

## Effects of shading on vetiver development (*Chrysopogon zizanioides* L.) under greenhouse

### Effet de l'ombrage sur la culture sous serre du vétiver (*Chrysopogon zizanioides* L.)

A. BEN ROMDHANE<sup>1</sup>, S. BOUKEF<sup>2</sup>, CH. KARMOUS<sup>1</sup>, S. SLIM<sup>1</sup>, H. KHMIRI<sup>3</sup>, M. HAMMAMI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Higher School of Agriculture of Matter, 7030 Tabarka Road, Matter, Tunisia.

<sup>2</sup> Chott-Mariem Higher Agricultural Institute, PB 47, 4042 Chott-Mariem, Sousse, Tunisia

<sup>3</sup> Sylvo Pastoral Development Office of the North-West (ODESYANO), Avenue of the Environment 9000 Béja, Tunisia.

\*Corresponding author: benromdhaneali@rocketmail.com

**Abstract** – Effects of shading on growth and development of vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) have been investigated under greenhouse. The results showed that the growth of vetiver is significantly influenced by shading. Indeed, the shading have been induced an increasement 50% number of tillers per plant, 86% plant growth, 14% length of roots, 8% number of leaves and 50% dry matter content compared to control. Moreover, this plant has a very important nutritional value (0.8 UFL). Thus, this new introduced species could constitute an additional forage resource for Tunisia

**Keywords:** *Chrysopogon zizanioides*, Forage, vetiver, shading.

**Résumé** – Le présent travail vise l'étude de la culture du vétiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) sous l'effet de l'ombrage. Les résultats ont permis de mettre en évidence que la croissance du vétiver est significativement influencée par l'ombrage. En effet, sous ombrière, on a enregistré une augmentation moyenne de 50% du nombre de talles, de 86% de la longueur de la partie aérienne, de 14% de celle racinaire, de 8% du nombre de feuilles et de 50% de la matière sèche par rapport aux plants cultivés sans ombrage. En outre, cette plante possède une valeur nutritionnelle très importante (0.8 UFL). Ainsi, cette nouvelle espèce introduite pourra constituer une ressource fourragère supplémentaire pour la Tunisie

**Mots clés :** *Chrysopogon zizanioides*, Fourrage, vétiver, ombrage.

#### 1. Introduction

Depuis l'antiquité, l'homme a utilisé une grande panoplie d'espèces végétales aussi bien pour sa nourriture que pour traiter ses maladies. Outre les espèces endogènes, plusieurs espèces végétales exogènes sont constamment introduites afin de parfaire les besoins diversifiés et sans cesse croissants et exigeants des producteurs et/ou consommateurs. Ainsi, les espèces xénophytes sont souvent introduites par inadvertance comme *Arctotheca calendula* (L.), *Acacia dodonaeifolia* (Pers.) Balb., *Lupinus albus* L., etc... (Le Floch et al. 2010) ; soit intentionnellement pour améliorer les ressources fourragères comme l'Atriplex, ou pour la fixation des dunes de sable comme *Haloxylon persicum* (Bge ex Boiss. et Buhse), etc...

Dans cette dynamique, le vétiver a été introduit en Tunisie depuis 2010, comme nouvelle plante fourragère, et médicinale (Ben Abdallah. 2012). Il s'agit d'une graminée de type C4 appartenant au genre *Chrysopogon* (Mickovski et al. 2005). La partie aérienne de cette plante est constituée de tiges droites, formant des touffes denses, pouvant atteindre une hauteur de 2m (Truong et Backer. 1998). Son système racinaire est dense et profond, son développement est vertical et peut dépasser 3m de profondeur (Truong et Richard. 2011). Cette plante peut pousser jusqu'à une altitude de 2500 m (Lahbib. 2014), sous 100-2000 mm et des températures allant de -14 à +55°C (Truong et al. 1996; Truong, 2009).

Le genre *Chrysopogon* regroupe trois espèces à savoir : *Chrysopogon zizanioides*, *C.nigritana* et *C. nemoralis* (Adams et Dafforn.1997). Les espèces *C. nigritana* et *C. nemoralis* sont originaires respectivement d'Afrique du sud et de Thaïlande ; elles sont fertiles et produisent des graines, leur croissance est limitée dans leurs territoires respectifs (Truong et Backer. 1998). L'espèce *C. zizanioides*, originaire du sud de l'Inde, possède deux génotypes : le génotype sauvage à graines du Nord de l'Inde et le génotype stérile du Sud de l'Inde (Truong et Backer. 1998). Grâce à ses caractéristiques morphologiques et physiologiques remarquables, les domaines d'utilisations du vétiver sont très variés : conservation des eaux et des sols (Donjadee et Tingsanchali. 2016), phytoremédiation (Maffei, 2002 ; Lavania et al. 2004 ; Norbert. 2012 ; Banerjee et al. 2016), production d'huile essentielle (Lai et Lin. 2012, Chou et al.2016) mais également, comme ressource fourragère (Deesaeng et al. 2006).

Les feuilles de vétiver sont utilisées dans l'artisanat, le paillage, la lutte contre les ravageurs (Bruneto. 2003) et même pour l'extraction de bioéthanol (Raman et Gnansounou. 2015).

La culture de cette espèce occupe une place importante dans plusieurs pays asiatiques et d'Afrique subsaharienne à cause de sa rusticité et de ses avantages agronomiques et économiques. Par contre, son utilisation dans l'alimentation animale reste un sujet d'actualité. Le vétiver a été utilisé avec beaucoup de succès pour l'élevage des ruminants dont les caprins (Liu et al. 2003).

Le présent travail constitue une première étude relatant les opportunités de la culture du vétiver sous serre pour l'alimentation des ruminants en Tunisie.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1.Méthodologie

L'essai a été installé au mois d'octobre 2011 à l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur (ESA Mateur). Des plants mono-tiges de vétiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) préalablement rabattus à 10 cm ont été installés sous serre dans des plots de 4 m<sup>2</sup> (2m × 2 m) selon une densité de 4plants/m<sup>2</sup>. Un dispositif complètement randomisé avec trois blocs a été adopté. Les plantes ont été cultivées sous serre selon deux modes : avec ombrage (sous ombrière, 40% d'ombrage) et sans ombrage. Un système d'irrigation localisé a été utilisé. Au cours du cycle de culture, 50 Kg N ha<sup>-1</sup> ont été apporté en deux fractions : 1 mois après plantation et en plein tallage. Un désherbage manuel en phase d'installation a également été effectué. Le site est caractérisé par un sol limoneux-argilo (Tableau 1) et un climat subhumide avec des étés chauds et des hivers froids.

**Tableau 1.** Caractéristiques physico-chimiques du sol de l'ESA Mateur.

Profondeur (cm)	≥ 30 cm
Sable (%)	16,1
Limon (%)	52
Argile (%)	18,5
Ph	8,5
Matière organique (%)	1,83
Azote (%)	0,21
Calcaire (%)	19,9
Calcaire Actif (%)	10,1

### 2.2.Paramètres mesurés

#### 2.2.1. Paramètres agronomiques

Au stade floraison, cinq plantes par plot ont été marquées et récoltées. Des mesures relatives à la croissance ont été réalisées notamment ; le nombre de talles, la longueur de la partie aérienne et racinaire, le nombre de feuilles ainsi que la teneur en matière sèche. Après séparation des feuilles, on a procédé à la mesure de la surface de la feuille drapeau de chaque talle, grâce au logiciel mesurim Pro Version du 20/04/2012.

#### 2.2.2. Analyse nutritionnelle

L'évaluation de la valeur nutritive de l'herbe de vétiver a été réalisée au stade floraison. Toutes les analyses ont été effectuées selon les méthodes officielles de l'AOAC (1984). Les échantillons frais ont été placés à l'étuve à une température de 60°C pendant 48 heures, puis finement broyés et passés au tamis (2mm). Le taux de matière sèche (MS) a été obtenu sous une température de 105°C, jusqu'à stabilisation du poids. La teneur en matière minérale (MM) a été déterminée après incinération au four

à moufle à 550°C pendant 10 heures, celui de la matière organique (MO) calculé par différence de poids. Le taux de cellulose brute total (CBT) a été réalisé selon la méthode de Weende décrite par Aubry (2012), qui consiste à doser le résidu cellulosique obtenu après une double hydrolyse acide et alcaline, puis placé à l'étuve à une température de 103°C pendant 8 heures, enfin incinéré à 550°C. Le calcul, des teneurs en résidus neutral detergent fiber (NDF) et acid detergent fiber (ADF), a été réalisé selon la méthode séquentielle de fractionnement des fibres, décrite par Van Soest et al. (1991). Le dosage des matières azotées totales (MAT) a été réalisé selon la méthode Kjeldhal décrite par Aubry (2012). La valeur énergétique (UFL) a été calculée par la formule d'Andrieu et Weiss (1981), les protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote (PDIN) calculées selon par la formule de l'INRA (1978), les protéines digestibles dans l'intestin permise par l'énergie (PDIE) selon la formule de l'INRA (1981).

### 2.2.3. Les analyses statistiques

Les analyses de variance (ANOVA) à deux facteurs ainsi que la comparaison multiple par le test de Duncan au seuil de 5% ont été réalisées par le logiciel SAS (version 9. 2004).

## 3. Résultats

### 3.1. Adaptabilité agronomique du vétiver sous ombrage

Les données relatives des différents paramètres mesurés ont permis de mettre en évidence des réponses contrastées à l'ombrage sous serre (Tableau 2).

**Tableau 2.** Effet de l'ombrage sur le nombre de talles par plant (NT), la longueur de la partie aérienne (LA, cm), la longueur de la partie racinaire (LR, cm), le Nombre de feuilles/plante (NF), la surface de la feuille drapeau (SF, mm<sup>2</sup>) et le taux de matière sèche (MS, %).

	NT	LA (cm)	LR (cm)	NF	SF (mm <sup>2</sup> )	MS (%)
<b>Ombrage</b>	18	254	55	206	2109	38
<b>Sans ombrage</b>	12	136	48	190	3220	25
<b>ANOVA</b>	0,03*	0,07*	1,55 <sup>ns</sup>	2,62 <sup>ns</sup>	0,001**	0,02*

ns : non significatif ; \* : significatif au seuil  $P \leq 0,05$  ; \*\* : significatif au seuil  $P \leq 0,01$

#### 3.1.1. Croissance aérienne et racinaire

L'application de l'ombrage sous serre a permis un meilleur développement de la partie aérienne du vétiver. Les mesures de la longueur des tiges révèlent des différences significatives (Tableau 2). Sous ombrière la croissance est plus importante, la hauteur des tiges a atteint 254cm contre 136cm (sans ombrage) soit une augmentation de plus de 86% (Figure 1, A). Bien que les différences ne soient pas significatives (Tableau 2), le système racinaire semble suivre cette tendance, les plants conduits sous l'effet de l'ombrage se sont caractérisés par un enracinement plus dense et plus profond, la longueur des racines a augmenté de 14% pour atteindre une moyenne de 55cm (Figure 1, B).

#### 3.1.2. Nombre de talles

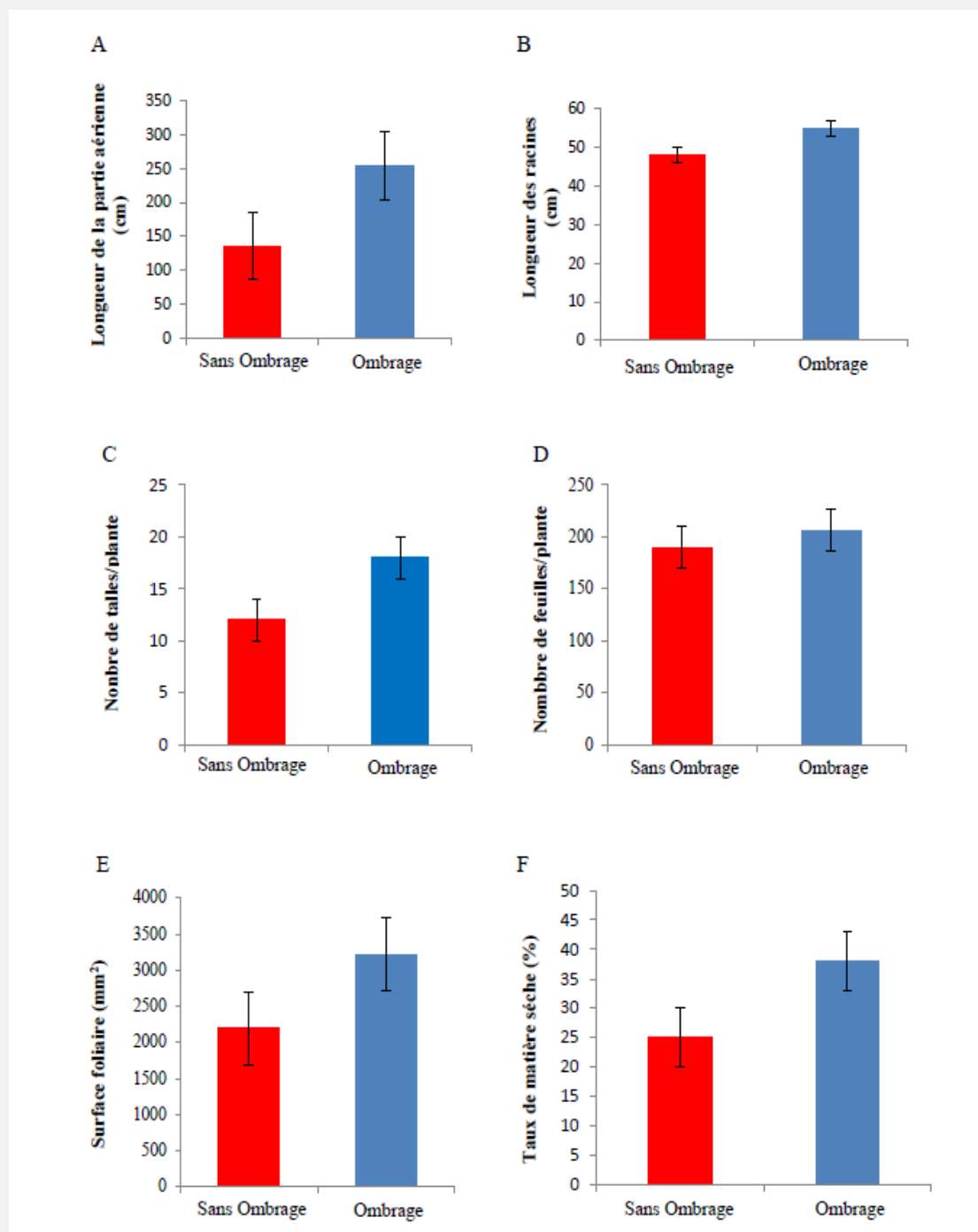
Chez *C. zizanioides*, l'application de l'ombrage sous serre a eu une incidence positive sur la production de talles. Une différence significative ( $P \leq 0,05$ ) a été observée entre les deux modes de conduite (Tableau 2). Le traitement ombrage a permis de générer plus de talles avec une augmentation moyenne de 50% par rapport aux plants non ombrés (Figure 1, C).

#### 3.1.3. Nombre de feuilles et surface de la feuille drapeau

L'analyse statistique révèle que l'ombrage ne favorise pas significativement la production de feuilles par plante mais plutôt, la surface de la feuille drapeau de chaque talle au stade floraison ( $P \leq 0,01$ ) (Tableau 2). Cependant, le nombre de feuille a augmenté de 16% en absence d'ombrage (Figure 1, D). De plus, le vétiver cultivé sans ombrage (2190mm<sup>2</sup>) se caractérise par une plus faible surface foliaire que celui sous ombrage (3220 mm<sup>2</sup>) (Figure 1, E).

#### 3.1.4. Taux de matière sèche de la partie aérienne

Le pourcentage de matière sèche contenu dans les parties aériennes (tiges+feuilles) est significativement ( $P \leq 0,05$ ) supérieur chez les plantes conduites sous ombrière (Tableau 2). Ce taux a augmenté de manière très importante (+52%) pour atteindre un maximum de 38% (Figure 1, F).



**Figure 1.** Variation de la longueur de la partie aérienne (A), de la longueur de la partie racinaire (B), du nombre de tiges par plante (C), du nombre de feuilles par plante (D), de la surface de la feuille drapeau de chaque tige (E) et du taux de matière sèche (F), des plantes de vétiver sous l'effet de l'ombrage.

#### 4. Valeur nutritionnelle de l'herbe de vétiver

Une analyse de la valeur alimentaire a été effectuée au stade floraison (Tableau 3).

**Tableau 3.** Valeurs nutritionnelles du vétiver cultivé avec et sans ombrage

	MS (%)	MAT (%)	CBT (%)	MM (%)	MO (%)	PDIE (g)	PDIN (g)	NDF (%)	ADF (%)	HC (%)	CUD (%)	UFL
Sans ombrage	27,77	15,82	25,18	16,24	83,76	85,2	102,4	54,7	27,9	26,8	56,45	0,8
Avec Ombrage	37,75	14,7	28,4	11,7	88,3	86	95	58,4	31	27,4	54,16	0,8

**MS** : Matière sèche ; **MAT** : Matières azotées totales ; **CBT** : Cellulose brute totale ; **MM** : matière minérale ; **MO** : Matière organique ; **PDIE** : Protéines Digestibles dans Intestin grêle permises par l'énergie ; **PDIN** : Protéines Digestibles dans Intestin grêle permises par l'azote ; **NDF** : Neutral Detergent Fiber ; **ADF** : Acid Detergent Fiber ; **HC** : Hemi Cellulose ; **CUD** : coefficient d'utilisation digestive ; **UFL** : Unité Fourragère Lait.

L'ombrage semble affecter la qualité nutritionnelle de l'herbe de vétiver. En effet, sous ombrière, on a enregistré une amélioration sensible de certains paramètres qualitatifs notamment, la teneur en matière minérale, matière sèche, matière azotée totale et matière organique qui ont augmenté respectivement de 38%, 35%, 7% et 5,4%. Par ailleurs, l'herbe produite sous ombrage contient un taux de cellulose brute (CBT) sensiblement plus important 28,4% contre 25,18, la valeur des PDIN sont légèrement inférieures (-7,3%). En revanche, on n'a pas observé d'effet significatif sur le contenu énergétique, dont la valeur reste pratiquement inchangée (0,8UFL).

#### 5. Discussion

L'application de l'ombrage sous serre chez le vétiver, semble avoir un impact positif sur sa croissance. Ces résultats confortent les aptitudes de développement aérien et racinaire très importants de cette espèce déjà observées en plein champ (Truong.2009). Par contre, peu d'études se sont intéressées à son développement sous ombrage. Nos conclusions rejoignent ceux de Greenfields. (2010) qui a montré qu'une lumière intense a des effets néfastes sur la croissance du vétiver. De leur côté, Dudai et al. (2006), ont observé chez cette espèce une corrélation positive entre les jours courts associés à des températures élevées sur le tallage. D'autre part, il semble que l'effet de l'ombrage sur le développement du vétiver serait lié à l'amélioration du bilan thermique et hydrique. En effet, sous serre, un rayonnement solaire excessif peut nuire aux cultures, soit par effet direct du rayonnement sur la plante, soit par augmentation de la température, jusqu'au dépassement d'un seuil critique (Thomas. 1986). L'ombrage permet de limiter le rayonnement global (Rg) absorbé et donc de limiter la charge énergétique pénétrant dans la serre (Baille et al. 2001). Ce phénomène a également été décrit par Cornic (2007), qui affirme que les milieux ombragés, se caractérisent par une humidité édaphique et aérienne plus élevée et par des écarts de températures diurnes nocturnes plus faibles. L'ombrage sous serre a en outre, permis d'augmenter le nombre des feuilles, ainsi que la surface de la feuille drapeau. Ces observations concordent avec celles de Rakmani. (2015) qui affirme qu'une lumière intense réduit le développement de la feuille drapeau en réduisant l'évapotranspiration et la perte d'eau par la plante. Par ailleurs, les plantes d'ombre investissent les produits de la biosynthèse dans la fabrication des feuilles (Cornic, 2007).

D'un autre côté, l'ombrage a permis une amélioration sensible de la qualité nutritionnelle de l'herbe de vétiver. Des observations similaires ont été rapportées par Thibaud (2013), pour la culture sous serre de la tomate en région méditerranéenne. L'ombrage a permis de produire des fruits dont la teneur en matière sèche est significativement plus élevée. Ces fruits sont également plus riches en vitamine C, en fructose, glucose, acide citrique et malique. Selon Saure, (2001) cet effet positif sur la valeur nutritionnelle peut être expliqué par une amélioration du bilan hydrique sous serre, ce qui permet une meilleure hydratation des fruits par modification de la circulation des flux d'eau au sein de la plante.

Par ailleurs, La comparaison du vétiver avec d'autres graminées fourragères cultivées en Tunisie a permis de mettre en évidence que le taux de matière sèche du vétiver est supérieur à celui de l'orge, ray-grass et le sorgho au même stade végétatif. De plus, la valeur énergétique du vétiver est plus élevée que celle de l'orge, ray-grass et le sorgho ; elle est de l'ordre 0,8 contre 0,71 ; 0,73 et 0,68 consécutivement (Lahbib, 2014). La teneur en MAT du vétiver (15,82%) est supérieure à celle de l'orge (10,6%), du maïs

(7,9%) ou encore de l'avoine (12,7%) (Wolter et al. 1982), évoquant qu'il est possible d'utiliser le vétiver comme une source de protéine non négligeable pour le cheptel tunisien.

## 6. Conclusion

Dans le contexte mondial actuel de changement climatique, l'utilisation de plantes répondants aux contraintes environnementales et climatiques s'avère au centre des préoccupations des politiques et des orientations stratégiques de l'agriculture Tunisienne. Le vétiver constitue une nouvelle plante prometteuse nouvellement introduite en Tunisie. Les résultats de la présente étude ont permis de mettre en évidence que l'application de l'ombrage sous serre favorise chez cette plante, le développement de la partie aérienne et racinaire, le nombre de feuilles et la production de matière sèche. Elle a également permis de mettre en relief l'importance alimentaire de cette espèce. En effet, l'herbe de vétiver possède une valeur énergétique (0,8 UFL) plus importante que celles des autres graminées fourragères cultivées en Tunisie notamment, l'orge (0,71UFL), le ray-grass (0,73 UFL), et le sorgho (0,68 UFL).

Ainsi, le vétiver pourrait constituer une nouvelle plante fourragère, grâce notamment à sa richesse en protéine et en énergie. De plus, cette espèce offre des avantages économiques non négligeables. En effet, cette plante est très peu exigeante en eau, en fertilisants et traitements phytosanitaires et dont la multiplication par bouturage élimine les frais l'achat de semence.

## 7. References

- Adams, R.P., Dafforn M.R., 1997.** DNA fingerprints (RAPDs) of the plant tropical grass. *Vetiveria zizanioides*: 45-56.
- Andrieu, J., Weiss, P., 1981.** "Prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages verts de graminées et de légumineuses", Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants, INRA Publications, 61-79.
- Aubry, M., (2012).** Détermination de la teneur en cellulose brute dans les aliments pour animaux. Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire. Laboratoire de liège. [http://www.favvafsc.fgov.be/laboratories/methods/fasfc/\\_documents/20130115\\_MET002\\_Cellulose\\_v01\\_fr.pdf](http://www.favvafsc.fgov.be/laboratories/methods/fasfc/_documents/20130115_MET002_Cellulose_v01_fr.pdf).
- Aubry, M., (2012).** Détermination de la teneur en protéines brutes dans les Aliments des animaux. Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire. Laboratoire de liège. [http://www.favvafsc.fgov.be/laboratoria/methoden/favv/\\_documents/METLFSAL003Proteinebrutev10.pdf](http://www.favvafsc.fgov.be/laboratoria/methoden/favv/_documents/METLFSAL003Proteinebrutev10.pdf).
- Baille, A., et al., (2001).** Influence of whitening on greenhouse microclimate and crop energy partitioning. *Agricultural and Forest Meteorology* 107, 293-306.
- Banerjee, R., Goswami, P., Pathak, K., Mukherjee, A., 2016.** Vetiver grass: An environment clean-up tool for heavy metal contaminated iron ore mine-soil. *Ecological Engineering*. 90 : 25–34.
- Ben Abdallah, I., 2012.** Installation d'une culture de vétiver. Projet de fin d'étude en vue d'obtention un diplôme d'ingénieur en production animale et fourragère. 75p.
- Bruneto, M., 2003.** Can vetiver Grass be Used to Manage Insect Pests on Crops Proc. Third International Vetiver. 109 p.
- Chou, S-T., Shih, Y., Lin, C-C., 2016.** Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides* L.) oils. *Essential Oils in Food Preservation. Flavor and Safety*. Chapter 5 : 843-848.
- Cornic, G., 2007.** Effets de la lumière sur la photosynthèse et sur l'appareil photosynthétique, adaptation à l'éclairage de croissance, photoinhibition. 62 : 11-33. [www.e-se.u-psud.fr/IMG/pdf/Effets\\_de\\_la\\_lumiere](http://www.e-se.u-psud.fr/IMG/pdf/Effets_de_la_lumiere).
- Deesaeng, B., Pheunda, J., Onarsa, C., Boonsaner, A., 2006.** Vetiver potential for increasing groundwater recharge. Proceeding of the fourth international conference on vetiver - ICV4. Caracas, Venezuela - October 2006. <http://www.vetiver.com/ICV4pdfs/ICV4-PROG-IN.htm>
- Donjadee, S., Tingsanchali, T., 2016.** Soil and water conservation on steep slopes by mulching using rice straw and vetiver grass clippings. *Agriculture and Natural Resources*. 50 : 75-79.
- Dudai, N., Putievsky, E., Chaimovitch, D., Ben-Hur, M., 2006.** Growth management of vetiver (*Vetiveria zizanioides*) under Mediterranean conditions. *Journal of Environmental Management* 81 :63-71
- Greenfields, J., 2010.** Le système vétiver. Gestion durable de l'environnement naturel Haïti : USAID. 87p.

- INRA, 1981.** Pr evision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. (C. Demarquillyed.). INRA, Paris, 580 p.
- Lahbib, W., 2014.** Etude de projet : Culture et extraction d'huile essentielle de vetiver. Projet de fin d'études du cycle ingénieur, Ecole supérieure d'agriculture de Mateur. 78p.
- Lai, C-P., Lin, C-C., 2012.** Study of the chemical composition. antioxidant activity and anti-inflammatory activity of essential oil from *Vetiveria zizanioides*. 268p.
- Le Floc'h, E., Boulos, L., Vela, E., 2010.** Catalogue synonymique comment  de la flore de Tunisie. Banque nationale de g nes. 500 p.
- Liu, P., C. Zheng, Y. Lin, F. Luo, X. Lu and D. Yu, 2003.** Study on Digestibility of Nutrient Content of Vetiver Grass (China Vetiver Workshop).
- Lavania, U.C., Lavania, S., Vimala, Y., 2004.** Vetiver system ecotechnology for water quality improvement and environmental enhancement. Current Science 86, 11–14.
- Maffei, M., 2002.** Introduction to the genus *Vetiveria*. In: Maffei, M.(Ed.), *Vetiveria the Genus Vetiveria*. Taylor & Francis, New York, pp. 1–18.
- Mickovski, S.B., Van Brrk, L.P.H., Salin, F., 2005.** Uprooting of vetiver uprooting resistance of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* L.). Plant Soil, 278: 33-41.
- Norbert, O., 2012.** Efficacité du vétiver (*Vetiveria zizanioides* L.) pour limiter la dispersion de trois micropolluants dans les sols cotonniers et maraîchers du Burkina Faso : 9-43.
- Rakmani, A., 2015.** Impact sur les paramètres agronomiques et physiologiques de l'ozone troposphérique sur le maïs en Ile-de-France. Thèse en Biodiversité et Ecologie. Université Paris-Est. 119 p.
- Raman, J.K., Gnansounou, E., 2015.** LCA of bioethanol and furfural production from vetiver. Bioresource Technology. 185: 202–210.
- Saure, et al., 2001.** Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) –a calcium disorder or a stress related disorder. Sci. Hort. 90, 193-203.
- Thomas, J., 1986,** Comparaison des microclimats sous deux systèmes d'ombrages sous serre. Les Cahiers du CNIH, 6, pp19-25.
- Truong, P.N., Gordon, I., Baker, D. 1996.** Tolerance of vetiver grass to some adverse soil conditions. Proc. First International Vetiver Conf. Thailand.
- Thibaud, C., 2013.** Effets du Trans PAR, produit d'ombrage photo-sélectif aux infrarouges courts, sur le microclimat et le développement d'une culture de tomate sous serre verre. Sciences agricoles. Hal Id: dumas-00905952.https://dumas.ccsd.cnrs.fr/ dumas-00905952.
- Truong, P.N. 2009.**V tiversystem application. Technical reference manual. Published by Vetiver Network International, 1<sup>th</sup> edition 2009. 2-5.
- Truong, P., Richard, E., 2011.** System vétiver applications potentielles pour le Maroc. 23p.
- Truong, P.N., Baker, D., 1998.** Vetiver grass system for environmental protection. Technical Bulletin No. 1998/1. Pacific Rim Vetiver Network. Office of the royal development projects board. Bangkok. Thailand. 45p.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991.** Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. in dairy sciences.1991 octo;74(10):3583-97.
- Wolter, R., Valette, J.P., Durix, A., Letourneau, J.C., Carcelen, M., Villard, A., Bruny, A., 1982.** Digestibilit  compar e de quatre c r ales (avoine, orge, ma s, bl ) selon le mode de présentation chez le poney. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1982, 31 (4), pp.445-458. <hal-00888193>