

Effets des amendements organiques sur la dynamique et la composition des espèces herbacées en milieu salin dans la commune d'Enampore en Basse Casamance (Sénégal)

Yaya DIATTA¹, Sire DIEDHIOU², Aly DIALLO², Arfang Ousmane Kémo GOUDIABY³, Jean BASSENE¹, Yves Paterné SAGNA¹, Mamadou SOW¹, Mariama Dalanda DIALLO⁴, Ibrahima NDOYE⁵, Saliou FALL⁶

¹Doctorant en Agroforesterie à l'Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), Laboratoire d'Agroforesterie et d'Écologie (LAFE)

²Maître de Conférences CAMES, Université Assane SECK de Ziguinchor

³Docteur en Agroforesterie, chercheur associé au Laboratoire d'Agroforesterie et d'Écologie (LAFE), Ziguinchor, Sénégal

⁴Maître de Conférences CAMES, Université Gaston Berger, UFR SA2TA, St Louis, Sénégal.

⁵Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

⁶Institut français de recherche pour le développement (IRD), BP 1386 Dakar, Sénégal

E-mail de l'auteur correspondant : diattayaya231@gmail.com

Mots clés : Adventices, salinité, amendements organiques, riziculture, Enampore

Keywords: Weeds, salinity, organic amendments, rice cultivation, Enampore

Submission 9/05/2022, Publication date 31/07/2022, <http://m.elewa.org/Journals/about-japs/>

1 RÉSUMÉ

La riziculture pluviale est caractérisée par de faibles rendements à cause de la salinité et des adventices qui constituent les contraintes majeures. La présente étude se propose de suivre la dynamique de la flore adventice dans les bas-fonds salés, situé dans la commune d'Enampore. Les essais ont été réalisés en 2020 et 2021 en milieu paysan dans deux sites (Selecky et Essyl). Des relevés et des observations ont été menés avant, pendant et après la levée du riz. Ces travaux ont permis de répertorier 24 espèces réparties dans 22 genres et 11 familles. Les familles dominantes sont représentées par les *Poaceae* (25%) et les *Cyperaceae* (25%). Les Dicotylédones et les Monocotylédones représentent chacune 50%. Cette étude révèle que 16 espèces sont communes aux deux sites d'essais et 13 espèces aux deux zones (salée et non salée). Cependant la fréquence des adventices diminue suivant les années et les zones. En 2020 et en 2021, le nombre d'espèces répertoriées en conditions non salée est respectivement de 20 contre 16 espèces en conditions salée à la même période. Les amendements organiques n'ont pas d'effet significatif sur la diversité et la composition des herbacées ($P > 0,05$). L'indice de Shannon indique que la diversité est généralement faible mais plus élevée dans les zones non salées. L'indice de Beta est plus élevé dans les sites que dans les zones. Ce qui nous laisse dire que dans les sites les individus se répartissent équitablement entre les différentes espèces.

ABSTRACT

Rainfed rice cultivation is characterized by low yields due to salinity and weeds being major constraints. The present study aims to monitor the dynamics of weed flora in saline lowlands, located in the commune of Enampore. The trials were conducted in 2020 and 2021 in two sites (Selecky and Essyl). Surveys and observations were conducted before, during and after rice emergence. This work resulted in the identification of 24 species in 22 genera and 11 families.

The dominant families are represented by the Poaceae (25%) and Cyperaceae (25%). Dicotyledons and Monocotyledons represent 50% each. This study reveals that 16 species are common to both test sites and 13 species to both zones (saline and non-saline). However, the frequency of weeds decreased between years and zones. The number of species listed in non-saline conditions is respectively 20 in both 2020 and 2021 against 16 species in saline conditions at the same period. Organic amendments had no significant effect on the diversity and composition of grasses ($P>0.05$). The Shannon index indicates that diversity is generally low but higher in non-saline areas. The Beta index is higher in sites than in areas. This suggests that within sites individuals are evenly distributed among the different species.

3 INTRODUCTION

Le secteur agricole connaît de nombreux problèmes dus aux facteurs biotiques et abiotiques (Bassene *et al.*, 2014). Parmi les facteurs abiotiques, la salinité occupe une place importante. Cette salinisation entraîne une dégradation des propriétés biologiques, chimiques et physiques des sols entraînant une baisse de la fertilité des sols, des rendements et du couvert végétal (Barnawal *et al.*, 2014). Comme facteurs biotiques, les adventices constituent une contrainte majeure à la production des cultures et entraînent de ce fait une baisse considérable de leur rendement (Noba, 2002; Bassène *et al.*, 2012; Mbaye, 2013). De nombreux travaux ont montré qu'en Afrique de l'ouest, la baisse de rendement due à l'enherbement varie entre 28 et 74% en riziculture irriguée (Le Bourgeois *et al.*, 2012) et de 48 à 100% en riziculture pluviale (Le Bourgeois *et al.*, 2012 ; Johnson *et al.*, 2004). Au Sénégal, les « mauvaises herbes » constituent un problème important surtout dans des cultures stratégiques telles que les cultures des céréales. Ces « mauvaises herbes » sont considérées comme le bio-agresseur le plus nuisible parce qu'elles sont en compétition continue avec les cultures pour la lumière, l'eau, et les nutriments et peuvent donc, si elles ne sont pas suffisamment contrôlées, être à l'origine de pertes de rendement conséquentes (Bassene *et al.*, 2014). La pression de ces adventices entraîne une perte énorme de temps pour les contrôler et

aussi une baisse de la production causée par leur concurrence vis-à-vis de l'eau, des éléments minéraux et de la lumière (Bassène, 2014). Toutefois des suivis agronomiques effectués dans la vallée du fleuve Sénégal montrent que les adventices peuvent entraîner des chutes de rendement de plus de 50% par rapport aux zones non infestées (Diagne, 1995 cité par Mballo, 2019). Généralement la gestion des mauvaises est essentiellement assurée par la méthode chimique et d'autres pratiques agricoles telles que le labour précoce, la rotation culturale et le sarclage manuel. Ces adventices sont difficiles à maîtriser chimiquement, nécessitent plusieurs applications d'herbicides au cours d'une même campagne agricole, et posent plus de problèmes dans les cultures pérennes (Labrada, 2005). Cependant une autre technique avec l'utilisation d'amendements organiques tels que le biochar et le compost pourrait réduire la composition de certaines espèces herbacées. Il a été démontré que les fertilisants avaient des effets nuisibles sur les espèces herbacées car ils permettent de réduire leur densité et de limiter leur effet compétitif suivant la disponibilité des éléments minéraux disponibles (Ka *et al.*, 2019). C'est dans cette optique que la présente étude se fixe comme objectif d'étudier l'effet des amendements organiques sur la flore adventice du riz pluviale au niveau des bas-fonds sulfato-ferrugineux salés de la commune d'Enampore en Basse Casamance.

4 MATÉRIEL ET MÉTHODES

4.1 **Site d'étude** : L'essai a été effectué dans les parcelles rizicoles de la commune d'Enampore (12° 33'20" Nord, 16° 26' Ouest) qui est situé dans la région naturelle de Casamance (figure 1) durant les saisons des pluies de 2020 et 2021. Cette zone est caractérisée par un climat de type sud soudanien côtier avec une alternance d'une saison pluvieuse de 5 mois et d'une saison sèche de 7 mois. La

température moyenne annuelle est de 27°C dont le maximum (35°C) est noté au mois d'avril et le minimum (15°C) au mois de décembre (Sagna, 2005). La pluviométrie moyenne annuelle varie autour de 1316 mm avec une forte variabilité au cours des années. Le cumul pluviométrique fut de 2203,6 mm en 81 jours pluvieux en 2020 et de 1168,5 mm en 66 jours pluvieux en 2021 (ANACIM, 2021).

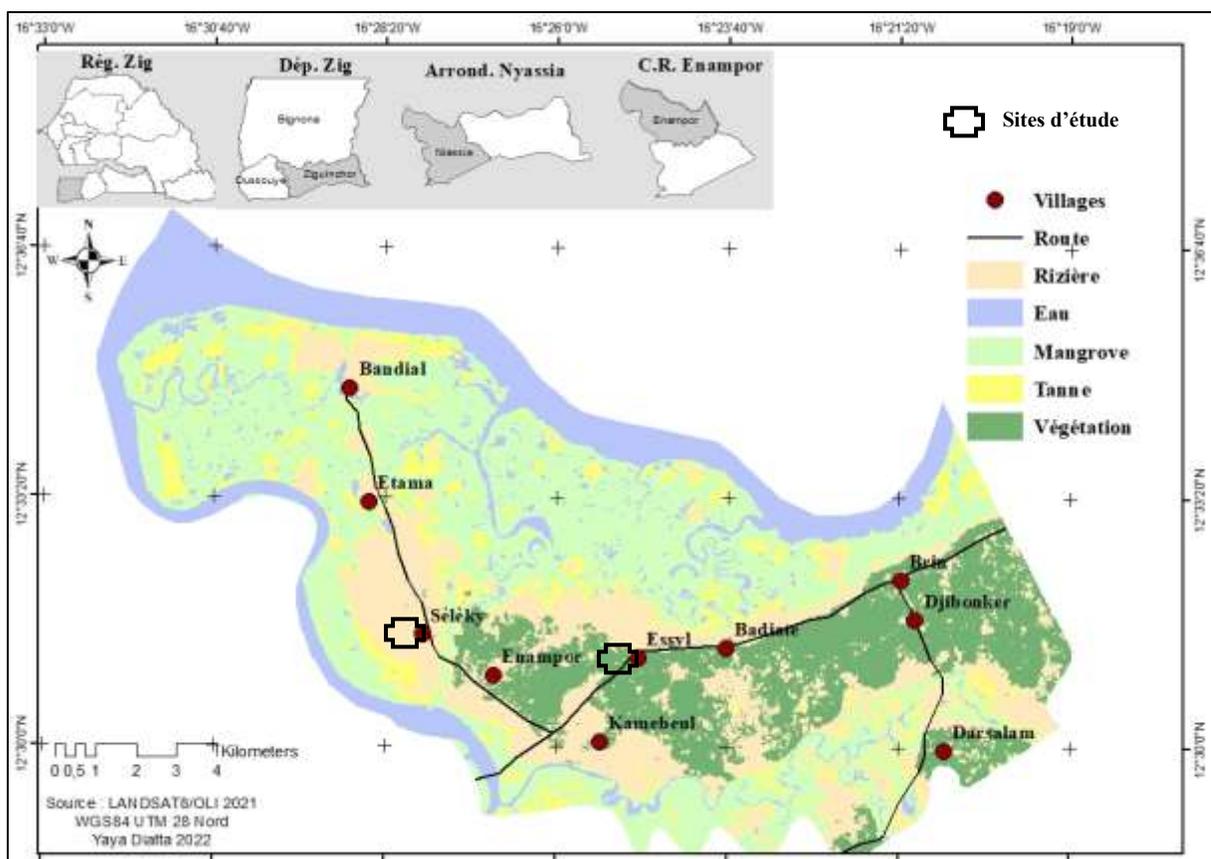


Figure 1 : carte de localisation des sites d'études

4.2 **Méthodes d'inventaires de la végétation herbacée** : L'étude des espèces herbacées dans les rizières s'est déroulée au début de l'hivernage et la collecte de données a été faite avant la mise en place du riz, pendant le semis et après récolte du riz. Pour ce faire la méthode à laquelle nous avons fait recours est celle dite « points quadrats » (Daget & Poissonet, 1969). Cette méthode consiste à déterminer l'évolution des espèces végétales mais aussi de

comparer les caractéristiques de la strate herbacée avant et après apport d'amendement organique au niveau des casiers rizicoles affectés par la salinité ou non. Dans chaque casier rizicole, une pose de cinq (05) quadrats de 50 cm × 50 cm subdivisé en 25 carrés de 10 cm de côté dont quatre (04) aux extrémités et un (01) au centre a été effectué (Figure 2). Le choix de ces cinq quadrats se justifie du fait de la petite dimension des casiers rizicoles dans la zone.

Chaque carré au niveau du quadrat constitue un point de lecture. Ceci permet de déterminer la proportion des carrés dans laquelle une espèce est présente et une fréquence de présence pourra ainsi être obtenue pour l'ensemble des espèces présentes (Lavorel *et al.*, 1999). Au total 240 quadrats ont été déterminés au niveau des deux sites d'études pour les 24 unités expérimentales/site. En effet, l'utilisation de cette méthode sur le terrain consiste tout d'abord

à identifier et à matérialiser les points de pose avec des piquets. Ensuite à l'aide du quadrat ; on note les espèces au niveau de chaque sous carré. Enfin des coordonnées géographiques ont été déterminées à l'aide du GPS pour chaque quadrat de 50 cm × 50 cm afin de les localiser. Ainsi toutes les herbacées inventoriées ont été identifiées sur le terrain et au laboratoire à l'aide de la flore de (Berhaut, 1967) et des adventices tropicales (Merlier & Montegut, 1982).

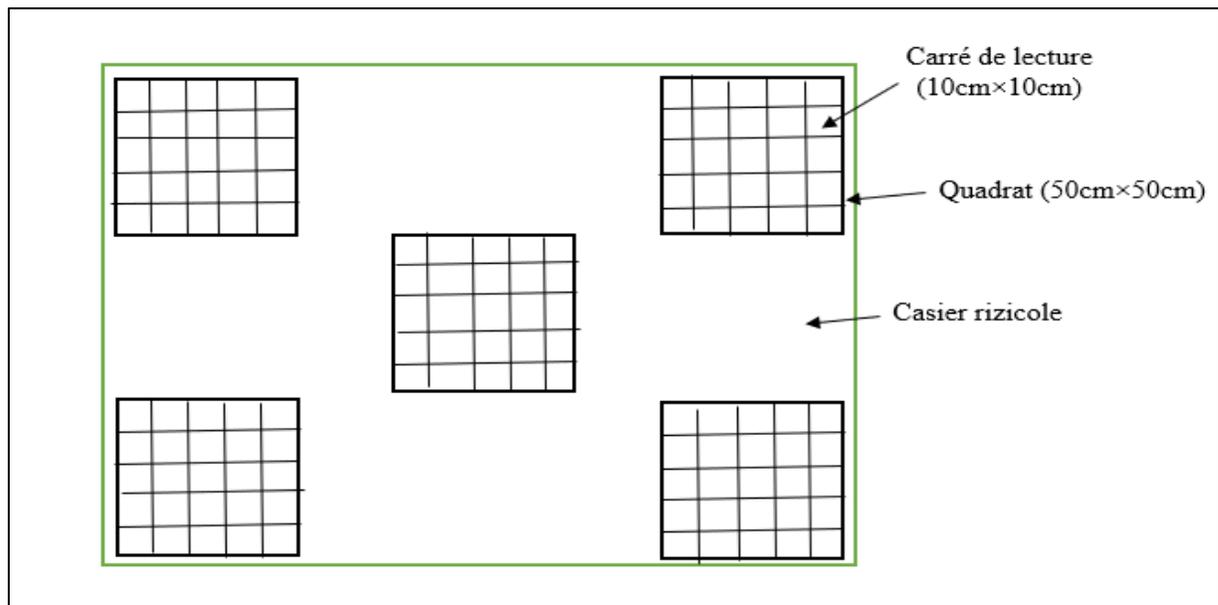


Figure 2 : schéma illustrant la pose des quadrats au niveau du casier rizicole

4.3 Paramètres collectés : Pour évaluer la diversité et la composition floristique des espèces en fonction des amendements organiques, nous avons cherché à connaître la hauteur des espèces inventoriées, leurs recouvrements, leurs fréquences, les indices de diversités et la contribution de chaque espèce.

- **Hauteur moyenne**

La hauteur moyenne de chaque espèce herbacée inventoriée a été mesurée à l'aide d'une règle.

- **Taux de couverture des herbacées :**

Il a été déterminé sur le terrain par une observation

- **La fréquence spécifique de présence (FSP)**

Elle correspond au pourcentage des points où l'espèce a été rencontrée et se calcule par la formule de (Ngom *et al.*, 2018):

$$FSP \% = \frac{ni \times 100}{N}$$

ni : nombre de points où l'espèce (i) est présente
N : nombre total de point de lecture

- **La contribution spécifique présence (CSP)**

C'est le rapport en pourcentage entre la fréquence de cette espèce et la somme des fréquences spécifiques des autres espèces (Diallo *et al.*, 2012). La contribution spécifique présence traduit la participation de l'espèce dans

l'occupation spatiale du site. Elle est exprimée par la formule suivante

$$CSP \% = \frac{FSPi \times 100}{\sum FSPi}$$

- **L'indice de Shannon Weaver (H')**, qui considère à la fois l'abondance et la richesse spécifique, est utilisé pour apprécier la distribution des individus suivant les espèces. Cet indice de Shannon- Weaver, exprimé en bits, est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{Ni}{N} \ln \frac{Ni}{N}$$

- **L'indice de régularité (E)** est sans unité et est égal au rapport entre la diversité observée, qui correspond à l'indice de Shannon (H')

complètement égale, c'est-à-dire la valeur de l'équitable maximale (H max) :

$$E = \frac{H'}{Hmax}$$

- **L'indice de diversité bêta (B)** : Il permet de quantifier le degré de ressemblance de deux listes d'espèces de deux sites A et B. Ce dernier est obtenu par la formule suivante (Cardoso et al., 2009) :

$$\beta = \frac{2c}{S1+S2}$$

S1 représente le nombre d'espèces d'une liste appartenant à un site 1 ; **S2** est le nombre d'espèces d'une liste appartenant à un site 2 et **C** représente le nombre d'espèces communes aux deux sites (1 et 2). L'indice varie de 0 quand il n'existe aucune espèce commune entre les deux habitats, à 1 quand toutes les espèces rencontrées sont communes aux deux habitats.

5 RÉSULTATS

5.1 Richesse spécifique par site, par zone et suivant les amendements organiques : Le suivi de la strate herbacée pendant deux ans dans les bas-fonds situé dans la commune d'Enampore a permis de montrer que la diversité spécifique varie d'un site à un autre, d'une zone à une autre et suivant les amendements organiques apportés. Ainsi le plus grand nombre d'espèces a été identifié à Essyl (21 espèces) alors que celle de Selecky recèle la richesse spécifique la plus faible (19 espèces). Suivant les deux zones pour les deux sites, nous notons que les espèces

sont plus fréquentes dans la zone non salée (21 espèces) contre 16 espèces dans la zone affectée par le sel. Enfin les amendements organiques ont aussi influencé sur la richesse spécifique des espèces. Ainsi les espèces sont plus fréquente dans les parcelles ayant reçu le traitement B+C (23 espèces) et diminue avec les autres traitements (21 espèces). Au total 24 espèces ont été recensées entre les différents sites et se répartissent en 22 genres appartenant à 11 familles (Tableau 1).

Tableau 1 : Richesse spécifique suivant les sites, zones et amendements organiques

Richesse spécifique		
Sites	Selecky	19
	Essyl	21
Zones	Salée	16
	Non salée	21
Amendements organiques	Biochar	21
	Compost	21
	B+C	23
	Témoin	21

Le tableau 2 présent la répartition par familles, genres suivant les sites et les zones des différentes espèces inventoriées.



Tableau 2 : Liste des espèces inventoriées : répartition par familles, genres, par sites et par zones

Familles	Genres	Espèces	Code espèce	Sites		Zones		
				Selectky	Essyl	Non salée	Salée	
Acanthaceae	<i>Hygrophila</i>	<i>Hygrophila senegalensis</i> (Nees) T.A	Hys	+	+	+	+	
Amaranthaceae	<i>Philoxerus</i>	<i>Philoxerus vermicularis</i> (L.) Sm.	Phv	+	-	-	+	
Convolvulaceae	<i>Ipomea</i>	<i>Ipomea aquatica</i> Forssk	Ipaq	+	+	+	-	
	<i>Ipomea</i>	<i>Ipomea azarifolia</i>	Ipa	+	+	+	+	
Cyperaceae	<i>Bulbostylis</i>	<i>Bulbostylis capilaris</i> (L.)	Buc	+	-	-	+	
	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus amabilis</i> (L.)	Cya	+	+	+	+	
	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus rotundus</i> (L.)	Cyr	+	+	+	+	
	<i>Eleocharis</i>	<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schultes	Ela	+	+	+	+	
	<i>Fuirina</i>	<i>Fuirina ciliaris</i> (L.) Roxb.	Fuc	+	+	+	+	
	<i>Schoenoplectus</i>	<i>Schoenoplectus senegalensis</i> (Hochst.) Pal.	Schs	-	+	+	-	
Fabaceae	<i>Cassia</i>	<i>Cassia mimosoides</i> L.	Cam	-	+	+	-	
	<i>Indigofera</i>	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Inh	-	+	+	+	
Malvaceae	<i>Hibiscus</i>	<i>Hibiscus asper</i> Hook.f.	Hia	+	+	+	-	
	<i>Urena</i>	<i>Urena lobata</i> (L.)	Url	+	+	+	+	
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i>	<i>Nymphaea alba</i> (L.)	Nya	+	+	+	+	
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i>	<i>Phyllanthus amarus</i> (Schum. & Thon)	Pha	-	+	+	-	
	<i>Brachiaria</i>	<i>Brachiaria villosa</i> (Lam.) A. Camus	Brv	+	+	+	+	
	<i>Digitaria</i>	<i>Digitaria horizontalis</i> (Willd.)	Dih	+	+	+	-	
	Poaceae	<i>Echinochloa</i>	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Ecc	+	+	+	+
		<i>Eleusine</i>	<i>Eleusine indica</i> (L.)	Eli	+	-	-	+
		<i>Eragrostis</i>	<i>Eragrostis pilosa</i> (L.)	Erp	+	+	+	+
		<i>Oryza</i>	<i>Oryza barthii</i> A. Chev.	Orb	+	+	+	-
	Rubiaceae	<i>Mitracarpus</i>	<i>Mitracarpus villosus</i> (De Candolle)	Miv	-	+	+	-
Sterculiaceae	<i>Melochia</i>	<i>Melochia corchorifolia</i> L.	Mec	+	+	+	+	

Nous constatons qu'une tendance se dégage du point de vue de la similarité dans la composition spécifique des deux sites et des deux zones pour les espèces : *Hygrophila senegalensis*, *Ipomea azarifolia*, *Cyperus amabilis*, *Cyperus rotundus*, *Eleocharis acutangula*, *Fuirina ciliaris*, *Urena lobata*, *Nymphaea alba*, *Brachiaria villosa*, *Echinochloa colona*, *Eragrosis pilosa* et *Melochia corchorifolia*. Toutefois, certaines espèces sont uniques à l'un des sites et à l'une des zones. C'est le cas du site de Selecky où *Philoxerus vermicularis*, *Bulbostylis capilaris* et *Eleusine indica* constituent les espèces qui lui sont

spécifiques. Cependant pour le site Essyl, les espèces telles que *Schoenoplectus senegalensis*, *Cassia mimosoides*, *Indigofera hirsuta*, *Phyllanthus amarus* et *Mitracarpus villosa* sont spécifiques à ce site. Concernant les différentes zones, les espèces telles que *Ipomea aquatica*, *Schoenoplectus senegalensis*, *Hibiscus asper*, *Phyllanthus amarus*, *Digitaria horizontalis*, *Oryza barthii* et *Mitracarpus villosus* sont spécifiques à la zone non salée et les espèces telles que *Philoxerus vermicularis*, *Bulbostylis capilaris* et *Eleusine indica* sont spécifiques à la zone salée.



Tableau 3 : Contribution spécifique de présence des espèces en fonction des sites et des zones.

Familles	Genres	Espèces	Code espèce	Sites		Zones	
				Selecky	Essyl	Non salée	Salée
<i>Acanthaceae</i>	<i>Hygrophila</i>	<i>Hygrophila senegalensis</i> (Nees) T.A	Hys	44,82	36,48	53,87	16,54
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Philoxerus</i>	<i>Philoxerus vermicularis</i> (L.) Sm.	Phv	30	-	-	30
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomea</i>	<i>Ipomea aquatica</i> Forssk	Ipa	37,94	29,98	33,23	-
	<i>Ipomea</i>	<i>Ipomea azarifolia</i>	Ipa	26	34,08	38,12	30
<i>Cyperaceae</i>	<i>Bulbostylis</i>	<i>Bulbostylis capilaris</i> (L.)	Buc	10,75	-	-	10,75
	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus amabilis</i> (L.)	Cya	12,1	14,65	14,69	9,67
	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus rotundus</i> (L.)	Cyr	47,81	37,4	43,39	38,56
	<i>Eleocharis</i>	<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schultes	Ela	-	33,36	20	41,07
	<i>Fuirina</i>	<i>Fuirina ciliaris</i> (L.) Roxb.	Fuc	5,64	26,35	21,89	25,25
	<i>Schoenoplectus</i>	<i>Schoenoplectus senegalensis</i> (Hochst.) Pal.	Schs	-	76	76	-
<i>Fabaceae</i>	<i>Cassia</i>	<i>Cassia mimosoides</i> L.	Cam	-	8,57	8,57	-
	<i>Indigofera</i>	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Inh	-	16,49	17,55	13,16
<i>Malvaceae</i>	<i>Hibiscus</i>	<i>Hibiscus asper</i> Hook.f.	Hia	4	4,66	4,5	-
	<i>Urena lobata</i>	<i>Urena lobata</i> (L.)	Url	8,21	5,33	6,03	5,95
<i>Nymphaeaceae</i>	<i>Nymphaea</i>	<i>Nymphaea alba</i> (L.)	Nya	34,51	4	24,63	47,8
<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Phyllanthus</i>	<i>Phyllanthus amarus</i> (Schum. & Thon)	Pha	-	14	14	-
<i>Poaceae</i>	<i>Brachiaria</i>	<i>Brachiaria villosa</i> (Lam.) A. Camus	Brv	63,92	64,81	64,89	7
	<i>Digitaria</i>	<i>Digitaria horizontalis</i> (Willd.)	Dih	38,11	88,82	78,39	-
	<i>Echinochloa</i>	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Ecc	26,84	-	20,44	30,43
	<i>Eleusine</i>	<i>Eleusine indica</i> (L.)	Eli	4	-	-	4
	<i>Eragrosis</i>	<i>Eragrosis pilosa</i> (L.)	Erp	4	70,23	20,85	81,43
	<i>Oryza</i>	<i>Oryza barthii</i> A. Chev.	Orb	4	51,02	26,89	-
<i>Rubiaceae</i>	<i>Mitracarpus</i>	<i>Mitracarpus villosus</i> (De Candolle)	Miv	-	33,07	33,07	-
<i>Sterculiaceae</i>	<i>Melochia</i>	<i>Melochia corchorifolia</i> L.	Mec	9,32	12,94	12,58	6,83

Les espèces ayant le plus participé dans l'occupation spatiale du site sont *Digitaria horizontalis* (Willd), *Eragrosis pilosa* (L.), *Brachiaria villosa* (Lam.), *Fuirina ciliaris* (L.) Roxb, *Nymphaea alba*. La participation de certaines espèces parmi les plus dominantes devient plus faible avec la présence du sel. Dans la zone salée hormis les quatre espèces dominantes, il a été noté également une participation importante de *Eragrosis pilosa*, *Eleocharis acutangula* (Roxb.) Schultes (L.) Sm., *Nymphaea alba* (L.). Et *Echinochloa colona* (L.) Link (Tableau 3).

5.2 Fréquence de présence des espèces inventoriées : La variation de la fréquence de présence des herbacées dans les différents sites

(Figure 3) a montré que les espèces *Schoenoplectus senegalensis*, *Digitaria horizontalis*, *Eragrosis pilosa*, et *Brachiaria villosa* sont les plus fréquentes (plus de 50% de présence), suivies de *Eleocharis acutangula* et *Oryza barthii* qui ont une fréquence de présence peu élevée (50%). Les espèces telles que *Hydrophila senegalensis*, *Nymphaea alba*, *Cyperus rodondus*, *Ipomea azarifolia*, *Mitracarpus villosus*, *Ipomea aquatica*, *Echinochloa colona*, *Fuirina ciliaris* et *Indigofera hirsuta* sont mieux représentées dans cette flore avec une fréquence de présence variant entre 21 et 36%. Par contre, les autres espèces sont les moins fréquentes avec des fréquences comprises entre 4 et 16%.

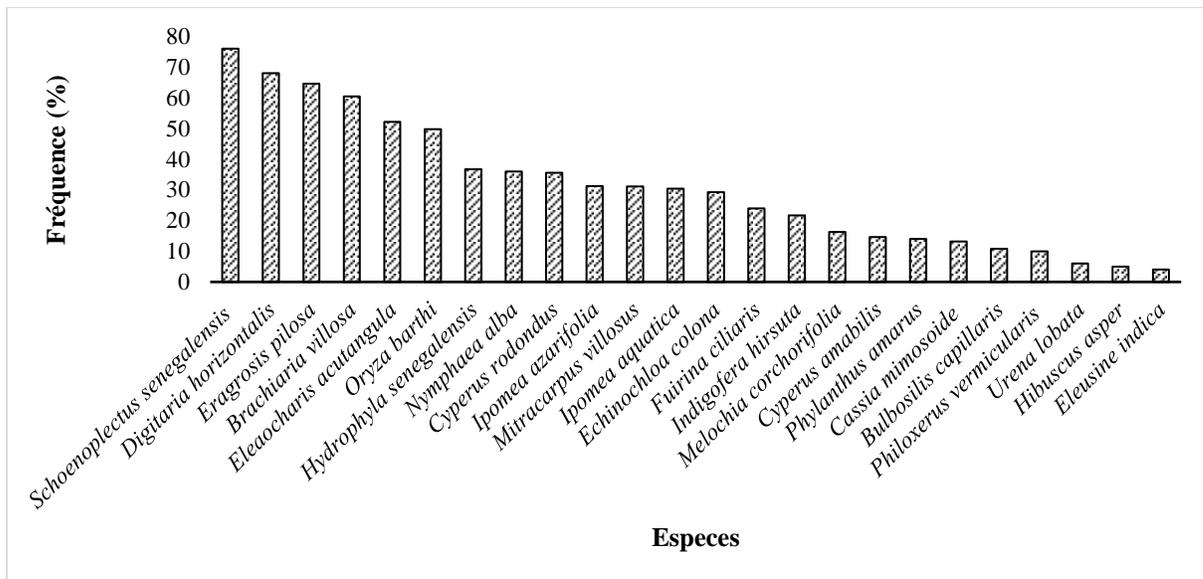


Figure 3 : Fréquence de présence (%) des différentes espèces herbacées recensées.

5.3 Proportion des familles d'adventices répertoriées : La composition floristique du site d'étude est résumée dans le tableau 4. Il ressort de ce tableau que la zone est riche de 24 espèces herbacées, réparties en 22 genres et 11 familles. Les familles les plus représentées sont les *Cyperaceae* (6 espèces), les *Poaceae* (6 espèces), les *Mahvaceae* (3 espèces), les *Fabaceae* (2 espèces) et les *Convolvulaceae* (2 espèces). Les autres familles sont représentées par une seule espèce. Enfin les

genres les mieux représentés sont les *Acanthaceae*, les *Nymphaeaceae*, les *Phyllanthaceae*, les *Rubiaceae* et les *Sterculiaceae* avec chacune 01 genre et 01 espèce (Tableau 4). Par rapport à la structure, nous notons que les dicotylédones représentent les familles les plus importantes comparés aux monocotylédones. Cependant une répartition équitable du genre et des espèces est notée pour les deux classes (Tableau 5).

Tableau 4 : Proportion des familles d'adventices répertoriées

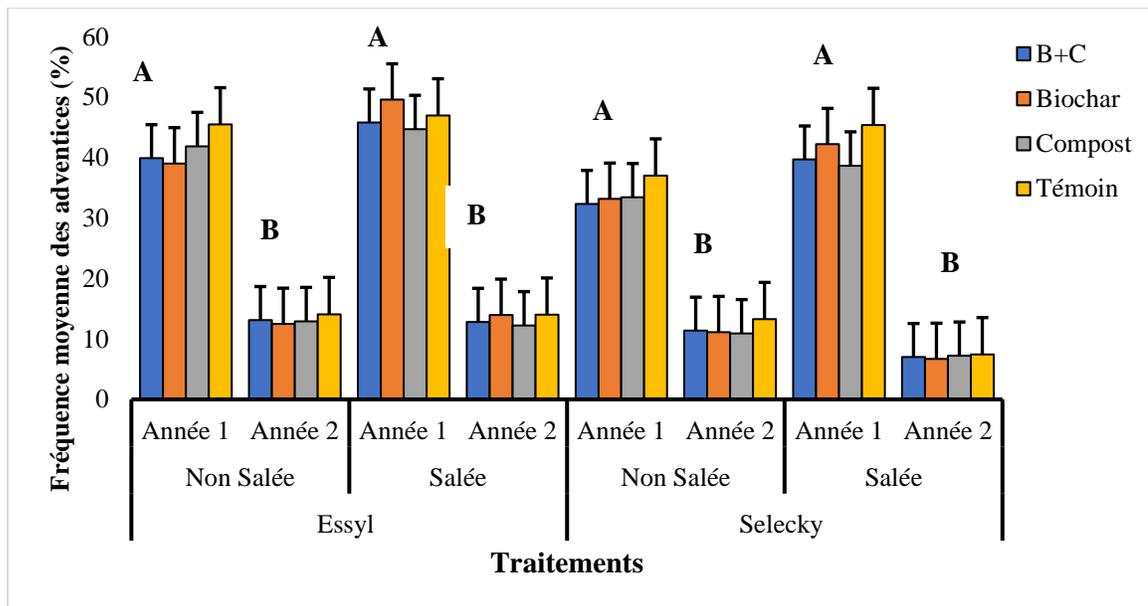
Familles	Nombre de genre	%	Nombre d'espèces	%
<i>Poaceae</i> (M)	6	27	6	25
<i>Cyperaceae</i> (M)	5	27	6	25
<i>Mahvaceae</i> (D)	2	9	2	8,33
<i>Fabaceae</i> (D)	2	9	2	8,33
<i>Convolvulaceae</i> (D)	1	4	2	8,33
<i>Acanthaceae</i> (D)	1	4	1	4,17
<i>Nymphaeaceae</i> (D)	1	4	1	4,17
<i>Phyllanthaceae</i> (D)	1	4	1	4,17
<i>Rubiaceae</i> (D)	1	4	1	4,17
<i>Sterculiaceae</i> (D)	1	4	1	4,17
<i>Amaranthaceae</i> (D)	1	4	1	4,16
Total	22	100	24	100

Tableau 5 : structure de la flore

Embranchement	Classe	Familles		Genres		Espèces	
		N	%	N	%	N	%
	Dicotylédones	9	81,82	11	50	12	50
	Monocotylédones	2	18,18	11	50	12	50
Total		11	100	22	100	24	100

5.4 Effet des traitements sur la fréquence des adventices : La figure 4 présente la variation de la fréquence des adventices inventoriées en fonction des amendements organiques, des sites, des zones et suivant les années. L'analyse de cette figure nous montre que la fréquence des adventices diminue en fonction des années d'expérimentations. En

effet les fréquences les plus importantes ont été obtenu en première année d'expérimentation quel que soit le site, la zone et les différents amendements organiques apportés. Les amendements organiques apportées n'ont aucun effet significatif ($P > 0,05$) sur la fréquence des adventices quelle que soit l'année d'expérimentation.

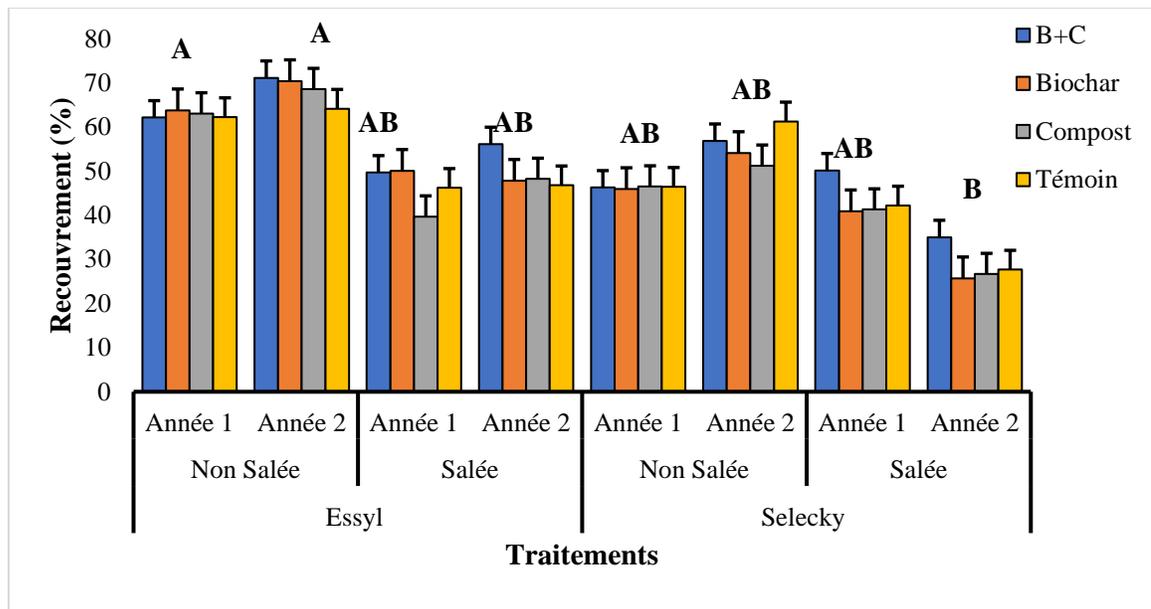


Les traitements affectés d'une même lettre ne sont pas statistiquement différents $P > 0,05$ au seuil LSD de 5% selon le test de Fisher

Figure 4 : Variation de la fréquence des adventives inventoriées en fonction des amendements organiques, des sites, des zones et suivant les années.

5.5 Hauteur moyenne des adventives : La hauteur moyenne des adventives en fonction des amendements organiques, des sites, des zones et des années est représentée par la figure 5. Généralement la hauteur moyenne des adventives diminue suivant les années d'expérimentations ($P < 0,05$). Ainsi cette diminution est aussi fonction de la zone et des sites. En effet nous notons des hauteurs plus

importantes dans la zone salée à Selecky. Pour les différents amendements organiques utilisés, aucune différence significative n'est notée pour ce paramètre. Ce qui nous laisse dire que les amendements organiques n'ont pas d'effet significatif sur la hauteur des adventives. En suivant les années, les hauteurs les plus importantes ont été obtenues en première année.



Les traitements affectés d'une même lettre ne sont pas statistiquement différents à $P > 0,05$ au seuil LSD de 5% selon le test de Fisher

Figure 6 : Taux de recouvrement moyen des adventices en fonction des amendements organiques, des sites, des zones et des années.

5.7 Interaction entre adventices et amendements organiques selon les sites et les zones : L'ACP montre que le plan factoriel F1 et F2 contient l'essentiel de l'information. En effet, L'axe F1 apporte 41,52% de l'information réelle alors que l'axe F2 apporte 27,46% l'information. Pour les axes F1 et F2, la contribution moyenne est de 68,98% pour les espèces herbacées, les sites, les zones et les différents types d'amendements organique apporté. L'analyse du plan factoriel F1*F2 montre une opposition nette entre les zones (salées et non salée). Il en est de même pour les sites (Selecky et Essyl). Pour les différents amendements organiques utilisés, l'ACP nous permet de voir que ces derniers n'ont pas d'effet sur la répartition des espèces herbacées quel que soit les zones (salée et non salée) et les sites (Essyl et Selecky). L'ACP a permis de mettre en évidence 4 groupes. Un premier groupe (G1)

d'espèces situé du côté positif de l'axe 1 et rassemble des espèces présentes exclusivement dans les zones salées (*Eleocharis acutangula* et *Philoxerus vermicularis*). Un deuxième groupe (G2) caractéristique des espèces spécifiques du site de Essyl et qui est majoritairement formé d'espèces telles que : *Hibiscus asper*, *Fuirina*, *Eragrosis pilosa*, *Ipomea azarifolia*, *Indigofera hirsuta* et *Urena lobata*. Un troisième groupe (G3) qui est caractérisé par des espèces qui sont spécifique au site de Selecky et avec comme espèces : *Eleusine indica*, *Nymphaea alba*, *Hygrophila senegalensis*, *Echinochloa colona*, *Cyperus amabilis* et *Bulbostylis ciliaris*. Enfin le quatrième groupe (G4) qui se situe sur l'axe F2 du côté négatif avec des espèces qui se retrouve dans les zones non salées tels que (*Oryza barthii*, *Schoenoplectus senegalensis*, *Cyperus rotundus*, *Digitaria horizontalis*, *Ipomea aquatica*, *Brachiaria villosus*, *Melochia*, *Cassia mimosoides* et *Mitracarpus villosus*).

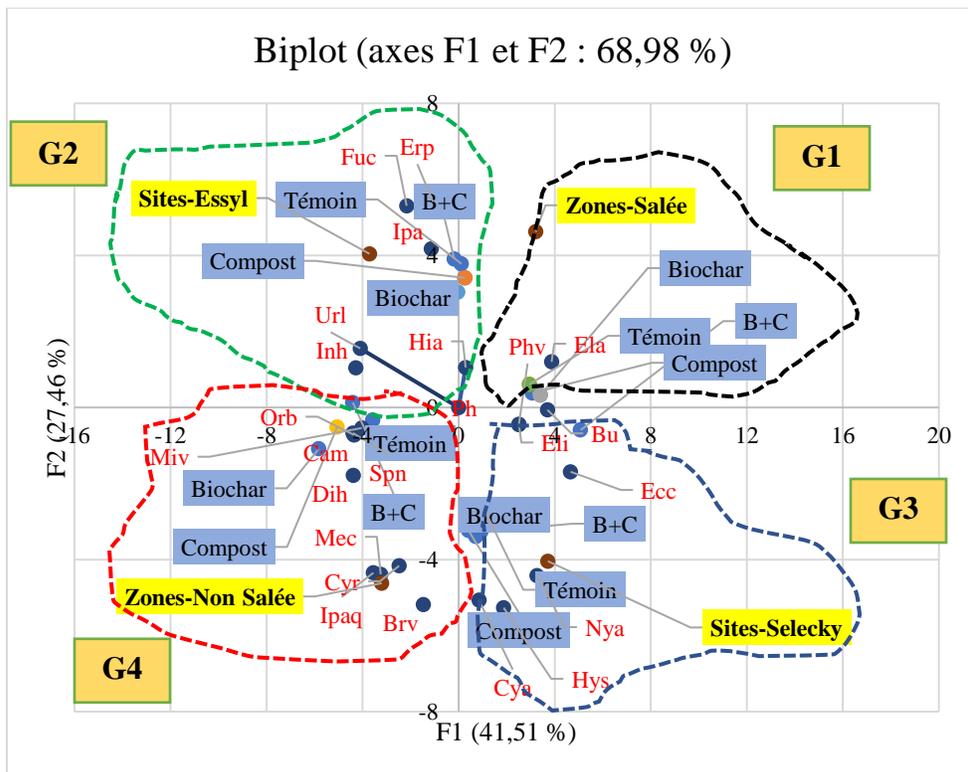


Figure 7 : Corrélation entre les espèces herbacées inventoriées et les différents traitements sur le plan factoriel (F1 et F2) suivant les sites et les zones.

Légende :

Url : *Urena lobata* ; **Ipaq** : *Ipomea aquatica* ; **Hys** : *Hygrophila senegalensis* ; **Ipa** : *Ipomea azarifolia* ; **Dih** : *Digitaria horizontalis* ; **Orb** : *Oryza barthii* ; **Cam** : *Cassia mimosoides* ; **Cyr** : *Cyperus rotundus* ; **Cya** : *Cyperus amabilis* ; **Nya** : *Nymphaea alba* ; **Mec** : *Melochia corchorifolia* ; **Scs** : *Schoenoplectus senegalensis* ; **Ecc** : *Echinochloa colona* ; **Miv** : *Mitracarpus villosa* ; **Ela** : *Eleocharis acutangula* ; **Ph** : *Phyllanthus amarus* ; **Erp** : *Eragrostis pilosa* ; **Phv** : *Phloxeris vermicularis* ; **Inh** : *Indigofera hirsuta* ; **Hia** : *Hibiscus asper* ; **Fuc** : *Fuirina ciliaris* ; **Eli** : *Eleusine indica* ; **Bu** : *Bulbostylis capilaris* ; **Brv** : *Brachiaria villosa*.

5.8 Les indices de diversités : Les indices nous permettent de déterminer d'une autre manière la diversité floristique des deux sites et des deux zones. Ils jouent le rôle de comparaison de la biodiversité d'un site à un autre. Il ressort de l'analyse que, les valeurs des indices de Shannon-Weaver sont moyennement faibles variant de 2,05 à 2,44 bits entre les sites et de 1,75 à 2,43 bits entre les deux zones. Les analyses de variance (ANOVA) portant sur cet indice indique qu'il existe une différence significative entre les valeurs obtenues dans la zone salée et celles obtenues dans la zone non salée de même pour le site Selecky et le site Essyl ($P = 0,01$, Fisher LSD au seuil de 5%). Une différence significative est aussi notée entre l'indice d'équitabilité obtenue dans la zone salée et celle

obtenue dans la zone non salée ($P = 0,001$.) et aussi dans le site de Selecky et celui du site de Essyl. Le peuplement herbacé situé dans la zone non salée et dans le site d'Essyl est plus diversifié et donc plus stable que celui situé dans la zone salée et dans le site de Selecky (Tableau 6). L'indice de Bêta qui permet de connaître s'il existe des espèces communes entre les deux sites et les deux zones sont respectivement égale à 0,8 et 0,59. Ces indices nous permettent de dire qu'entre les sites, les espèces inventoriées sont communes. Par contre entre les zones (salée et non salée), l'indice nous laisse dire que les espèces inventoriées ne sont pas similaire. Enfin les résultats montrent que les indices ne sont pas significativement influencés par les amendements organiques (Tableau 6) ($P=0,06$).

Tableau 6 : Diversité et abondance des espèces en fonction de l'année, du sites, zones et des différents amendements organiques

	Shannon-Weaver (H')		Equitabilité de Piélou (E)		Bêta
Sites					
	Année 1	Année 2	Année 1	Année 2	
Selecky	2,06a	1,92a	0,70b	0,69a	0,8
Essyl	2,44a	2,05a	0,80a	0,72a	
Probabilité	0,33	0,37	0,001	0,07	
Zones					
Salée	1,75b	1,64b	0,63b	0,60b	0,59
Non Salée	2,43a	2,06a	0,80a	0,71a	
Probabilité	0,001	0,01	0,001	0,01	
Amendements organiques					
Compost	2,64a	2,38a	0,86a	0,80a	
Biochar	2,57a	2,30a	0,85a	0,79a	
B+C	2,57a	2,36a	0,81a	0,78a	
Témoin	2,55a	2,34a	0,83a	0,79a	
Probabilité	0,07	0,07	0,06	0,06	

Sur une même colonne, les valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes à $P < 0,05$ selon le test de Fisher (LSD)

6 DISCUSSION

Les résultats de cette étude fournissent des informations sur l'état actuel de la végétation herbacée des rizières de la commune d'Enampore. La végétation herbacée de la zone étudiée est riche de 24 espèces, réparties en 22 genres et 11 familles. Les familles les plus représentées sont les Poaceae et les Cyperaceae suivies de celles des Fabaceae. Ces résultats sont similaires à celui de (Mballo *et al.*, 2018) qui, dans leur étude ont trouvé que les espèces de la famille des *Poaceae* et des *Cyperaceae* sont les plus représentées dans les rizières irriguées situées dans la vallée du fleuve Sénégal. La même tendance a été obtenue avec les travaux de Yoka *et al.*, 2013 et de Tatila *et al.*, 2017. Selon Kouassi *et al.*, 2014 et Diallo *et al.*, 2015, la forte proportion des Poacées et des cypéracées dans cette zone peut s'expliquer par le fait que ces taxons possèdent une très grande possibilité de tallage et une grande vitesse de repousse après broutage lorsque les conditions du milieu sont favorables. Aussi, sont-elles résistantes aux aléas climatiques et sont rarement atteintes par les maladies (Saidou *et al.*, 2010). Ousseina *et al.*, (2013) ajoutent que les graminées résistent aux différentes perturbations et elles développent

des stratégies leur permettant de se maintenir et de se développer dans un environnement perturbé. Enfin (Noba, 2002); Bassène *et al.*, 2012 ont montré que cette dominance de ces familles s'expliquerait par leur aire de répartition sahélienne et par leur aptitude à s'adapter aux biotopes perturbés par les activités agricoles. Les résultats ont aussi montré que les Dicotylédones et les Monocotylédones représente chacune (50%) d'espèces. Ces résultats ne sont pas en phase avec les travaux de Mballo *et al.*, (2018), qui ont noté une prédominance des dicotylédones dans les rizières irriguées. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que ces études n'ont pas été effectuées dans la même zone. De manière générale les amendements utilisés n'ont pas d'effet significatif sur la présence des adventices. Toutefois, elles n'ont pas sans effets sur la flore adventice. Ces résultats sont en phase avec les études de Ka *et al.*, (2019) qui ont montré que l'apport de fertilisations (organique et minérale) n'a pas d'effet positif sur la densité des « mauvaises herbes » en culture associée avec l'arachide. La fertilisation, notamment azotée, a pour objectif d'améliorer la productivité. Durant et Kerneis

(2015) ont montré que le nombre d'espèces et la diversité dans une prairie de fauche en marais charentais ont progressivement diminué avec les doses de fertilisation. Cette variabilité spécifique en fonction des niveaux de fertilisation a aussi été notée dans les systèmes de culture en France (Guay, 2012). En effet, le nombre d'espèces dans les parcelles à bas niveaux d'intrant est presque deux fois plus important que dans les systèmes conventionnels. L'analyse a aussi montré une grande variabilité des espèces inventoriées d'une année à l'autre. Ainsi, les résultats ont montré que les fréquences sont plus importantes en première année (2020) qu'en deuxième année (2021) d'expérimentation. Cette fréquence importante notée en première année pourrait d'être liée à l'humidité due aux records de précipitations enregistrées au cours de cette année. En effet, 2203,6 mm de pluie ont été enregistrés en 2020 au cours de 81 jours pluvieux de fin mai à mi-octobre alors que l'année 2021 a enregistré 1168,5 mm de pluie au cours de 66 jours pluvieux et que la normale climatique des 30 dernières années est de 1191 mm de pluie. Selon Noba (2002), En zone tropicale, la plupart des inhibitions à la germination sont supprimées lorsque le sol est suffisamment humide et les graines bien imbibées, contrairement aux conditions de stress hydrique. Les indices de diversité floristiques constituent des critères objectifs pour apprécier la diversité d'une communauté végétale (Ramade, 1994). En effet, les indices de Shannon en dessous de 2,5 caractérisent des milieux peu diversifiés où l'on note généralement la dominance d'une seule

7 CONCLUSION

Ce travail a été mené dans le but de mieux d'appréhender la dynamique et la composition des adventices en zone de bas-fonds et de comprendre l'effet de différents amendements organiques responsables de la variabilité de cette dynamique. Les résultats de cette étude ont montré que la flore est composée de 24 espèces, répartis-en 22 genres et 11 familles. En plus de connaître la composition floristique en herbacées, les indices de diversité floristique ont été aussi analysées. Cette analyse révèle une

espèce ou d'un petit nombre d'espèces sur l'ensemble des espèces de la communauté (Blondel, 1995). Dans cette étude, le cortège floristique est dominé par un groupe de 7 espèces qui cumulent plus de 70% des levées (*Schoenoplectus senegalensis*, *Digitaria horizontalis*, *Eragrostis pilosa*, *Brachiaria villosa*, *Eleocharis acutangula*, *Oryza barthii* et *Hygrophila senegalensis*). La diversité notée dans ces zones et sites indique que dans ces différentes unités géomorphologiques la majorité des espèces sont moyennement représentées, la dominance est importante. Une diminution de l'indice de Shannon a été notée dans la zone affectée par le sel. Celle-ci est attribuée à l'effet du sel sur les herbacées. Ces résultats sont en phase avec les travaux de (Djighaly *et al.*, 2020) qui ont noté une diminution de l'indice de diversité de Shannon suivant le gradient de salinité. Les travaux de (Greiner La Peyre *et al.*, 2001) ont montré une diminution et une compétition de l'abondance des espèces végétales en fonction du gradient de salinité. Les valeurs faibles de l'équitabilité (inférieur à 0,60) dans la zone salée, indique une mauvaise équi-répartition des individus entre les différentes espèces, et ce, pour le site de Selecky et pour la zone salée. Selon la similitude entre les listes des espèces des deux sites (Selecky et Essyl), il apparaît que les espèces situées à Essyl sont similaires à celles situées à Selecky (0,8). Ce même constat a été fait avec les différents amendements organiques ou nous avons noté une forte similarité entre les espèces. Par contre, celles de la zone salée paraissent différentes de celles de la zone non salée (0,59).

diversité aussi qualitative que quantitative. Le site de Essyl est floristiquement plus riche (21 espèces) que le site de Selecky (19 espèces). Ainsi la zone non salée est plus riche (21 espèces) que celle salée (16 espèces). Les amendements organiques apportés n'ont aucun effet significatif sur la composition et la diversité des espèces herbacées. Les familles les plus représentatives sont les *Poaceae* (25%) et les *Cyperaceae* (25%) dans la zone d'étude. Les indices de Shannon-Weaver indiquent une

diversité généralement faible surtout dans la zone affectée par le sel. L'indice de Beta nous permet de voir que les espèces des zones salées sont différentes de celles non salées. Cependant ces mêmes indices ont permis de montrer une similitude entre les deux sites (Essyl et Selecky). En perspective, il serait intéressant de mener

d'autres études pour une meilleure connaissance des méthodes de lutttes innovante et durable des adventices. Étudier les interactions entre les mauvaises herbes, les amendements organiques et l'environnement, pour une meilleure promotion d'une production agricole durable.

Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent sur l'honneur l'absence de tout conflit d'intérêts.

7 REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les différents chefs de villages pour l'appui afin de faciliter les travaux de terrain.

8 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barnawal, D., Bharti, N., Maji, D., Chanotiya, C. S., & Kalra, A. (2014). ACC deaminase-containing *Arthrobacter protophormiae* induces NaCl stress tolerance through reduced ACC oxidase activity and ethylene production resulting in improved nodulation and mycorrhization in *Pisum sativum*. *Journal of plant physiology*, 171(11), 884-894.
- Bassène, C. (2014). La flore adventice dans les cultures de maïs (*Zea mays* L.) dans le sud du Bassin Arachidier : Structure, nuisibilité et mise au point d'un itinéraire de désherbage [PhD Thesis]. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh
- Bassene, C., Mbaye, M. S., Camara, A. A., Kane, A., Gueye, M., Sylla, S. N., Sambou, B., & Noba, K. (2014). La flore des systèmes agropastoraux de la Basse Casamance (Sénégal) : Cas de la communauté rurale de Mlomp. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(5), 2258-2273.
- Bassène, C., Mbaye, M. S., Kane, A., Diangar, S., & Noba, K. (2012). Flore adventice du maïs (*Zea mays* L.) dans le sud du Bassin arachidier (Sénégal) : Structure et nuisibilité des espèces. *Journal of Applied Biosciences*, 59, 4307-4320.
- Berhaut, J. (1967). *Flora of Senegal*. Flora of Senegal., 2nd ed.
- Blondel, J. (1995). Du théorique au concret : La biologie de la conservation. *Natures Sciences Sociétés*, 3, s10-s18.
- Cardoso, P., Borges, P. A., & Veech, J. A. (2009). Testing the performance of beta diversity measures based on incidence data : The robustness to undersampling. *Diversity and Distributions*, 15(6), 1081-1090.
- Daget, P., & Poissonet, J. (1969). *Analyse phytologique des prairies : Applications agronomiques*. Centre National de la Recherche Scientifique. Centre d'Études
- Diagne, M. (1995). L'enherbement des rizières irriguées de la moyenne vallée du fleuve Sénégal : Situation actuelle et perspectives de recherche. *Boivin et al*, 189-204.
- Diallo, A., Agbangba, E. C., Thiaw, A., & Guisse, A. (2012). Structure des populations de *Acacia senegal* (L.) Willd dans la zone de Tessékéré (Ferlo nord), Sénégal. *Journal of applied biosciences*.
- Diallo, M. D., Saleh, M. M., Bassene, C., Wood, S. A., Diop, A., & Guisse, A. (2015). Influence de la litière foliaire de cinq espèces végétales tropicales sur la diversité floristique des herbacées dans la zone du Ferlo (Senegal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(2), 803-814.

- Djighaly, P. I., Ndiaye, S., Diarra, A. M., Dramé, F. A., & Baldé, B. (2020). Effet de la salinité sur le pouvoir infectif des champignons mycorhiziens a arbuscules et la diversité de la végétation herbacée dans le périmètre rizicole de la vallée de niamone (Ziguinchor, Sénégal). *Am. J. innov. res. appl. sci*, 10(2), 69-76.
- Durant, D., & Kerneis, E. (2015). Effets de la fertilisation sur la production, la valeur nutritive et la diversité floristique d'une prairie de fauche en marais charentais. *Fourrages*, 222, 157-165.
- Greiner La Peyre, M. K., Grace, J. B., Hahn, E., & Mendelsohn, I. A. (2001). The importance of competition in regulating plant species abundance along a salinity gradient. *Ecology*, 82(1), 62-69.
- Guay, E. (2012). Étude de l'impact sur la flore adventice de plusieurs systèmes de culture à bas niveau d'intrants. Mémoire de Fin d'Etudes. Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage. Ecole d'Ingénieurs de Purpan (Toulouse, France), 46.
- Johnson, D. E., Wopereis, M. C. S., Mbodj, D., Diallo, S., Powers, S., & Haefele, S. M. (2004). Timing of weed management and yield losses due to weeds in irrigated rice in the Sahel. *Field Crops Research*, 85(1), 31-42.
- Ka, S. L., Gueye, M., Mbaye, M. S., Kanfany, G., & Noba, K. (2019). Response of a weed community to organic and inorganic fertilization in peanut crop under Savannah zone of Senegal, West Africa. *Journal of Research in Weed Science*, 2(3), 241-252.
- Kouassi, A. F., Koffi, K. J., N'goran, K. S. B., & Ipou, I. J. (2014). Potentiel de production fourragère d'une zone pâturée menacée de destruction : Cas du cordon littoral Port-Bouët et Grand-Bassam. *Journal of Applied Biosciences*, 82, 7403-7410.
- Labrada, R. (2005). Gestion des mauvaises herbes pour les pays en développement : Addendum 1 (Vol. 1). Food & Agriculture Org.
- Lavorel, S., Rochette, C., & Lebreton, J.-D. (1999). Functional groups for response to disturbance in Mediterranean old fields. *Oikos*, 480-498.
- Le Bourgeois, T., Grard, P., Marnotte, P., & Rodenburg, J. (2012). Améliorer la gestion de l'enherbement des rizières en Afrique par le partage d'information et l'aide à l'identification des adventices : Le potentiel de la plateforme collaborative AFROweeds.
- Mballo. (2019). Les communautés adventices du riz irrigué dans la vallée du fleuve Sénégal : Structure de la flore, amplitude d'habitat et degrés d'infestation des espèces et amélioration de la gestion de l'enherbement [PhD Thesis]. Université Cheikh Anta Diop De Dakar.
- Mballo, R., Bassene, C., Mbaye, M. S., Diallo, S., Camara, A. A., & Noba, K. (2018). Caractérisation de la flore adventice du riz irrigué dans quatre sites d'expérimentation dans la vallée du fleuve Sénégal. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 38(2), 6257-6271.
- Mbaye, M. S. (2013). Association mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br] et niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] : Arrangement spatiotemporel des cultures, structures, dynamique et concurrence de la flore adventice et proposition d'un itinéraire technique [PhD Thesis]. Thèse de Doctorat d'état, UCAD. 236p.
- Merlier, H., & Montegut, J. (1982). Adventices tropicales. Flore aux stades plantule et adulte de, 123, 164-167.
- Ngom, D., Camara, B., Sagna, B., & Gomis, Z. D. (2018). Cortège floristique, paramètres structuraux et indicateurs d'anthropisation des parcs agroforestiers à *Elaeis guineensis* Jacq. En Basse Casamance, Sénégal. *Journal of*

- Animal&Plant Sciences (5919-5932), 14p.
- Noba, K. (2002). La flore adventice dans le sud du bassin arachidier (Sénégal) : Structure, dynamique et impact sur la production du mil et de l'arachide.
- Ousseina, S., Fortina, R., Marichatou, H., & Tenikoye, A. (2013). Dynamique du peuplement herbacé de la station sahéenne expérimentale de Toukounous (Filingué–Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(2), 657-671.
- Ramade, F. (1994). Qu'entend-t-on par Biodiversité et quels sont les problématiques et les problèmes inhérents à sa conservation ? *Bulletin de la Société entomologique de France*, 99(1), 7-18.
- Saidou, O., Douma, S., Djibo, A. Z., & Fortina, R. (2010). Analyse du peuplement herbacé de la station sahéenne expérimentale de Toukounous (Niger) : Composition floristique et valeur pastorale. *Sécheresse*, 21(2), 154-160.
- Tatila, I. N., Reounodji, F., Kasali, J. L., & Diaouangana, J. (2017). Évaluation de la diversité floristique en herbacées dans le Parc National de Manda au Tchad. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(4), 1484-1496.
- Yoka, J., Loumeto, J. J., Djego, J., Voudibio, J., & Epron, D. (2013). Évaluation de la diversité floristique en herbacées des savanes de la cuvette congolaise (République du Congo). *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 9(2), 110-123.