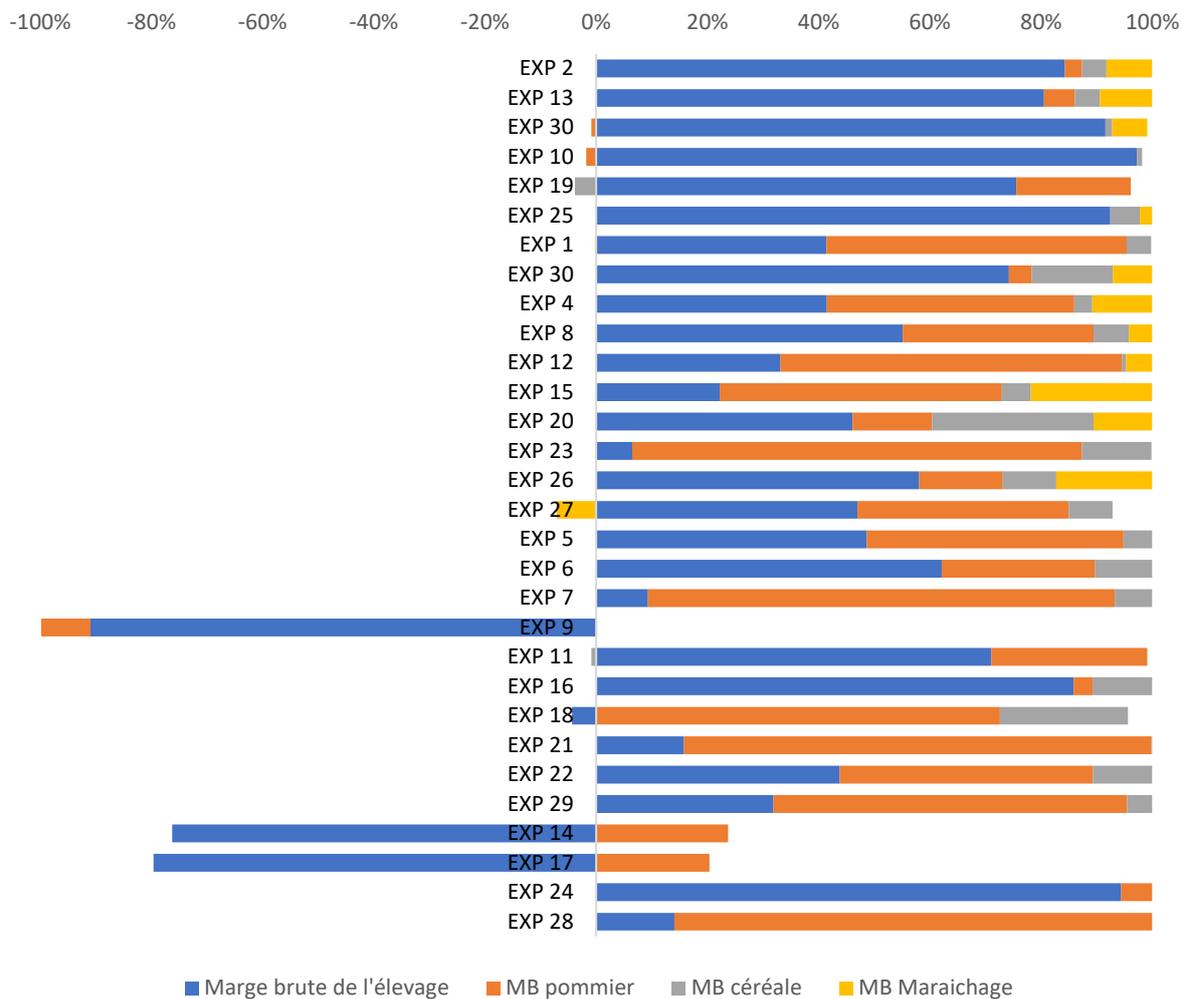
		<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	Minimum	Maximum
Pommier	<b>MB totale</b>	14 812,2 ± 23975,0	- 780	88 923,6
Céréales	<b>MB totale</b>	1 632,4 ± 2 362,6	- 313	12 420,0
Maraîchage	<b>MB totale</b>	1 004,5 ± 2102,2	- 3 100	8 158,7

### **5.4. Répartition du revenu agricole total**

L'élevage constitue la principale source de revenu au niveau des exploitations agricoles des oasis montagne : les résultats ont révélé que cette activité contribue à 48,5 % du revenu agricole des exploitations. Bien évidemment, l'élevage occupe une importance majeure dans l'économie des zones de montagne, il s'agit de la valorisation de l'eau pluviale et de la neige par le biais des parcours (pour les troupeaux mobiles), et aussi par les parcelles consacrées aux prairies naturelles « Almou » qui ne sont pas irriguées mais qui dont les productions sont fauchées et amenées au bétail. En outre, la valorisation concerne les coproduits des cultures (pailles en premier lieu) ainsi que les sous-produits du pommier, notamment les écarts de triage des fruits. A partir de cela, l'atelier élevage fournit des produits de haute valeur ajoutée (lait et viande), et contribue à la sécurité alimentaire de la population, sans oublier le fumier qui garantit la restitution de la fertilité des sols. Le fumier constitue aussi pour certains agriculteurs une alternative efficiente et gratuite aux fertilisants industriels dont les prix ont connu une augmentation marquée en 2022, suite au conflit armé en Ukraine. Il en va de même pour la luzerne, dont l'importance pour la fourniture d'azote aux animaux est cruciale mais qui contribue aussi à l'entretien de fertilité des sols par la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Cette place qu'occupe l'élevage dans les oasis de montagne correspond parfaitement à la place que lui attribuent les agriculteurs, qui l'appellent localement « *taggount n'ihfa* » (littéralement pilier contre la pauvreté). Ceci rejoint les écrits de Duteurtre et Faye (2009) qui considèrent l'élevage comme « la richesse des pauvres ». C'est une activité qui

assure la résilience des populations des montagnes marocaines, malgré les besoins importants de travail. Le pommier contribue à 84,9 % dans les marges brutes des cultures, il est par conséquent la principale culture de rente au niveau de l'échantillon d'étude. Par ailleurs, il représente 43,7 % du revenu agricole total des exploitations. La céréaliculture contribue à 4,8 % du revenu agricole totale, elle est destinée à l'autoconsommation et renforce la sécurité alimentaire des ménages. Les cultures maraichères ne contribuent par ailleurs qu'à 3,0 % en moyenne.

Les résultats obtenus montrent les contraintes que pose le foncier agricole, qui limite le développement des cultures, notamment le pommier, dont la situation est difficile à cause des tailles très petites des exploitations ainsi que le fort morcellement du foncier agricole. En revanche, l'élevage – dans sa composante pastorale – peut dépasser de ces contraintes grâce aux vastes parcours servant de pâturage pour les animaux. En outre, le pommier s'avère fragile face aux aléas climatiques (gelées printanières et grêle), pouvant entraîner des pertes de production, puisque les dispositifs de protection contre ces aléas sont absents. Les personnes enquêtées ont aussi affirmé que la zone commence à connaître aussi un manque d'eau en été (Juin-Juillet) coïncidant avec des périodes de grands besoins, ce qui affecte la production car les parcelles sont basées sur l'irrigation gravitaire par les eaux provenant de l'Oued Dadès. La figure 30 synthétise la répartition des marges brutes entre les différentes activités pratiquées par les exploitations.



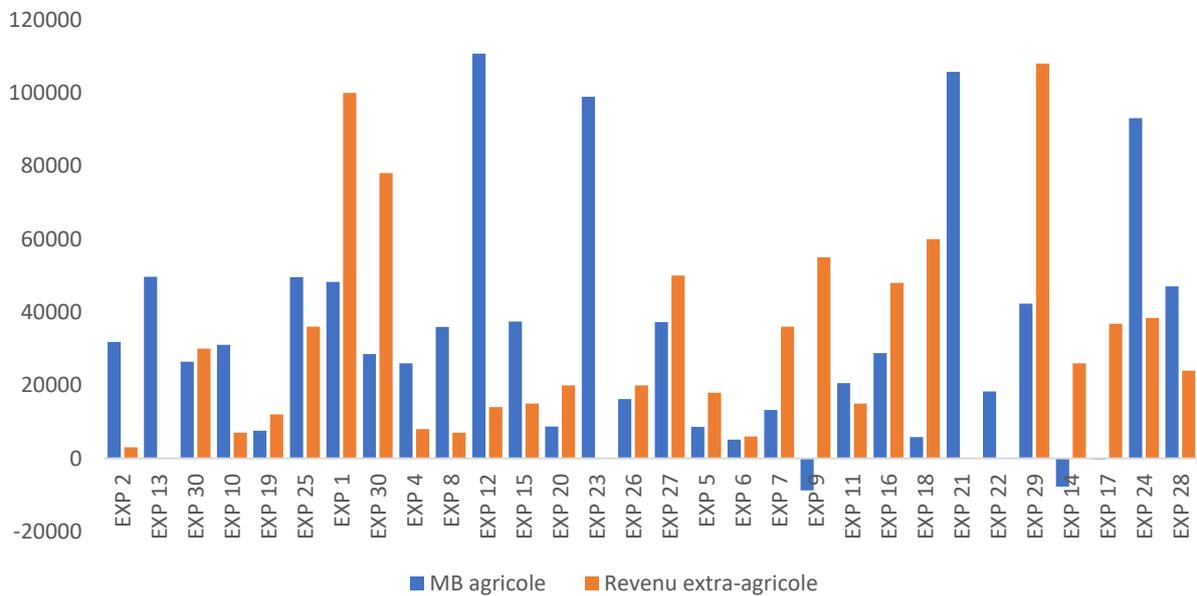
**Figure 30. Répartition du revenu agricole total des différentes exploitations étudiées**

### 5.5. Revenus extra-agricoles

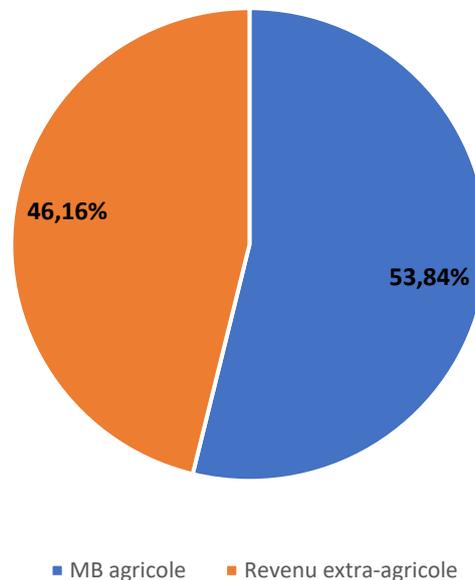
La majorité des exploitations (26/30 exploitations) comptent aussi sur des revenus extra-agricoles provenant de membres de la famille installés dans d'autres villes, des migrants à l'étranger, et/ou de travaux non-agricoles réalisés dans la zone d'étude (commerce, BTP, transport public, ...). En moyenne, 2,41 personnes/exploitation ont des revenus extra-agricoles, 64,3 % étant représentés par des jeunes (en dessous de 30 ans), tandis que 35,7 % sont représentés par des personnes ayant un âge entre 30 et 60 ans. Par ailleurs, toutes les personnes ayant un revenu extra-agricole au niveau de l'échantillon sont des hommes.

Les trois exploitations ayant une MB agricole négative (à savoir les exploitations n°9, 14 et 17) bénéficient de revenus extra-agricoles à l'ordre de 55 000, 26 000 et 36 800 DH/an, respectivement. Ce qui montre l'importance de cette source de revenus dans la continuité des exploitations agricoles et leur résilience. La moyenne des revenus extra-agricoles est de 29 040 DH/an et par exploitation, cette moyenne varie entre 0 et 108 000 DH/an (Figure 31). En moyenne, le revenu extra-agricole contribue à 46,16 % du revenu total des exploitations, ce qui explique son importance au niveau de l'économie des ménages (Figure 32). Ainsi, ces activités

représentent un salut de cette zone comme l'ont affirmé Abaab et al. (1995) dans leur caractérisation des exploitations agricoles familiales au Maghreb. Ces revenus extra agricoles permettent de réduire la pression démographique et la pression sur ses ressources naturelles limitées, et contribuent à la résilience des ménages ruraux.



**Figure 31. Répartition du revenu total entre MB agricole et revenu extra-agricole**



**Figure 32. Contribution de la MB agricole et du revenu extra-agricole dans le revenu total des exploitations**

## 5.6. Analyse de l'efficacité du travail dans l'échantillon étudié

### 5.6.1. Efficacité du facteur travail

L'efficacité du travail indique le travail consacré à chaque production. Le TA, le TST et le TSCF seront rapportés par UGB (Figure 33), tandis que le TSCR par hectare de culture de rente (Figure 34).

Après analyse des résultats, le travail en élevage est positivement corrélé aux effectifs en UGB, avec une corrélation hautement significative (au niveau 1 %). De même, le travail de saison dédié aux cultures de rente est positivement corrélé à la SAU occupée par ces cultures, la corrélation étant significative au niveau 1 %.

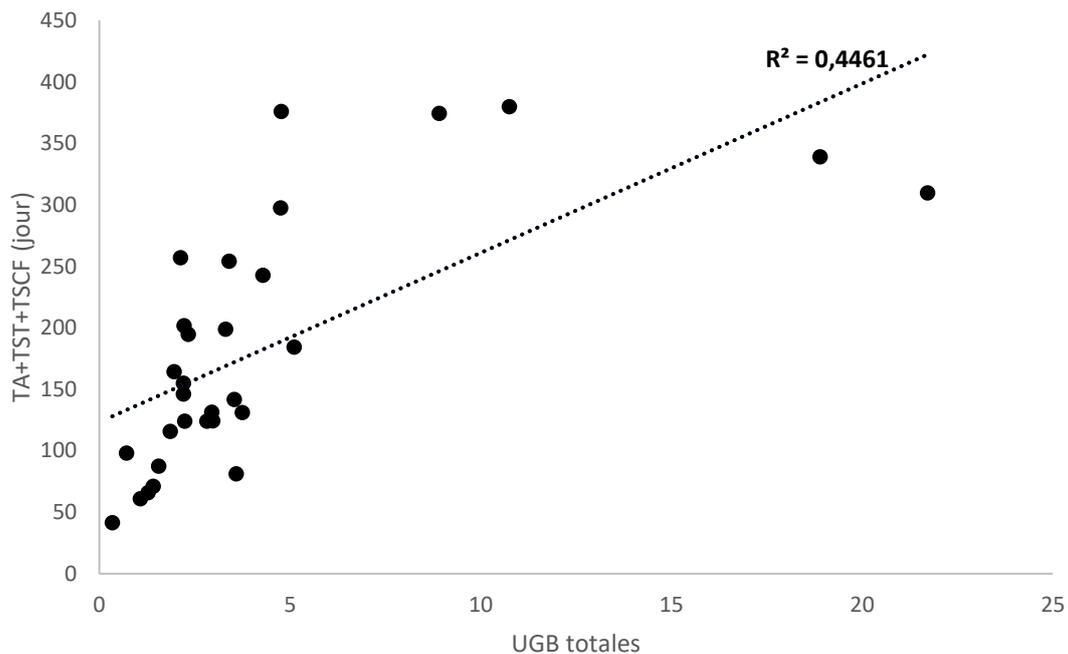


Figure 33. Travail dédié à l'élevage en fonction des UGB totales

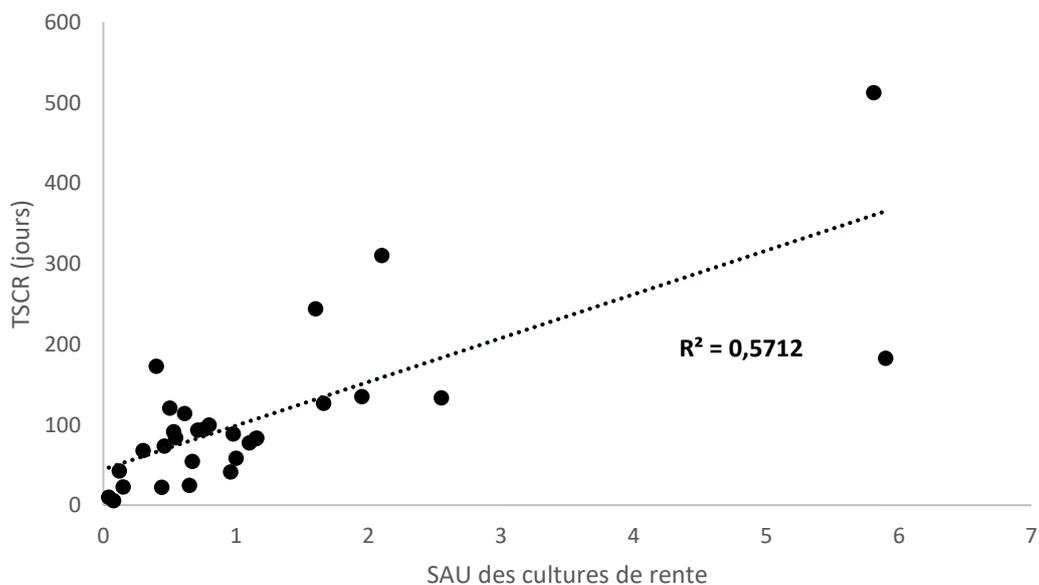


Figure 34. Travail de saison dédié aux cultures de rente en fonction de leur superficie

### 5.6.2. Efficience économique du facteur travail

L'analyse de la MB par rapport au travail dans chaque exploitation permet d'évaluer l'efficience de ce facteur. L'efficience économique du travail en élevage est calculée en rapportant la MB générée par l'élevage au volume total de temps mobilisé pour les tâches relatives aux troupeaux, à savoir le TA, TST et TSCF. Pour les cultures de rente, c'est la MB des cultures rapportée au TSCR.

L'efficience du travail total dans les exploitations a atteint une moyenne de 124 DH par jour de travail, cependant il existe une grande disparité (Figure 35). L'exploitation n°9 a une MB totale de -8 763 DH/an correspondant à - 65,35 DH/jour de travail, l'exploitant étant un gérant d'une société de BTP, et ainsi il n'est pas suffisamment intéressé par l'agriculture ce qui explique les marges négatives enregistrées. Quant à l'exploitation n°14, la MB totale y est de - 7 738 DH/an, expliquée par la SAU limitée imposant un recours au marché pour l'achat de la majorité des aliments. En revanche, l'exploitation n°28 réalise la meilleure rentabilité avec une MB totale de 47 037 DH soit 559,7 DH/jour de travail, ceci est dû au pommier en premier lieu dont l'exploitant maîtrise la conduite technique ainsi qu'il dispose de la variété Royal Gala qui est plus chère que la variété Golden Delicious (7 à 8 DH le kg vs. 3 à 4 DH le kg).

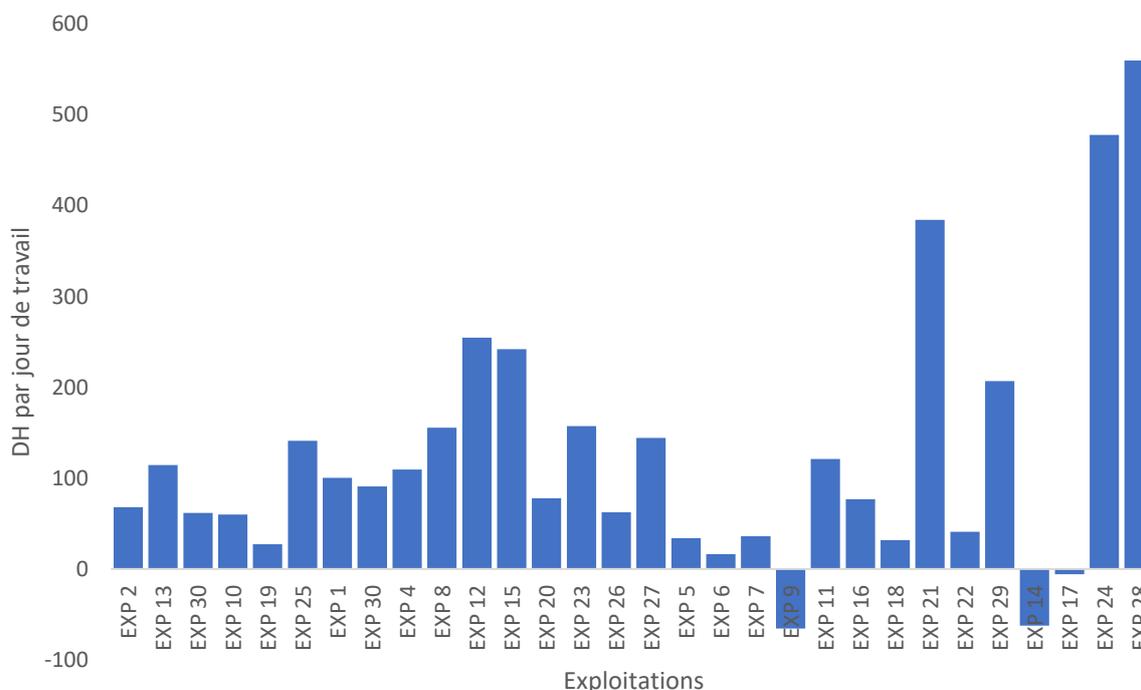


Figure 35. Efficience économique du travail dans les exploitations étudiées

Le pommier représente l'activité qui a la meilleure efficience économique du travail relativement aux autres activités, et il atteint une valeur de 260,2 DH/jour de travail. Le minimum est enregistré au niveau de l'exploitation n°10 (- 115 DH/jour), car l'agriculteur ne bénéficie pas de la production du pommier, ce dernier étant situé dans des parcelles exploitées en mode de faire-valoir indirect. Dans ce cas, il est clair que l'exploitant ne profite pas de ce mode de faire-valoir, mais selon lui il n'a pas d'autre alternative pour bénéficier des fourrages pour alimenter le bétail.

Malgré sa meilleure efficacité économique, le pommier présente des risques écologiques majeurs suite aux traitements phytosanitaires liés à cette spéculation (Goldberg, 2022). En effet, l'utilisation de pesticides expose le corps des agriculteurs et des habitants à des composés nocifs, voire cancérogènes, même en portant des équipements de protection individuelle (Garrigou et al., 2020 ; Pimentel et al., 1992). De plus, la protection lors de l'application des pesticides n'est pas prise au sérieux (Goldberg, 2022 ; Benaboud et al., 2014). Il s'avère que les exploitants accordent plus d'importance à la production et aux revenus générés, ces derniers dépassant les risques humains et écologiques liés à ces pratiques (Guthman, 2017).

L'élevage vient en deuxième position, affichant une efficacité économique de 82,24 DH/jour de travail. Le maximum est repéré à l'exploitation n°24 qui pratique l'élevage naisseur-engraisseur d'ovins de race D'man. En revanche, un déficit est enregistré dans 4 exploitations. En comparant les exploitations à troupeau mobile et sédentaire avec celles à élevage uniquement sédentaire, on trouve en moyenne 83,7 DH/jour pour les premières, tandis que les deuxièmes enregistrent 79,1 DH/jour en moyenne. Cette légère différence peut s'expliquer par la composante pastorale qui contribue à la diminution des charges liées à l'alimentation du troupeau mobile. Toutefois, la différence a été limitée cette année, en raison de la sécheresse prononcée et de l'obligatoire complémentation des troupeaux mobiles avec des aliments achetés.

Les autres spéculations agricoles affichent une rémunération du travail limitée, ne dépassant pas le SMAG (76,7 DH/jour) : 67,0 DH par jour de travail pour les céréales et seulement 40,4 DH/jour pour le maraîchage. Il faut cependant garder en tête les rôles non marchands de ces spéculations : contribution à la sécurité alimentaire des ménages, apports de fourrages aux animaux, ruptures dans les cycles afin de ne pas sombrer dans la monoculture, instauration des préceptes d'une économie circulaire par le recyclage des nutriments, etc.

**Tableau 8. Efficacité économique des différentes activités au niveau de l'échantillon étudié**

	<b>Moyenne ± écart-type</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
1 jour de travail en élevage	82,1 ± 109,7	- 138,0	476,3
1 jour de travail dans les cultures	199,4 ± 335,5	- 11,2	1 757,4
1 jour de travail dans le pommier	260,2 ± 381,0	- 115,0	1 757,4
1 jour de travail dans les céréales	67,0 ± 106,6	- 38,5	432,9
1 jour de travail dans le maraîchage	40,4 ± 77,9	- 56,7	280,4
1 jour de travail	124,0 ± 142,0	- 65,3	559,7

Outre la caractérisation du travail et de ses usages dans les différentes activités agricoles mises en œuvre par les exploitations d'oasis de montagnes, en vue de mieux saisir l'intégration des cultures et de l'élevage qui y règne, il est aussi primordial de mieux comprendre les flux des matières entre les différentes spéculations et l'élevage, et ainsi déterminer les différents cycles de la matière.

## **IV. Flux de matières dans les exploitations**

### **1. Luzerne**

La luzerne représente l'une des cultures importantes dans le contexte d'intégration cultures-élevage dans les zones de montagne. Son rôle primordial réside dans l'alimentation animale en premier lieu ainsi que son rôle de fixateur d'azote dans le sol, ce qui est bénéfique pour les cultures associées notamment le pommier. Après l'analyse des résultats, il a été relevé que les fauches de la luzerne sont en moyenne de 3,54 fauches/an et par parcelle. La production annuelle de ce fourrage atteint une moyenne de 11,25 Tonnes de matière verte par exploitation, soit 53,20 T/ha de matière verte. On a estimé à 77,4 % la quantité fauchée puis fanée tandis que le reste (22,6 %) est distribué en vert au bétail. Ceci est expliqué par l'abondance des aliments coïncidant avec la période de fauche, notamment les mauvaises herbes et l'herbe de prairie ainsi que les ressources issues des parcours naturels. Il existe par ailleurs des problèmes causés par l'ingestion de la luzerne verte, notamment la diarrhée et la météorisation, ce qui pousse les éleveurs à limiter les apports en luzerne verte. Par ailleurs, ceci montre l'importance de la conservation de la luzerne pour assurer la disponibilité fourragère pendant l'hiver ainsi que la sécurisation du stock fourrager.

### **2. Végétation spontanée**

#### **Herbes d'Almou**

Le nombre de fauches moyen des parcelles avec des prairies est de 2,27 par an. La quantité annuelle fauchée atteint une moyenne de 14,03 T par exploitation, soit 50,26 T/ha de matière verte. La fenaison concerne 69,24 % de la production totale de la végétation spontanée, tandis que 30,76 % de la production est donnée en vert. Donc, la fenaison est aussi une pratique importante aussi bien pour la luzerne que pour les herbes de prairie, en prévision à la longue période de soudure hivernale, comme le mentionnent Bourbouze et Guessous (1979).

#### **Adventices**

Ce sont les adventices issues du désherbage des parcelles emblavées par des cultures annuelles (céréales et maraîchage) ainsi que celles plantées en pommiers (dont le désherbage est fait autour du pied de l'arbre). La biomasse en adventices affiche une moyenne de 3 244,2 kg par exploitation (toutes cultures confondues), ce qui représente une moyenne de 5 462,9 kg/ha. Toute la quantité désherbée est fauchée et distribuée en vert. Dans le même contexte, Sraïri (2011) explique que l'utilisation de cette ressource « gratuite » nécessite cependant un coût en travail humain important regroupant le désherbage manuel et le transport vers les animaux.

### **3. Paille**

La production moyenne de paille est de 2 391,2 kg par exploitation, ce qui équivaut à 5 004 kg de paille/ha, tandis que le rendement en grains est aux alentours de 37,6 quintaux/ha. La paille de blé (dur et tendre) représente 62,5 % de cette quantité totale tandis que celle de l'orge est de 37,5 %. La constitution de stocks de paille est imposée par la longue période de froid hivernal dans les zones de montagne, où la fauche des fourrages est arrêtée, entraînant une flambée des prix au niveau des aliments de bétail, surtout quand survient un épisode de sécheresse en automne et hiver. C'est un moyen pour les éleveurs d'échapper aux fluctuations des prix au marché, et c'est le sous-produit le plus utilisé en période de soudure pendant laquelle les

parcours ont une faible production, le climat est défavorable ainsi que les brebis sont en fin de gestation ou en période de lactation (El Amiri, 2006).

#### **4. Écarts de triage de pommes**

La valorisation des écarts de triage des pommes par l'élevage est une spécificité importante des exploitations familiales de la zone d'étude, démontrant les principes de l'agriculture circulaire dans l'intégration cultures/élevage. Les disponibilités de cette matière varient en fonction du nombre d'arbres, de la maîtrise de la conduite technique ainsi que les aléas climatiques (grêle, averses estivales). En moyenne, 696 kg d'écarts de triage de pommes sont valorisés annuellement par l'élevage et par exploitation. La disponibilité de cette matière commence dès Octobre jusqu'à Mars, et correspond à la période de disette où les cultures sont en dormance. Les écarts de triage sont ainsi valorisés et permettent aux éleveurs un recours moindre au marché pour l'achat des concentrés, en particulier. Cependant cette valorisation nécessite un véritable travail des personnes de la cellule de base, qui englobe l'épluchage, le séchage au soleil et parfois le broyage. Le lait des vaches ayant consommé cette matière est apprécié pour son goût et son odeur agréables. Cependant il existe quelques précautions dans l'utilisation de cet aliment, surtout pour les bovins pour lesquels on distribue une quantité qui ne dépasse pas 1 kg (séché) par jour afin d'éviter les risques de diarrhée.

#### **5. Fumier**

L'agriculture circulaire concerne en premier lieu les flux de fumier ; c'est une composante essentielle de l'agriculture des montagnes. Il est utilisé dans toutes les exploitations pour fertiliser le sol. En moyenne, le fumier endogène épandu par les exploitations est de 4 584 kg (séché) par exploitation, soit 7 920 kg/ha du fumier endogène. Ce paramètre varie en fonction de la taille du cheptel ainsi que de la SAU des exploitations. La réintégration du fumier dans le système permet de minimiser, voire éliminer (dans 2 exploitations) les dépenses liées aux achats d'engrais de synthèse ainsi que l'augmentation de la productivité des cultures. L'épandage de fumier améliore le pH du sol ainsi que la capacité d'échange cationique (CEC) (Schœnau, 2006), la capacité de rétention d'eau, la structure du sol et la teneur en carbone du sol (Kim et al., 2011). On comprend que l'usage du fumier permet un bouclage du cycle de carbone, encore amélioré grâce au couplage des résidus de paille avec l'excès d'azote contenu dans le fumier. Ce dernier est également une source de phosphore et de potassium (Harris, 2002). Ceci dit, les teneurs des nutriments de fumier au moment de l'application sur terre et son potentiel à fournir ces nutriments dépendent de l'espèce animale et de l'alimentation (digestibilité, teneur en protéines et en minéraux), ainsi que la gestion de ce fumier (Roy et Kashem, 2014). Dans ce contexte, on a remarqué que toutes les exploitations stockent le fumier en amas, exposé au vent, aux pluies/neiges, et en plein soleil, sans aucune couverture, directement à même le sol qui est perméable, engendrant des pertes de ces nutriments par volatilisation et par lixiviation. Dans une étude réalisée au Kenya par Casu (2019) sur des fermes mixtes adoptant des mauvaises pratiques de gestion de fumier (en amas, exposé), des pertes de 62,9 % de matière sèche ont été atteintes, en plus de pertes de 87,2 % ; 84,5 % et 17,2 % de carbone, d'azote et de phosphore respectivement.

En plus de ces inconvénients de pertes de nutriments, le compostage du fumier n'est appliqué dans aucune exploitation, ce qui signifie que le bouclage des cycles de matière est parallèlement couplé à une possible dissémination des graines de mauvaises herbes vers les parcelles. De ce fait, le fumier est le vecteur majeur de dissémination de ces grains, qui y restent viables. Après

l'épandage, une augmentation de la densité des mauvaises herbes a lieu créant une compétition avec les cultures de rente, et rendant plus pénible la tâche du désherbage.

## 6. Bois de taille

C'est un sous-produit qui résulte de la taille du pommier, il est utilisé par les ménages pour le chauffage ainsi que la cuisson, cette matière devient indispensable pendant l'hiver. Les différents pesages effectués ont permis de trouver une moyenne de 696,4 kg (sec) par exploitation, soit 1,7 kg par arbre.

## 7. Autonomie fourragère

L'autonomie fourragère est définie comme l'énergie alimentaire (UFL) produite dans l'exploitation rapportée à l'énergie totale ingérée par le bétail. Elle est liée à la SAU en premier lieu (Figure 36), ainsi qu'à la taille du cheptel (Figure 37).

Cette autonomie est en moyenne de 81,3 % dans toutes les exploitations, elle varie cependant entre 17,3 et 100 %. La valeur minimale est enregistrée au niveau de l'exploitation n°24 ayant une SAU limitée (0,08 ha) mais un cheptel de grande taille (5,11 UGB) composé d'ovins de race D'man. Le maximum était enregistré dans 9 exploitations.

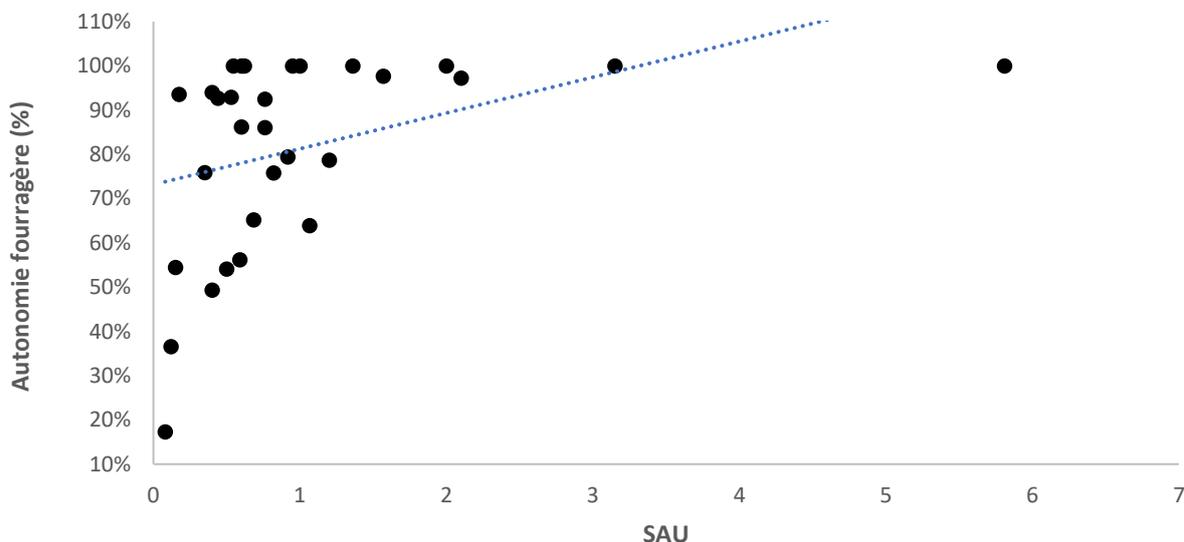
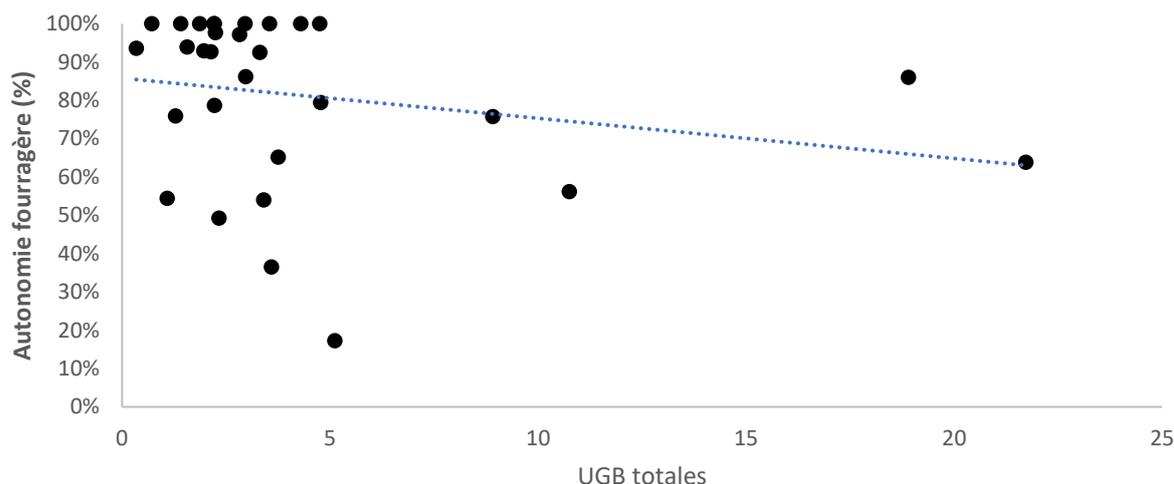


Figure 36. Autonomie fourragère en fonction de la SAU



**Figure 37. Autonomie fourragère en fonction des UGB totales**

## 8. Bilan énergétique

Le bilan énergétique correspond à l'énergie produite par l'exploitation rapportée aux besoins en UFL des animaux d'élevage. Pour le calcul des besoins en énergie des animaux, on a adopté les hypothèses suivantes :

- pour les bovins, un besoin d'entretien de 4,1 UFL/jour, et des besoins de production qui correspondent à un potentiel de 1500 l de lait par an par vache, avec un poids vif de 450 kg. Quant aux besoins de gestation, ils sont jugés négligeables pendant les 5 premiers mois de gestation où la croissance du fœtus est lente, cette croissance s'effectue pour plus de 80 % dans les 4 derniers mois de gestation, et correspondent à des besoins journaliers de 0,65 UFL pendant le septième mois, 1,2 UFL pendant le huitième mois, et 2 UFL pendant le neuvième mois de gestation, avec un veau de 30 kg ;
- pour les ovins, le calcul des besoins s'est basé sur l'unité zootechnique (UZ), qui correspond à une brebis et sa suite. Les besoins d'une UZ sont de 600 UFL/an. Pour les ovins en pâturage, ces besoins sont majorés de 25 % (Boujenane, 2005) ;
- pour les caprins, les besoins d'une UZ correspondent à 550 UFL/an.

En moyenne, les besoins en énergie exprimés par les animaux sont couverts à 79,5 % par des ressources endogènes. Cependant une grande variabilité est remarquée entre les exploitations à troupeau mobile et celles à troupeau sédentaire (Tableau 9). Si on calcule la moyenne entre les exploitations selon ce critère, on trouve qu'en moyenne, pour les exploitations à élevage mobile, 27,1 % des besoins en énergie des animaux sont couverts par de l'énergie produite dans l'exploitation, ce qui montre que le reste des besoins est comblé essentiellement par les ressources pastorales, et dans une moindre proportion par les ressources achetées (5,4 % en moyenne des UFL sont achetées). En revanche, pour les exploitations à élevage uniquement sédentaire, 92,5 % des besoins en UFL sont comblés par les produits de l'exploitation. Au niveau de ces exploitations (à élevage sédentaire), 7 exploitations ont un bilan énergétique supérieur à 100 %, ceci montre que les apports en UFL dépassent les besoins des animaux, et par suite les erreurs de rationnement, avec des rations déséquilibrées et des carences minérales

et protéiques qui ne peuvent que diminuer l'efficacité de la conversion de l'énergie ingérée en lait et en viande, après avoir satisfait les besoins d'entretien.

**Tableau 9. Bilan énergétique des exploitations selon le type d'élevage (en %)**

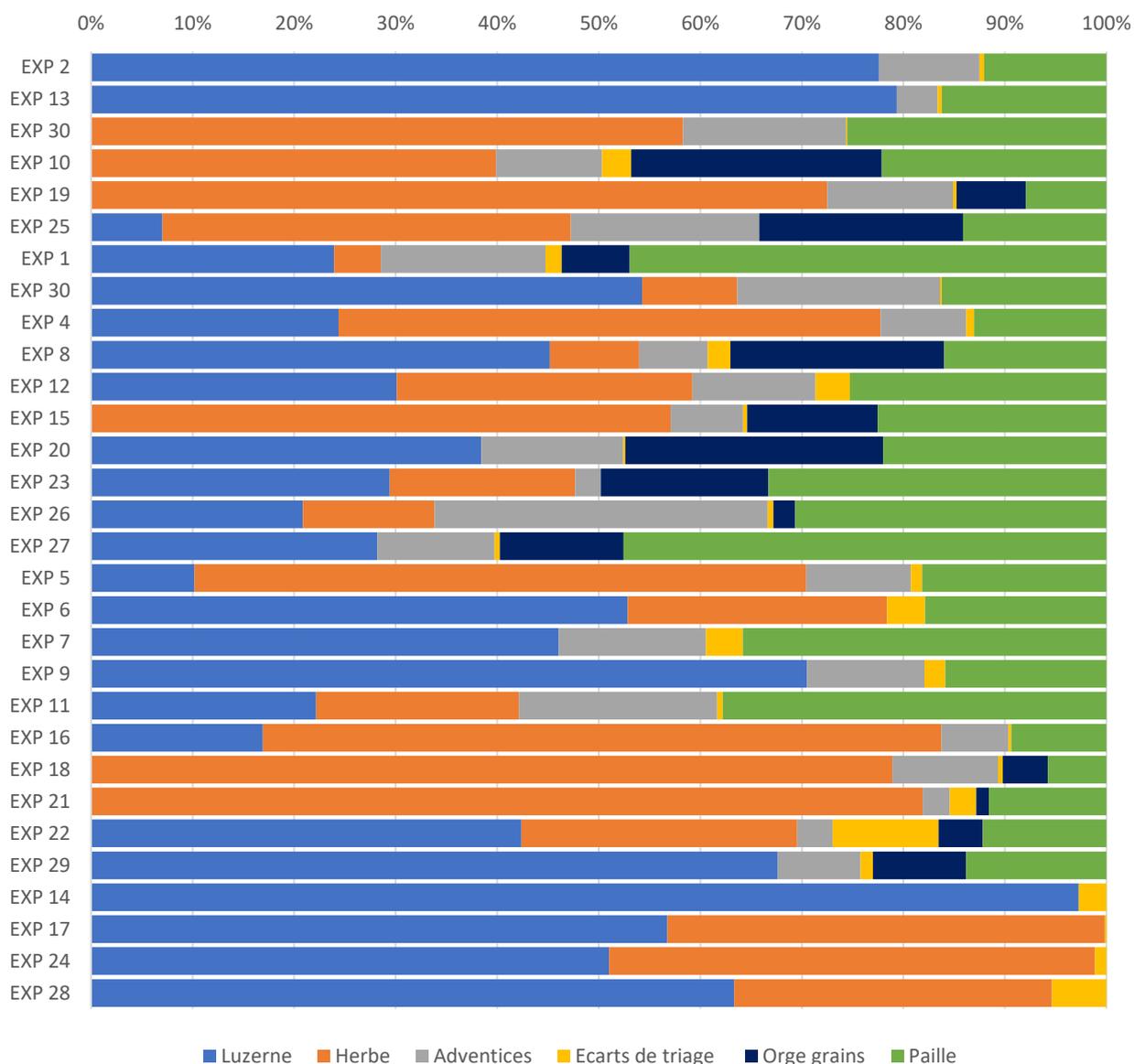
	Moyenne $\pm$ écart-type	Minimum	Maximum
Elevage mobile et sédentaire	27,1 $\pm$ 18,5	6,6	55,3
Elevage sédentaire uniquement	92,5 $\pm$ 22,2	53,0	141,8

## 9. Bilan des flux de nutriments des exploitations

Dans cette partie, un bilan de la contribution énergétique des différentes ressources endogènes cultivées dans l'alimentation animale est effectué (Tableau 10). D'après les résultats, la prairie apporte environ 1 884,6 UFL/an par exploitation, contribuant à près de 35,3 % de l'énergie totale ingérée. Elle est présente sous deux formes : soit irriguée en association avec le pommier, soit dans des parcelles distinctes qui comptent sur de l'eau de pluie/neige. En deuxième lieu, arrive la luzerne, qui fournit en moyenne de 1 468,7 UFL, soit près de 27,5 % des UFL totales. Les pailles sont en troisième place (d'orge et de blé confondues) avec un pourcentage moyen de 20,3 %. Les adventices affichent une valeur de 486,7 UFL/an soit 9,1 % des UFL totales tandis que les grains d'orge apportent en moyenne 308,6 UFL et viennent en cinquième place en représentant 5,8 %. Les écarts de triage ne participent qu'avec 2,0 % en apportant 104,4 UFL/an. Il faut quand même noter que ces pourcentages varient entre les exploitations (Figure 38). Ainsi, les fourrages représentent environ 92,2 % des UFL produites par l'exploitation, ce qui démontre leur l'importance majeure dans les systèmes d'élevage des oasis de montagne. Ceci montre que la durabilité et l'efficacité des systèmes d'intégration cultures élevage est justifié par ces flux de nutriments, ce qui rejoint les écrits de Sumberg (2003).

**Tableau 10. Bilan des flux de nutriments de l'échantillon étudié**

	Pourcentage	Moyenne $\pm$ écart-type	Minimum	Maximum
Fourrages/grossiers	92,2	4 924,8 $\pm$ 4 831,0	796,1	27 716,8
Concentrés	7,8	413,0 $\pm$ 503,5	3,0	1 589,8
Ressources endogènes totales	100,0	5 337,7 $\pm$ 5 069,1	805,1	28 832,3



**Figure 38. Contribution énergétique des aliments produits dans les exploitations étudiées**

A la lumière de ce qui vient d’être présenté, des calendriers alimentaires s’avèrent importants à réaliser. Pour l’exploitation n°25 pratiquant une transhumance double (hivernale et estivale) et qui dispose aussi d’un troupeau sédentaire, le calendrier alimentaire figure dans le Tableau 11. Un deuxième calendrier propre à l’exploitation n°2 pratiquant la transhumance hivernale (et également un pâturage estival dans les parcours avoisinants), mais aussi avec un troupeau sédentaire (Tableau 12). Enfin, un dernier calendrier alimentaire propre à une exploitation avec un troupeau uniquement sédentaire sera aussi présenté (Tableau 13).

**Tableau 11. Calendrier alimentaire de l'exploitation n°25 (Troupeaux sédentaire et transhumant)**

Aliments	Mois												
	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	
<b>Fourrages – Grossiers (troupeau sédentaire)</b>													
Foin de luzerne				←						→			
Herbe de jachère	←	→								←	→		
Foin issu de jachère			←						→			←	→
Mauvaises herbes										←	→		
Paille	←												→
<b>Aliments concentrés (troupeau sédentaire)</b>													
Orge grains	←												→
Son de blé	←												→
<b>Autres sources (troupeau transhumant)</b>													
Ressources pastorales	←												→

**Tableau 12. Calendrier alimentaire de l'exploitation n°2 (Troupeaux sédentaire et transhumant en hiver)**

Aliments	Mois												
	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	
<b>Troupeau sédentaire</b>													
<b>Fourrages – Grossiers</b>													
Luzerne verte										←	→		
FL	←										←	→	
Herbe de jachère	←	→									←	→	
Foin issu de jachère				←						→			
Mauvaises herbes										←	→		
Paille	←												→
<b>Aliments concentrés</b>													
Orge grains	←												→
Ecart de triage				←			→						
Son de blé	←												→
<b>Troupeau mobile</b>													
<b>Fourrages – Grossiers</b>													
Paille	←	→											→
<b>Aliments concentrés</b>													
Orge grains										←			→
Son de blé										←			→
<b>Autres sources</b>													
Parcours	←												→

**Tableau 13. Calendrier alimentaire de l'exploitation n°1 (Troupeau uniquement sédentaire)**

Aliments	Mois													
	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août		
Fourrages – Grossiers														
Luzerne verte	→			←										
Foin de luzerne	←							→		←			→	
Herbe de jachère	←			→										
Foin issu de jachère	←				→									
Mauvaises herbes										←			→	
Paille	←													
Aliments concentrés														
Orge grains	←													
PSB	←													
Ecart de triage	←				→									
Son de blé	←													

## 10. Moyens de transport

Les résultats ont révélé que les moyens de transport utilisés pour les flux de matières sont *i*) les équidés, *ii*) les pickup/camion et *iii*) à dos de femmes. En moyenne, 45,8 % des voyages sont assurés par les pickups/camions, suivis de ceux assurés par des personnes (surtout les femmes) (37,5 %), puis les équidés avec 16,7 %. Ces pourcentages varient suivant la nature des flux transportés :

- **Fourrages fauchés** (jachère et luzerne), un pourcentage de 58,4 % des voyages est réalisé par les pickup/camions, 22,2 % par les équidés et 19,4 % par les femmes.
- **Mauvaises herbes**, presque tout le transport est assuré par les femmes après le désherbage manuel des cultures de rente, du fait de la proximité des parcelles aux ménages et de la fréquence de fauche quasi quotidienne, quand ces ressources deviennent disponibles. Ainsi, les femmes assurent 96,7 % des voyages, les équidés étant mobilisés pour le reste (3,3 %) ;
- **Fumier**, il est transporté dans plusieurs exploitations par les pickup/camion (23 exploitations) soit 76,7 % des voyages, tandis que les équidés sont utilisés dans 7 exploitations soit 23,3 % du transport ;
- **Bois de taille**, les engins s'occupent de 64,5 % des voyages, les équidés font 19,3 % tandis que les femmes réalisent 16,1 % du transport de cette matière.

On remarque par ailleurs, que la position géographique des exploitations a une influence sur les moyens de transport utilisés, notamment les équidés. Si on prend notre échantillon d'étude, on trouve que toutes les exploitations enquêtées (5 exploitations) à Aït Marghad (commune de

Tilmi) utilisent les équidés dans le transport, tandis que 2 des 15 exploitations utilisent les équidés à Oussikiss, 1/5 exploitations utilise les équidés tandis qu'à Taadadat 2/15 exploitations utilise cet animal. Cependant au niveau du centre de M'semrir et les douars adjacents, aucune exploitation enquêtée n'utilise les équidés (8 exploitations).



**Figure 39. Âne transportant de l'herbe de prairie fauchée**

L'analyse des différents résultats obtenus du terrain, que ce soit au niveau de l'élevage ou des cultures témoignent une grande disparité de ces paramètres au niveau de l'échantillon. Ceci impose une réflexion à propos d'une classification de ces exploitations sur la base de ces paramètres pour mieux distinguer les différences entre individus et établir des types clairement définis. Pour ce faire, une pré-typologie a été réalisée en utilisant les données collectées sur le terrain : il s'agit du type d'élevage (mobile et sédentaire, ou uniquement sédentaire) et de l'assolement adopté par les exploitations, ainsi 5 types ont été identifiés. Par la suite, une Analyse Factorielle Discriminante (AFD) s'avère indispensable pour aboutir à une typologie finale des exploitations des oasis de montagne, après la mise en évidence des variables qui discriminent le plus entre les types prédéfinis.

## **V. Analyse Factorielle Discriminante (AFD)**

Pour repérer les facteurs les plus discriminantes entre les modalités (variables quantitatives) de la variable qualitative Type, on a réalisé une analyse factorielle discriminante en utilisant le logiciel SPSS.

## 1. Variables du modèle

D'après les données des enquêtes, on dispose de 30 variables quantitatives. Cependant, ces variables sont très nombreuses par rapport à la taille de l'échantillon (30 exploitations). Une matrice de corrélations bivariées a révélé l'existence de fortes corrélations entre certaines variables, et un choix de variables présentant les moindres corrélations et présentant les différents axes de l'étude (Travail, Marges brutes et flux de matières) a été réalisé. Par conséquent, un nombre de  $p = 8$  variables explicatives a été retenu, soit :

- Effectif total des UGB ;
- Ratio SAUFourrages/SAUTotale ;
- Ratio Travail d'Astreinte/Travail Total ;
- Ratio Marge Brute de l'élevage/Marge Brute totale ;
- Bilan énergétique ;
- Autonomie fourragère ;
- Fumier endogène épandu (kg/hectare) ;
- Travail fourni par les PCB.

## 2. Pouvoirs discriminants individuels des variables

Pour identifier les variables qui discriminent significativement les groupes, on a testé à travers le test F l'égalité des moyennes de chaque variable sur les 5 types (Tableau 14).

**Tableau 14. Tests d'égalité des moyennes des groupes**

	Lambda de Wilks	F	ddl1	ddl2	Signification
UGBtotales***	0,221	21,97	4	25	0,000
SAUfourrages/SAUTotale***	0,269	16,95	4	25	0,000
TElevagesurTotal***	0,452	7,57	4	25	0,000
MBélevage/MBtotale*	0,610	3,99	4	25	0,012
Bilan_énergétique***	0,337	12,31	4	25	0,002
AutonomieFourragère**	0,571	4,70	4	25	0,005
Fumierendogène***	0,517	5,83	4	25	0,002
PCB*	0,611	3,81	4	24	0,015

\*\*\*. La discrimination est très hautement significative (au niveau 1 ‰)

\*\*. La discrimination est hautement significative (au niveau 1%)

\*. La discrimination est significative (au niveau 5 %)

Le tableau 14 montre le Lambda de Wilks, les valeurs de la statistique F et les niveaux de signification du test F correspondants à chaque variable. Ainsi, les variables UGBtotales, SAUfourrages/SAUTotale, TElevagesurTotal, MBélevage/MBtotale, Bilan\_énergétique, AutonomieFourragère, Fumierendogène et PCB sont fortement discriminantes, l'égalité des moyennes de chaque variable sur les 5 types est significativement rejetée, ce qui explique un arrangement visible des exploitations en types différents.

Par ailleurs, on peut vérifier cette statistique par une Analyse de la Variance à 1 critère de classification (ANOVA1) appliquée sur ces variables (tableau 15).

**Tableau 15. ANOVA 1 réalisée sur les variables de l'analyse**

		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
UGBtotales	Inter-groupes	527,82	4	131,96	21,97	0,000
	Intra-groupes	150,13	25	6,01		
	Total	677,95	29			
SAUfourragesSAUTo tale	Inter-groupes	1,69	4	0,42	16,95	0,000
	Intra-groupes	0,62	25	0,03		
	Total	2,31	29			
TElevagesurTotal	Inter-groupes	0,56	4	0,14	7,57	0,000
	Intra-groupes	0,46	25	0,02		
	Total	1,02	29			
MBélevageMBtotale	Inter-groupes	1,53	4	0,38	3,99	0,012
	Intra-groupes	2,40	25	0,10		
	Total	3,93	29			
Bilan_énergétique	Inter-groupes	2,37	4	0,59	13,70	0,002
	Intra-groupes	1,08	25	0,04		
	Total	3,45	29			
AutonomieFourragère	Inter-groupes	0,63	4	0,16	4,70	0,005
	Intra-groupes	0,84	25	0,03		
	Total	1,46	29			
Fumierendogène	Inter-groupes	640903068,86	4	160225767,21	5,83	0,002
	Intra-groupes	687013244,84	25	27480529,79		
	Total	1327916313,69	29			
PCB	Inter-groupes	111705,70	4	27926,43	3,81	0,015
	Intra-groupes	175758,11	24	7323,26		
	Total	287463,81	28			

Ainsi l'ANOVA réalisée fournit les mêmes informations que le test de Wilks.

### 3. Analyse discriminante

L'implémentation de l'analyse discriminante, par le logiciel SPSS, donne le classement décroissant des fonctions scores selon leur pouvoir discriminant ainsi que la valeur propre associée à chacune. Le tableau 16 montre que la première et la deuxième fonction discriminantes expliquent la majorité de la variance intergroupe à hauteur de 94,5 %. Cependant, la troisième fonction n'explique que 4,9 % de la variance intergroupe, ainsi que la quatrième qui n'explique que 0,6%. D'autre part, le coefficient de la corrélation canonique de la première fonction évaluée de 0,908, et celle de la deuxième évaluée de 0,903 sont assez proches de 1.

**Tableau 16. Valeurs propres**

Fonction	Valeur propre	% de la variance	% cumulé	Corrélation canonique
1	4,722	48,8	48,8	0,908
2	4,414	45,7	94,5	0,903
3	0,474	4,9	99,4	0,567
4	0,058	0,6	100,0	0,235

Par conséquent, il existe une forte corrélation entre la première et la deuxième fonction discriminante et la variable expliquée traduisant l'appartenance aux types. Ceci reflète une aptitude discriminante considérable, particulièrement pour la première et deuxième fonction discriminante.

Pour confirmer la signification de ces deux fonctions, une ANOVA a été appliquée sur les scores discriminants des fonctions 1 et 2 (Tableaux 17 et 18).

**Tableau 17. ANOVA 1 appliquée sur les scores discriminants de la fonction 1**

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	169,395	4	42,349	63,493	0,000
Intra-groupes	16,674	25	0,667		
Total	186,070	29			

**Tableau 18. ANOVA 1 appliquée sur les scores de la fonction 2**

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	96,734	4	24,184	24,227	0,000
Intra-groupes	24,955	25	0,998		
Total	121,690	29			

On en conclut que les différences sont très hautement significatives, et que les fonctions 1 et 2 sont significativement discriminantes.

#### **4. Représentation graphique de l'affectation**

Les fonctions discriminantes constituent les axes qui définissent l'espace sur lequel les exploitations seront projetées selon leurs coordonnées factorielles. La figure 40 représente la répartition des 5 types selon les deux premiers axes factoriels identifiés par l'AFD. La projection géométrique des exploitations met en évidence une distinction remarquable des cinq types.

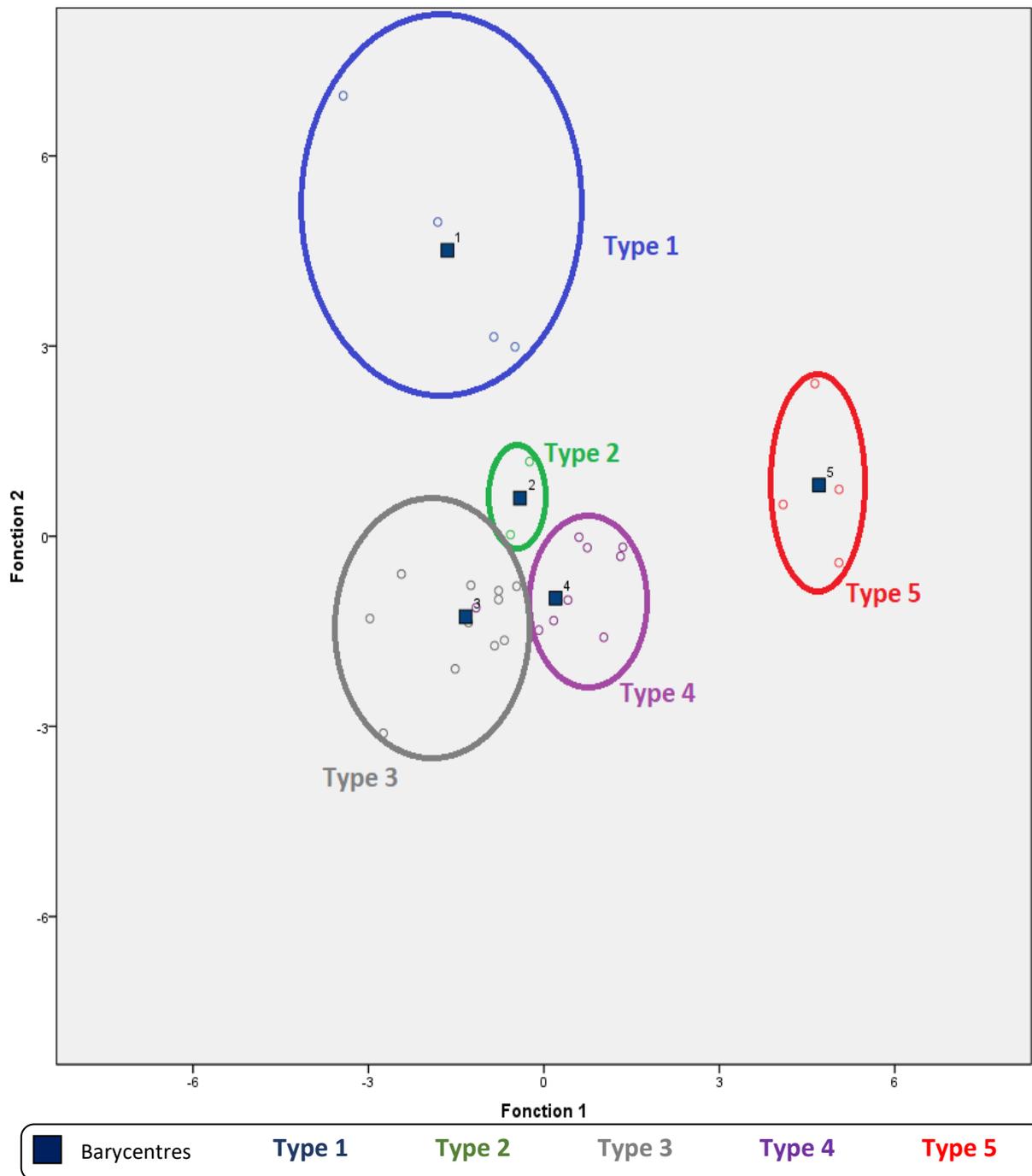


Figure 40. Représentation graphique des 5 types sur les deux premiers axes factoriels

## 5. Caractéristiques et définition des types déterminés

Pour caractériser les types, une comparaison multiple de moyenne par la méthode de « Duncan » a été réalisée suite à l'ANOVA effectuée au préalable, puisque cette méthode est libérale ainsi qu'elle est connue par sa grande puissance statistique (Tableau 19).

**Tableau 19. Comparaison de groupes selon la méthode de Duncan**

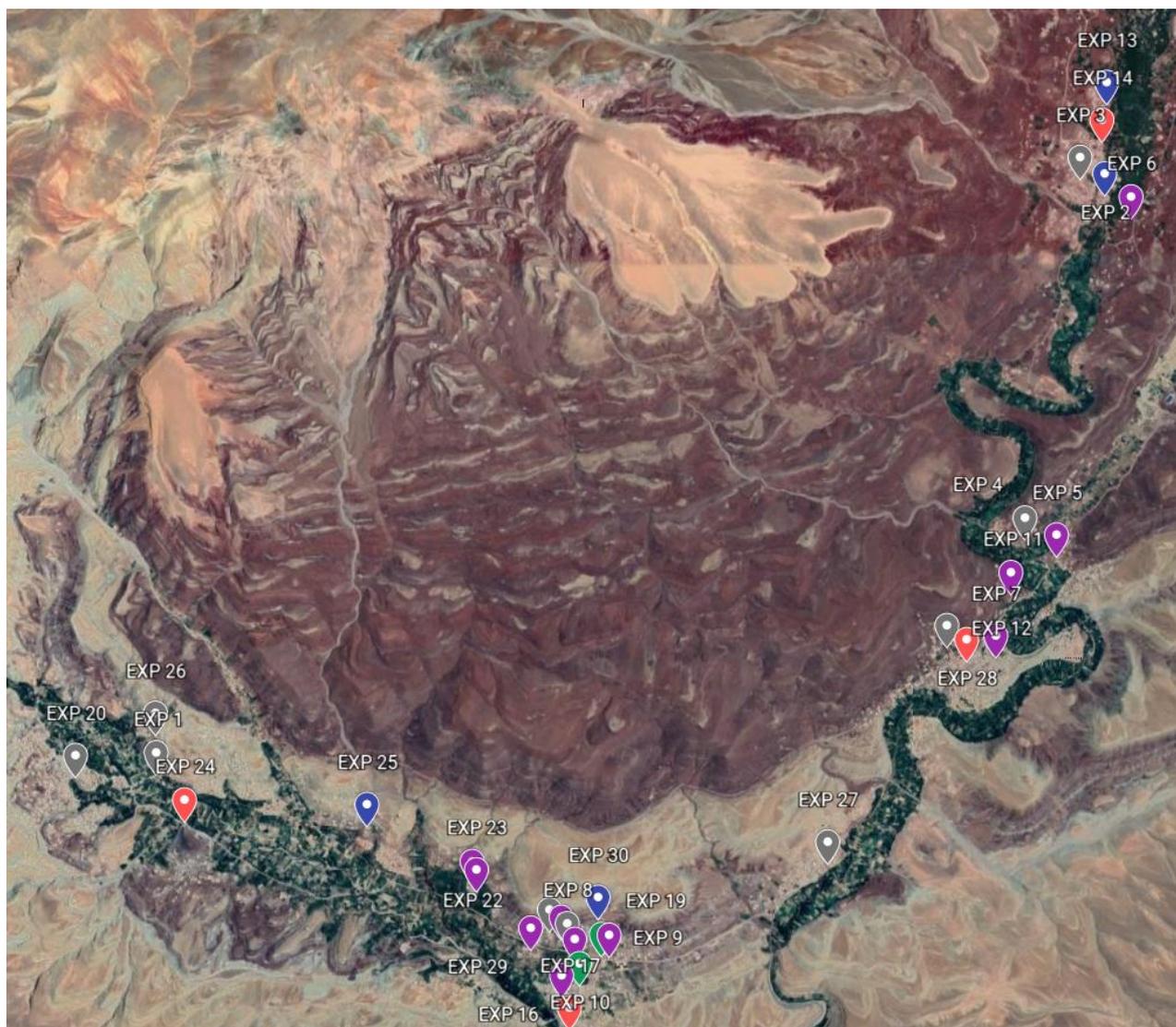
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
	n = 4	n = 2	n = 10	n = 10	n = 4
UGB totales	14,94 <sup>b</sup>	3,45 <sup>a</sup>	2,69 <sup>a</sup>	2,44 <sup>a</sup>	2,53 <sup>a</sup>
SAU <sub>fourages</sub> /SAU <sub>Totale</sub>	0,32 <sup>b</sup>	0,35 <sup>b</sup>	0,25 <sup>a</sup>	0,43 <sup>b</sup>	1,00 <sup>c</sup>
Travail lié à l'élevage/Travail Total	0,81 <sup>b</sup>	0,93 <sup>b</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>	0,82 <sup>b</sup>
MB <sub>élevage</sub> /MB <sub>totale</sub>	0,88 <sup>bc</sup>	0,91 <sup>bc</sup>	0,43 <sup>a</sup>	0,46 <sup>a</sup>	0,97 <sup>c</sup>
Bilan énergétique	0,16 <sup>a</sup>	0,50 <sup>b</sup>	0,99 <sup>c</sup>	0,91 <sup>c</sup>	0,82 <sup>c</sup>
Autonomie Fourragère	0,70 <sup>ab</sup>	0,86 <sup>b</sup>	0,95 <sup>b</sup>	0,84 <sup>b</sup>	0,50 <sup>a</sup>
Fumier endogène (kg/ha)	8397 <sup>a</sup>	5487 <sup>a</sup>	3586 <sup>a</sup>	5894 <sup>a</sup>	18179 <sup>b</sup>
Travail fournis par les PCB (jours/an)	295,3 <sup>bc</sup>	357,0 <sup>c</sup>	194,8 <sup>ab</sup>	214,7 <sup>ab</sup>	106,9 <sup>a</sup>

Les moyennes affectées de mêmes lettres sur la même ligne ne sont pas significativement différentes ( $P > 0,05$ )

- Le type 1 est défini comme celui de **l'élevage pastoral à cultures diversifiées** (n = 4 individus). Il est caractérisé par un cheptel de taille très importante, marquée par la dominance des espèces ovines et caprines, ainsi que par un ratio Travail lié à l'élevage/Travail Total significativement supérieur à celui des types 3 et 4. Ce type, de par sa nature liée aux parcours présente un Bilan Énergétique significativement inférieur à celui des autres types, le déficit étant comblé par les ressources pastorales. La marge brute de l'élevage rapportée à la marge brute totale générée est significativement supérieure à celle du type 3. Cette catégorie d'exploitations se trouve surtout au niveau de la zone d'Aït Marghad (Commune de Tilmi), et la zone d'Oussikis (Commune de M'semrir), précisément au niveau des extrémités des douars, qui correspondent aux chemins vers les parcours, et dans des altitudes supérieures à celles des autres exploitations (Figure 41). Pareilles observations convergent vers les résultats d'El Aayadi et al. (2020) dans le Haut Atlas central, qui ont démontré que l'altitude a un effet significatif sur la structure des élevages et leur conduite. Ainsi les systèmes d'élevage intensifiés et associés à l'agriculture se retrouvent dans des altitudes inférieures à ceux dont les systèmes sont plus extensifs et pastoraux, avec une moindre contribution des cultures.
- Le type 2 est celui qui représente **l'élevage en voie de sédentarisation avec un important volume de travail familial** (n = 2 individus). Il est caractérisé par un bilan énergétique significativement supérieur à celui des élevages transhumants et significativement inférieur à celui des autres types, ce qui indique une complémentation alimentaire du troupeau couplée à un pâturage dans les espaces avoisinants. Par conséquent, cette classe est marquée par des effectifs d'animaux significativement réduits par rapport au type 1. De plus, le volume de temps de travail assuré par les PCB est significativement supérieur aux autres types, ce qui peut être expliqué par le pâturage assumé par les PCB. Le ratio MB de l'élevage/MB totale est significativement supérieur à celui des types 3 et 4 mais inférieur à celui du type 5. Les exploitations appartenant à ce type sont localisées surtout dans la zone de Taadadat (Commune de M'semrir), connue localement en étant la zone la plus touchée par l'exode rural et les activités extra agricoles (entreprenariat dans le bâtiment et les travaux publics), ce qui peut expliquer en quelque sorte cette sédentarisation. Les

exploitations sont localisées dans le douar, mais il est remarquable que les locaux de séjour des troupeaux mobiles se trouvent hors du douar, à proximité d'un parcours avoisinant.

- Le type 3 est celui qui caractérise une **vocation cultures de rente– élevage sédentaire** (n = 10 individus). Ce type est caractérisé par un bilan énergétique significativement supérieur à celui des types 1 et 2, ainsi que d'une importante autonomie fourragère significativement supérieure à celle du type 1. Cependant, la part du travail lié à l'élevage dans le travail total est significativement inférieure à celle des autres types (sauf type 4), ceci peut être expliqué par le faible ratio SAU fourrages/SAU totale de 25 % (significativement inférieur aux autres types) couplé à une superficie moyenne totale de 1,35 ha, ce qui veut dire que 75 % de la superficie est occupée par les céréales et le maraîchage, en plus des travaux liés au pommier (384,4 pommiers en moyenne).
- Le type 4 qui représente **l'élevage sédentaire basé sur les cultures** (n = 10 individus). Cette classe est caractérisée par un bilan énergétique significativement supérieur à celui du type 1, 2 et 5, ainsi qu'un travail lié à l'élevage significativement inférieur à celui des autres types (sauf type 3). Aussi la marge brute de l'élevage rapportée à la marge totale est significativement inférieure à celle des types 1, 2 et 5, ce qui est expliqué par des performances zootechniques limitées en lien avec les ovins de race locale qui dominent le cheptel ovin de ce type (90 % des exploitations du type). D'autre part, il est clair que cette catégorie affiche une autonomie fourragère significativement supérieure à celle du type 5 malgré la part limitée des fourrages dans la superficie totale, ce qui peut être expliqué par des meilleurs productions de fourrages, rapportés en UFL la production du type 4 atteint 6421,51 UFL contre 1424,41 UFL pour le type 5. En outre, la charge animale du type 4 paraît inférieure à celle du type 5 (11,56 UGB / ha de fourrages contre 25,73 UGB / ha de fourrages).
- Le type 5 qui est défini comme celui **l'association pommier – fourrages – élevage sédentaire avec un épandage massif de fumier et un travail familial limité** (n = 4 individus). Ce type est caractérisé par la dominance des cultures fourragère dans la SAU totale avec un pourcentage de 100 %, significativement supérieure aux autres types. Toutefois, l'autonomie fourragère est significativement inférieure à celle des autres types, ceci peut être expliqué par la superficie limitée dont disposent ces exploitations, ainsi que les faibles productions de fourrages (1 424,4 UFL en moyenne) qui sont loin de combler les besoins du cheptel (4 876,2 UFL). On note par ailleurs un haut bilan énergétique significatif, ainsi qu'un travail lié à l'élevage significativement supérieur à celui des types 3 et 4. Par ailleurs, le fumier endogène épandu est significativement supérieur aux autres types, ce qui montre un usage intensif de cette matière dans des parcelles à superficie limitée. Ce qui distingue ce type le plus, est le volume de travail de la main d'œuvre familiale qui est significativement inférieur à celui des autres types, en raison de la faible part des bovins dans le total des animaux d'élevage (25 %) réduisant le temps dédié aux travaux d'astreintes, ainsi que l'absence des céréales et du maraîchage.



**Type 1**      **Type 2**      **Type 3**      **Type 4**      **Type 5**

**Figure 41. Localisation géographique des exploitations appartenant aux différents types**

## **Partie 5. Conclusion générale et recommandations**

Cette étude s'inscrit dans une démarche exploratoire qui a pour but de mieux comprendre les impacts de l'intégration cultures/élevage dans la diversité de ses formes tout en quantifiant les flux de travaux et de nutriments mobilisés, dans une zone d'oasis de montagne caractérisée par de rapides changements structurels, climatiques et socio-économiques. A la lumière des réalités du terrain, l'élevage demeure une activité importante en association avec les cultures de rente, principalement le pommier, dans un contexte d'exiguïté du foncier et de capacités de financement limitées. Les analyses statistiques multidimensionnelles ont dévoilé l'existence de cinq classes d'exploitations distinguées les unes des autres par l'utilisation du facteur travail, par les flux de matières ainsi que par les performances économiques :

- 1) Exploitations à élevage pastoral et cultures diversifiés ;
- 2) Exploitations mixtes à élevage en voie de sédentarisation avec un important volume de travail familial ;
- 3) Exploitations à vocation cultures de rente – élevage sédentaire ;
- 4) Exploitations à élevage sédentaire basé sur les cultures ;
- 5) Exploitations d'association pommier – fourrages – élevage sédentaire avec un épandage massif de fumier et un travail familial limité.

La gestion de la main d'œuvre au sein de ces exploitations repose principalement sur le recours aux personnes de la cellule de base, minimisant ainsi les charges de production. Ceci est d'abord clair par l'implication de la cellule de base dans la quasi-totalité des travaux d'astreinte, et dans une grande part des travaux saisonniers. Les résultats révèlent aussi un sous-emploi évident dans le secteur agricole, dû principalement aux caractéristiques structurelles des exploitations (foncier exigü et très morcelé) et aux contraintes du climat local (longue période de froid hivernal induisant une baisse marquée des opportunités de travail). Les revenus extra-agricoles sont par conséquent cruciaux pour la continuité des exploitations agricoles ; ils représentent près de la moitié de leur revenu total et contribuent par conséquent aux besoins individuels ou collectifs ainsi qu'au financement des activités agricoles. Par ailleurs, les exploitations de polyculture/élevage sont caractérisées par des synergies qui font intervenir l'organisation du travail, et dépendent des échanges entre l'élevage et les cultures : fourrages et résidus de cultures, et retour de fertilité aux sols par le biais de fumier.

Le système agraire des oasis de montagne est marqué par l'intégration des cultures et de l'élevage, où ce dernier joue un rôle indispensable dans la valorisation des ressources disponibles, notamment la terre et l'eau à travers une part importante du travail mobilisé dans les exploitations. Il contribue par ailleurs aux revenus des ménages, en plus des cultures et des activités extra-agricoles, et par conséquent dans la résilience des exploitations agricoles. Ce système est caractérisé par une multi spécificité (bovins, caprins et ovins) pour minimiser les risques en diversifiant les productions (croît, lait, viande, fumier...). Les troupeaux investissent différents étages territoriaux (*ager* et *saltus*) afin d'optimiser la mise en valeur de toutes les ressources (aussi bien agricoles que pastorales), dans un contexte caractérisé par une contrainte très lourde, notamment l'exiguïté du foncier.

Les flux de matières représentent un véritable atout de ces systèmes, toutefois au prix d'un important investissement en travail humain. En effet, le fumier permet de fertiliser les cultures

et de garantir la pérennité des productions, tout en réduisant le recours aux fertilisants synthétiques et les coûts de production. Les céréales et les cultures fourragères permettent de satisfaire les besoins alimentaires de l'Homme et du cheptel, avec la capacité de la luzerne à la fixation symbiotique de l'azote dans le sol. En outre, les coproduits de céréales (pailles) et résidus (écarts de triage de pommes) sont valorisés par l'élevage. Par ailleurs, les flux de nutriments entre l'élevage et les parcours permettent également une restitution de minéraux aux sols et une fertilisation des espèces pastorales, en contrepartie des « UFL gratuites » fournies par les vastes parcours. Ceci implique une certaine autonomie alimentaire vis-à-vis du marché, mais avec des risques évidents liés au réchauffement climatique qui va sûrement impliquer la chute de la productivité des parcours et des parcelles cultivées.

La diversification des activités représente la stratégie par excellence des ménages pour échapper aux vulnérabilités liées aux différents aléas. Effectivement, la situation de manque d'eau va encore s'accroître parallèlement à l'augmentation des températures, affectant la production agricole, et la sécurité alimentaire et économique des populations, causant des problèmes sociaux relatifs à la hausse des prix des aliments et au chômage, puisque une grande part de la main d'œuvre opère dans le secteur agricole.

La monoculture apparaît donc une option très fragile que les agriculteurs évitent de pratiquer, et préfèrent diversifier les sources de revenus et consolider par conséquent leur résilience. Ainsi, malgré le fait que la spécialisation dans le pommier peut être plus génératrice de revenus que l'intégration des cultures et de l'élevage, elle ne peut pas être la clé de cette résilience dans de telles zones, car le pommier reste très vulnérable aux effets du réchauffement climatique et à la volatilité des prix des intrants et des produits agricoles. En effet, le pommier est très sensible aux différents aléas climatiques notamment la grêle et les gelées printanières, ainsi que la diminution des heures de froid, sans oublier les attaques comme les insectes ravageurs (carpocapse, acariens et pucerons) et les maladies cryptogamiques (Oïdium) qui requièrent de multiples traitements chimiques, remettant en question les conséquences sanitaires et environnementales de ces produits et du non-respect des précautions et modes d'emploi. En outre, les prix des produits sur pied sont très fluctuants, dépendant généralement de la loi de l'offre locale et de la demande exprimée. En cas de chute des prix, qui est fréquente à cause de l'offre concentrée sur la période de la récolte, l'agriculteur se trouve dans une situation de risque qu'il doit assumer, et qui peut aller jusqu'à des résultats déficitaires.

A l'égard de tous ces facteurs, et dans le contexte d'une inflation mondialisée, l'élevage affiche une importance majeure surtout dans le cadre d'une réelle autonomie fourragère enregistrée dans la majorité des situations au niveau de l'échantillon étudié, et qui implique donc une moindre dépendance au marché, et par conséquent aux fortes fluctuations que connaissent les prix des fourrages et des concentrés. Il convient de même de mentionner la contribution marquée de la composante pastorale dans la résilience des exploitations, qui surmontent davantage la contrainte foncière dont souffre l'élevage sédentaire, mais au prix d'un important travail qui marque le mode de vie des transhumants, en assurant l'accès aux ressources pastorales, et garantissant ainsi une bonne efficacité de valorisation de l'eau, élément vital devenu de plus en plus rare dans les zones de montagne. Il est impératif de souligner que la contrainte hydrique, autrefois absente dans cette région, commence désormais à se manifester ;

la dynamique d'expansion des plantations d'arbres fruitiers s'accompagne avec les creusages de forages pour répondre à la demande en eau accrue lors de la période estivale. Ceci renforce les rivalités, voire les conflits entre les tribus, les fractions et les villages en amont et en aval de l'oued et des séguias, amenant les agriculteurs à prendre conscience des besoins hydriques accrus induits par l'arboriculture fruitière.

Par contraste, l'élevage est moins dépendant de l'irrigation estivale. Ceci dit, la viabilité du système d'élevage transhumant est menacée par la sédentarisation, vu la pénibilité et le manque d'attractivité de ce mode de vie qui impose des conditions de vie difficiles. Outre la rareté de la main d'œuvre s'occupant du gardiennage et/ou du pâturage des troupeaux, cette situation est aggravée par les épisodes de sécheresse accentuée qui impliquent une diminution de la productivité des parcours et, partant, une baisse marquée des performances zootechniques et économiques des troupeaux. Par ailleurs, le manque d'eau menace aussi les cultures basées sur l'irrigation ainsi que les parcelles d'herbe basées sur les précipitations (Almou), ce qui constitue un risque réel aux productivités des cultures ainsi qu'aux autonomies fourragères des exploitations, mettant à mal la résilience du système d'élevage en général.

La présente étude suggère aussi que le travail doit être considéré comme un facteur important qui détermine les stratégies de production agricole en zone oasienne de montagne. Sur ce, des interventions doivent être envisagées pour assurer la durabilité de ces systèmes agricoles afin de garantir de meilleures performances des exploitations, en contribuant à l'amélioration des revenus agricoles pour rendre l'agriculture plus attrayante pour les jeunes, et limiter par la suite le phénomène d'exode rural. Ceci peut être concrétisé à travers l'appui technique et la promotion d'associations ou coopératives, qui vont permettre aux agriculteurs de mobiliser l'ensemble des ressources et des savoir-faire pour améliorer la qualité des activités agricoles. En amont, ces structures, auraient pour mission l'encadrement technique des différents exploitants pour améliorer la productivité des élevages via la vulgarisation de techniques de conduite ainsi que les rations alimentaires équilibrées, notamment en période difficile, afin de réduire les déséquilibres alimentaires. Sans oublier l'encouragement de bonnes pratiques culturelles, à savoir l'utilisation des semences sélectionnées, la fertilisation raisonnée ainsi que les techniques de lutte phytosanitaire intégrée. En aval, l'objectif serait de valoriser les produits du terroir, principalement la pomme de M'semrir, ainsi que la viande pastorale, et promouvoir par la suite la labellisation de ces produits. Aussi, la préservation et le renforcement du couplage des cultures et de l'élevage est primordial, car il garantit les principes de l'agro-biodiversité, et peut aussi asseoir les bases de la transition agro-écologique nécessaire pour affronter les défis induit par le réchauffement climatique. En outre, il faut contrôler les extensions de surfaces cultivées, afin d'éviter les conséquences hydriques et environnementales de l'intensification de la production, notamment la forte consommation d'eau et l'épuisement irréversible des sources, ainsi que les conséquences de l'usage non raisonné des produits chimiques et des engrais synthétiques sur la santé humaine ainsi que sur l'environnement.

Au final, les oasis de montagne connaissent plusieurs bouleversements climatiques et socio-économiques. La pression sur les ressources en eau, la contrainte foncière, la dégradation des parcours, l'exode rural et l'inflation sont des problèmes majeurs qui freinent le développement de l'agriculture de montagne et qui affectent le système oasien dans sa globalité. Il est donc

primordial de bien gérer la consommation d'eau dans les exploitations agricoles pour mieux valoriser cette ressource rare, il faut aussi fournir plus d'efforts pour améliorer significativement les revenus agricoles dans le but de mieux valoriser le facteur travail. Par ailleurs, la promotion des produits issus de l'élevage extensif basé sur les ressources pastorales, à travers des circuits de commercialisation bien maîtrisés, ciblant les consommateurs qui préfèrent éviter les risques sanitaires et environnementaux liés aux produits des élevages intensifs, s'avère un facteur important pour renforcer la résilience de ce système et développer ces zones marginalisées. Autrement, il faut aussi développer d'autres activités non agricoles, notamment le tourisme (randonnées, écotourisme) vu les caractéristiques naturelles et anthropologiques de la région, fondées sur l'interaction entre un milieu physique aride, un milieu naturel anthropisé par la création d'attrait culturel. Également, la préservation du patrimoine immatériel et les traditions permettrait un important essor du tourisme. Ainsi, le paysage, l'architecture et l'équilibre environnemental, qui constituent d'une certaine façon l'attrait pour le visiteur et les raisons qui donnent un sens à la population de continuer à vivre dans ces zones de montagnes, doivent absolument être conservés. Ceci va par la suite limiter l'émigration de la population locale, fournir d'autres revenus, et par conséquent assurer la durabilité du système agro-écologique des oasis de montagne

En termes de recherche, il est urgent de favoriser la réalisation de plus d'investigations et d'études pour approfondir davantage les connaissances à propos des systèmes oasiens de montagne, surtout qu'il y a une certaine rareté de références qu'il faut surpasser afin de bien cibler les interventions des politiques publiques.

## Références bibliographiques

- **Abaab A.** (1999). Modernisation agricole et ses effets sur les systèmes de production agricole : cas de la région de Sidi Bouzid en Tunisie Centrale. *Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences Agronomiques. Université de Gand.* 331 p.
- **Abaab A., Bédrani S., Bourbouze A., Chiche J.** (1995). Les politiques agricoles et la dynamique des systèmes agropastoraux au Maghreb. *Options méditerranéennes.* 14. 139-165.
- **Agénor, P.R., El Aynaoui K.** (2003) Politiques du marché du travail et chômage au Maroc : une analyse quantitative. *Revue d'économie du développement.* 13(1). 5-51.
- **Aït Hmida A., Bouizgaren A., Rachidi YI., Sikaoui L.** (2007). Conditions d'existence des communautés rurales et gestion des ressources naturelles dans le Haut Atlas occidental au Maroc. *New Medit.* 6(1). 28-35. [http://www.iamb.it/share/img\\_new\\_medit\\_articoli/26\\_28hmida.pdf](http://www.iamb.it/share/img_new_medit_articoli/26_28hmida.pdf)
- **Akasbi Z., Oldeland J., Dengler J., Finckh M.** (2012). Social and ecological constraints on decision making by transhumant pastoralists: a case study from the Moroccan Atlas Mountains. *Journal of Mountain Science.* 9 (3). 307-321.
- **Alados C.L., Puigdefàbregas J., Martínez-Fernández J.** (2011). Ecological and socioeconomical thresholds of land and plant-community degradation in semi-arid Mediterranean areas of southeastern Spain. *Journal of Arid Environments.* 75(12), 1368–1376.
- **Alados C.L., Gotor P., Ballester P., Navas D., Escos J.M., Navarro T., Cabezudo B.** (2006). Association between competition and facilitation processes and vegetation spatial patterns in alpha steppes. *Biological Journal of the Linnean Society.* 87(1), 103-113. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2006.00559.x>
- **Alados C.L., ElAich A., Papanastasis V.P., Ozbek H., Navarro T., Freitas H., Vrahnakis M., Larrosi D., Cabezudo B.** (2004). Change in plant spatial patterns and diversity along the successional gradient of Mediterranean grazing ecosystems. *Ecological Modelling,* 180(4). 523–535. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.10.034>.
- **Alary V., Caulfield M.E., Amsidder L., Juanes X., Boujenane I., Sraïri M.T., Sam A., Hammond J., Van Wijk M.T.** (2022). Heterogeneity of resilience of livelihood strategies in pastoral and agropastoral farming systems of rural semi-arid to arid areas in Morocco. *Frontiers in Sustainable Food Systems.* 5(723994). 1 – 16.
- **Alary V., Duteurtre G, Faye B.** (2011). Élevages et sociétés : les rôles multiples de l'élevage dans les pays tropicaux. *INRA Productions Animales.* 24(1). 145-156.
- **Alvarez-Cuadrado F., Poschke M.** (2011). Structural change out of agriculture: labor push versus labor pull. *American Economic Journal: Macroeconomics.* 3(3). 127-58. <https://doi.org/10.1257/mac.3.3.127>
- **ArslanA., van BerkumS., E CavatassiR., Di NucciC., RubenR.,SmalingE., Stefanelli T., de SteenhuijsenPitersB., ReyesS., WintersP.** (2020). IFAD RDR 2021–Framework for the analysis and assessment of food systems transformations. *Wageningen University and Research.* 2.
- **AsencioJuncal J., López-Osorio JM., Rosa-Jiménez C.** (2022). Transformation and resilience processes in mountain oases at the High Atlas (Morocco)–the case of AïtMrau, Mgoun Valley. *Journal of Cultural Heritage Management and SustainableDevelopment,* 12(2), 126-149.

- **Auclair L., Baudot P., Genin D., Romagny B., Simentel R.** (2011). Patrimony for resilience: Evidence from the Forest Agdal in the Moroccan High Atlas Mountains. *Ecology and Society*. 16(4). 24
- **Badidi B.** (1999). Le Moyen Atlas central à l'ère de l'arboriculture, l'épanouissement d'une production moderne dans un milieu rural traditionnel. *Les cahiers du CREAD*. (48), 37-55.
- **Barrow C.J., Hicham H.** (2000). Two complimentary and integrated land uses of the western High Atlas Mountains, Morocco: the potential for sustainable rural livelihoods. *Applied Geography*. 20(4). 369-394. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622800000102>
- **Barthez A.** (1986). Du labeur paysan au métier d'agriculteur. L'élaboration statistique en agriculture. *Revue d'Études en Agriculture et Environnement*. 3(1). 45-72.
- **Battesti V.** (2005). Jardins au désert : Évolution des Pratiques et Savoirs Oasiens : *Jérid Tunisien* ; IRD éditions. Collection à Travers Champs. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers11-10/010035134.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-10/010035134.pdf)
- **Bechchari A., El Aich A., Mahyou H., Baghdad B., Bendaou M.**, (2014). Analyse de l'évolution du système pastoral du Maroc oriental. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 67 (4), 151–162.
- **Béguin P.** (2010). Conduite de projet et fabrication collective du travail : une approche développementale. *Habilitation à Diriger des Recherches, Université Victor Segalen Bordeaux 2*.
- **Beigh Y.A., Ganai A.M., Ahmad H.A.** (2015). Utilization of apple pomace as livestock feed: A review. *The Indian Journal of Small Ruminants*. 21(2). 165-179
- **Bell L.W., Moore A.D., Kirkegaard J.A.** (2014). Evolution in crop-livestock integration systems that improve farm productivity and environmental performance in Australia. *European Journal of Agronomy*. 57. 10 – 20. Doi : 10.1016/j.eja.2013.04.007
- **Benaboud J., Elachouri M., Oujidi J., Chafi A.** (2014). Pesticides in Morocco: Knowledge Attitude and Safety. *Pesticides in Oriental Morocco*. 1. 1–6.
- **Benaradj A., Boucherit H., Benniou R., Bouarfa S.** (2020). Systèmes de production dans l'oasis d'Asla (Naama, Algérie). *Revue des bio ressources*. 10(1). 55-74.
- **Benchrif A., Johnson D.L.** (1991). Changing resources management strategies and their environmental impacts in the Middle Atlas Mountains of Morocco. *Mountain Research and Development*. 11(3). 183-194.
- **Benchrif A., Johnson D.L.** (1990). Adaptation and intensification in the pastoral systems of Morocco. *The World of Pastoralism*. Guilford Press, New York. 394–416.
- **Bernués A., Ruiz R., Olaizola A., Villalba D., Casasús I.** (2011). Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: synergies and trade-offs. *Livestock Science*. 139 (1-2). 44–57
- **Berque J.** (1951). Terroirs et seigneurs du Haut Atlas occidental. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*. Cambridge University Press. 6(4). 474-484.
- **Born K., Fink A., Paeth H.** (2008). Dry and wet periods in the northwestern Maghreb for present day and future climate conditions. *Meteorologische Zeitschrift*. 17(5). 533–551.
- **Boujenane I.** (2005). L'élevage ovin en pratique. *Actes Editions, Rabat*. 116 p. ISBN : 9981-801-66-6.

- **Bourbouze A.** (2018). Les grandes transformations du pastoralisme méditerranéen et l'émergence de nouveaux modes de production. *Watch Letter - Lettre de veille du CIHEAM*. (39). 7-12.
- **Bourbouze A.** (2000). Pastoralisme au Maghreb : la révolution silencieuse. *Fourrages*. 161, 3-21.
- **Bourbouze A.** (1997). Des agdals et des mouflons. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*. 30(30). 63-72.
- **Bourbouze A.** (1984). Etude intégrée d'un système agropastoral dans le Haut Atlas. *Les Cahiers de la Recherche Développement*. (3-4), 19-29.
- **Bourbouze A., Lhoste P., Marty A., Toutain B.** (2001). Problématique des zones pastorales. *Lutte contre la désertification dans les projets de développement*, Paris, Agence Française de Développement et Comité scientifique Français de la Désertification. 41-52.
- **Bourbouze A., El Aich A.** (2000). Gestion des parcours et des troupeaux en régions steppiques et réponse à l'aléa climatique. *Livestock Production and Climatic Uncertainty in the Mediterranean*. 94. 307–319.
- **Bourbouze A., Guessous F.** (1979). La chèvre et l'utilisation des ressources dans les milieux difficiles. *Revue d'Elevage et de Médecinevétérinaire des Pays tropicaux*. 32(2), 191-198.
- **Bourzat D., Goe R.M.** (1990). L'animal, force de travail dans les systèmes oasiens. *Options méditerranéennes : Série A*. (11). 249-260. <https://agritrop.cirad.fr/570693/1/ID570693.pdf>
- **Braun L.** (1985). Simulation of Snowmelt-Runoff in Lowland and Lower Alpine Regions of Switzerland. *Doctoral dissertation, ETH Zurich*.
- **Brown, S.** (2012). Apple. In: *Badenes M., Byrne D. (eds) Fruit Breeding. Handbook of Plant Breeding, vol 8. Springer, Boston, MA*. (10). 329-367.
- **Buerkert, A., Al-Rawahi, M. N., Melapie, M., Schlecht, E.** (2018). Carbon and nutrient balances in three mountain oases in Northern Oman. *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, 22(1). 75–86. <https://journals.squ.edu.om/index.php/jams/article/view/2329>
- **Buerkert A., Nagieb M., Siebert S., Khan I., Al-Maskri A.** (2005). Nutrient cycling and field-based partial nutrient balances in two mountain oases of Oman. *Field Crops Research*. 94, 149-164. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.12.003>
- **Carvalho P.C.F., Peterson C.A., Nunes P.A.D.A., Martins A.P, de Souza Filho W., Bertolazi V.T., Kunrath T.R., de Moraes A., Anghinoni I.** (2018) Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification. *Journal of Animal Science*. 96(8). 3513–3525, <https://doi.org/10.1093/jas/sky085>
- **Casu F.A.** (2018). Manure management and nutrient cycling in smallholder crop-livestock systems in Nyando, Kenya. *Wageningen University and Research*. 47.
- **Chadwick D., Sommer S., Thorman R., Fanguero D., Cardenas L., Amon B., Misselbrook T.** (2011). Manure management: implications for greenhouse gas emissions. *Animal Feed Science and Technology*. 166-167. 514-531. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.036>
- **Cornwall A., Rivas A.M.** (2015). From “gender equality” and “women’s empowerment” to global justice: Reclaiming a transformative agenda for gender and development. *Third World Quarterly*. 36(2). 1–21.

- **Correa P., Dieguez F., Dedieu B., Arbeletche P., Bartaburu D., Morales H., Tourrand J.F.** (2011). Comprendre l'organisation du travail pour préciser les stratégies d'éleveurs laitiers uruguayens. In : *Beguin P, Dedieu B, Sabourin E. Le travail en agriculture et ses valeurs face à l'innovation. Paris. L'Harmattan.* 135-153
- **Cournut S., Chauvat S.** (2012). L'organisation du travail en exploitation d'élevage : analyse de 630 Bilans Travail réalisés dans huit filières animales. *Productions Animales.* 25(2). 101.
- **Cournut S., Chauvat S., Correa P., Dos Santos Filho J.C., Dieguez F., Hostiou N., Khahn Pham D., Servièrre G., Sraïri M.T., Turlot A., Dedieu B.** (2018). Analyzing work organization by the Work Assessment Method: a meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development.* 38. 58. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0534-2>
- **Dahache S.** (2014). L'évolution de la place des femmes en agriculture au prisme des rapports familiaux de production. *L'agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre. Paris : EDP Sciences.* 165–182.
- **De Haas H.** (2001). Migration and Agricultural Transformations in the oases of Morocco and Tunisia. *Utrecht: KNAG.* 42p
- **Dedieu B.** (2019). Transversal views on work in agriculture. *Cahiers Agriculture.* 8(28). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02266296/>
- **Dedieu B., Servièrre G.** (1999). La méthode Bilan Travail et son application. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ;* (38). 353-364.
- **Dedieu B, Faverdin P, Dourmad JY, Gibon A.** (2008). Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRA Productions Animales.* 21 (1). 45-58.
- **Dedieu B., Servièrre G., Madelrieux S., DobremezL.,Cournut S.** (2006). Comment appréhender conjointement les changements techniques et les changements du travail en élevage ? *Cahiers Agriculture.* 15(6). 506-13. Doi : 10.1684/agr.2006.0028
- **Dedieu B., Catherine L., Patrick M.** (1999). Organisation du travail dans les systèmes d'activités complexes. *Economie rurale. Emploi agricole, emploi rural. Continuités, ruptures, innovations.* (253). 28-35.
- **Del Barrio G, Sanjuan M.E, Hirche A, Yassin M, Ruiz A, Ouessar M, Martinez Valderrama J, Essifi B, Puigdefabregas J.** (2016). Land Degradation States and Trends in the Northwestern Maghreb Drylands, 1998–2008. *Remote Sensing.* 8(7):603. <https://doi.org/10.3390/rs8070603>
- **Devendra, C., Thomas, D.** (2002). Crop-animal interactions in mixed farming systems in Asia. *Agricultural Systems.*71(1-2), 27-40. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(01\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00034-8)
- **Dhillon GS., Kaur S., Brar SK., Verma M., Tyagi RD.** (2011). Utilization of different agro-industrial wastes for sustainable bio-production of citric acid by *Aspergillus niger*. *Biochemical Engineering Journal.* 54(2). 83-92.
- **Dieguez F., Morales H., Cournut S.** (2010). La méthode Bilan Travail pour l'approche du fonctionnement des élevages extensifs uruguayens. *Cahiers Agricultures,* 19(5). 316-322. <https://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/download/30874/30634>
- **Direction de la Météorologie nationale.** (2007). Les changements climatiques au Maroc : Observations et projections. *DMN (Direction de la Météorologie nationale).* [https://www.preventionweb.net/files/changements\\_climatiques-214.pdf](https://www.preventionweb.net/files/changements_climatiques-214.pdf).
- **Dora G, Mendoza S., Serrano V., Bah M., PelzR., Balderas P., León F.** (2008). Proximate Composition, Mineral Content, and Antioxidant Properties of 14 Mexican

- Weeds Used as Fodder. *Weed Biology and Management*. 8(4). 291–96. <https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2008.00307.x>
- **Doss C.** (2018). Women and agricultural productivity: Reframing the issues. *Development Policy Research*. 36. 35–50.
  - **Duteurtre G, Faye B.** (2009). L'élevage, richesse des pauvres. *Collection Update Sciences & Technologies, Editions Quae, Versailles, France*.
  - **El Aayadi S, Araba A, Jouven M.** 2020. Impact de l'altitude sur les caractéristiques des systèmes d'élevage extensifs dans le Haut Atlas central, Maroc. *Cahiers Agricultures*. 29. 33. <https://doi.org/10.1051/cagri/2020030>
  - **El Aich A.** (2018). Changes in livestock farming systems in the Moroccan Atlas Mountains. *Open Agriculture*. 3(1). 131-137. <https://doi.org/10.1515/opag-2018-0013>
  - **El Amiri B.** (2006). Conduite actuelle des troupeaux ovins et voies d'amélioration : cas du moyen atlas central. *L'élevage du mouton et ses systèmes de production au Maroc. NADACOM, Rabat*, 141-157. [https://www.researchgate.net/profile/Abdesselam-Maatougui/publication/325848062\\_caracterisation\\_economique\\_de\\_l'elevage\\_ovin\\_dans\\_les\\_hauts\\_plateaux\\_de\\_l'oriental/links/5defa53f92851c8364709b91/caracterisation-economique-de-lelevage-ovin-dans-les-hauts-plateaux-de-loriental.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Abdesselam-Maatougui/publication/325848062_caracterisation_economique_de_l'elevage_ovin_dans_les_hauts_plateaux_de_l'oriental/links/5defa53f92851c8364709b91/caracterisation-economique-de-lelevage-ovin-dans-les-hauts-plateaux-de-loriental.pdf)
  - **El Amiri B., Nassif F.** (2021). Revisiting crop and livestock integration in sheep and goat systems of Morocco: new insights. *Options Méditerranéennes*, A, no. 125. Pages 63-66. <http://webagris.inra.org.ma/doc/optionsmedi2021/Options%20Medit2021P63-66.pdf>
  - **FAO.** (2018). Pastoralism in Africa's Drylands: Reducing Risks, Addressing Vulnerability and Enhancing Resilience. *Rome: FAO*. 52. <https://www.fao.org/3/CA1312EN/ca1312en.pdf>
  - **FAO.** (2008). Ending poverty and hunger by investing in agriculture and rural areas. *Rome, Italy: FAO*.
  - **Garrett R.D., Ryschawy J., Bell L.W., Cortner O., Ferreira J., Garik A.V.N., Gil J.D.B., Klerkx L., Moraine M., Peterson C.A., dos Reis J.C., Valentim J.F.** (2020). Drivers of decoupling and recoupling of crop and livestock systems at farm and territorial scales. *Ecology and Society*. 25(1). 24. <https://doi.org/10.5751/ES-11412-250124>
  - **Garrigou A., Laurent C., Berthet A., Colosio C., Jas N., Daubas-Letourneux V., Jackson Filho J.-M., Jouzel J.-N., Samuel O., Baldi I., Lebailly P., Galey L., Goutille F., Judon N.** (2020). Critical Review of the Role of PPE in the Prevention of Risks Related to Agricultural Pesticide Use. *Safety Science*. 123. 104527. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.104527>.
  - **Gault J., Saïdi S.** (2016). Ingenious Agricultural Heritage in Cold Oases Connected to Collective Grazing Areas (Haut Atlas, Maroc). In *Biocultural Diversity in Europe*. Springer, Cham. 419-437.
  - **Gebauer J., Luedeling E., Hammer K., Nagieb M., Buerkert A.** (2007). Mountain oases in northern Oman: An environment for evolution and in situ conservation of plant genetic resources. *Genetic resources and crop evolution*. 54(3), 465-481. [http://141.51.193.157/documents/publications/Gebauer\\_2007.pdf](http://141.51.193.157/documents/publications/Gebauer_2007.pdf)
  - **Genin D., Simenel R.** (2011). Endogenous Berber Forest management and the functional shaping of rural forests in southern Morocco: implications for shared forest management options. *Human Ecology*. 39(3). 257-269. <http://dx.doi.org/10.1007/s10745-011-9390-2>

- **Ghai D.** (2003). Travail décent : concept et indicateurs. *Revue internationale du travail*. 142(2). 121-157.
- **Goldberg Z.A.** (2021). Development through commodification: exploring apple commodity production as pesticide promotion in the High Atlas. *Agriculture and Human Values*. 1-20 10.1007/s10460-021-10280-4.
- **Goldberg Z.A., Powell B., Ouarghidi A.** (2021). Determinants of Smallholder Maintenance of Crop Diversity in Morocco's High Atlas Mountains. *Human Ecology*. 49(4), 453-465.
- **Guessous F., Rihani N., Kabbali A., Johnson W.L.** (1989). Improving feeding systems for sheep in a Mediterranean rain-fed cereals/livestock area of Morocco. *Journal of Animal Science*. 67(11). 3080-3086.
- **Guthman J.** (2017). Lives Versus Livelihoods? Deepening the Regulatory Debates on Soil Fumigants in California's Strawberry Industry. *Antipode*. 49(1). 86–105. <https://doi.org/10.1111/anti.12246>.
- **Hajjaji, A.** (1990). Arboriculture, cultures maraîchères et de rente en zones oasiennes. *Les systèmes agricoles oasiens*. V. Dollé and G. Toutain. Tozeur, Tunisie, CIHEAMCCE/DG. 8. 155-161.
- **Harris, F.** (2002). Management of manure in farming systems in Semi-Arid west Africa. *Experimental Agriculture*. 38(2). 131-148. <https://doi.org/10.1017/S0014479702000212>
- **Herrero M., Addison J., Bedelian C., Carabine E., Havlik P., Henderson B., van de Steeg J., Thornton P.** (2016). Climate change and pastoralism: impacts, consequences and adaptation. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*. 35 (2). 417 - 433.
- **Hiernaux P., Schlecht E.** (2003). The scale issues in assessing matter fluxes and balance in/out agro-ecosystems. *Conference on International Agricultural Research for Development-DeutscherTropentag*. (pp. 8-10).
- **Hilimire K.** (2011) Integrated Crop/Livestock Agriculture in the United States: A Review. *Journal of Sustainable Agriculture*. 35(4). 376-393. 10.1080/10440046.2011.562042
- **Hong Z., Jian-Wei W., Qiu-Hong Z., Yun-Jiang Y.** (2003). A Preliminary Study of Oasis Evolution in the Tarim Basin, Xinjiang, China. *Journal of Arid Environments*. 55(3), 545–553. [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(02\)00283-5](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(02)00283-5)
- **Hostiou N., Cialdella N., Vazquez V., Müller A.G., Le Gal P.Y.** (2015). Work organization on smallholder dairy farms: a process unique to each farm. *Tropical animal health and production*. 47(7). 1271-1278.
- **Hostiou N., Khanh P.D., Duteurtre G., Binh V.T., Dedieu B.** (2012). Relationships between work organization and size of dairy farms: a case study based in Vietnam. *Tropical animal health and production*. 44(7). 1709-1716.
- **Hostiou N., Dedieu B., Madelrieux S., Pham, D.K., Trong, B.V.** (2010). Relations entre organisation du travail et taille des exploitations laitières : une étude à Moc Chau (Vietnam). *Cahiers Agricultures*. 19(5). 323-330.
- **Johnsen S.** (2004). The redefinition of family farming: agricultural restructuring and farm adjustment in Waihemo, New Zealand. *Journal of Rural Studies*. 20. 419–432.
- **Jouve P.** (2012). Les oasis du Maghreb, des agro-écosystèmes de plus en plus menacés. Comment renforcer leur durabilité ? *Courrier de l'Environnement de l'INRA*. 62(62). 113-122. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01222196/file/C62-Jouve-04-02-13.pdf>

- **Kim SK., Tiessen K., Beeche A., Mukankuranziza J., Kamatari A.** (2011). Cattle manure management in Rwanda—a case of Girinka cow beneficiaries in the district of Ngoma. *Rwanda Journal*. 24. 39–48. <https://www.ajol.info/index.php/rj/article/view/76308/66766>
- **Kouba Y., Gartziab M., El Aich A., Alados CL.** (2018). Deserts do not advance, they are created: Land degradation and desertification in semiarid environments in the Middle Atlas, Morocco. *Journal of Arid Environments*. 158. 1-8. ISSN 0140-1963. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2018.07.002>
- **Landais E.** (1987). Recherches sur les systèmes d'élevage. *Dynamique des systèmes agraires. Document de travail, INRA SAD Versailles*. 16-50.
- **Lang M., Mahyou H., Tychon B.** (2021). Estimation of rangeland production in the arid oriental region (Morocco) combining remote sensing vegetation and rainfall indices: challenges and lessons learned. *Remote Sensing*. 13 (11), 2093.
- **Larbi SH.** (1989). Les zones phoenicoles marocaines. *Les Cahiers De La Recherche Développement*. (22). 15–27. <https://revues.cirad.fr/index.php/crd/article/view/36578/36270>
- **Lasram M.** (1990). Les systèmes agricoles oasiens dans le Sud de la Tunisie. In *Les Systèmes Agricoles Oasiens. Options Méditerranéennes ; Dollé, V., Toutain, G., Eds.; (Série A. Séminaires Méditerranéens n. 11); CIHEAM: Montpellier, France*. 21–27. <https://om.ciheam.org/om/pdf/a11/CI901480.pdf>
- **Leclerc A., Laurent A.** (2017). Framework for estimating toxic releases from the application of manure on agricultural soil: National release inventories for heavy metals in 2000–2014. *Science of the Total Environment*. 590. 452-460.
- **Lemaire G., Franzluebbbers A., Cavalho P. C. D. F., Dedieu B.** (2014). Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. (190). 4-8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>
- **Liu S., Pu S., Deng D., Huang H., Yan C., Ma H., RazaviB.S.**(2020). Comparable effects of manure and its biochar on reducing soil Cr bioavailability and narrowing the rhizosphere extent of enzyme activities. *Environment international*. 134. 105277. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105277>.
- **Luedeling E., Buerkert A.** (2008). Effects of land use changes on the hydrological sustainability of mountain oases in northern Oman. *Plant Soil*. 304(1), 1-20 <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9515-y>
- **Luedeling E., Gebauer J., Buerkert A.** (2009). Climate change effects on winter chill for tree crops with chilling requirements on the Arabian Peninsula. *Climatic Change*. 96(1). 219–237. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9581-7>
- **Madelrieux S., Dedieu B.** (2008). Qualification and assessment of work organization in livestock farms. *Animal*. 2(3). 435–446. <https://doi.org/10.1017/S175173110700122X>
- **Madelrieux S., Dedieu B., Dobremez L.,** (2005). ATELAGE : un modèle pour qualifier l'organisation du travail dans les exploitations d'élevage. *INRA Productions animales*. 19(1), 47-57. <https://hal.inrae.fr/hal-02660208/document>
- **Magnan A., Laurent C.** (2018). Les publics cibles du conseil santé-sécurité au travail en agriculture. *Rapport INRA-IRES. Grignon*. 115

- **Mahyou H., Tychon B., Balaghi R., Mimouni J., Paul R.** (2010). Désertification des parcours arides au Maroc. *Tropicicultura*. 28 (2). 107–114.
- **Malanski PD, Schiavi S., Dedieu B.** (2019). Characteristics of “work in agriculture” scientific communities. A bibliometric review. *Agronomy for Sustainable Development*. 39(36). <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13593-019-0582-2.pdf>
- **Malomo G.A., Madugu A.S., Bolu S.A.** (2018). Sustainable animal manure management strategies and practices. *Agricultural Waste and Residues*. 8. 119 - 137.
- **McCarthy N., Di Gregorio M.** (2007). Climate variability and flexibility in resource access: the case of pastoral mobility in Northern Kenya. *Environment and Development Economics*. 12(3). 403–421. Doi: 10.1017/S1355770X07003609
- **Menghistu H.T., Abraha A.Z., Tesfay G., Mawcha G.T.** (2020). Determinant factors of climate change adaptation by pastoral/agro-pastoral communities and smallholder farmers in sub-Saharan Africa A systematic review. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. 12(3). 305–321
- **Meuwissen M.P.M., Feindt P.H., Spiegel A.L.** (2019). A framework to assess the resilience of farming systems. *Agricultural Systems*. 176. 102656. doi: 10.1016/j.agsy.2019.102656
- **Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts (MAPMDREF).** (2014a). Stratégie de développement des petits ruminants dans le cadre du plan Maroc vert. IAV Hassan II. <https://docplayer.fr/40027813-Strategie-de-developpement-des-petits-ruminants-dans-le-cadrede-plan-maroc-vert.html>
- **Moinina A., Lahlali R., Boulif M.** (2019). Important pests, diseases and weather conditions affecting apple production in Morocco: Current state and perspectives. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. 7(1). 71-87
- **Montanari B.** (2013). The Future of Agriculture in the High Atlas Mountains of Morocco: The Need to Integrate Traditional Ecological Knowledge. *The Future of Mountain Agriculture, Springer*. 51-72. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-33584-6\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-33584-6_5)
- **Moritz M.** (2008). Competing paradigms in pastoral development? a perspective from the Far North of Cameroon. *World Development*. 36(11). 2243–2254. Doi: 10.1016/j.worlddev.2007.10.015
- **Mouradi M., Latrach L., Farissi M., Bouizgarne A., Ghoulam C.** (2018). Impact of the salt stress on the agronomic potential of the Moroccan populations of alfalfa (*Medicago sativa* L.) under the field conditions of Marrakesh. *Applied Journal of Environmental Engineering Science*. 4(3). 4-3.
- **Naylor R., Steinfeld H., Falcon W., Galloway J., Smil V., Bradford E., Alder J., Mooney H.** (2005). Losing the links between livestock and land. *Science*. 310(5754). 1621. <https://doi.org/10.1126/science.1117856>
- **Ndambi O.A., Pelster D.E., Owino J.O., deBuissonjé F., Vellinga T.** (2019) Manure Management Practices and Policies in Sub-Saharan Africa: Implications on Manure Quality as a Fertilizer. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 3(29). 1 – 14. doi:10.3389/fsufs.2019.00029
- **Nettle R., Kuehne G., Lee K., Armstrong D.** (2018). A new framework to analyse workforce contribution to Australian cotton farm adaptability. *Agronomy for Sustainable Development*. 38(4). 1-19. DOI: 10.1007/s13593-018-0514-6.

- **Nogueira B., Juncal JA., de Mier TGR., Martínez I.** (2012). Earthen architecture landscapes as identity items in southern Morocco. Studies in Mgoun valley, High Atlas. In Mileto C., Vegas F., García Soriano L. and Cristini V. *Rammed Earth Conservation*. Taylor & Francis Group, London. 545-550.
- **Owusu V., Abdulai A., Abdul-rahman S.** (2011). Non-farm work and food security among farm households in Northern Ghana. *Food Policy*. 36(2). 108–118.
- **Pascon P.** (1980). Etudes rurales : Idées et enquêtes sur la campagne marocaine. *Société Marocaine des Editeurs Réunis*. 289 p.
- **Petersen S.O., Sommer S., Béline F., Burton C., Dach J., Dourmad J., Leip A., Misselbrook T., Nicholson F., Poulsen H.D.** (2007). Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. *Livestock Science*. 112 (3). 180–191.
- **Pimentel D., Acquay H., Biltonen M., Rice P., Silva M., Nelson J., Lipner V., Giordano S., Horowitz A., D'Amore M.** (1992). Environmental and Economic Costs of Pesticide Use. *BioScience* 42 (10). 750–760. <https://doi.org/10.2307/1311994>.
- **Raynaud C.** (1990). Note technique : l'arboriculture fruitière dans les systèmes agricoles oasiens. *Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens*. (11). 319-324.
- **Reid R.S., Galvin K.A., Kruska R.** (2008). Global significance of extensive grazing lands and pastoral societies: An introduction. In: Galvin K.A. *Fragmentation in semi-arid and arid landscapes: Consequences for human and natural systems*. Springer, Dordrecht. 1-24.
- **Rignall K.** (2015). The labor of agrodiversity in a Moroccan oasis. *The Journal of Peasant Studies*. 43. 711-730.
- **Romeo A., Meerman J., Demeke M., Scognamillo A., Asfaw S.** (2016). Linking farm diversification to household diet diversification: evidence from a sample of Kenyan ultra-poor farmers. *Food Security*. 8(6). 1069–1085.
- **Roy S., Kashem M.D.A.** (2014). Effects of organic manures in changes of some soil properties at different incubation periods. *Open Journal of Soil Science* .4. 81–86. doi:10.4236/ojss.2014.43011
- **Santoro A., Venturi M., Ben Maachia S., Benyahia F., Corrieri F., Piras F., Agnoletti M.** (2020). Agroforestry Heritage Systems as Agrobiodiversity Hotspots. The Case of the Mountain Oases of Tunisia. *Sustainability*. 12(10). 4054.. <https://doi.org/10.3390/su12104054>
- **Santos Filho J.C.D., Hostiou N., Damasceno J.C., Dedieu B.** (2012). Room for manoeuvre intime of the workforce in dairy production systems. *Revista Brasileira de Zootecnica*, 41(12). 2450-2457.
- **Schilling J., Hertig E., Trambly Y., Scheffran J.** (2020). Climate change vulnerability, water resources and social implication in North Africa. *Regional Environmental Change*. 20(15). 1-12. doi: 10.1007/s10113-020-01597-7
- **Schilling J., Freier K.P., Hertig E., Scheffran J.** (2012). Climate change, vulnerability and adaptation in North Africa with focus on Morocco. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 156. 12–26
- **Schoenau J.J.** (2006). Benefits of long-term application of manure. *Advances in Pork Production*. 17, 153. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.556.6312&rep=rep1&type=pdf>

- **Schulz O., de Jong C.** (2004). Snowmelt and sublimation: field experiments and modelling in the High Atlas Mountains of Morocco. *Hydrology & Earth System Sciences*. 8 .1076–1089. <https://doi.org/10.5194/hess-8-1076-2004>,
- **Seguin B.** (2003). Adaptation of agricultural production systems to climatic change. *Comptes Rendus Geoscience*. 335. 569–575.
- **Sekaran U., Lai L., Ussiri D.A., Kumar S., Clay S.** (2021). Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security–A review. *Journal of Agriculture and Food Research*. 5. 100190.
- **Seo S.N.** (2010). Is an integrated farm more resilient against climate change? A microeconomic analysis of portfolio diversification in African agriculture. *Food Policy*. 35(1). 32-40.
- **Seré C., Steinfeld S.** (1996). World livestock production systems: Current status, issues and trends. *FAO Animal Production and Health*. (127). <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=QM9600087>
- **Servièrè G., Chauvat S., Hostiou N., Cournut S.** (2019). Le travail en élevage et ses mutations. *INRA Productions Animales*. 32, 13–24. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2019.32.1.2418>
- **Shaban A., Faour G., Khawlie M., Abdallah C.** (2004). Remote sensing application to estimate the volume of water in the form of snow on Mount Lebanon. *Hydrological Sciences Journal*. 49(4). 611—621.
- **Sims J.T., Maguire R.O.** (2005). Manure management. *Encyclopedia of Soils in the Environment*. Oxford. p 402-410.
- **Skouri M.** (1990). Eléments de synthèse et conclusions. In :Dollé V. (ed.), Toutain G. (ed.). *Les systèmes agricoles oasiens*. Montpellier : CIHEAM. 331-335.
- **Snaibi W.** (2020). Analysis of livestock breeders' perceptions and their adaptation measures to climate change in Morocco's arid rangelands. *Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems*. 6 (1), 1–25.
- **Snaibi W., Mezrhab A., Sy O., Morton J.** (2021). Perception and adaptation of pastoralists to climate variability and change in Morocco's arid rangelands. *Heliyon*. 7(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08434>
- **Soussana J.F., Lemaire G.** (2014). Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 190. 9-17.
- **Sraïri M.T.** (2015). Extensive livestock farming in Morocco: From marginal territories to major social and environmental roles. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 68 (2-3) : 123-128.
- **Sraïri MT.** (2011). Le développement de l'élevage au Maroc : succès relatifs et dépendance alimentaire. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA, Paris : Institut national de la recherche agronomique Délégation permanente à l'environnement*. 60 (60), 91-101. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01196901/file/C60TaherSrairi.pdf>
- **Sraïri M. T.** (2002). Enseignement et recherche zootechniques face aux contraintes des élevages au Maroc : une convergence encore à réaliser ?. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*. (46). 84-94.

- **Sraïri M.T., Ouidat L.** (2022). Understanding diversified oasis farms' economic performances through an analysis of labor uses and their relation to the invested capital. *Journal of Oasis Agriculture and Sustainable Development*. 4(1). 18-32.
- **Sraïri MT., Naqach Y.** (2022). Comparing the uses of available labor and capital in diversified farming systems in Drâa oases (Morocco). *New Medit Special Issue*. 22-34. DOI: 10.30682/nm2205b
- **Sraïri MT., Bentahar K.** (2021). Comment les systèmes agricoles oasiens font-ils usage du travail et de l'eau ? Effets sur les revenus des exploitations de polyculture élevage. *Alternatives rurales*. 8. 46-60. <https://alternatives-rurales.org/wp-content/uploads/Numero8/PdfNum%C3%A9ro8Comple.pdf>
- **Sraïri MT., Ghabiyel Y.** (2017). Coping with the work constraints in crop-livestock farming systems. *Annals of Agricultural Sciences*. 62(1). 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2017.01.001>
- **Sraïri MT., Mansour S., Benidir M., Bengoumi M., Alary V.** (2019). How does livestock contribute to the efficiency of the oases farming systems? *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. 15(1). [https://agritrop.cirad.fr/598221/1/2021\\_Sraïri%20et%20al\\_oasis\\_Morocco\\_15331-132643-1-PB.pdf](https://agritrop.cirad.fr/598221/1/2021_Sraïri%20et%20al_oasis_Morocco_15331-132643-1-PB.pdf)
- **Sraïri MT, Bahri S, Ghabiyel Y.** (2018). Work management as a means to adapt to constraints in farming systems: a case study from two regions in Morocco. *Cahiers Agriculture*. 27(1). 15007. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017066>
- **Sraïri MT, M'ghar FZ, Benidir M, Bengoumi M.** (2017). Analyse typologique de la diversité et des performances de l'élevage oasien. *Cahiers Agriculture*. 26(1), 15005. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017002>
- **Sraïri MT., Bahri S., Kuper M.** (2013). Le travail et sa contribution aux stratégies d'adaptation de petites exploitations agricoles familiales mixtes d'élevage bovin/polyculture au Maroc. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. 17(3). 463-474. [https://agritrop.cirad.fr/570473/1/document\\_570473.pdf](https://agritrop.cirad.fr/570473/1/document_570473.pdf)
- **Starrs PF.** (2018). Transhumance as antidote for modern sedentary stock raising. *Rangeland Ecology & Management*. 71. 592–602.
- **Sumberg J.** (2003). Toward a Dis-Aggregated View of Crop–Livestock Integration in Western Africa. *Land Use Policy*. 20 (3). 253-64.
- **Szabó O., Kovács G., Heil B.** (2016). Effects of nutrient supply and planting material quality on yield and survival rate of a short rotation coppice culture in Hungary. *Agronomy Research*, 14(4), 1494-1504.
- **Taïbi AN., El Hannani M.** (2004). Mutation des modes de gestion et "crise" de l'eau au Maghreb : d'une gestion collective à une gestion individuelle. Le cas du bassin du Dadès (Maroc). *ESO Travaux et Documents*. (22), 61-66.
- **Tisserand JL.** (1990). Les ressources alimentaires pour le bétail. *Options méditerranéennes Série A : Séminaires méditerranéens*. 11. 237-248. <https://om.ciheam.org/om/pdf/a11/CI901499.pdf>
- **Toutain, G., Dollé, V., Ferry, M.** (1989). Situation des systèmes oasiens en régions chaudes. *Les Cahiers de la Recherche Développement*. (22). 3-14. <https://revues.cirad.fr/index.php/crd/article/view/36577/36269>
- **Turlot A., Froidmont ., Bauraind C., Burny P., Bouqiaux J.M., Ledur A., Wyzen B.**(2013). La dimension " travail", un élément clé pour le maintien de nos systèmes laitiers.

18ème Carrefour des Productions Animales" Nouvelles approches pour une optimisation de nos élevages laitiers". CRA-w, Gembloux. 9.

- **USDA.** (1996). Waste utilization. *Agricultural Waste Management Field Handbook*.11 (651). 11-36.
- **Vazquez V., N Cialdella., N Hostiou., Muller AG., Le Gal PY.** (2011). Une démarche pour prendre en compte le travail dans l'accompagnement d'éleveurs laitiers. Cas d'exploitations familiales du municipe d'Unai (MG-Brésil). *Institut de l'élevage*. [https://agritrop.cirad.fr/567628/1/document\\_567628.pdf](https://agritrop.cirad.fr/567628/1/document_567628.pdf)
- **Vicente-Serrano S.M., Zouber A., Lasanta T., Pueyo Y.** (2012). Dryness is accelerating degradation of vulnerable shrublands in semiarid Mediterranean environments. *Ecological Monographs*. 82(4), 407-428.
- **Wadhwa M., Bakshi M.P.S.** (2013). Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. *Rap Publication (FAO)*. 4. 1-67.
- **Ward N.** (1993). The agricultural treadmill and the rural environment in the post-productivist era. *SociologiaRuralis*. 33 (3-4). 348-364. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.1993.tb00969.x>
- **Wei H., Liu H., Xu Z., Ren J., Lu N., Fan W., Zang P., Dong X.** (2018). Linking ecosystem services supply, social demand and human well-being in a typical mountain–oasis–desert area, Xinjiang, China. *Ecosystem Services*. 31. 44-57. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.03.012>
- **World Bank.** (2018). Employment in agriculture. *World Bank Data*. <https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS?contextual=employment-by-sector&end=2017&start=1991&view=chart>.
- **World Bank.** (2004). Kingdom of Morocco - Recent Economic Development in Infrastructure: *Water Supply and Sanitation Sector*. Washington, DC.<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/14390>
- **Zhang X.,** (2001). Ecological restoration and sustainable agricultural paradigm of Mountain-Oasis-Ecotone-Desert system in the north of the Tianshan Mountains. *Journal of Integrative Plant Biology*. 43(12). 1294-1299.

## **Partie 6. Annexes**

## Annexe 1 : Coordonnées GPS des exploitations

<b>Exploitation</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
1	31°41'16.4"N	5°52'56.1"W
2	31°43'36.1"N	5°48'29.2"W
3	31°43'40.0"N	5°48'36.2"W
4	31°42'13.0"N	5°48'51.6"W
5	31°42'08.9"N	5°48'42.7"W
6	31°43'30.5"N	5°48'21.8"W
7	31°41'44.5"N	5°48'59.8"W
8	31°40'35.0"N	5°51'00.6"W
9	31°40'32.2"N	5°50'48.8"W
10	31°40'25.3"N	5°50'57.2"W
11	31°41'59.8"N	5°48'55.5"W
12	31°41'47.0"N	5°49'13.6"W
13	31°43'58.1"N	5°48'28.7"W
14	31°43'49.0"N	5°48'30.0"W
15	31°40'38.4"N	5°51'05.6"W
16	31°40'22.4"N	5°51'02.2"W
17	31°40'14.6"N	5°50'60.0"W
18	31°40'36.6"N	5°51'02.3"W
19	31°40'32.4"N	5°50'51.0"W
20	31°41'15.8"N	5°53'18.6"W
21	31°40'31.2"N	5°50'58.5"W
22	31°40'50.0"N	5°51'27.4"W
23	31°40'48.0"N	5°51'26.2"W
24	31°41'05.0"N	5°52'48.2"W
25	31°41'03.9"N	5°51'56.9"W
26	31°41'26.0"N	5°52'56.1"W
27	31°40'54.5"N	5°49'47.1"W
28	31°41'43.6"N	5°49'08.0"W
29	31°40'33.9"N	5°51'10.9"W
30	31°40'41.5"N	5°50'51.9"W

## Annexe 2 : Fiche enquête pour l'évaluation du travail

Localisation :

Coordonnées GPS :

### 1. Exploitant

Nom complet :

Age :

Numéro de téléphone :

Situation familiale :

### 2. Caractérisation de l'exploitation

- Typologie de l'exploitation :

Elevage seul

Elevage / Cultures fourragères

Elevage / Céréales

Elevage / Cultures de rente

- Structure foncière :

Superficie	SAU	
	Superficie CF	
	Superficie CR	
Statut Foncier	Melk	
	Habous	
	Collectif	

### 3. Eau :

Parcelles	Source d'eau	Fréquence d'irrigation

- Comment s'organise la gestion de l'irrigation par les sources d'eau naturelles ?

- Eau souterraine :

Puits/Forage	P/F 1	P/F 2	....
Profondeur (m)			
Melk/Location			
Nombre de motopompes			
Type de moteur			
Puissance du moteur			

#### 4. Structure du cheptel

Espèce	Race	Catégorie	Origine (Produit au niveau de l'exploitation ? Ou acheté en dehors de l'exploitation ?)	Effectif
Bovine				
Ovine				
Caprine				
Cameline				

#### ➤ Pratiques :

Insémination Artificielle : OUI  NON  SI oui, à quel prix ? qui fait l'opération ? que faites-vous s'il n'y a pas de gestation ?

Soins vétérinaires utilisés (Matière active) ? quand sont-ils utilisés ? où aviez-vous acheté ces soins ?

Transhumance : OUI  NON  Si oui, trajectoire de transhumance ? Période ? Membres qui vont transhumer ?

➤ Alimentation :

Espèce	Lot	Effectif	Aliments	Origine de l'aliment	Prix de l'aliment acheté DH/Kg	Qté/jour
Bovine						
Ovine						
Caprine						
Cameline						

➤ Rémunération élevage :

		Qté produite	Quantité autoconsommée	Quantité Vendue	Prix de vente
Lait					
Fumier					
Animaux vendus	Catégorie				
Bovins					
Ovins					
Caprins					
Camelins					
Subventions					

## 5. Cultures :

Nombre de parcelles :

Numéro de la parcelle	Superficie	Culture pratiquée	Statut Foncier	Mode de faire valoir	Source d'eau

➤ Rémunération des cultures :

Produits	Production	Quantité autoconsommée	Quantité destinée à l'élevage	Quantité vendue	Prix de vente

## 6. Travail :

a. Travaux liés à la gestion de l'irrigation :

Parcelles	Main d'œuvre		Durée	Coût
	Familiale	Externe		
P1				
P2				
P3				

b. Travail lié à l'élevage

		Main d'œuvre		Quels membres de la famille ?	Durée (heures)	Fréquence	Rémunération (Travailleurs externes)
		Familiale	Externe				
Travail d'astreinte (journalier)	Alimentation et Abreuvement						
	Évacuation des déjections						
	Curage de l'étable						
	Fauchage et transport du fourrage fauché						
	Gardiennage au pâturage						
	Traite						
Travaux de saison	Achat et transport d'animaux						
	Stockage de fourrages						

c. Travaux liés aux cultures fourragères

	Main d'œuvre			Quels membres de la famille	Durée (jours)	Période	Rémunération (Travailleurs externes)
	Familiale	Externe					
		Permanente	Temporaire				
Labour							
Fertilisation							
Irrigation							
Désherbage							
Traitements phytosanitaires							

Achat et transport	Lieu d'achat	Durée	Travailleur	Période
Semences				
Fertilisants/Fumier				
Produits phytosanitaires				

d. Travaux liés aux cultures maraichères

	Main d'œuvre			Quels membres de la famille	Durée (jours)	Période	Rémunération (Travailleurs externes)
	Familiale	Externe					
		Permanente	Temporaire				
Labour							
Fertilisation							
Irrigation							
Désherbage							
Traitements phytosanitaires							
Récolte							
Transport							
Commercialisation							

Achat et transport	Lieu d'achat	Durée	Travailleur	Période
Semences				
Fertilisants/Fumier				
Produits phytosanitaires				

e. Travaux liés aux céréales

	Main d'œuvre			Quels membres de la famille	Durée (jours)	Période	Rémunération (Travailleurs externes)
	Familiale	Externe					
		Permanente	Temporaire				
Semis							
Fertilisation							
Irrigation							
Désherbage							
Traitements phytosanitaires							
Récolte							
Transport							
Commercialisation							

Achat et transport	Lieu d'achat	Durée	Travailleur	Période
Semences				
Fertilisants/Fumier				
Produits phytosanitaires				

f. Travaux liés à l'arboriculture

	Main d'œuvre		Quels membres de la famille	Durée (jours)	Période	Rémunération (Travailleurs externes)	
	Familiale	Externe					
		Permanente					Temporaire
Installation/Plantation							
Fertilisation							
Irrigation							
Désherbage							
Traitements phytosanitaires							
Taille							
Récolte							
Transport							
Commercialisation							

Achat et transport	Lieu d'achat	Durée	Travailleur	Période
Plants				
Fertilisants/Fumier				
Produits phytosanitaires				

### Annexe 3 : Fiche enquête « Flux des nutriments »

Nom :

N° tél :

Douar :

#### 1. Luzerne :

- Nombre de fauches par an ?
- Est-il le même pour toutes les parcelles ? sinon :

Parcelle	Nombre de fauches par an	Temps de fauche
1		
2		
3		
4		
...		

- Estimation de la quantité de biomasse par la méthode de quadrats :

Placette	Poids frais (Kg)
1	
2	
3	

- Estimation de la quantité apportée en vert et la quantité fanée :

Numéro de fauche	Quantité apportée en vert (%)	Quantité fanée (%)

- Achats et ventes :

Achats					Vente				
Unité	Poids de l'unité	Nbre d'unités	Prix de l'unité	Source	Unité	Poids de l'unité (pesée)	Nbre d'unités	Prix de l'unité	Source

## 2. Herbe :

1. Nombre de fauches par an ?
2. Est-il le même pour toutes les parcelles ? sinon :

Parcelle	Nombre de fauches par an	Temps de fauche
1		
2		
3		
...		

## 3. Estimation de la quantité de biomasse par la méthode de quadrats :

Placette	Poids frais (Kg)
1	
2	
3	

## 4. Estimation de la quantité apportée en vert et la quantité fanée :

Numéro de fauche	Quantité apportée en vert (%)	Quantité fanée (%)

5. Achats et ventes :

Achats					Vente				
Unité	Poids de l'unité	Nbre d'unités (pesée)	Prix de l'unité	Source	Unité	Poids de l'unité (pesée)	Nbre d'unités	Prix de l'unité	Source

6. Moyens de transport vers l'étable :

**3. Ecart de triage des pommes :**

Quantité Produite	Quantité autoconsommée	Quantité vendue	Prix de vente	Quantité achetée	Prix d'achat	Source

- Est-ce qu'il y a des précautions à propos de l'utilisation des écarts de triage ?
- Quelles espèces (stade physiologique aussi) auxquelles on donne cet aliment ?

**4. Adventices :**

a) Céréalicultures :

Période du désherbage	Quantité fauchée	Quantité exploitée en vert	Quantité fanée

b) Pommier :

Période du désherbage	Quantité fauchée	Quantité exploitée en vert	Quantité fanée

c) Maraichage :

Période du désherbage	Quantité fauchée	Quantité exploitée en vert	Quantité fanée

Achats					Vente				
Unité	Poids de l'unité	Nbre d'unités (pesée)	Prix de l'unité	Source	Unité	Poids de l'unité (pesée)	Nbre d'unités	Prix de l'unité	Source

1. Moyen de transport vers l'étable :

**5. Paille :**

Production			Achat		
Unité	Poids de l'unité (pesée)	Nombre d'unités	Unité	Poids de l'unité (pesée)	Nombre d'unités

- Gestion des chaumes : Pâturage ? Par propres troupeaux ou location à autrui ou auprès d'autrui ? Prix (DH/surface)

- Moyen de transport vers l'étable :

#### 6. Bois de taille des pommiers :

- Estimation de la Quantité :

Unité	Poids de l'unité (pesé)	Nombre d'unités

- Différentes utilisations :
- Est-ce que vous vendez le bois ? si oui, à quel prix ?
- Moyen de transport vers l'habitat :

#### 7. Fumier :

- Estimation de la quantité :

Unité de mesure	Poids de l'unité	Nombre d'unités

- Achats annuels de fumier :

Unité	Poids de l'unité	Nombre d'unités	Origine	Prix d'unité

- Moyen de transport de l'étable vers la parcelle (et éventuellement du vendeur vers la parcelle) :
- Conditions de stockage du fumier (couvert/exposé, Pente) :
- Risques de problèmes phytosanitaires relatifs à l'utilisation du fumier ? (Cultures de rentes principalement)

## ملخص

يشهد النظام البيئي للوحدات الجبلية عدة تحولات، أهمها ندرة المياه المتزايدة بسبب الاحتباس الحراري، مما أدى إلى العديد من الإكراهات الزراعية والاقتصادية والاجتماعية. هذه الدراسة تهدف إلى فهم آثار تكامل المحاصيل والثروة الحيوانية على مرونة أنظمة الإنتاج الزراعي على نطاق عينة من 30 مزرعة تعكس مجموعة متنوعة من المواقف، من خلال تحديد مدة العمل الزراعي على أساس طريقة "حصيلة العمل". تتناول الدراسة أيضاً تحديد المداخل، إضافة إلى قياس مختلف تدفقات المغذيات المرتبطة بتكامل المحاصيل والثروة الحيوانية. لذلك تم اختيار عينة من المزارع الواقعة في الجماعة القروية امسمرير (على ارتفاع 1900 م). أظهرت النتائج أن معظم الأعمال اليومية المترتبة على الإنتاج الحيواني (93%) يتم إنجازها من طرف اليد العاملة العائلية. متوسط الوقت المخصص لهذه الأعمال هو 414,6 ساعة عمل في السنة لكل وحدة حيوانية. يشارك أفراد العائلة أيضاً بجزء كبير في العمل الموسمي المتعلق بالزراعات (65,5%). يتطلب هذا العمل 168,6 يوماً في المتوسط للهكتار. وتشكل المحاصيل النقدية 83,9% من هذا العمل الموسمي، بينما تشكل المحاصيل العلفية 14,8%. النسبة المتبقية 1,4% مخصصة للقطيع (جزر الصوف، بيع وشراء الحيوانات، إلخ). تمثل أشجار التفاح الحصة الأكبر من العمل الموسمي المرتبط بالمحاصيل النقدية (56,6%)، تليها محاصيل الحبوب (29,1%) ثم البستنة (14,3%). يبلغ إجمالي مدة العمل معدل 289,5 يوماً في السنة للهكتار، ويختلف وفقاً لبنية المزرعة (مساحة الأراضي الصالحة للزراعة و عدد الوحدات الحيوانية) والقرارات التي يتخذها المزارع، ونوع العمل المنجز ومهارات اليد العاملة. من حيث الدخل تمكن الثروة الحيوانية من جني 4178,7 درهم لكل وحدة حيوانية، أشجار التفاح 42,3 درهم لكل شجرة، والحبوب 3956,7 درهم للهكتار والبستنة 9164,9 درهم للهكتار. أجر يوم عمل في تربية الماشية يبلغ 82,2 درهم، 260,2 درهم للتفاح، 67 درهم للحبوب و 40,4 درهم في البستنة. وبالتالي، تساهم تربية الماشية بشكل فعال في مرونة المزارع، على عكس أشجار التفاح التي تظل عرضة لمختلف المخاطر (المناخ والسوق). أظهر توصيف تدفقات المواد أن الأعلاف تساهم بنسبة 92,2% من إجمالي الطاقة الموردة للحيوانات. تبلغ استقلالية العلف نسبة 81,3% وترتبط بمساحة الأراضي الصالحة للزراعة وحجم القطيع. يظهر تقييم الحصيلة الطاقية أن 79,7% من حاجيات الحيوانات يتم تغطيتها بالموارد الداخلية؛ يختلف هذا المتوسط بين المزارع ذات الماشية المتنقلة في المراعي (27,1%) والمزارع ذات التربية الحيوانية المستقرة (92,5%). يبلغ متوسط السماد الداخلي المستعمل 7920 كيلو غرام للهكتار. وتقدر كمية خشب تقليم شجر التفاح بـ 1,7 كيلو غرام (جاف) لكل شجرة. على ضوء هذه النتائج، تم تحديد 5 أنواع من المزارع: أ) الماشية الرعوية والمحاصيل المتنوعة، ب) القطيع المتجه نحو الاستقرار مع مدة عمل عائلي مهمة، ت) المحاصيل النقدية المقترنة بالماشية المستقرة، ج) الماشية المستقرة المعتمدة على المحاصيل الزراعية، هـ) تكامل أشجار التفاح والعلف والماشية المستقرة مع استعمال كبير للسماد ومدة عمل عائلي محدودة. تتوافق هذه الأنواع بشكل أساسي مع الموقع الجغرافي للمزارع.

الكلمات المفتاحية: تكامل الثروة الحيوانية والمحاصيل، تدفق المغذيات، الواحات الجبلية، الترحال، العمل

المملكة المغربية  
ROYAUME DU MAROC

INSTITUT AGRONOME  
ET VETERINAIRE HASSAN II



معهد الحسن الثاني  
للزراعة والبيطرة

مشروع نهاية الدراسات لنيل دبلوم مهندس في الزراعة  
تخصص هندسة الانتاج الحيواني

## تقييم تكامل المحاصيل و الثروة الحيوانية في الواحات الجبلية

قدم للعموم و نوقش من طرف:

السيد حكيم أمرتيني

أمام اللجنة المكونة من:

معهد الحسن الثاني للزراعة و البيطرة ، الرباط  
معهد الحسن الثاني للزراعة و البيطرة ، الرباط  
معهد الحسن الثاني للزراعة و البيطرة ، الرباط  
المركز الجهوي للاستثمار الفلاحي، ورزازات

رئيس  
مقرر  
ممتحن  
ممتحن

السيد ب. الحمدي  
السيد م. ط. السرايري  
السيد س. العيادي  
السيد أ. رمضان

شتنبر 2022

معهد الحسن الثاني للزراعة و البيطرة - مدينة العرفان، ص.ب.6206

الفاكس: 38 58 77 أو 35 81 77 37 (05) الهاتف: 92 07 77 أو 9/45/58 17 77 37 (05)

الموقع : [www.iav.ac.ma](http://www.iav.ac.ma)