

Caractérisation agro-morphologique des écotypes du souchet (*Cyperus esculentus* L.) du Niger

Haoua BORI^{1*}, Maman Nassirou ADO², Iro DAN GUIMBO¹ et Toudou ADAM¹

¹Université Abdou Moumouni, Faculté d'Agronomie, BP 10960 Niamey Niger

²Université de Tahoua, Faculté d'Agronomie, BP 255, Tahoua Niger

* Correspondance, courriel : haoua82bori@gmail.com

Résumé

La présente étude porte sur la caractérisation agro-morphologique des cinq (5) (quatre (4) cultivés et un (1) de type de sauvage) écotypes du souchet (*Cyperus esculentus* L.) du Niger. L'étude est conduite au laboratoire et sur le terrain expérimental de la Faculté d'Agronomie de Niamey. Le dispositif expérimental est constitué des blocs aléatoires complets en 5 répétitions. Le suivi des caractéristiques agronomiques porte essentiellement sur les paramètres de croissance et de rendements. La caractérisation morphologique des tubercules au laboratoire a concerné la couleur, la taille et la forme. Les résultats montrent que les caractères agro-morphologiques les plus distinctifs au niveau de tous les écotypes sont la couleur, le taux de la levée, le cycle de production et le nombre de tubercules. Des différences significatives ont été observées entre les écotypes cultivés et l'écotype sauvage notamment sur le taux de levée, l'intensité de la floraison et les rendements en tubercules. Le rendement en tubercules est plus faible chez l'écotype sauvage (1,7 t/ha) que chez les écotypes cultivés. Aussi le rendement en tubercules des écotypes cultivés du petit souchet (8,86-9,53 t/ha) est plus élevé que celui des écotypes cultivés du gros souchet (7,79 t/ha). En sommes, L'étude a révélé l'existence d'une très grande variabilité agro-morphologique entre les écotypes étudiés. Les caractères agro-morphologiques de l'écotype sauvage se différencient largement de ceux des écotypes cultivés. Les écotypes du souchet cultivé du Niger ont des rendements en tubercules satisfaisant.

Mots-clés : *souchet, Cyperus esculentus, écotypes, paramètres agro- morphologiques, Niger.*

Abstract

Agro-morphological characterization of nut grass ecotypes (*Cyperus esculentus* L.) of Niger

The present study is carried out for the agro-morphological characterization of five (5) (four cultivated and one wild relative) nut grass ecotypes (*Cyperus esculentus* L.) collected in Niger. The study is conducted in the laboratory and on the experimental site of the Faculty of Agronomy of Niamey. The experimental design consists of randomized complete block design (RCBD) with 5 replications. The data collected on agronomic characteristics concerned the growth and yield parameters. The morphological characterization in the laboratory concerned color, size and shape of tubers. The ecotypes are significantly different for color, emergence rate, production cycle and number of tubers. Significant differences are observed among the cultivated ecotypes and the wild ecotype particularly on the emergence rate, the intensity of flowering and tuber yields. Tuber yield is lower in the wild ecotype (1.7 t / ha) than the cultivated ecotypes. Also small nut

grass cultivated have higher yield (8.86-9.53 t / ha) than large nut grass cultivated (7.79 t / ha). In sum, the study revealed the existence of a very high agro-morphological variability among ecotypes under study. The agro-morphological characteristics of the wild ecotype differ widely from those of the cultivated ecotypes. Cultivated nut grass of Niger have satisfactory yield.

Keywords : *nut grass, Cyperus esculentus, ecotypes, agro morphological parameters, Niger.*

1. Introduction

Le Niger est un pays sahélien dont le développement économique et social repose sur la redynamisation du secteur primaire. Enclavé, le Niger connaît un climat sévère, marqué par la faiblesse et l'irrégularité de la pluviométrie. La sécurité alimentaire de la population dépend en quasi-totalité de l'agriculture qui assure 96 % de la production céréalière et fourragère [1]. Cette base alimentaire est particulièrement fragile du fait des aléas climatiques [2] et de la forte pression démographique qui conduisent à une surexploitation des terres. La raréfaction de celles-ci, rend les systèmes de productions agricoles peu performants. En effet, la superficie totale cultivable du Niger est estimée à 15 millions d'ha avec seulement 3,8 ha cultivées, soit environ 25 % de la superficie cultivable [3]. Les productions des principales cultures vivrières (mil et sorgho) ne couvrent pas les besoins des populations estimés à 3,8 millions de tonnes [4]. Ce déficit s'explique par une réduction sensible des rendements par rapport aux années 1960 [5]. Face à cette situation, la solution envisagée est l'adoption des cultures secondaires comme le souchet (*Cyperus esculentus*) qui est une plante de la famille des *Cyperaceae* [6]. La plante du souchet produit, à maturité, des tubercules comestibles communément appelés « pois sucrés » [7]. Le souchet est très productif car son rendement peut varier de plus de 5t/ha [8] à 14t/ha en champs paysan [9]. Les propriétés médicinales du souchet se propagent rapidement et, par conséquent, sa culture peut-être renforcée par le développement de boissons non alcoolisées [10]. Au Niger, le développement de la culture du souchet n'a été véritablement amorcé qu'à partir des années 1985 [11]. Ainsi, cette culture est devenue rémunératrice et est désormais classée parmi les cultures de rente les plus prometteuses [12]. Malgré l'apport de cette culture dans l'économie du pays, très peu d'études ont abordé la question de variétés et/ou écotypes ainsi que leurs comportements en culture. La présente étude a pour objectif d'étudier les comportements des écotypes de souchet (*Cyperus esculentus*) du Niger à travers une caractérisation agro-morphologique.

2. Matériel et méthodes

2-1. Provenance et description du matériel végétal



Figure 1 : *Plants du souchet (Cyperus esculentus)*

Le matériel végétal est constitué de tubercules de souchet cultivés et sauvages du Niger. Le souchet est une plante appartenant à la famille des *Cyperacées* et qui se distingue des autres espèces de la même famille par les écailles bien visibles de ses rhizomes et par ses tubercules (*Figure 1*) terminaux comestibles [10, 13]. Les différents écotypes du souchet du Niger étudiés sont le souchet de Maradi à gros tubercules, le souchet de Maradi à petits tubercules, le souchet de Dosso à petits tubercules, le souchet de Maradi à petits tubercules noirs et le souchet sauvage de Dosso à petits tubercules (*Tableau 1*) Les tubercules des écotypes du souchet cultivé ont été collectés auprès des producteurs du souchet dans les régions de Maradi et Dosso. Ceux du souchet sauvage ont été récoltés sur les terrains non cultivés du terroir villageois de Rijja Samna dans la région de Dosso.

Tableau 1 : Différents écotypes du souchet du Niger étudiés et leur provenance

Écotypes	Provenance	Codes
Souchet à gros tubercules	Maradi	E1
Souchet à petits tubercules	Maradi	E2
Souchet à petits tubercules	Dosso	E3
Souchet à petits tubercules noirs	Maradi	E4
Souchet sauvage à petits tubercules	Dosso	E5

2-2. Site expérimental

L'essai a été installé sur le terrain expérimental de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey (13°29'58.7" Nord et 002°05'25.0" Est) pendant la saison de pluies 2017. Le choix de ce site se justifie par les conditions environnementales similaires aux zones de culture du souchet pour assurer une expression des caractères agro-morphologiques des écotypes du souchet. Ainsi, le climat de type sahélien est caractérisé par une saison de pluies qui s'étend de juin en septembre. La pluviométrie sur le site expérimental sur les dix dernières années varie de 500 à plus de 700 mm (*Figure 2*). Le sol se caractérise par une texture sableuse à sablo-limoneuse.

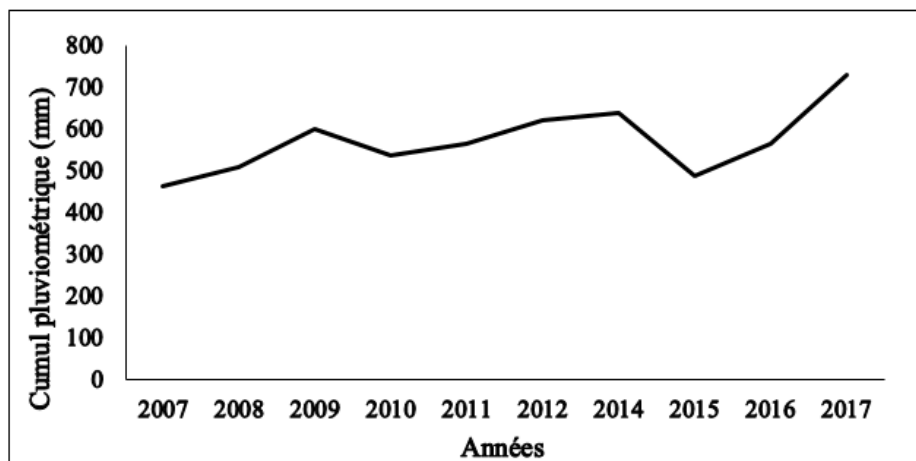


Figure 2 : Cumul pluviométrique des dix dernières années

La saison des pluies de l'année 2017 a enregistré un cumul annuel de 731,30 mm (*Figure 3*), reparti en 29 jours de pluies. Durant cette saison, le mois de juillet le plus pluvieux présente un cumul pluviométrique de 222 mm.

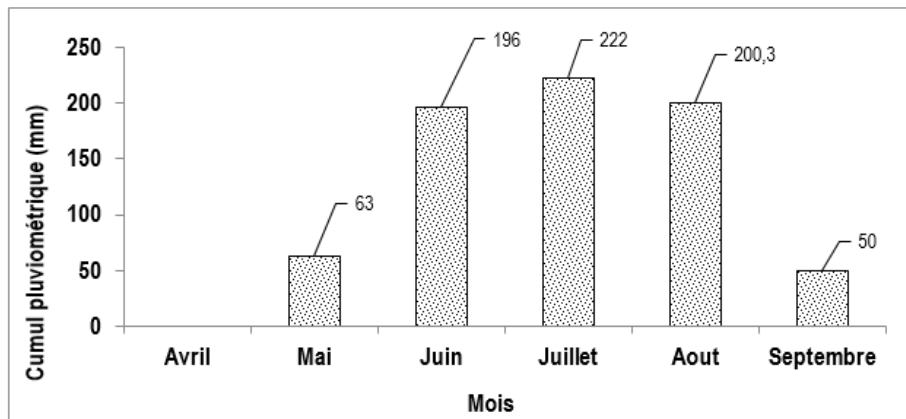
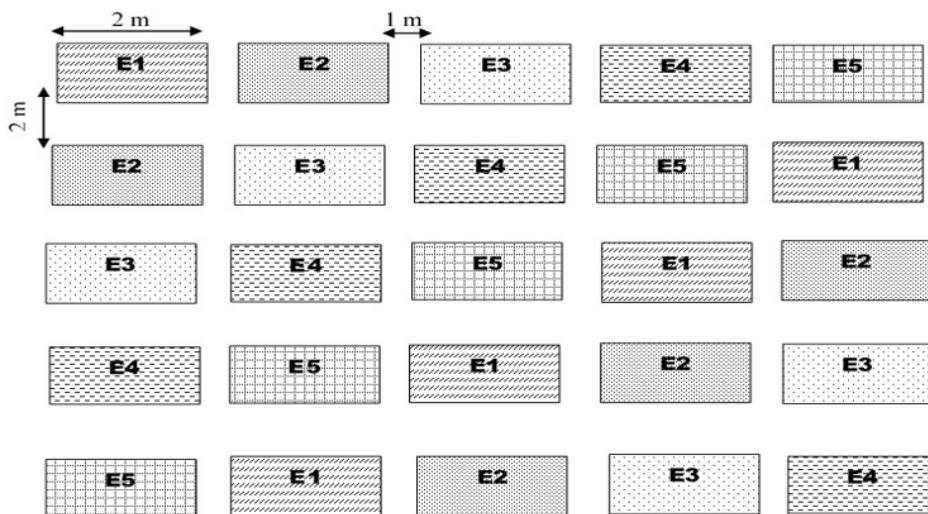


Figure 3 : Cumul pluviométrique enregistré à la station de la Faculté d'Agronomie

2-3. Dispositif expérimental et mise en place de la culture

L'essai a été installé sur une superficie de 182 m² selon un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets en 5 répétitions (parcelle élémentaire) pour chaque écotype. Les parcelles élémentaires ont une superficie de 2 m² (2m x 1m). Les blocs sont séparés par une allée de 2 m, tandis que 2 parcelles consécutives sont distantes de 1 m. Dans une parcelle, l'écartement entre les lignes de cultures est de 20 cm. Sur une même ligne de culture, les poquets sont espacés de 20 cm. La densité de culture est de 66 poquets par parcelle élémentaire (Figure 4).



Légende : E1 : Souchet à gros tubercules de Maradi ; E2 : Souchet à petits tubercules de Maradi ; E3 : Souchet à petits tubercules de Dosso ; E4 : Souchet à petits tubercules noirs de Maradi ; E5 : Souchet sauvage à petits tubercules de Dosso

Figure 4 : Dispositif expérimental

Le semis a été effectué à la main le 15 juin 2017 à raison d'un tubercule par poquet à 2 cm de profondeur. Cette densité de semis est similaire à la moyenne observée dans les champs des paysans. Trois désherbages ont été effectués respectivement le 30 juin au stade de début tallage, le 7 juillet et le 25 juillet 2017 aux stades de croissance. La fumure d'entretien a été apportée à raison de 20 g/m² de NPK (15-15-15) [14] soit 200 kg /ha, le 1^{er} juillet 2017, environ deux semaines après le semis au stade début tallage. La récolte a été faite à la maturité complète dont le signe est le jaunissement des feuilles à 90 %.

2-4. Caractérisation morphologique des tubercules des écotypes du souchet

La caractérisation morphologique des tubercules a porté sur trois (3) aspects : la couleur, la taille et la forme. La détermination des couleurs des tubercules de chaque écotype a été faite sur un lot de 100 tubercules. Les différentes couleurs des écotypes du souchet ont été déterminées par une méthode de confrontation avec des crayons de couleurs. Les tubercules ont été placés à côté des crayons de couleur et par observation, on déduit le type de couleur correspondante. Un échantillon de 100 tubercules secs a été prélevé pour chaque écotype après récolte. Les mesures des diamètres des tubercules ont porté sur 2 axes perpendiculaires D1 et D2. Le diamètre D1 représente l'axe qui relie les deux sommets et le diamètre D2 est l'axe perpendiculaire à D1 (**Figure 5**). La mesure des 2 diamètres perpendiculaires permet de déterminer la forme et la taille du tubercule. Les tubercules ont été classés en trois groupes selon la classification proposée par [15], basée sur le rapport D1/D2 :

- si $D1/D2 < 1,24$, la forme est ronde ;
- si $D1/D2 = 1,25$, la forme est ovale ;
- si $D1/D2 > 1,25$, la forme est allongée.

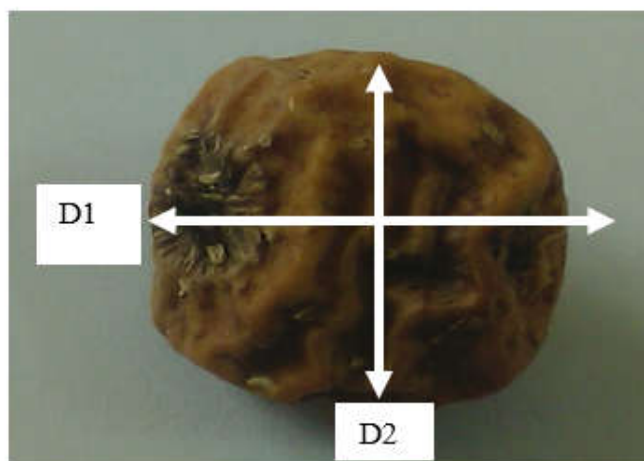


Figure 5 : *Dimensions d'un tubercule*

2-5. Caractérisation agronomique des tubercules des écotypes du souchet

La caractérisation agronomique des tubercules a porté sur les paramètres de la levée des plantules (le délai de levée et la durée de levée et le taux de levée), les paramètres de croissance du souchet (le tallage, la distance entre pied mère et les talles, le diamètre du pied mère, la floraison et la tubérisation) et les paramètres du rendement (le poids des tubercules, le rendement en tubercules et en biomasse). Le délai de levée a été évalué en comptant le nombre de jours entre le semis et la levée des premiers plants. La durée (échelonnement) de levée a été prise comme l'intervalle de jours entre la levée des premiers plants et la levée des derniers plants. Le taux de levée (TL) a été calculé. Ce dernier est le rapport entre le nombre des plants levés (NPL) et le nombre total des plants (NTP).

$$\left(\text{Taux de levée (TL)} (\%) = \frac{NPL}{NTP} \times 100 \right) \quad (1)$$

Le nombre de talles a été estimé par comptage tous les 10 jours jusqu'au tallage maximale (environ 45 jours après semis). La hauteur du plant, la distance entre pied mère et les talles et le diamètre du pied-mère ont été obtenus par mesure avec une règle et un pied à coulisse. Le nombre des plants ayant fleuri a été

déterminé par comptage, le pourcentage de la floraison (PF) a été calculé. Ce dernier est le rapport entre le nombre de plants fleuris(NPF) et le nombre de plants levés(NPL).

$$\text{pourcentage de la floraison(PF) (\%)} = \frac{NPF}{NPL} \times 100 \quad (2)$$

Le nombre de ramifications florales et celui des épillets sont déterminés par comptage. Le nombre des tubercules par poquet a été déterminé par comptage, 50 poquets par écotype ont été échantillonnés. La longueur d'émission des tubercules et la longueur maximale des racines ont été mesurées sur les mêmes plantes échantillonnées. Pour évaluer le poids des tubercules, 10 échantillons de 100 tubercules ont été prélevés dans chaque écotype avant et après l'essai, puis pesés à l'aide d'une balance électronique. Le rendement en tubercules et en biomasse a été déterminé par la méthode du carré des rendements de 1mx1m. Le rendement obtenu en kg/m² est converti en t/ha.

2-6. Analyses statistiques

L'analyse de variance (ANOVA) a été effectuée avec les logiciels XLSTAT et MINITAB sur les données pour comparer les paramètres agro-morphologiques entre les différents écotypes. Le test de Tukey au seuil de 5 % a été utilisé pour la comparaison des moyennes deux à deux.

3. Résultats

3-1. Variabilités morphologiques des tubercules des écotypes du souchet

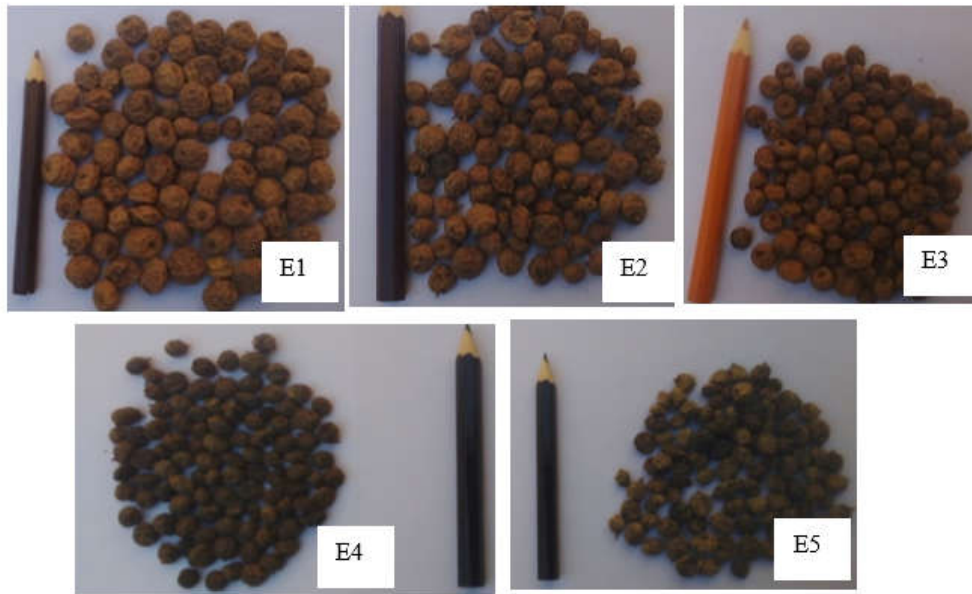
3-1-1. Couleurs des tubercules

Les résultats sur la détermination des couleurs des écotypes du souchet étudiés nous ont permis de relever quatre (4) types de couleurs de tubercules (**Tableau 2 ; Figure 6**): marron clair, marron foncée, roux et noire.

Tableau 2 : Couleur des tubercules au niveau des différents écotypes

Ecotypes	Couleur
E1	Marron clair
E2	Marron foncé
E3	Roux
E4	Noir
E5	Noir

E1 : Souchet à gros tubercules de Maradi ; E2 : Souchet à petits tubercules de Maradi, E3 : Souchet à petits tubercules de Dosso ; E4 : Souchet à petits tubercules noirs de Maradi ; E5 : Souchet sauvage à petits tubercules de Dosso



E1 : Souchet à gros tubercules de Maradi ; E2 : Souchet à petits tubercules de Maradi, E3 : Souchet à petits tubercules de Dosso ; E4 : Souchet à petits tubercules noirs de Maradi ; E5 : Souchet sauvage à petits tubercules de Dosso

Figure 6 : Couleur des 5 écotypes du souchet

3-1-2. Taille et forme des tubercules

La taille et la forme des tubercules de souchet varient en fonction des écotypes (**Tableau 3**). Le diamètre D1 de l'écotype E1 (11,53mm) est significativement plus grand que ceux des écotypes E2 (7,78mm), E3 (6,80mm), E4 (6,72mm) et E5 (7,23mm). Le plus petit diamètre est observé chez l'écotype E4 (6,72 mm). Le diamètre D1 de l'écotype E2 est significativement le plus grand parmi les écotypes du petit souchet (E3, E5 et E5). Pour le diamètre D2, celui de l'écotype E1 (11,30 mm) est aussi significativement plus grand que les autres écotypes. Le diamètre le plus petit a été observé au niveau de l'écotype E4 (6 mm). L'écotype E2 a un diamètre (D2 :7,48mm) significativement plus grand que les autres écotypes (E3, E4 et E5) du petit souchet. L'écotype E1 présente des tubercules plus ronds que ceux des autres écotypes. L'écotype E5 présente une forme relativement ovale.

Tableau 3 : Diamètre et forme des tubercules des écotypes étudiés

Ecotypes	D1 (mm)	D2 (mm)	D1/D2	Forme
E1	11,53 ^a	11,30 ^a	1,02 < 1,24	Ronde
E2	7,78 ^b	7,48 ^b	1,04 < 1,24	Ronde
E3	6,80 ^c	6,28 ^c	1,08 < 1,24	Ronde
E4	6,72 ^c	6,00 ^c	1,12 < 1,24	Ronde
E5	7,23 ^b	6,02 ^c	1,20 < 1,24	Ovale

E1 : Souchet à gros tubercules de Maradi ; E2 : Souchet à petits tubercules de Maradi, E3 : Souchet à petits tubercules de Dosso ; E4 Souchet à petits tubercules noirs de Maradi ; E5 : Souchet sauvage à petits tubercules de Dosso. Les moyennes avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (test de Tukey à 5 %)

3-2. Variabilités agronomiques des écotypes du souchet

3-2-1. Levée des plants

Le délai de levée varie de 3 à 8 jours après le semis (**Tableau 4**). Les délais de levée des écotypes E2, E3 et E4 ($3,20 \pm 0,45$; $3,4 \pm 0,50$; $3,2 \pm 0,45$ jours) sont significativement similaires et plus précoces par rapport aux autres écotypes. L'écotype E5 présente un délai significativement plus long ($7,8 \pm 0,40$ jours). La durée de levée est significativement plus courte pour l'écotype E2 ($15,6 \pm 0,55$ jours). L'écotype E5 présente une durée de levée étalée dans le temps ($32 \pm 0,69$ jours) et a enregistré un taux de levée le plus important (100 %). L'écotype E1 présente le taux de levée le moins important (75,75 %) par rapport aux autres écotypes. Les écotypes E2, E3 et E4 ont respectivement un taux de levée de 93,94 %, 96,97 % et 89,39 %.

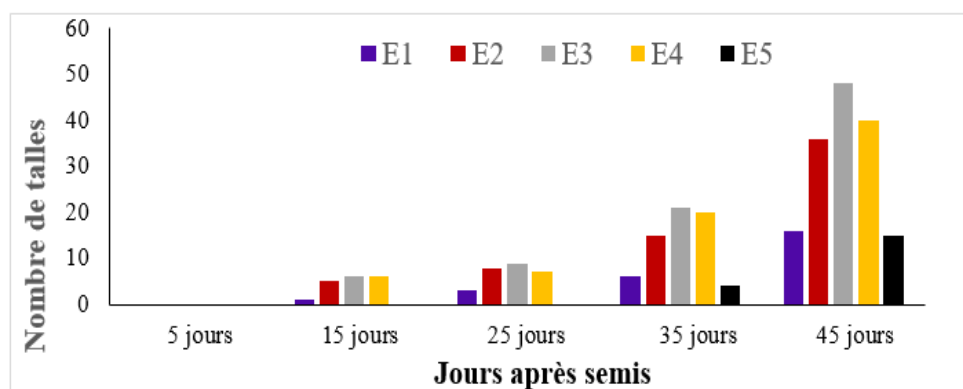
Tableau 4 : Paramètres de levée des plants des écotypes du souchet

Paramètres	Écotypes				
	E1	E2	E3	E4	E5
Délai de levée (jours)	$3,80 \pm 0,40b$	$3,20 \pm 0,45b$	$3,40 \pm 0,50b$	$3,20 \pm 0,45b$	$7,80 \pm 0,40a$
Durée de levée (jours)	$21 \pm 0,71bc$	$15,60 \pm 0,55d$	$20 \pm 0,70c$	$21,80 \pm 0,44b$	$32 \pm 0,69a$
Taux de levée (%)	75,75	93,94	96,97	89,39	100

E1 : Souchet à gros tubercules de Maradi ; E2 : Souchet à petits tubercules de Maradi, E3 : Souchet à petits tubercules de Dosso ; E4 : Souchet à petits tubercules noirs de Maradi ; E5 : Souchet sauvage à petits tubercules de Dosso. Les moyennes avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (test de Tukey à 5 %)

3-2-2. Evolution des paramètres de croissance

Le tallage a commencé 11 jours après le semis chez les écotypes E2, E3 et E4. Chez l'écotype E1 le tallage a commencé 15 jours après semis et l'écotype E5 a émis ces premières talles 35 jours après semis. Les talles des écotypes sont moins denses chez les écotypes E1 (16 talles) et E5 (15 talles) que chez les autres écotypes (**Figure 7**). L'écotype E3 a enregistré le nombre moyen de talles le plus important (48 talles) suivis des écotypes E4 (40 talles) et E2 (36 talles).



E1 : Souchet à gros tubercules de Maradi ; E2 : Souchet à petits tubercules de Maradi, E3 : Souchet à petits tubercules de Dosso ; E4 : Souchet à petits tubercules noirs de Maradi ; E5 : Souchet sauvage à petits tubercules de Dosso

Figure 7 : Nombre de talles par écotypes en fonction de jours après semis

L'analyse des résultats du **Tableau 5** montre que la distance moyenne entre le pied-mère et les talles est significativement plus importante chez l'écotype E5 (16,657 ± 10,344cm) par aux autres écotypes. Les hauteurs des plants des écotypes E2 (66,70 cm) et E3 (66,24 cm) sont significativement plus élevées aux écotypes (E1, E4, E5). Mais, l'écotype E5 (39,80 cm) se dégage nettement avec une taille significativement plus petite. L'analyse de variance des données sur le diamètre moyen a montré une différence significative entre les différents diamètres du pied mère ($p < 0,05$). En effet, le diamètre moyen du pied mère de l'écotype E5 (1,026 cm) est significativement le plus élevé que celui des autres écotypes compris entre 0,377 et 0,798 cm.

Tableau 5 : Distance entre pied-mère et les talles, hauteur des plants et le diamètre du pied-mère

Ecotypes	E1	E2	E3	E4	E5
Distance entre pied-mère et les talles (cm)	5,473 ± 3,547b	3,030 ± 2,420c	3,086 ± 2,516bc	2,999 ± 2,308c	16,657 ± 10,344a
Hauteur des plants (cm)	56,080 b	66,700 c	66,240 c	58,360 b	39,800 a
Diamètre moyen du pied mère (cm)	0,798	0,421	0,392	0,377	1,026

E1 : Souchet à gros tubercules de Maradi ; E2 : Souchet à petits tubercules de Maradi, E3 : Souchet à petits tubercules de Dosso ; E4 : Souchet à petits tubercules noirs de Maradi ; E5 : Souchet sauvage à petits tubercules de Dosso. Les moyennes avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (test de Tukey à 5 %)

La durée moyenne de début de la floraison est située entre 33 et 46 jours après semis. L'écotype E2 est le plus précoce à émettre le bourgeon floral (33 jours après semis) alors que l'écotype E5 est le plus tardif (46 jours après le semis) (**Tableau 6**). Au stade floraison, l'écotype du gros souchet (E1) a enregistré un très faible pourcentage de floraison (1,8 %) par rapport aux autres écotypes (E2, E3, E4, et E5). L'écotype sauvage (E5) a donné plus de fleurs, avec 57,9 % le taux de floraison. Le nombre des poquets fleurit à l'hectare varient de 5000 à 191000 poquets (**Tableau 6**). Le nombre de ramifications florales des écotypes étudiés varient de 7,233 ± 0,935 à 9,233 ± 1,501 ramifications et celui des épillets de 105,80 ± 28,35 à 150,33 ± 51,43 épillets au niveau d'une hampe florale. Le nombre de ramifications florales et celui des épillets sont significativement plus élevés chez l'écotype E2 (150,33 ± 51,43 et 9,233 ± 1,501) que chez les autres écotypes (E1, E3, E4, E5) qui sont statistiquement identiques pour le nombre d'épillets.

Tableau 6 : Nombre et pourcentage des poquets ayant fleurit (32 à 45 jours après semis)

Ecotypes	NTPL/10 m ²	DF(JAS)	NPF / ha	PPF (%)	NTRF	NE
E1	282	40	5000	1,800	7,867 ± 1,106bc	105,800 ± 28,350b
E2	282	33	86000	30,500	9,233 ± 1,501a	150,330 ± 51,430a
E3	292	40	12000	4,100	8,667 ± 1,124ab	116,670 ± 36,290b
E4	301	40	34000	11,300	7,233 ± 0,935c	108,700 ± 25,550b
E5	330	46	191000	57,900	8,067 ± 1,780bc	118,770 ± 42,780b

E1 : Souchet à gros tubercules de Maradi ; E2 : Souchet à petits tubercules de Maradi, E3 : Souchet à petits tubercules de Dosso ; E4 : Souchet à petits tubercules noirs de Maradi E5 : Souchet sauvage à petits tubercules de Dosso. Les moyennes avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (test de Tukey à 5 % avec n = 30). NTPL : Nombre total de poquets levés ; DF(JAS) : Début Floraison (jours après semis) ; NPF : Nombre de poquets ayant fleurit ; PPF : Pourcentage des poquets ayant fleurit ; NTRF : Nombre total des ramifications florales ; NE : le nombre des épillets

3-2-3. Tubérisation

La tubérisation a débuté environ 35 jours après le semis chez l'écotype E2, tandis qu'elle a commencé à environ 48 jours après le semis chez l'écotype E5 (Tableau 7). La maturité des tubercules (Figure 8) est observée à 99 jours après le semis pour l'écotype E1 alors qu'elle est observée à 75, 82, 76 et 94 jours après le semis respectivement chez les écotypes E2, E3, E4 et E5 (Tableau 7). Le nombre des tubercules par poquet est significativement plus élevé chez l'écotype E4 (391,54 tubercules) que chez les autres écotypes (Tableau 7). La longueur d'émission des tubercules est significativement plus élevée chez l'écotype E5 ($30,20 \pm 7,33a$ cm) par rapport aux autres écotypes. Les écotypes E2, E3 et E4 sont significativement identiques. La longueur d'émission des tubercules de l'écotype E1 ($10,50 \pm 2,06$ cm) est significativement plus petite par rapport aux autres écotypes. L'analyse des résultats du tableau 7 a aussi montré que la longueur des racines mesurée de l'écotype E1 ($35,12 \pm 6,30$ cm) est significativement plus élevée que celle des autres écotypes. La longueur des racines de l'écotype E2 est significativement plus petite par rapport aux autres écotypes étudiés.



Figure 8 : Les tubercules au stade maturité

Tableau 7 : Paramètres de la maturité des écotypes du souchet

Ecotypes	DT(JAS)	DC(JAS)	NT	LET (cm)	LR (cm)
E1	$42,600 \pm 1,140a$	$99,40 \pm 1,14a$	$62,18 \pm 24,98a$	$10,50 \pm 2,06b$	$35,12 \pm 6,30a$
E2	$34,600 \pm 1,140d$	$74,60 \pm 1,14d$	$208,90 \pm 102,82d$	$8,19 \pm 2,19c$	$21,25 \pm 7,38c$
E3	$38,200 \pm 1,483c$	$82,00 \pm 1,58c$	$293,88 \pm 130,84c$	$7,48 \pm 1,46c$	$26,98 \pm 4,66c$
E4	$38,200 \pm 1,789c$	$75,40 \pm 1,14d$	$391,54 \pm 165,01b$	$6,85 \pm 1,37c$	$29,64 \pm 5,85c$
E5	$47,600 \pm 2,074a$	$94,40 \pm 1,67b$	$68,08 \pm 34,21a$	$30,20 \pm 7,33a$	$30,20 \pm 7,33b$

Les moyennes avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (test de tukey à 5 %); DT(JAS) : Début de tubérisation (jours après le semis); DC(JAS) : Durée du cycle de production (jours après le semis); NT : Nombre de tubercules; LET : Longueur d'émission des tubercules; LR : Longueur de racines

3-2-4. Evaluation des rendements des écotypes

Le poids de 100 tubercules des 5 écotypes est significativement différent entre les écotypes (Tableau 8). Il est significativement plus élevé chez l'écotype E1 (55,70 g) et plus faible chez l'écotype E4 (11,40 g). Le rendement en tubercule est significativement plus faible chez l'écotype E5 ($1,768 \pm 0,584$ t/ha) que chez les autres écotypes où il est similaire entre eux (7.79-9.53 t/ha) (Tableau 8). Le rendement en biomasse sèche est significativement plus élevé chez l'écotype E2 ($6,000 \pm 2,031$ t/ha) que chez les autres écotypes (Tableau 8). Par contre, il est significativement plus faible chez l'écotype E5 ($3,100 \pm 1,294$ t/ha) que chez les autres écotypes.

Tableau 8 : Paramètres de rendements

	Ecotypes				
	E1	E2	E3	E4	E5
P100T (g)	55,70 ^a	18,10 ^b	14,10 ^c	11,40 ^d	14,20 ^c
RT(t/ha)	7,790 ± 2,117a	8,971 ± 2,492a	8,858 ± 1,530a	9,529 ± 2,806a	1,768 ± 0,584b
RB(t/ha)	4,500 ± ,000ab	6,000 ± 2,031a	5,500 ± 1,173ab	4,600 ± 1,387ab	3,100 ± 1,294b

Les moyennes avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (test de tukey à 5%). E1 (gros souchet); E2 (petit souchet de Maradi); E3 (petit souchet de Dosso); E4 (petit souchet noir de Maradi); E5 (souchet sauvage); P100T : Poids 100 tubercules ; RT : Rendement en tubercules ; RB : Rendement en biomasse

4. Discussion

4-1. Variabilités morphologiques

Au Niger, on rencontre deux types de souchet : le souchet à gros tubercules et le souchet à petits tubercules. [16] dans leur étude sur la caractérisation et la composition physico-chimique des morphotypes du *Cyperus esculentus*, ont souligné la présence du souchet à gros tubercules et du souchet à petit tubercules. Les écotypes évalués sont issus des deux régions de productions (Maradi et Dosso). Les écotypes du souchet étudiés sont des couleurs différentes : marron clair pour l'écotype à gros tubercules, marron foncés, roux et noirs pour les écotypes à petits tubercules. Ces résultats sont conformes à ceux de [17] qui ont travaillé sur deux types de souchet de couleur « jaune » et Noir. Les diamètres des tubercules variant entre 11,30 et 11,53 mm pour le gros souchet et entre 6,02 et 7,78 mm pour les petits souchets confirment l'étude de [18] sur le souchet de Maradi. Ces derniers ont rapporté que les dimensions du souchet se situent entre 9 et 17,7mm et entre 5,9 et 9,5 mm respectivement pour le gros souchet et le petit souchet. Selon aussi [7] les tubercules du souchet qui ont une forme ovoïde pour certains et une forme ellipsoïde pour d'autres, ont en moyenne 8 mm de grand diamètre et 4,6 mm de petit diamètre. Les tubercules de forme ronde ont un diamètre variant entre 5,1 et 6,3 mm. En accord avec plusieurs études [15, 19], la forme des tubercules de souchet au Niger est dominée par la forme ronde chez les différents écotypes exceptés chez l'écotype sauvage qui présente une forme ovale.

4-2. Variabilités agronomiques

La durée de levée des écotypes cultivés étudiés varie de 16 à 22 jours. L'écotype sauvage quant à lui présente une durée de levée plus longue (32 jours). [20] dans leur étude sur la germination des graines du prosopis, rapportent que l'échelonnement dans le temps de la germination des graines est une stratégie d'adaptation des espèces à une forte variation de la pluviométrie. Pour l'ensemble des écotypes du souchet du Niger étudiés, le taux de levée se situe entre 75,75 et 100 %. Ceci a été confirmé par [21] lors d'essais en serre du souchet en station de recherche en Suisse. Ils rapportent que le taux de levée des tubercules était de 85 - 90 %. La date d'émission des premières talles (tiges secondaires) à partir des rhizomes varie d'un écotype à un autre. L'analyse de nos résultats a donné un intervalle de temps de 11 à 35 jours selon les écotypes. Ces résultats sont similaires à ceux de [22] qui rapportent que la jeune plante de souchet se développe rapidement et commence à produire de nouveaux rhizomes secondaires après quelques semaines et ceci jusqu'à 16 rhizomes. L'occupation du terrain a été évaluée à travers les distances moyennes entre le pied-mère et les talles. Les résultats de cette étude ont montré que la distance moyenne de l'écotype sauvage est largement supérieure (16,657 ± 10,344 cm) à celles des écotypes cultivés. Ce développement végétatif de l'écotype sauvage tend vers une colonisation de l'espace. Aussi, la croissance en hauteur des plantes mesurée varie d'un

écotype à un autre. En effet, la plus grande hauteur a été observée chez les plantes de l'écotype E2 (66,70 cm) contre (38,80 cm) chez l'écotype E5 qui est le plus court. En effet les plantes du souchet sont triangulaires avec une hauteur variant de 20 à 70 cm [23, 22]. L'évaluation de la hauteur des plants a permis d'évoquer la question de la vigueur des plants. Cette évaluation a été faite à travers des mesures des diamètres des pieds-mères des écotypes étudiés. L'écotype du souchet sauvage (E5) qui est le plus court (38,80 cm de hauteur) et qui a enregistré un diamètre supérieur (1,026 cm) par rapport aux autres écotypes présente des plants plus solides et résistants. [24] ont rapporté que les organes de soutien des plantes réalisent des proportions optimisées entre épaisseur et hauteur pour assurer une résistance mécanique suffisante. La fréquence de la floraison pour les écotypes du souchet du Niger varie de 1,8 % à 57,9 %. D'après [25], les « variétés » de *Cyperus esculentus* sont caractérisées par le fait que tous les pieds ne fleurissent pas (3,45 % à 69,38). L'inflorescence de ces écotypes est une ombelle simple composée de $7,867 \pm 1,106$ à $9,233 \pm 1,501$ ramifications qui comprennent en moyenne de $105,80 \pm 28,35$ à $150,33 \pm 51,43$ épillets de couleur jaunâtre ou jaune or. Cette observation a été faite par [10] qui souligne que la fleur du *Cyperus esculentus* est surmontée partiellement de 2 à 9 bractées avec 4 à 10 branches portant des épillets jaunes ou bruns. Le cycle de reproduction des écotypes du petit souchet sauvage et cultivés varie 75 à 94 jours et celui des écotypes du gros souchet est de 99 jours. La durée du cycle des écotypes du souchet obtenue dans les champs paysans est de 60 à 90 jours pour le petit souchet et 80 à 100 jours pour le gros souchet [9]. Le nombre des tubercules par poquet varie de $62,18 \pm 24,98$ tubercules à $391,54 \pm 165,01$ tubercules. Ces résultats avoisinent ceux de [23] qui affirme qu'en particulier, un unique tubercule planté en début de saison aboutit à la production de 89 nouveaux tubercules en fin de saison en terrain nu. Cela est aussi soutenu par [21] qui ont montré que le nombre de tubercules formés varie de 10 à 120 tubercules par tubercule-mère.

4-3. Evaluation des rendements

L'écotype du gros souchet (E1) a enregistré un poids de 100 tubercules supérieur (55,70 g) par rapport aux écotypes du petit souchet. En effet, l'analyse des résultats a montré que plus l'écotype est de grande taille plus son poids est plus élevé et vis vers ça. Cela a été relevé par [19] soulignant que le poids des tubercules dépend de leur l'épaisseur. Le rendement en tubercules secs du souchet varie entre 1,77 t/ha pour l'écotype le moins productif (écotype E5) et 9,53 t/ha pour l'écotype le plus productif (l'écotype E4). Le faible rendement de l'écotype E5 pourrait s'expliquer par le fait qu'il a continué à émettre de nouveaux rejets feuillés à partir des rhizomes ce qui explique la longueur de son cycle végétatif. Ces rendements sont relativement faibles par rapport aux rendements enregistrés chez les producteurs de la région de Maradi (12 et 14 t/ha) rapporté par [9]. Aussi, le plus petit rendement en biomasse a été observé chez le même écotype sauvage (E5).

5. Conclusion

La présente étude consiste en une caractérisation agro-morphologique de 5 écotypes du souchet collectés dans deux régions de production au Niger (Maradi et Dosso). Cette caractérisation porte sur la variabilité morphologique (couleur, taille et forme) et la variabilité agronomique (les stades phénologiques de la plante, la tubérisation, le poids au début et à la fin de l'essai, les rendements). L'étude a révélé l'existence d'une très grande variabilité agro-morphologique entre les écotypes étudiés. Et que les caractères agro-morphologiques de l'écotype sauvage se différencient largement de ceux des écotypes cultivés. Ainsi, les écotypes du souchet du Niger sont de couleur marron clair, marron foncée, roux et noire. Le poids de ces écotypes varie en fonction de la taille et de la forme des tubercules. Chez les écotypes du souchet la floraison est très partielle variant de 1,8 % à 57,9 %. Le rendement en tubercules secs du souchet est de 1,77 t/ha pour l'écotype le moins productif (écotype sauvage (E5)) et de 7.79 à 9.53 t/ha pour les écotypes cultivés. Ceci montre que les écotypes du souchet cultivé du Niger ont un rendement satisfaisant. Il est donc nécessaire de mener une étude sur l'élaboration d'une pratique culturale adéquate en milieu paysan afin d'optimiser ce rendement.

Références

- [1] - H. IBRAHIM, Etude de la filière sésame dans la zone d'intervention de PPILPA : Cas de la zone de Gawarou sud Tchadoua. Université Abdou Moumouni, Niamey (Niger) (2006) 73 p.
- [2] - D. M. AHMADOU, Contribution de fanes de niébé (*VIGNA UNGUICULATA L.*) dans l'alimentation du bétail dans la ville de Niamey, Université Abdou Moumouni, Niamey (Niger) (2012) 60 p.
- [3] - FAO-NIGER, Données physiques et population, www.fao.org/docrep, (Décembre 2018)
- [4] - MAE/DGA, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage/Direction Générale de l'Agriculture, Synthèse sur l'agriculture du Niger (2011) 16 p.
- [5] - COLLECTIF STRATEGIES ALIMENTAIRES (CSA), Rapport-Niger, Avril (2011) 77 p.
- [6] - O. DE CASTRO, R. GARGIULO, E. DEL GUACCHIO, P. CAPUTO, P. DE LUCA, A molecular survey concerning the origin of *Cyperus esculentus* (*Cyperaceae, Poales*): two sides of the same coin (weed vs. crop) (2015) 115, 733 - 745
- [7] - L. BAN-KOFFI, G. J. NEMLIN, S. LEFEVRE, A. KAMENAN, Caractérisation physico-chimique et potentialités thérapeutiques du pois sucré (*Cyperus esculentus L.*, *Cyperaceae*), (2005) 63 - 71 p.
- [8] - G. ILLIASSOU, C. OUMAROU, H. MAHAMAN, I. KARIMOU, B. IBRAHIM, Identification des « variétés » de gros souchet adaptées au marché extérieur, INRAN/PPEAP, Niamey, Niger (2004) 10 p.
- [9] - D. TOUKOUA, D. SIDIKOU, A. IBRAHIM, G. BADAGE, Plan d'action sur la filière souchet, Ministère de l'agriculture et de l'élevage, Niamey/Niger (2002) 99 p.
- [10] - Z. V. CASTELL, Determinacion y tipificacion agronomica de clones de chufa (*Cyperus esculentus L.*) cultivadas en L'horta Nord de Valencia [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Politècnica de València, doi : 10.4995/Thesis/10251/5021 (2009) 172 p.
- [11] - A. DAOUDA, Contribution à l'étude de la culture du souchet (*Cyperus esculentus*) dans le village d'Atchidakofato, FA/UAM. Niamey (2008) 40 p.
- [12] - M. L. ABDOUL, Importance et impacts de la culture du souchet sur la gestion foncière : cas du village de Maijanguéro (commune de Tchadoua), FA/UAM. Niamey (2010) 59 p.
- [13] - C. BOHREN, Souchet comestible *Cyperus esculentus L.*, Agroscope. No 47 (2016) 4 p.
- [14] - INSTITUT DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE DU NIGER (INRAN), Effet de la fertilisation minérale et organique sur le gros souchet (2004) 8 p.
- [15] - J. MORELL, S. BARBER, CHUFA et HORCHATA, Caractéristiques physiques, chimiques et nutritives, En CSIC. Institut d'agrochimie et de technologie alimentaire, Espagne, Valence, (1983) 226 p.
- [16] - S. BADO, B. PATRICE, S. GOUYAHALI, T. MOE, P. BRIAN, N. STEPHAN, L. ANNE METTE, O. AMADÉ, H. IMAËL, Physicochemical Characteristics and Composition of Three Morphotypes of *Cyperus esculentus* Tubers and Tuber Oils, Radiation physics and chemistry (2015) 9 p.
- [17] - C. K. O. FIDELIS, A. O. ABENAA, A. ISAACK, Physico chemical functional and pasting properties of flour produced from gamma irradiated tiger nut (*Cyperus esculentus L.*) (2014) 7 p.
- [18] - A. WAROUMA, S. LAWALI, M. SAADOU, Investigations relatives à la conception d'un équipement amélioré pour le semis et la récolte du souchet (*Cyperus esculentus L.*) au Niger. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. N° 74 (2015) 1-7 p.
- [19] - I. CODINA-TORRELLA, B. GUAMIS, A. J. TRUJILLO, Characterization and comparison of tiger nuts (*Cyperus esculentus L.*) from different geographical origin. Physico-chemical characteristics and protein fractionation, Ind. Crops Prod (2014) 9 p
- [20] - A. LAOUALI, I. DAN GUIMBO, Y. T. ABDOULLATIF, H. RABIOU, A. MAHAMANE, Etude de la germination de la graine et suivi de la croissance en pépinière de *Prosopis africana* (G. et Perr.), Annales de l'Université Abdou Moumouni, Tome XVIII-A (2015) pp 1-12

- [21] - C. BOHREN, J. WIRTH, Souchet comestible (*Cyperus esculentus* L.) : situation actuelle en Suisse. Recherche Agronomique Suisse 4 (11-12) (2013) 460 – 467, 8 p.
- [22] - A. WEILL, C. DANIEL, J. DUVAL, Moyen de lutte au souchet comestible (*Cyperus esculentus*) en production biologique, Agri-Réseau/agriculture biologique à l'adresse suivante : <http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/> Copyright © Bio-Action, (2007) 4 p.
- [23] - M. DODET, Diversité génétique et phénologie de *Cyperus esculentus* L. (*Cyperaceae*) pour une gestion intégrée de l'espace dans les cultures de Haute Lande, Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, France, (2006) 226 p.
- [24] - M. FOURNIER, B. MOULIA, J. GRIL, La biomécanique des plantes « Comment les plantes tiennent debout ? », Aux Origines des Plantes, Fayard/Arthème, <hal-00795935> (2008) pp 228 - 239
- [25] - G. LOROUGNON, Etude morphologique et biologique de deux variétés de *Cyperus esculentus* L. (Cyperacées). Cah, ORSTOM, sér. Biol., n°10-décembre (1969) 5 - 63 p.