

## **Options alternatives intégrées d'alimentation pour le cheptel des zones arides et semi-arides du Maroc**

**EL Koudrim Mohamed**

mohamed.elkoudrim@inra.ma

Institut National de la Recherche Agronomique – CRRA Settât – Maroc

## Résumé

Les alternatives alimentaires proposées pour les zones arides et semi-arides visent à améliorer l'intégration entre les différentes composantes de l'exploitation (animale et végétale). Des alternatives fourragères ont été introduites dans le but d'améliorer les systèmes de cultures actuels et d'approvisionner le bétail en aliments de bonne qualité et surtout riches en protéines. Des essais sur les cultures fourragères en monoculture et en mélange dans des champs expérimentaux en station, sous semis direct ont été installés et évalués pour deux années climatiquement contrastées. Les résultats étaient, en général, supérieurs à ceux des cultures avec un travail du sol conventionnel. En ce qui concerne la production en grain, l'orge a donné les rendements les plus élevés (1,1 t/ha) en année sèche. Cependant, la production en biomasse était plus importante que celle du grain en année sèche. Le mélange de pois fourrager-orge s'est avéré très productif en biomasse, soit 7 t/ha. Concernant les cultures en couloirs, les feuilles d'Atriplex sont appréciées par le bétail et leur rendement varie de 0,3 à 1,2 t/ha. La présence d'Atriplex a permis aussi une augmentation de 25% du rendement des cultures en intercalaire. En zones arides et semi-arides du Maroc, plusieurs alternatives en alimentation du bétail sont permises, il faut toutefois choisir les combinaisons les plus appropriées en fonction des systèmes et objectifs de la production.

**Mots clés :** Integration cultures et élevages, Cultures fourragères, Alley cropping, Zones arides et semi-arides.

## Alternative and integrated feeding options for livestock in arid and semi-arid areas of Morocco

### Abstract

Alternatives proposed for arid and semi-arid zones aim to improve the integration between the different farm components (animal and crop). Alternatives forages were introduced with the aim of improving current cropping systems and supplying livestock with good quality and especially protein-rich feed. Trials on forage crops in monoculture and in mixture in experimental fields in station, under direct seeding were installed and evaluated for two climatically contrasting years. The results were, in general, superior to those of crops with conventional tillage. Regarding grain production, barley gave the highest yields (1.1 t/ha) in the dry year. However, biomass production was greater than that of grain in a dry year. The pea-barley mixture proved to be very productive in terms of biomass, i.e. 7 t/ha. Concerning alley crops, Atriplex leaves are appreciated by livestock and their yield varies from 0.3 to 1.2 t/ha. The presence of Atriplex also allowed a 25% increase in the yield of intercropping crops. In arid and semi-arid areas of Morocco, several alternatives in livestock feed are allowed, it is however sufficient to choose the most appropriate combinations according to systems and objectives of production.

**Keywords:** Crop and livestock integration, fodder crops, alley cropping, arid and semi-arid areas

## خيارات تغذية بديلة ومتكاملة للماشية في المناطق الجافة وشبه الجافة في المغرب

الكودريم محمد

### خلاصة

تهدف البدائل الغذائية المقترحة للمناطق الجافة وشبه الجافة إلى تحسين التكامل بين مكونات الضيعة الفلاحية (الحيوان والنبات). تم إدخال البدائل العلفية بهدف تحسين أنظمة المحاصيل الحالية وتزويد الماشية بنوعية جيدة وخاصة الأعلاف الغنية بالبروتين. تم إجراء وتقييم التجارب على محاصيل العلف في الزراعة الأحادية والخلائط في الحقول التجريبية، بنظام الزرع المباشر على مدى سنتين متباينتين مناخياً. كانت النتائج، بشكل عام، جيدة مقارنة بمحاصيل الحراثة التقليدية. فيما يتعلق بإنتاج الحبوب، أعطى الشعير أعلى إنتاجية في السنة الجافة ؛ 1.1 طن / هكتار. لكن بشكل عام ، كان إنتاج الكتلة الحيوية أكبر من إنتاج الحبوب في العام الجاف. كما أثبت خليط البازلاء والشعير أنه منتج للغاية من حيث الكتلة الحيوية ، 7 طن / هكتار. فيما يتعلق بمحاصيل الزراعة البينية، فإن الماشية تستفيد أوراق الأتريليكس التي يتراوح محصولها من 0.3 إلى 1.2 طن / هكتار. كما أن وجود الأتريليكس أتاح زيادة بنسبة 25٪ في محصول الزراعات البينية. في المناطق القاحلة وشبه القاحلة في المغرب ، نجد عدة بدائل لعلف الماشية ، لكن يجب اختيار التركيبات الأكثر ملاءمة وفقاً لنظم وأهداف الإنتاج.

**الكلمات المفتاحية :** تكامل المحاصيل والثروة الحيوانية ، محاصيل العلف ، زراعة بين الخطوط ، المناطق القاحلة وشبه القاحلة

## Introduction

Les exploitations agricoles des zones arides et semi-arides du Maroc reposent sur des systèmes de production intégrant cultures et élevages ce qui leur assurent une résilience face aux caprices du climat depuis des siècles (Mrabet et al., 2011). Toutefois, la transition de l'agriculture conventionnelle à l'agriculture de conservation est conditionnée par la nécessité de repenser les modes de production pour faire face aux nouveaux défis agronomiques, socio-économiques et environnementaux en relation avec la préservation des ressources naturelles en particulier le sol et l'eau. En effet, La mise en œuvre des pratiques de l'agriculture de conservation, en particulier le Semis Direct (SD), nécessite une quantité minimale de biomasse pour maintenir et améliorer les propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol; et lutter contre la dégradation du sol. Or, dans les zones où l'intégration agriculture - élevage est traditionnelle, l'utilisation des résidus de cultures peut être une contrainte majeure pour une évolution vers l'agriculture de conservation (Morgan et al. 2012).

Pour permettre à cette intégration, essentielle pour nos agro-systèmes, de perdurer sous le système SD il faudra développer des alternatives fourragères adaptés qui vont permettre de délisser une quantité suffisante de résidus pour l'amendement du sol. El koudrim et Hilali (2020) ont montré que 25 à 50% des résidus sont suffisants pour maintenir la fertilité des sols et permettre une productivité normale des cultures.

La gestion de l'intégration agriculture/élevage en agriculture de conservation est donc une question à développer, étant donné que la production animale est une composante essentielle dans les systèmes de production des zones arides et semi-arides et que cette intégration souffre de certains déséquilibres. En effet, le cheptel constitue la source privilégiée de la trésorerie pour l'exploitation agricole, qui peut couvrir 60 à 100 % des dépenses selon le climat. Alors que les cultures ne couvrent qu'une faible proportion des besoins du cheptel qui ne dépasse guère les 25 % (Boulanouar et Matthes-Guerrero, 1997, Tarhzouti et al., 2006).

Cette recherche se propose de renforcer et de promouvoir davantage l'intégration entre l'agriculture et l'élevage dans un contexte caractérisé par l'aridité du climat et la précarité des systèmes de production en se basant sur les principes de l'agriculture de conservation. Les essais réalisés visent à identifier les cultures fourragères alternatives pour substituer une partie des chaumes à restituer au sol et augmenter la disponibilité des ressources alimentaires pour le bétail en comparant entre quatre type de culture.

## Matériel et méthodes

Ce travail a été mené dans la région de Settât au Centre Régional de la Recherche Agronomique. La zone est caractérisée par un climat semi-aride et un sol de type calcimagnésique ; avec une altitude au-dessus du niveau de la mer de 365 m, une latitude de 33°00'03" Nord et une longitude de 7°36'59" Ouest.

D'une manière générale, la région de Settât est caractérisée par un climat tempéré chaud. La température moyenne à Settât est de 17,3°C avec un maximal dépassant les 40°C. La pluviométrie annuelle moyenne est de 372 mm.

Notre travail a été mené sur deux années consécutives mais contrastées de point de vue pluviométrique ; une année normale avec 340 mm de pluie et une autre sèche avec seulement 210 mm.

Des parcelles expérimentales conduites en semis direct ont été utilisées pour ces essais. Dans chaque parcelle, une rotation biennale à base de céréales et de mélanges fourragers a été installée (Tableau 1).

**Tableau 1. Parcelles expérimentales**

P3	P4	P7	P12
<b>Orge</b> <b>(n=3)</b>	<b>Orge en intercalaire</b> <b>avec <i>Atriplex</i></b> <b><i>nummularia</i> et</b> <b><i>Medicago arborera</i></b>  <b>(n= 4)</b>	<b>Orge en</b> <b>intercalaire avec</b> <b><i>Atriplex</i></b> <b><i>nummularia</i></b>  <b>(n=7)</b>	<b>Mélange</b> <b>orge et</b> <b>pois</b> <b>fourrager</b>  <b>(n=12)</b>

Les quantités de semences et d'engrais (DAP) appliquées pour les cultures sont de 100 kg/ha chacune et la proportion de la semence dans les mélanges est de 75% pour la légumineuse et 25% pour la céréale. La densité des plantations est de 200 plants/ha pour la parcelle 7 et 500 plants/ha pour la parcelle 4. Pour cette dernière, les plants d'*atriplex* et de *Medicago arborea* sont alternés sur les lignes avec un espacement de 2,5 m.

Les essais ont été semés en novembre-décembre et récoltés en avril (stade pâteux pour l'orge). Les échantillons ont été prélevés la fin de chaque mois (janvier, février, mars et avril) pour estimer la densité des plants et le poids du fourrage. Les prélèvements ont été faits sur dix quadrats de 1m x 1m placés au hasard dans chaque parcelle. Pour chaque prélèvement, les rendements en matières verte et sèche ont été estimés.

Les analyses des données consistent à déterminer le comportement des cultures en monoculture (orge), en mélange (orge/pois) et en Alley cropping (orge entre les lignes des arbustes).

Les données ont été saisies et traitées sur le logiciel Excel et l'analyse de la variance (ANOVA1) a été réalisée par le logiciel SPSS. Le facteur étudié est le type de culture (monoculture, mélange et en intercalaire).

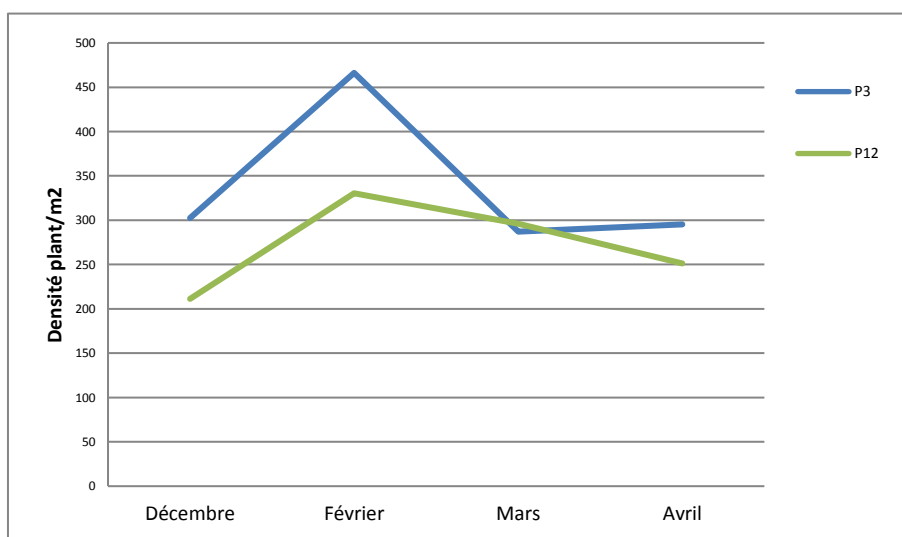
## Résultats

### Comportement des cultures annuelles

#### *Effets du type de culture sur la densité*

L'analyse de la variance réalisée sur les données collectées sur les cultures annuelles, montre que l'influence du type de culture sur la densité herbacée est hautement significative ( $P < 5\%$ ). En effet, la densité a varié nettement d'une parcelle à l'autre avec des densités moyennes élevées dans les parcelles en monocultures (460 contre 330 comme valeurs maximales respectivement pour la monoculture et le mélange).

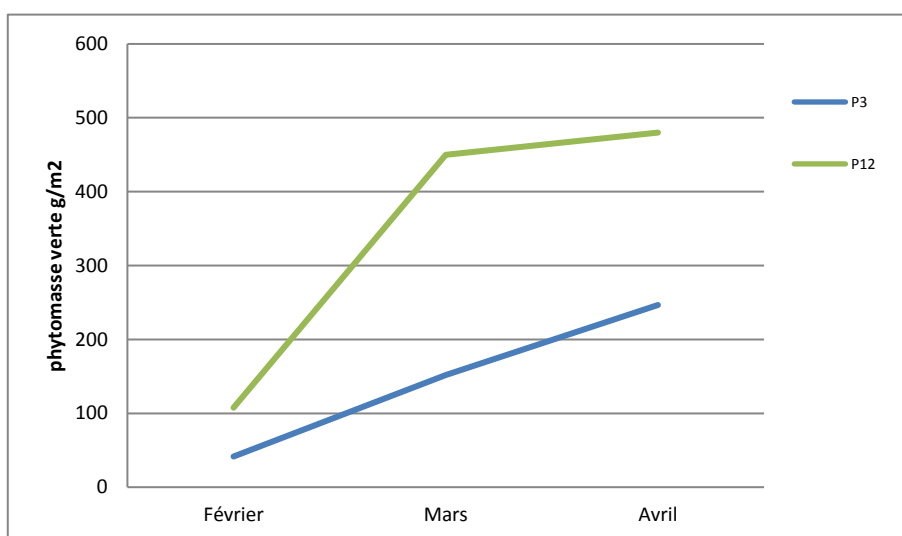
La densité élevée de la parcelle en monoculture (orge) montre que la compétition interspécifique a un effet négatif sur la densité plus remarquable que l'effet de la compétition intra-spécifique (Figure 1).



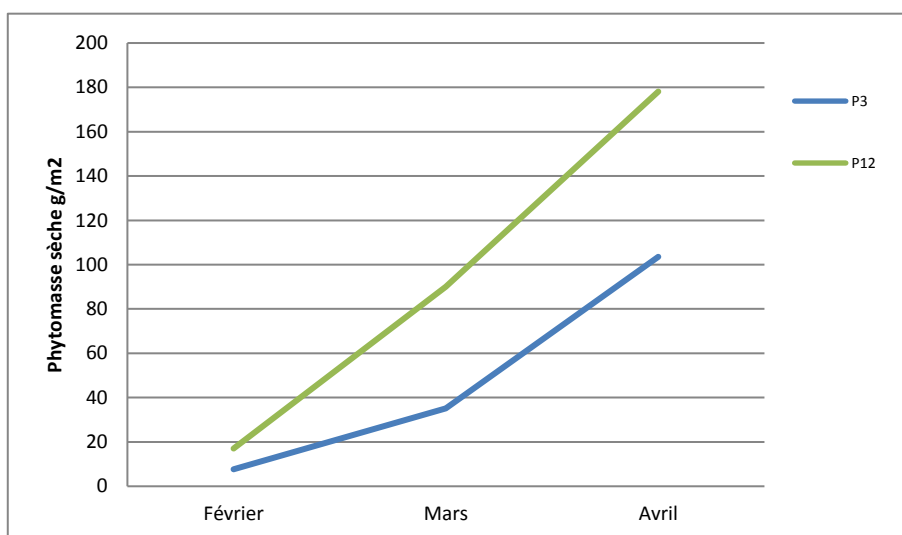
**Figure 1.** Evolution de la densité des cultures annuelles

#### *Effets du types de cultures sur la phytomasse*

Les résultats montrent que le type de culture agit significativement, à la fois, sur le poids frais et le poids sec de la végétation ( $P < 5\%$ ). Ainsi, le poids de la matière verte augmente linéairement en fonction du temps pour la culture de l'orge. Alors que pour le mélange l'augmentation a été très prononcée pendant les premières phases de cycle de développement et a ralenti après (Figure 2). Tandis que le poids sec des deux cultures continue son augmentation (Figure 3) pour afficher des maximums, en fin avril, de 104 et 180 g/m² respectivement pour l'orge et le mélange.



**Figure 2.** Evolution de la phytomasse fraîche des cultures annuelles

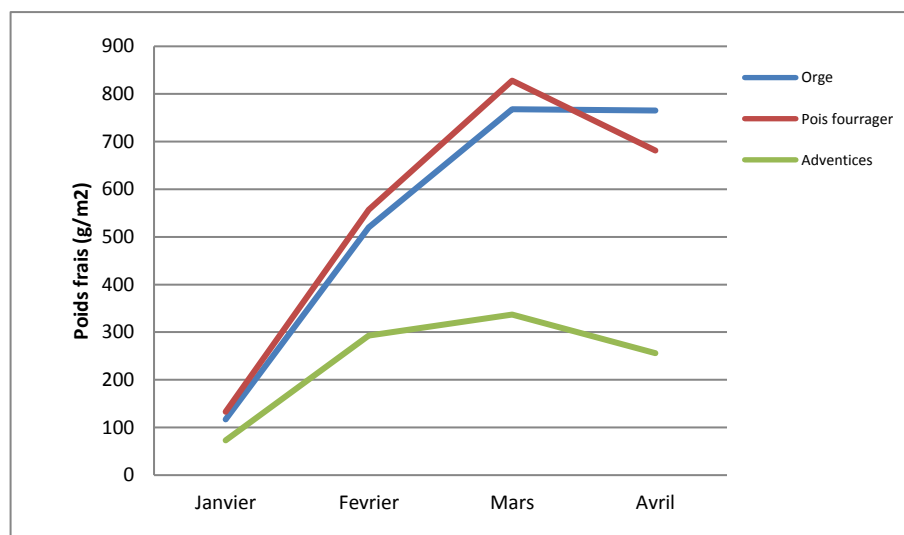


**Figure 3.** Evolution de la phytomasse sèche des cultures annuelles



### Comportement des cultures en mélange (graminée et légumineuse)

La Figure 4 montre que la phytomasse des deux composants du mélange (pois et orge) a évolué régulièrement entre le début du mois de janvier et la fin du mois de mars. A partir du début d'avril, la phytomasse du pois a diminué, tandis que celle de l'orge a stagné.

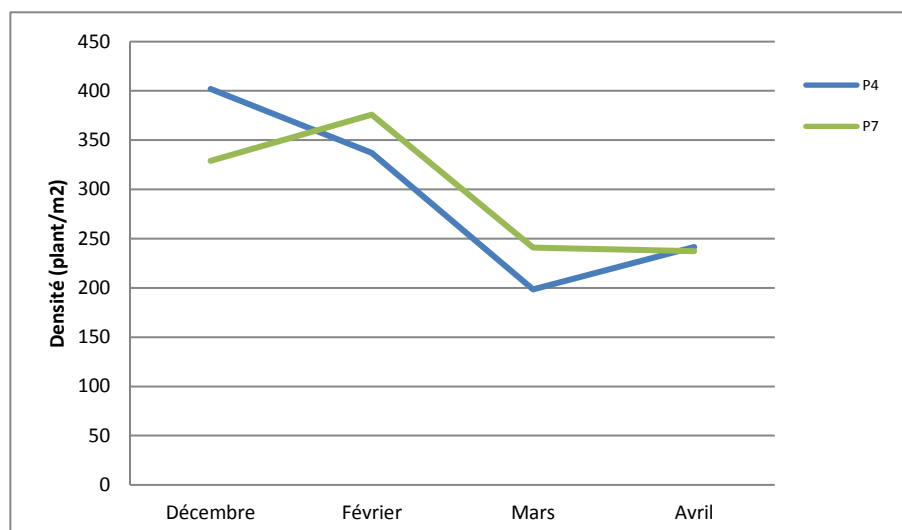


**Figure 4.** Evolution de la phytomasse du mélange fourrager (orge/pois)

### Comportement des cultures en Alley-cropping

#### Effets des arbustes sur la densité des cultures intercalaires

Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas de différences significatives du type de plantation sur la densité des cultures (au seuil 5%, Figure 5). Néanmoins, au niveau de l'évolution de la densité moyenne, nous avons remarqué que la densité moyenne de la culture au niveau de la parcelle 4 (plantation dense à base de *Medicago arborea* et d'*Atriplex nummularia*) a été maximale au premier échantillonnage puis elle a diminuée en fonction du temps, par contre dans la parcelle 7 (plantation d'*Atriplex nummularia* moins dense), la valeur maximale de la densité était notée en deuxième prélèvement puis elle a diminuée lentement en fonction du temps tout en restant légèrement supérieure à celle de la parcelle 4.

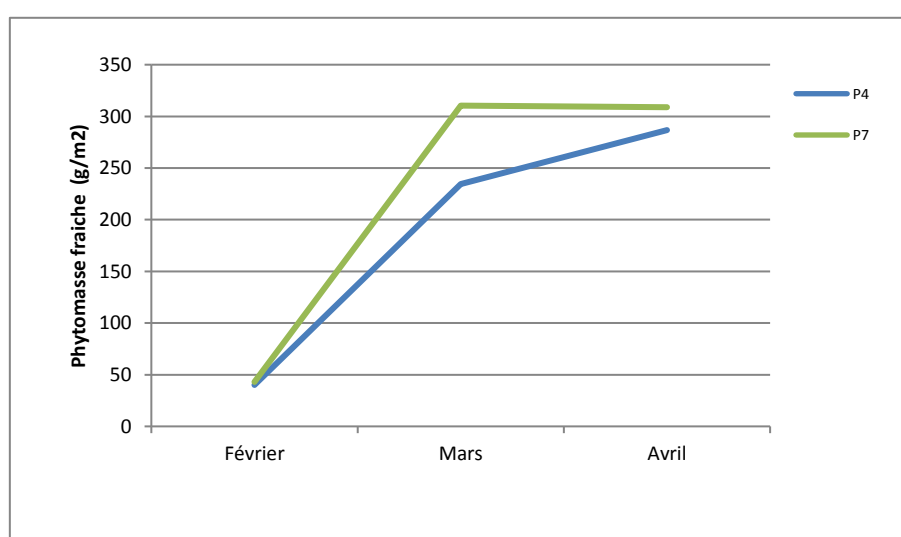


**Figure 5.** Evolution de la densité de la culture intercalaire

### **Effets des arbustes sur la phytomasse des cultures intercalaires**

Les résultats montrent que la biomasse sous couvert arbustif est plus élevée pour la plantation moins dense (parcelle 7) par rapport à la parcelle 4 avec une densité arbustive élevée (Figure 6).

Par ailleurs, l'association *Atriplex nummularia* et les fourrages a montré des résultats positifs en termes de productivité et ceci quelque soit l'année climatique. En effet, la présence d'Atriplex a permis une augmentation de + 25% du rendement des cultures intercalaires (Tableau 2).



**Figure 6.** Evolution de la phytomasse fraîche de la culture intercalaire

**Tableau 2.** Importance de la production fourragère en Alley cropping

	<b>Sans arbustes MF Kg/ha</b>	<b>Avec arbustes MF Kg/ha</b>	<b>Gain en production (%)</b>	<b>Gain en équivalent ha</b>
<b>Année normale (340 mm)</b>	6024	8000	25	0,33
<b>Année sèche (210 mm)</b>	3500	4375	25	0,25

MF : matière fraîche (verte)

## Discussion

Les résultats obtenus indiquent, qu'en zones arides et semi-arides qui connaissent un rétrécissement de la période pluvieuse et une réduction des pluies vers la fin de cycle de croissance des cultures, la production de cultures à grains devra être abandonnée au profit des cultures à biomasse. En effet, ces dernières seraient récoltées plutôt sans aucun effet néfaste à cause du manque d'eau durant la phase de remplissage du grain. Ces fourrages sont très recherchés au cours de l'automne et jusqu'à l'apparition de l'herbe sur les terres de pâturage.

Le faible taux de précipitation reste une cause principale de déficit fourrager en zones arides et semi-arides. Il existe une forte relation entre la disponibilité de l'eau et la densité moyenne de la végétation ; la faible disponibilité de l'eau provoque une diminution importante de la densité moyenne de la végétation. De même, l'évolution des densités moyennes montrent une diminution qui est fonction de l'augmentation de la taille du végétal. En effet, plus le besoin en éléments nutritifs est croissant plus l'effet de compétition entre les individus est intense. Ce résultat est similaire à ce qu'a été trouvé par Deng et al (2012) qui ont montré que la densité d'une population végétale diminue en fonction de l'augmentation de la taille de plante.

Il est donc primordial de concilier entre ces deux paramètres, ceci serait possible par un bon raisonnement de la dose de semis, mais surtout par la lutte contre les adventices. Ceci est permis par le traitement des cultures par des pesticides, ce qui n'est pas toujours possible ou préconisé pour les cultures fourragères, d'où la nécessité du choix de cultures très compétitives. En particulier, l'introduction de l'orge fourragère dans ces zones fournit une bonne option pour améliorer la disponibilité de l'alimentation du cheptel que ce soit en biomasse qu'en grains de bonne qualité.

Nos résultats montrent que l'orge est caractérisée par une capacité de croissance rapide qui permet d'atténuer l'effet compétitif des mauvaises herbes. En effet, l'orge a un effet positif sur la réduction de la densité des adventices (Benniou et al., 2016). Il présente, de même, une résistance à la sécheresse et une tolérance aux maladies et fournit une excellente option pour la diversification des cultures fourragères (Jaritz et Bounejmate, 1997).

De même, l'association de l'orge et le pois fourrager a une bonne compétitivité vis-à-vis des adventices. Ceci est dû à une couverture rapide du sol par le mélange. D'un côté, l'orge permet de favoriser la culture du pois fourrager en limitant la pression des adventices, grâce à une couverture du sol plus rapide et une plus forte capacité de

concurrence du couvert. Et d'un autre côté, la présence d'une espèce légumineuse dans le mélange permet d'apporter de l'azote, ce qui réduit les carences en azote qui sont souvent responsables de baisses de production chez les graminées et par conséquent, une augmentation du rendement globale de la culture.

Nos résultats montrent, aussi, que la meilleure période pour faucher le mélange fourrager (orge/pois fourrager) semé en décembre serait fin mars début avril. En effet, cette période correspond au pic de production des deux cultures associées. Passée cette période, le pois flétri et tombe au sol tandis que l'orge entame sa phase de remplissage, ce qui réduit la part de la phytomasse verte et donc la qualité du fourrage.

La culture en couloirs est une autre alternative pour nourrir le bétail. Dans ce système agroforestier, les rangées d'arbustes présentent de nombreux avantages : conservation du sol, production d'aliments pour le bétail, effet d'abri limitant l'évapotranspiration et brise-vent. Ce système est particulièrement bénéfique en période de sécheresse. En particulier, l'association *Atriplex nummularia* et des fourrages annuels a donné des résultats intéressants et ceci quel que soit l'année climatique.

Néanmoins, nos résultats montrent que la densité arbustive élevée peut influencer la productivité des cultures en intercalaire. Cet effet est plus souvent lié à la compétition interspécifique entre les arbustes et la culture annuelle. En fait, la densité arbustive élevée implique un réseau racinaire intense ce qui entraîne une compétition souterraine importante entre les arbustes et les cultures annuelles, notamment pour l'eau, ce qui provoque une diminution de la croissance et de la survie de la plante intercalaire.

Par contre, pour une densité normale (autour de 200 plants par hectare), la productivité de la culture intercalaire augmente et ceci quelque soit les conditions climatiques de l'année. Ces résultats concordent avec ceux trouvés par Chriyaa et El Mzouri en 2004 pour l'association *Atriplex*/orge.

## Conclusion

Dans les zones arides marocaines, la productivité des systèmes agropastoraux pourrait être améliorée si la production de foin de fourrage est pratiquée et généralisée. En effet, la production de la biomasse s'avère plus importante que la production de grains et peu aléatoire, surtout en années sèches.

L'orge est la culture phare au niveau des zones arides. Grâce à sa capacité de production en conditions de stress hydrique et à son pouvoir compétitive vis-à-vis des adventices, l'orge permet une excellente production fourragère en quantité comme en qualité, que ce soit en monoculture ou en mélange. Cependant et en particulier, la période de fauche est très capitale pour ce type du fourrage et devrait être maîtrisée par les agriculteurs.

Le système de culture en couloirs a un effet positif sur la production de biomasse des cultures intercalaires et sur la production totale de la biomasse. Il sera utile de promouvoir ce système en diversifiant les arbustes utilisés et en développant davantage leurs modes d'exploitation.

Plus de combinaisons de fourrage doivent être testées afin de déterminer les plus adaptées aux conditions climatiques et pédologiques des zones arides et semi-arides du Maroc. De même, la production de semences de plantes fourragères doit être développée et les graines devraient être disponibles aux agriculteurs à des prix abordables.

## Références bibliographiques

Benniou R., Zabi K., Terrafi H., Benkherbache N., Mebarkia A., Hamdani M., Djellakh F., Sersoub M., Bendada H. et Belguet H. (2016) : Effet de l'assolement cultural sur la dynamique des adventices conduit en semis direct en milieu semi-aride. Cas de la région Ain El-Khadra M'sila, Revue Agriculture. Numéro spécial 1 (2016). p. 230-239.

Boulanouar B. et Matthes-Guerrero A. (1997). Morocco country paper. Global Agenda for Livestock Research. Proceeding of a Consultation on Setting Livestock Research Priorities in Western Asia and North Africa (WANA) Region. 12-16 November 1997. ICARDA, Aleppo, Syria. p. 96-102.

Chriyaa A. et El Mzouri E. (2004). Introduction des arbustes fourragers dans les systèmes de production en zones à faible pluviométrie. 1th meeting of the Mediterranean Forage Resources Sub-network of the FAO-CIHEAM inter-Regional cooperative research and Development Network on pastures and fodder Crops. Djerba, Tunisia. Vol. 62. p. 203-206.

Deng J., Zuo W., Wang Z., Fan Z., Jia M., Wang G., Ran J., Zhao C., Liu J., Karl J., Niklasd Sean T., Hammond and James H., Brown (2012): Insights into plant sizedensity relationships from models and agricultural crops, Contributed by James H. Brown, April 6, 2012 (sent for review January 31).

El koudrim M. et Hilali S. (2020). Crops residue trade-offs between livestock feed and soil amendment in no-till system in Moroccan dry area. Journal of Dryland Agriculture, volume 6 (4), p. 28-35.

Jaritz G. et Bounejmate M. (1997). Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc. Institut National de la Recherche Agronomique - Rabat

Magnan N., Larson D.M., Taylor J.E. (2012). Stuck on stubble? The non-market value of agricultural byproducts for diversified farmers in Morocco. American Journal of Agricultural Economics 94 (5). p. 1055–1069.

Mrabet R. (2011). Effects of residue management and cropping systems on wheat yield stability in a semiarid Mediterranean clay soil. American Journal of Plant Sciences

Tarhzouti O., Boulanouar B. et Sibaoueih, M. (2006). L'élevage ovin en bour défavorable: caractéristiques, atouts et contraintes. Chapitre dans l'ouvrage « L'élevage des ovins au Maroc ». Edité par Boulanouar B. et R. Paquay. INRA 2006. p. 161-178.