



## Caractéristiques herbagères de la culture du Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) en régions montagneuses du Nord de la Tunisie

Slim<sup>1\*</sup> S., Ben Jeddi<sup>1</sup> F., Marouani<sup>1</sup> A., Bouajila<sup>2</sup> K.

<sup>1</sup>Institut National Agronomique de Tunisie, Unité de Recherche Cultures Maraîchères et Florale, 43 Avenue Charles Nicolle 1082 cité Mabrajène Tunis, Tunisie

<sup>2</sup>Institut Supérieur d'Etudes Préparatoires en Biologie et Géologie de la Soukra, Université de Carthage, 49 avenue 13 août Choutrana II - 2036 Soukra, Tunisie.

\*Corresponding author E-mail: [slimbs@yahoo.fr](mailto:slimbs@yahoo.fr) Tel: (216) 98622385

**Keywords:** Sulla, cropping system, water use efficiency, operating way

**Mots clés:** Sulla, système de culture, efficience d'utilisation de l'eau, mode d'exploitation

---

### 1 SUMMARY

Agropastoral systems in the mountainous regions of northern Tunisia are undergoing profound transformations that include the social organization, economy and cultural practices. As part of the study areas of Zaghouan, Siliana and Beja, this work showed the importance of introducing the cultivation of legumes mainly Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) variety Bikra21, in the farming systems in mountain areas. Performance analysis of Bikra 21 has showed the ability of its adaptation to climate, soil and social area. This study also showed that the growth rates of the vegetation of Sulla for mowing and grazing varied between 0.176 and 1.236 cm / mm of rain respectively. The dry matter yields were between 974 and 5490kg DM / ha. The efficiency of water use by Sulla varied with the order and the exploitation method between 0.77 and 4.58 kg MS/m<sup>3</sup> for mowing and 0.78 and 4.11 kg MS/m<sup>3</sup> Rain for grazing. It also appears that the energy production of Sulla prairie is between 828 and 4666UFL/ha. Finally, it is important to note that operating techniques of Sulla, give it the status of a cleaning plant.

### RESUME

Les systèmes agropastoraux des régions montagneuses du Nord de la Tunisie connaissent de profondes transformations liées à des changements qui portent à la fois sur l'organisation sociale, sur l'économie et sur les pratiques culturelles. Dans le cadre d'étude des zones de Zaghouan, Siliana et Béja, ce travail a montré l'importance de l'introduction des légumineuses principalement la culture du Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) variété Bikra 21, dans les systèmes de cultures des zones montagneuses. L'analyse des performances de Bikra21 a montré les aptitudes de son adaptation aux contextes climatiques, édaphiques et sociaux de la région. Cette étude montre également que les vitesses de croissance de la végétation du Sulla pour la fauche et le pâturage ont varié entre 0,176 et 1,236 cm/mm de pluie respectivement. Les rendements en matière sèche sont compris entre 974 et 5490kg MS/ha. De point de vue efficience d'utilisation de l'eau par le Sulla, ce paramètre varie selon l'ordre et le mode d'exploitation entre 0,77 et 4,58 kg MS/m<sup>3</sup> pour la fauche et 0,78 et 4,11 kg MS/m<sup>3</sup> de pluie pour le pâturage. Il ressort aussi que les



productions énergétiques des prairies à Sulla sont comprises entre 828 et 4666UFL/ha. Finalement, il est important de signaler que les techniques d'exploitations de la culture du Sulla lui confèrent le statut d'une culture nettoyante.

## 1 INTRODUCTION

Dans le système de production agricole tunisien, la production animale occupe une place de choix, malgré le déficit chronique particulièrement en matière de protéines végétales. Le développement de cultures fourragères, principalement de fabacées présente de nombreux avantages rendant leur utilisation justifiée encore plus dans les zones à risque d'érosion édaphique (Tibaoui, 2008 ; Slim et Ben Jeddi, 2011). Avec 354 000ha de forêts, la région nord-ouest contribue à l'alimentation à l'échelle nationale, de 34 % des bovins et de 14 % des petits ruminants (DGF, 1994). Le relief est caractérisé par une prédominance de terres en pente, associé dans certaines situations à des précipitations abondantes (1500 mm/an), et l'inadaptation des systèmes de culture. Cette combinaison des facteurs rend les terres fertiles très vulnérables aux variations climatiques. Dans ce contexte, les petites exploitations se trouvent souvent poussées à s'étendre sur des terres fragiles

accidentées et à vocation forestière. Les fabacées fourragères, en particulier le Sulla du nord (*Hedysarum coronarium* L.) joue un rôle floristique et agronomique fondamental dans l'amélioration de la fixation biologique et la fertilité organo-chimique du sol (Gounot, 1958; Trifi Farah *et al.*, 2002; Slim *et al.*, 2008). Comme précédent cultural, cette espèce a contribué à croître la production grainière du blé dur (*Triticum durum* Desf.) de 30% avec zéro apport d'azote minéral. De plus, une amélioration des ressources fourragères énergétique et protéique a été observée avec 6500UFL/ha et 1200Kg/ha respectivement (Ben jeddi, 2005). Ces contraintes de diverses natures incitent à poser des questions et des hypothèses à propos du rôle et impact que peuvent avoir les fabacées fourragères comme le Sulla du nord dans des systèmes de production agricole particuliers aux régions montagneuses.

## 2 MATERIELS ET METHODES

**2.1 Sites expérimentaux :** Dans chaque gouvernorat enquêté, un agriculteur a été pris comme modèle représentatif de la région pour

installer des essais expérimentaux relatifs à l'amélioration des systèmes fourragers et la gestion de l'érosion pluviale (Figure 1).

**Djebel Arbi**  
Latitude 40°36.137N  
Longitude 32°504.700E  
Altitude 349m

**M'nara**  
Latitude 35°57.076N  
Longitude 009°17.554E  
Altitude 944 m

**Tlil Salhi**  
Latitude 36°14.702N  
Longitude 009°41.733E  
Altitude 546 m



**Figure 1.** Situation géographique des sites expérimentaux

La parcelle expérimentale de Béja est située dans la région de Djebel Arbi de la délégation de Thibar. Le site de Zaghouan est situé dans la région TlilSalhi de la délégation Fahs. Le site de Siliana est situé dans la région de M'nara de la délégation Siliana. Les trois sites expérimentaux appartiennent à l'étage bioclimatique du subhumide supérieur. Le climat

des sites expérimentaux est caractérisé par une irrégularité des pluies annuelles et inter-annuelles. La pluviosité moyenne annuelle sur 50 années varie entre 476 et 616mm. Ces pluies s'étalent entre septembre et avril mais la variabilité mensuelle est grande, surtout en début de saison (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Pluviosité mensuelle moyenne (en mm sur 50 années) des sites expérimentaux (ONAGRI, 2004 et INM, 1999)

sites	J	F	M	A	Ma	J	Ju	Ao	S	O	N	D	Total
<b>M'nara</b>	56	47	64	47	46	22	11	28	51	74	48	48	<b>542</b>
<b>TlilSalhi</b>	55	59	60	42	24	12	2	10	31	70	53	58	<b>476</b>
<b>Tibar</b>	99	74	58	53	26	23	10	21	46	36	75	102	<b>616</b>

J: janvier ; F: février ; M: mars ; A: avril ; Ma: mai ; J: juin ; Ju: juillet ; Ao: août ; S: septembre ; O: octobre ; N: novembre ; D: décembre.

Les faibles quantités de pluies irrégulières associées à la topographie (terrains souvent accidentés et exposés à l'érosion) réduisent leur efficacité suite aux pertes d'eau sous forme de ruissellement et d'évaporation. De plus, les gelées précoces survenant entre décembre et janvier ralentissent la croissance et limitent la production. En fin de cycle

végétal, les fortes chaleurs précoces sous forme de sirocco tendent à induire le phénomène d'échaudage sur les grandes cultures. Toutes ces contraintes climatiques interagissent pour provoquer des fluctuations des rendements agricoles (Ben Salem, 2002).

**2.2 Matériel biologique :** L'espèce utilisée est le Sulla du nord (*Hedysarum coronarium* L.), variété

Bikra 21 (Figure 2) dont les principales caractéristiques sont résumées dans le tableau 2.



**Figure2 :** Le Sulla du nord (*Hedysarum coronarium* L.), variété Bikra 21 au stade début floraison

**Tableau 2 :** Caractéristiques de la variété de Sulla Bikra21 (Slim, 2012)

Critère	Type
Hauteur	atteint 110 cm et dépasse 200 cm en 2 <sup>ème</sup> année de culture et au stade floraison
Densité ramification	130 par mètre carré
Levée	7-10j après semis
Première feuille composée	40 - 45j après semis
Première ramification	77j après semis
Bouton floral	138j après semis
Floraison	155j après semis
Durée de la phase florale	32j
Durée de la maturité des graines	30 - 40j
Pérennité après la 1 <sup>ère</sup> année	>= 80 %.
Tolérance au froid	supporte les gelées occasionnelles
Tolérance à l'oïdium et verticillée	bonne
Fleurs/inflorescence	70 +/- 12
Inflorescences/plante	58 +/- 21
Reproduction	90-95 % allogame à pollinisation entomophile
Couleur des gousses	marron clair
Couleur des graines	brun clair
Forme des graines	ovoïde avec radicule proéminente et bords de la graine aiguë
Poids de mille graines	5,06 g +/- 0,41

**2.3 Conduite de l'essai :** Dans chaque site expérimental, trois placettes de 9m<sup>2</sup> (3x3m) chacune a été installée selon un gradient de pente de l'amont

à l'aval de la parcelle (Figure 3). Ces placettes sont entourées d'un grillage sur une hauteur de 1,5m.



Figure3. Parcelle expérimentale du Sulla

#### 2.4 Paramètres analysés

**Caractérisation de la flore spontanée des prairies à Sulla :** Afin de déterminer la nomenclature botanique des espèces spontanées poussant dans les prairies à Sulla installées dans les trois sites expérimentaux (Béja, Zaghouan, et Siliana), des échantillons de plantes ont été prélevés dans des quadrats de 0,25m<sup>2</sup> posés aléatoirement sur la couverture végétale de chaque parcelle. Cet échantillonnage a été réalisé avant chaque coupe et suivi durant tout le cycle biologique de l'espèce Sulla. Selon Gounot (1969), la fréquence de chaque espèce (Fr) est le pourcentage de placettes contenant une espèce par rapport au nombre total de placettes étudiées a été calculée comme suit

**Fr (%) = nombre de placette espèce / nombre total de placette étudiées**

Le taux de couverture (Tc) est égale au nombre d'une espèce par m<sup>2</sup>

Afin d'évaluer le Sulla à travers les sites bioclimatiques, un certain nombre des paramètres liés à la croissance, développement, production et qualité des ensilages ont été analysés. Une

### 3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'étude du couvert végétal des trois prairies à Sulla de première année de culture montre une variabilité significative de densité de végétation. A Siliana, Béja, et Zaghouan, les densités moyennes des plants de Sulla au stade floraison et en première année

caractérisation thermique des divers stades de développement des Sulla a été réalisée en se basant sur la détermination des cumuls thermiques en unités chaleur (UC) (Maas, 1993).

**GDD=Tmax-Tmin2 –Tbase**

Tmin: température minimale journalière; Tmax: température maximale journalière; Tbase: température de base correspondant au zéro de végétation de l'espèce Sulla (5°C).

**Estimation de l'efficacité d'utilisation de l'eau :**

L'efficacité d'utilisation de l'eau pour la production végétale (EUE) est définie comme étant le rapport entre le rendement et la consommation de l'eau correspondante (Zwart et Bastiaannssen, 2004 et Mellouli *et al.*, 2006).

**Rendement**

**EUE= -----**

**Consommation en eau**

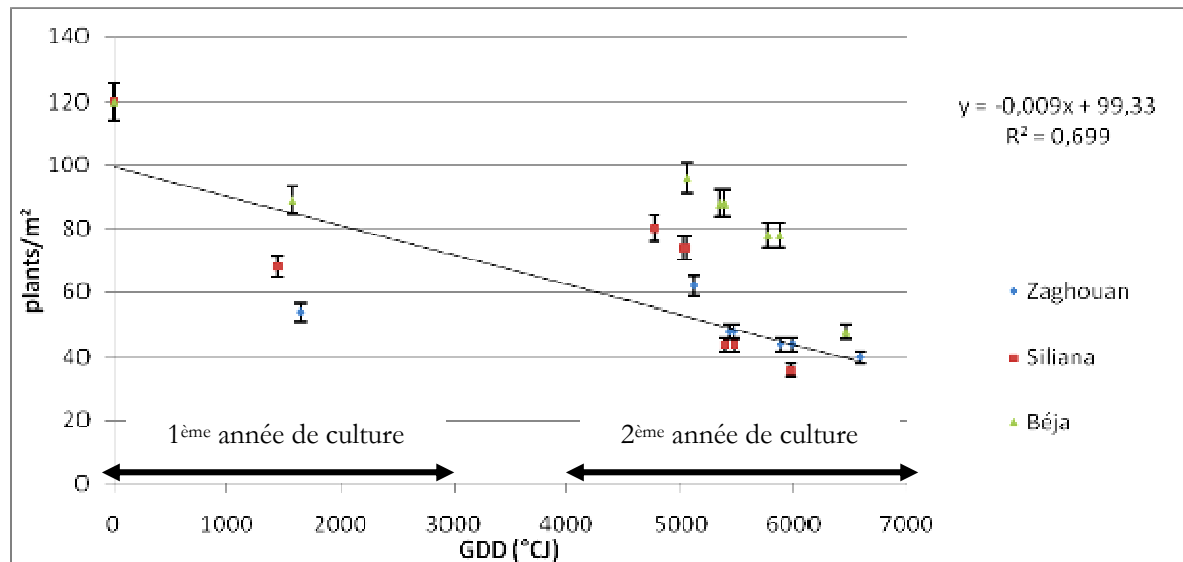
L'EUE du Sulla est exprimée en kg de matière sèche/ha/m<sup>3</sup> et elle définit la quantité de production obtenue par une unité d'eau utilisée.

d'exploitation sont de 68 +/- 4,8; 89 +/- 5,8 et 54 +/- 4,6 plants/m<sup>2</sup> respectivement. Cependant, au cours de la deuxième année de culture, ces densités de végétation moyennes des trois cycles de production régressent significativement pour



atteindre à Siliana, Béja, et Zaghouan 59 +/- 1,9; 79 +/- 2,3 et 48 +/- 1,8 plants/m<sup>2</sup> respectivement (Figure 4). Ces états de couverture

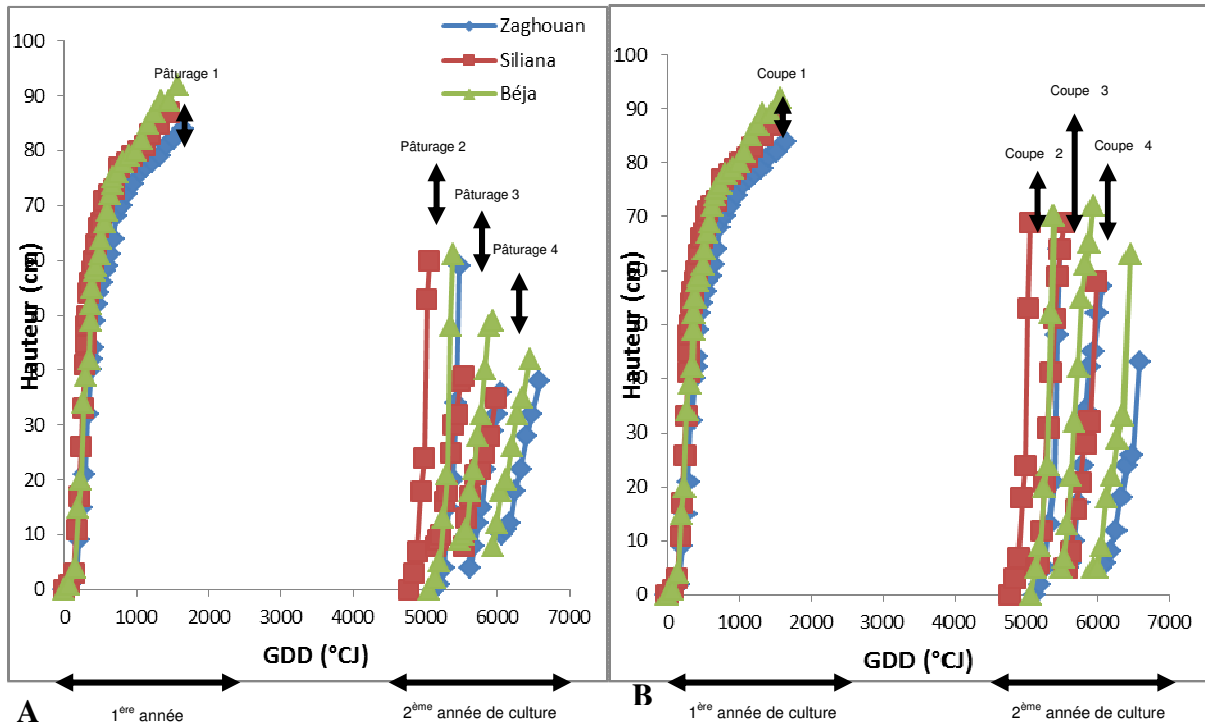
végétale observés dans les trois prairies dénotent une bonne adaptation de l'espèce (Ben Jeddi, 2005).



**Figure 4 :** Evolution des densités de végétation (plants/m<sup>2</sup>) en fonction de l'accumulation de chaleur (°C) dans les trois prairies à Sulla au cours des deux années de culture.

En deuxième année de végétation, 21,13; 17,86; et 16,10% des plants formant les couverts respectifs à Zaghouan, Siliana, Béja proviennent des germinations de semences de la première année de culture. En conséquence, le taux moyen de régénération des plantes mères est de l'ordre de 92,53%. En parallèle, la ramification des plantes subit un accroissement substantiel pour passer de 1,83 +/- 0,5 à 4,10 +/- 0,9; 1,95 +/- 0,7 à 3,53 +/- 1,2; et 2,31 +/- 1,23 à 2,93 +/- 1,0 tiges/plante respectivement à Siliana, Zaghouan et Béja. Dans le même contexte, Kheriji (1999) et Ben Jeddi, (2005)

ont montré le même rythme d'évolution du couvert Sulla au cours de deux années de culture. Rondia *et al.* (1985) ont signalés que le pâturage du Sulla provoque des repousses de meilleure qualité en comparaison avec le non pâturé. Sachant qu'une seule exploitation a été réalisée la première année de culture, le couvert Sulla a atteint une hauteur variant entre 84 et 92cm. En deuxième année de culture, trois coupes et pâturages ont été réalisées, la hauteur atteinte varie entre 43 et 72cm pour le mode fauche, et entre 34 et 61cm pour le mode pâturage (Figure 5).



**Figure 5.** Evolution de la hauteur de végétation (cm) en fonction de l'accumulation de chaleur (°C) dans les différentes parcelles sous les modes pâturage (A) et Fauche (B) en deux années de culture.

Au cours des deux années de culture, la vitesse de croissance de la culture de *Sulla* selon le cumul thermique dans les différentes parcelles varie entre 0,051 et 0,239cm/°Cj pour l'exploitation par fauche, et entre 0,051 et 0,208cm/°Cj en pâturage. Les couverts *Sulla* se caractérisent par des vitesses de

croissance significativement égales entre les trois sites expérimentaux où il existe 3 groupes de vitesse pour les deux modes d'exploitations: groupes d'exploitations 3 et 4 (a) ; groupe d'exploitation 1 (b) et groupe d'exploitation 2 (c) (Tableau 3).

**Tableau 3.** Evolution de la vitesse de croissance moyenne (cm/°Cj) d'une prairie de *Sulla* dans les trois sites expérimentaux et selon deux modes d'exploitation au cours des deux années de culture.

	Fauche (cm/°Cj)			Pâturage (cm/°Cj)		
	Zaghouan	Siliana	Béja	Zaghouan	Siliana	Béja
Cycle de production 1	0,051	0,060	0,059	0,051	0,060	0,059
Cycle de production 2	0,181	0,239	0,213	0,167	0,208	0,186
Cycle de production 3	0,121	0,180	0,161	0,076	0,102	0,110
Cycle de production 4	0,082	0,128	0,123	0,072	0,078	0,082

Selon le cumul pluviométrique régional et le mode d'exploitation, les vitesses de croissance de la végétation du *Sulla* varient entre 0,176 et 1,236 cm/mm et 0,176 et 1,092cm/mm pour la fauche et

le pâturage respectivement. Le test statistique d'analyse de variance vérifiée par le test de Fisher au seuil 5%, montre une différence significative entre les modes d'exploitations et pas entre les régions.

Pour la fauche on a deux groupes: groupe a formé par les exploitations 1, 2 et 3; et groupe b formé par exploitation 4. Cependant, les exploitations selon le mode pâturage se répartissent dans les groupes

suivants: exploitation 1 (groupe a), exploitations 2 et 3 (groupe ab) et exploitation 4 (groupe b) (Tableau 4).

**Tableau 4.** Evolution de la vitesse de croissance (cm/mm) des prairies de Sulla selon le cumul pluviométrique et le mode d'exploitation en deux années de culture.

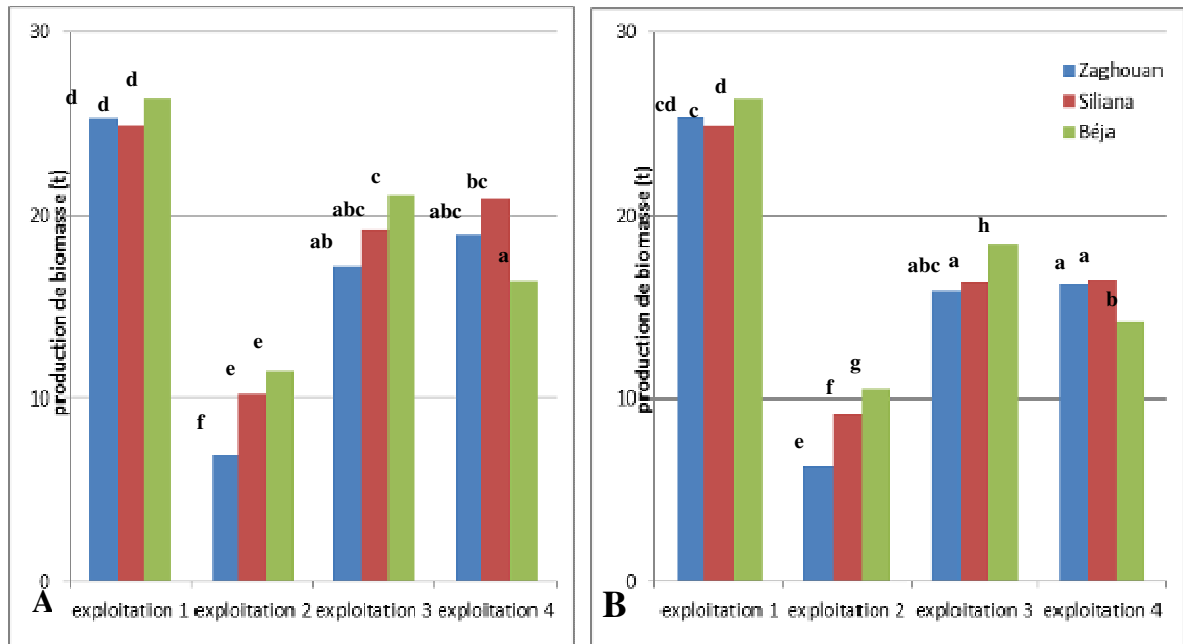
	Fauche (cm/mm)			Pâturage (cm/mm)		
	Zaghouan	Siliana	Béja	Zaghouan	Siliana	Béja
Cycle de production 1	0,176	0,211	0,183	0,176	0,211	0,183
Cycle de production 2	0,305	0,710	0,482	0,281	0,617	0,420
Cycle de production 3	0,496	0,587	0,453	0,313	0,332	0,308
Cycle de production 4	1,236	0,620	0,881	1,092	0,374	0,587

Les biomasses fourragères vertes obtenues du Sulla exploité par fauche sont comprises entre 6,93 et 25,38; 10,19 et 24,93; et 11,53 et 26,33t/ha respectivement à Béja, Siliana et Zaghouan. Alors que le système pâturage, fournit des biomasses vertes variant entre 6,35 et 25,38; 9,12 et 24,93; et 10,5 et 26,33t/ha respectivement dans les régions de Béja, Siliana et Zaghouan. Des résultats similaires ont été rapportés par Zouaghi et Tibaoui (1998); Kheriji (1999); Slim (2002) et Ben Jeddi (2005). Le test statistique d'analyse de variance montre qu'il existe des différences significatives entre les différentes régions et entre les quatre exploitations, puisque pour le mode d'exploitation par fauche on trouve 6 groupes homogènes. Cependant, pour le pâturage on constate la formation de 8 groupes (Figure 6). Pour les différents sites expérimentaux, le bilan fourrager est

négatif entre les exploitations 1 et 2 présentant une baisse de la production variant entre -60 et -75%; et -56 et -73% respectivement pour la fauche et le pâturage. Cependant ce bilan entre la troisième exploitation et la deuxième enregistre une augmentation significative variant entre +75 et +150%; et +83 et 149% respectivement pour le fauchage et le pâturage. Entre la quatrième et troisième exploitation : à Béja, une baisse a été enregistrée de l'ordre de -22% pour les deux modes d'exploitations, cependant, pour Zaghouan et Siliana une augmentation de rendement a été remarquée variant entre 2 et 9% respectivement pour la fauche et le pâturage.

Le pâturage ovin tend à réduire la biomasse fourragère totale de deux années de culture de 11,37% par rapport au mode d'exploitation par fauche.

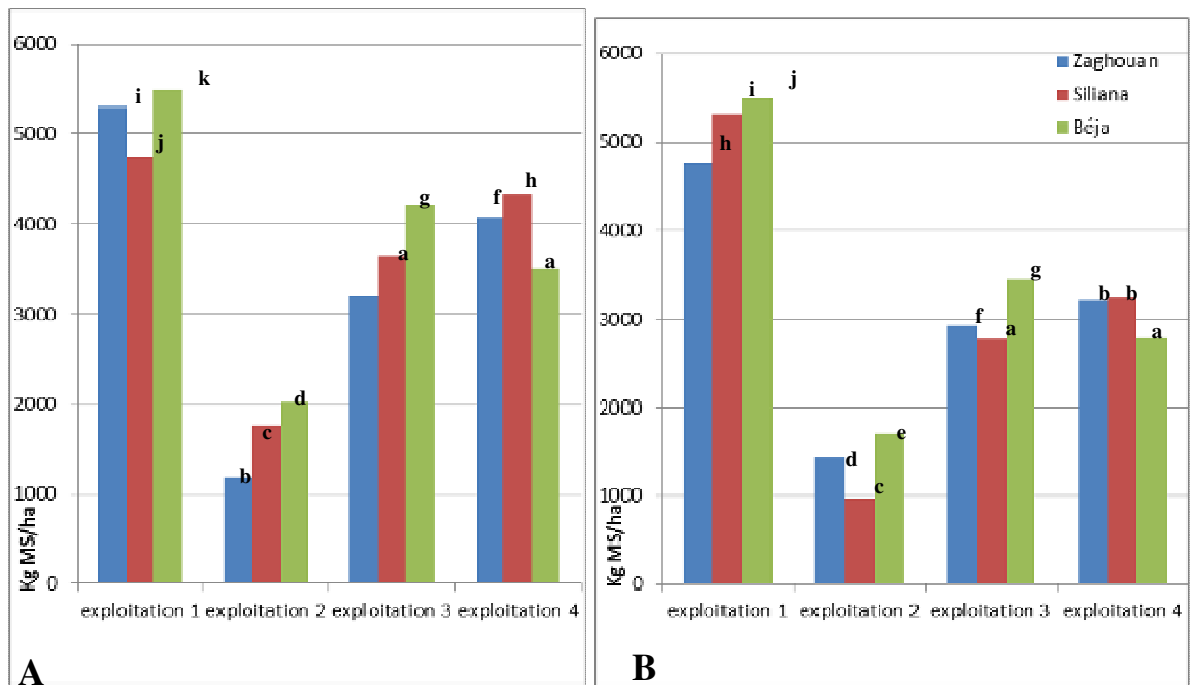




**Figure 6.** Evolution des biomasses fourragères vertes (t) des prairies de Sulla des trois sites (Zaghouan, Siliana et Béja) selon le mode d'exploitation par fauche (A) et par pâturage (B). (Les valeurs associées à des lettres différentes (a, b, c, d, e, f, g) sont significativement différentes au seuil de 5 %).

Les rendements obtenus en matière sèche du Sulla exploité par fauche sont compris entre 2028 et 5490; 1757 et 4749; et 1174 et 5304 kg MS/ha respectivement à Béja, Siliana et Zaghouan. Alors que le système pâturage, fournit des rendements en matière sèche variant entre 1701 et 5490; 974 et 5304; et 1446 et 4749 kg MS/ha respectivement dans les régions de Béja, Siliana et Zaghouan. Le

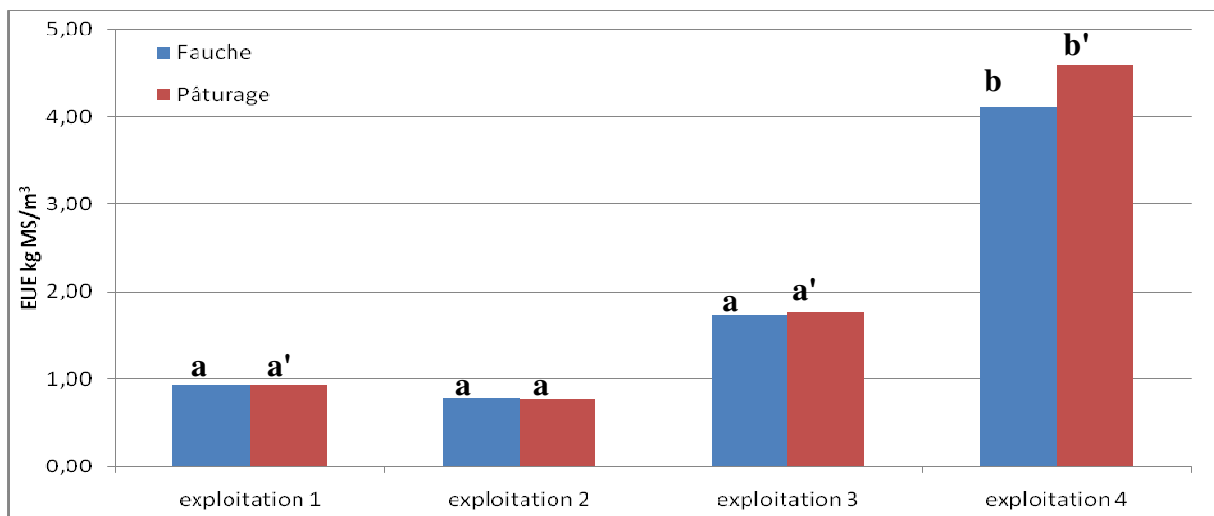
test statistique d'analyse de variance a montré qu'il existe des différences significatives entre les différentes régions et entre les quatre exploitations vérifiées par le test de Fisher au seuil 5%, puisque pour le mode d'exploitation par fauche on trouve 11 groupes homogènes. Cependant, pour le pâturage on constate la formation de 10 groupes (Figure 7).



**Figure 7.** Evolution des rendements en matière sèche (kg MS/ha) des prairies de Sulla des trois sites (Zaghouan, Siliana et Béja) selon le mode d'exploitation par fauche (A) et par pâturage (B). (Les valeurs associées à des lettres différentes (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k) sont significativement différentes au seuil de 5 %).

L'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE) du Sulla est exprimée en kg de matière sèche/m<sup>3</sup>. Sous des conditions climatiques du subhumide supérieur et en régime pluvial, L'EUE varie selon l'ordre et le mode d'exploitation entre 0,77 et 4,58 kg MS/m<sup>3</sup> pour le pâturage et 0,78 et 4,11 kg MS/m<sup>3</sup> de pluie

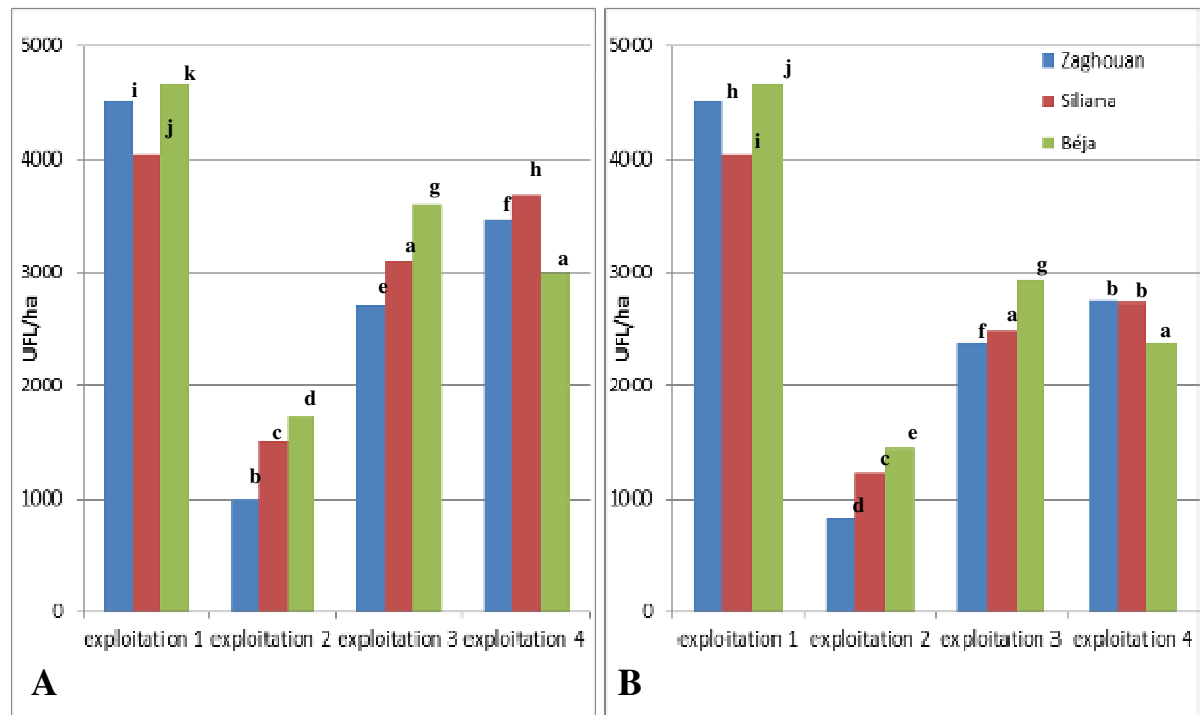
pour la fauche (Figure 8) montrant ainsi, une bonne adaptation de la culture du Sulla et un pouvoir élevé de l'efficacité d'utilisation de l'eau (Mellouli *et al.*, 2006) surtout après la troisième phase de croissance de la deuxième année de culture.



**Figure 8.** Evolution de l'EUE (kg MS/m<sup>3</sup>) du Sulla selon le mode d'exploitation. (Les valeurs associées à des lettres différentes (a, b, a', b') sont significativement différentes au seuil de 5 %).

Les efficacités d'utilisation de l'eau ont été homogènes entre les exploitations 1, 2, et 3 qui varient entre 0,77 et 1,77 kg MS/m<sup>3</sup>. Seulement l'exploitation 4 s'est caractérisée par un niveau d'EUE plus élevé allant de 4,11 à 4,58 kg MS/m<sup>3</sup>. Cependant, aucune différence significative entre les

trois régions n'a été trouvée. Les valeurs de production énergétique du Sulla Bikra 21 montre un potentiel de production et une grande adaptation de cette culture aux zones du nord-ouest tunisien (Abdelrahim, 1980; Slim, 2004; Anonyme, 2010) (Figure 9).



**Figure 9:** Evolution des productions énergétiques (UFL) des prairies de Sulla des trois sites (Zaghouan, Siliana et Béja) selon le mode d'exploitation par fauche (A) et par pâturage (B) (Les valeurs associées à des lettres différentes (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k) sont significativement différentes au seuil de 5 %).

Les productions énergétiques des prairies à Sulla exploitées par fauche sont comprises entre 1724 et 4666; 1494 et 4037; et 998 et 4509 UFL/ha respectivement à Béja, Siliana et Zaghouan. Alors que le système pâturage, fournit des biomasses vertes variant entre 1446 et 4666; 1229 et 4037; et

828 et 4509/ha respectivement dans les régions de Béja, Siliana et Zaghouan.

**3.1 Caractérisation floristique des prairies de Sulla :** Les adventices sont identifiées (Carême, 1990) dans les différentes parcelles de Sulla (Figure 10 et tableau 5).



*Anacyclus clavatus*(Desf.) Pers.



*Anchusa azurea* Miller.



*Arum italicum* Miller.



*Avena sativa* L.



*Bellardia trixago* (L.) All.



*Bromus rigidus* Roth.



*Carduncellus pinnatus*(Desf.) DC.  
Balansae B. & R.



*Centaurea caulis* L. subsp.



*Centaurea caenis* All.



*Daucus carota* L.



*Diplotaxis eurocooides*(L.)



DC. *Echium italicum* L.



*Eryngium campestris* L.



*Fumaria parviflora* Lam.



*Hedypnois cretica*(L.) Dum-Courset





*Lolium multiflorum* Lam.



*Lolium rigidum* Gaudin.



*Mandragora autumnalis* Bertol.



*Notobasisis syriaca* (L.) Cass.



*Plantago afra* L.



*Raphanus raphanistrum* L.



*Rapistrum rugosum* (L.) All.



*Scolymus hispanicus* L.



*Sherardia arvensis* L.



*Sonchus asper* (L.) Hill.



*Sonchustenerimus* L.



*Stellaria media* (L.) Vill.



*Urospermum dalechampii* (L.) Scop.

**Figure 10:** Les adventices des prairies de Sulla dans les différents sites d'expérimentations



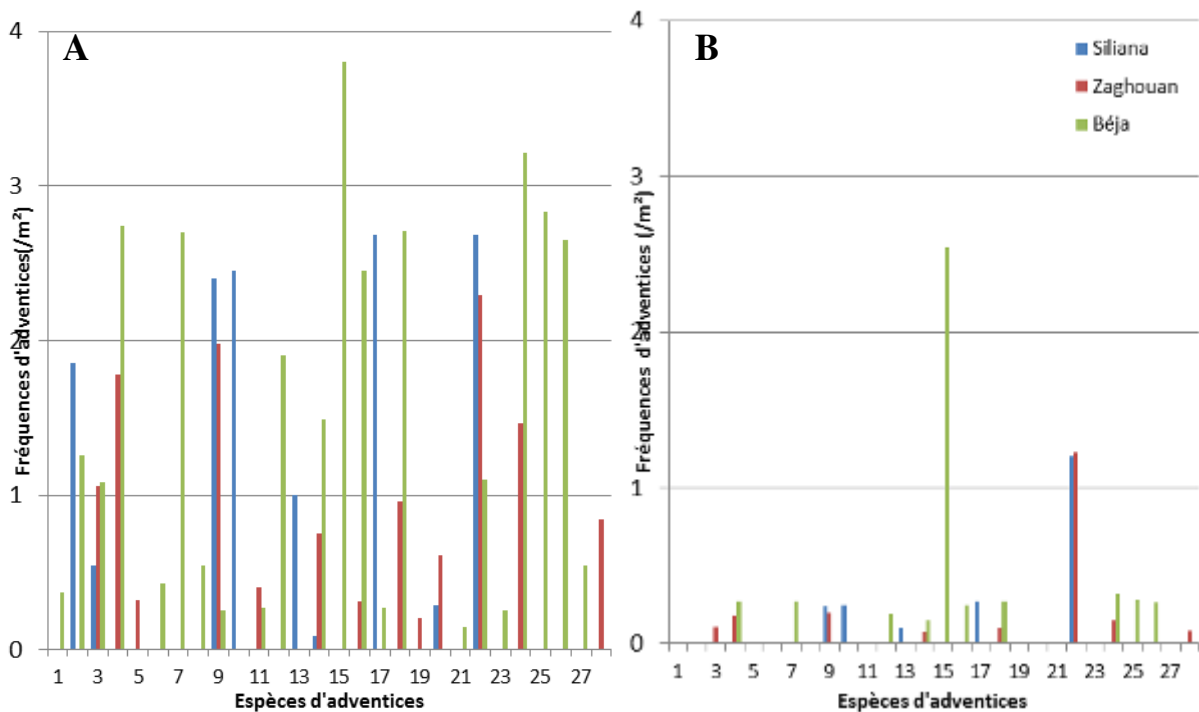
Tableau 5 : Fréquences (Fr) en % et taux de couverture (Tc) des adventices recensées par site

Famille	Espèce	Siliana				Zaghouan				Béja			
		Fr1	Tc1	Fr2	Tc2	Fr1	Tc1	Fr2	Tc2	Fr1	Tc1	Fr2	Tc2
Apiacées	<i>Eryngiumcampestre</i> L.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	0,37	0,00	0,00
	<i>Daucus carota</i> L.	13,23	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	1,25	0,00	0,00
Aracées	<i>Arum italicum</i> Miller.	3,87	0,54	0,00	0,00	8,13	1,06	4,99	0,11	3,28	1,08	0,00	0,00
Astéracées	<i>Anacyclusclavatus</i> (Desf.) Pers.	0,00	0,00	0,00	0,00	13,72	1,78	8,41	0,18	8,31	2,74	5,70	0,27
	<i>Carduncellus pinnatus</i> (Desf.) DC.	0,00	0,00	0,00	0,00	2,47	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Centaureaacaulis</i> L. subsp. Balansae B. & R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	0,43	0,00	0,00
	<i>Centaureanicaeensis</i> All.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,17	2,70	5,61	0,27
	<i>Hedypnoïscretica</i> (L.) Dum-Courset	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64	0,54	0,00	0,00
	<i>Notobasisyriaca</i> (L.) Cass.	17,16	2,40	11,72	0,24	15,24	1,98	9,35	0,20	0,78	0,26	0,00	0,00
	<i>Scolymushispanicus</i> L.	17,52	2,45	11,96	0,25	0,07	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Sonchusasper</i> (L.) Hill.	0,00	0,00	0,00	0,00	3,12	0,41	0,00	0,00	0,82	0,27	0,00	0,00
	<i>Sonchustenerimus</i> L.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,78	1,91	3,97	0,19
	<i>Urospermumdalechampii</i> (L.) Scop.	7,15	1,00	4,88	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Boraginacées	<i>Anchusaazurea</i> Miller.	0,66	0,09	0,00	0,00	5,81	0,76	3,56	0,08	4,51	1,49	3,09	0,15
	<i>Echiumitalicum</i> L.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,52	3,80	52,81	2,54
Brassicacées	<i>Diplotaxisseurocoïdes</i> (L.) DC.	0,00	0,00	0,00	0,00	2,39	0,31	0,00	0,00	7,42	2,45	5,09	0,24
	<i>Raphanusraphanistrum</i> L.	19,19	2,69	13,11	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,27	0,00	0,00
	<i>Rapistrumrugosum</i> (L.) All.	0,00	0,00	0,00	0,00	7,40	0,96	4,54	0,10	8,20	2,71	5,63	0,27
Caryophyllacées	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papaveracées	<i>Fumariaparviflora</i> Lam.	2,03	0,28	0,00	0,00	4,72	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantaginacées	<i>Plantagoafra</i> L.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,15	0,00	0,00
Poacées	<i>Avenasativa</i> L.	19,19	2,69	58,54	1,20	17,63	2,29	58,02	1,23	3,32	1,10	0,00	0,00
	<i>Bromusrigidus</i> Roth.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	0,26	0,00	0,00
	<i>Loliummultiflorum</i> Lam.	0,00	0,00	0,00	0,00	11,25	1,46	6,90	0,15	9,73	3,21	6,68	0,32
	<i>Loliumrigidum</i> Gaudin.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,58	2,83	5,89	0,28
Rubiacées	<i>Sberardiaarvensis</i> L.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,02	2,65	5,50	0,26
Scrofulariacées	<i>Bellardiatrixago</i> (L.) All.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64	0,54	0,00	0,00
Solanacées	<i>Mandragoraautumnalis</i> Bertol.	0,00	0,00	0,00	0,00	6,46	0,84	3,96	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00



En première année d'installation de Sulla, les familles des astéracées et des poacées se trouvent les plus représentées dans les trois sites avec respectivement 10 espèces et 4 espèces. Dans cette situation, la proportion de l'espèce Sulla varie de 73 à 86 %. Après quatre cycles d'exploitation, le taux d'adventices chute pour atteindre 3 à 9%. Après les deux ans d'exploitations de la culture du Sulla, le nombre d'espèces présent dans les prairies de

Sulla a changé de 9, 14 et 22 pour atteindre 5, 9 et 9 respectivement à Siliana, Zaghouan et Béja (Figure 11), donc on remarque la disparition de certaines espèces d'adventices. Les techniques d'exploitations de la culture du Sulla, lui confèrent le statut d'une culture nettooyante. Comme il a été confirmé dans d'autres travaux de Carême (1986) et de Raouf (2002).



**Figure 11.** Fréquence des adventices (/m<sup>2</sup>) des prairies de Sulla dans les parcelles d'études avant la première exploitation (A) et avant la quatrième exploitation (B).

#### 4 CONCLUSION

L'analyse des performances de Bikra 21, les aptitudes d'adaptation de la variété aux contextes climatiques, édaphiques et sociaux de la région. Les résultats obtenus de la caractérisation herbagères de la culture du Sulla dans le système de culture ont confirmé la bonne adaptation aux divers modes d'exploitations, le pouvoir élevée de l'efficacité d'utilisation de l'eau et le grand potentiel de production énergétique. Les vitesses de croissance de la végétation de Sulla ont varié entre 0,176 et 1,236 et 0,176 et 1,092cm/mm de pluie respectivement pour la fauche et le pâturage.

Les rendements en matière sèche du Sulla exploité par fauche sont compris entre 2028 et 5490; 1727 et 5210; et 1195 et 4835kg MS/ha respectivement à Béja, Siliana et Zaghouan. Cependant, le système pâturage, fournit des rendements variant entre 1701 et 5490; 974 et 5304; et 1446 et 4749 kg MS/ha respectivement dans les régions de Béja, Siliana et Zaghouan. L'efficacité d'utilisation de l'eau par le Sulla varie selon l'ordre et le mode d'exploitation entre 0,77 et 4,58 kg MS/m<sup>3</sup> pour la fauche et 0,78 et 4,11 kg MS/m<sup>3</sup> de pluie pour le pâturage. Les productions énergétiques des prairies à Sulla

exploité par fauche sont comprises entre 1724 et 4666; 1016 et 4110; et 1468 et 4429 UFL/ha respectivement à Béja, Siliana et Zaghouan. Cependant, le système pâturage, fournit des biomasses vertes variant entre 1446 et 4666; 1229 et 4037; et 828 et 4509/ha respectivement dans les régions de Béja, Siliana et Zaghouan. L'étude floristique des prairies de Sulla, a révélé l'existence

de 28 espèces adventices (09 à Siliana, 14 à Zaghouan et 22 à Béja). En première année d'installation du Sulla, les familles des astéracées et des poacées se trouvent les plus représentées. Après quatre cycles d'exploitation, le taux d'adventices chute pour atteindre 3 à 9%. Les techniques d'exploitations de la culture du Sulla, lui confèrent le statut d'une culture nettoyante.

## 5 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelrrahim J., 1980. Production et utilisation du Sulla. Mémoire de fin d'études supérieures. E.S.A. de Mateur. 83p.
- Anonyme, 2010. Document-cadre pour la mise en œuvre des mesures de protection environnementale et sociale (DCPES) pour la quatrième phase du projet de développement des zones montagneuses du nord-ouest. 53p.
- Ben Jeddi F., 2005. *Hedysarum coronarium* L.: Variation génétique, création variétale et utilisation dans des rotations tunisiennes. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques Appliquées. Fac Sc Bio-ing Université de Gent. Belgique. 232p.
- Ben Salem F., 2002. Identification d'une Stratégie d'Amélioration et d'Intensification des Systèmes d'Élevage et Exploitation des Parcours dans la zone du Projet. Rapport de consultation. Projet GCP/TUN/028/ITA. 49p.
- Carême C., 1990. Les adventices des cultures méditerranéennes en Tunisie leurs plantules, leurs semences: publication agricole n° 36, ministère de l'agriculture de Tunisie et administration générale de la coopération au développement de Belgique. 399p.
- DGF, 1994. Gestion de la faune sauvage et des parcs nationaux en Tunisie. DGF/Ministère de l'Agriculture, 310p.
- Gounot M., 1958. Contribution à l'étude des groupements végétaux messicoles et rudéraux de la Tunisie. *Ann Serv Bot Agron Tunisie*, vol31, p 1-282.
- Gounot M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, éditeurs. 314p.
- INM, 1999. Atlas climatique. Institut national de la météorologie. 130 p.
- Kheriji O., 1999. Evaluation agronomique et fourragère de quelques génotypes améliorés du Sulla du nord « *Hedysarum coronarium* L. ». Mémoire de fin d'études de spécialisation de l'INAT. 93p.
- Maas SJ., 1993. Parametrized model of gramineous crop growth: I. Leaf area and dry mass simulation. *Agron. J.* 85: 348-353.
- Mellouli HJ., Ben Naceur M., EL Faleh M., El Gharbi LS., Kaabia M., Nahdi H. *et al.*, 2006. Efficience de l'utilisation de l'eau chez le blé et l'orge sous différents régimes hydriques et de fertilisation azotée dans des conditions du subhumides de Tunisie. *Ciheam*. p179-189.
- ONAGRI, 2004. Observatoire national agricole. Analyse des données climatiques. 23 p.
- Raouf K., 2002. Essai préliminaire de contrôle des adventices dans une culture de Sulla du nord (*Hedysarum coronarium* L.). Projet de fin d'études. INA Tunisie, 57p.
- Rondia G., Deker A., Jabari M. et Antoine A., 1985. Produire plus de grains et de lait en Afrique du nord. Projet fermé modèle Frétissa. Rapport de final. Publication agricole n°5. Min. Agric. Tunisie et Admin. Gén. Coopération au développement belge. Geomare, Bruxelles. 389p.
- Slim S., 2002. Descripteurs du Sulla du nord (*Hedysarum coronarium* L.) et caractérisation spectrale de la culture de la variété Bikra 21. Projet de fin d'études. INAT. 80p.
- Slim S., 2004. Amélioration fourragère et protection des terres par le Sulla « Bikra 21 » dans les gouvernorats de Zaghouan et de Siliana. Mémoire de mastere. INAT. 127p.
- Slim S., Ben Jeddi F., Belghith A. et Zouaghi M., 2008. Caractérisation spectrale d'un couvert



- de Sulla Bikra 21. Revue de l'INAT. Vol23, N°1. p199-206.
- Slim S. et Ben Jeddi F., 2011. Protection des sols des zones montagneuses de la Tunisie par le Sulla du Nord (*Hedysarum coronarium* L.). Sécheresse 22 : 117-24. doi : 10.1684/sec.2011.0298.
- Slim S., 2012. Les systèmes fourragers des zones montagneuses: contraintes et intérêts des fabacées dans la fixation des sols et l'accroissement des ressources herbagères des petites exploitations. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. INAT. 183p.
- Tibaoui G., 2008. Amélioration de la productivité de l'*Hedysarum carnosum* en conditions de contraintes hydriques. Thèse de Doctorat INATunisie. 167p.
- Trifi-Farah N., Baatout H., Boussaïd M., Combes D., Figier J., Hannachi-Sahli A. et Marrakchi M., 2002. Evaluation des ressources génétiques des espèces du genre *Hedysarum* dans le bassin méditerranéen. Plant GenResNews; vol130. p1-6.
- Zouaghi M. et Tibaoui G., 1998. Effets des fertilisations phosphatée et soufrée sur la production de deux légumineuses. Séminaire National Sur le développement de la culture de Sulla en Tunisie. Bizerte. Min. agric. 10p.
- Zwart SJ. et Bastiaanssen WGM., 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton, and maize. Agricultural Water Management.