



## Evaluation du comportement au champ de quelques variétés d'oignon (*Allium cepa* L.) et d'échalote (*Allium cepa* var. *ascaloni cum*) pour la culture d'hivernage au centre du Burkina Faso

Ali GARANE<sup>1\*</sup>, Somé KOUSSAO<sup>1</sup>, Jeanne NIKIEMA<sup>1</sup>, Mamoudou TRAORE<sup>2</sup>  
Mahamadou SAWADOGO<sup>3</sup> et Jérôme BELEM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA/CREAF-Kamboïse), Département Production Végétale/Programme Cultures Maraîchères, Fruitières, Plantes à Tubercules, 01 BP 470 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

<sup>2</sup>Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA/CREAF-Kamboïse), Département Gestion des Ressources Naturelles/Système de Production, 03 BP 470 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

<sup>3</sup>Université de Ouagadougou/Unité de Formation et de Recherche en Science de la Vie et de la Terre (UO/UFR-SVT), Laboratoire de Génétique et Biotechnologie Végétale, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

\*Auteur correspondant ; E-mail: [ali\\_garane@yahoo.fr](mailto:ali_garane@yahoo.fr)

### RESUME

L'oignon et l'échalote sont les cultures maraîchères les plus importantes au Burkina Faso. Ils représentent 32,4% des produits maraîchers. Cependant pour la zone, il existe très peu de variétés adaptées à une production de saison pluvieuse. L'objectif de cette étude a été d'évaluer des variétés d'oignon et d'échalote afin de permettre une production en saison pluvieuse. A cet effet, un essai a été conduit au cours de la saison pluvieuse 2013-2014 au Centre de Recherche Environnemental Agricole et de Formation (CREAF) de l'INERA avec les nouvelles variétés oignons GVS 36234 F1 Hybrid, GVS 36175 F1 Hybrid, GVS 36180 F1 Hybrid et d'échalotes Yali, Prema 178, et 00727. Le développement végétatif, le rendement et ses composantes de ces cultivars ont été évalués et comparés au Violet de Galmi. L'hybrid GVS 36175 F1 et la Prema 178 ont enregistré les plus fortes levées respectives de 75 et 96%. Chez GVS 36234 F1 Hybride, Yali et 00727, la matière sèche a été plus importante, soit 8; 7,8 et 9,3% respectivement. La Prema 178 avec 29 t/ha de bulbes frais, semble la mieux adaptée pour la saison pluvieuse dans notre zone de culture. Les cultivars 00727 et GVS 36180 F1 Hybrid avec 10,75 et 7,15 t/ha sont prometteurs pour la même période de culture.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clé:** Oignon d'hivernage, adaptation, rendement bulbe, qualité, Burkina Faso.

### In field assessment of onion (*Allium cepa* L.) and shallot (*Allium cepa* var. *ascaloni cum*) varieties for wintering culture in central Burkina Faso

### ABSTRACT

Onion and shallot are the most important market cultures in Burkina Faso. They represent 32,4% of the market products. However for the zone there is a few adapted varieties in the rainy season production. The aim of this study trial was to find onion and shallot varieties suitable for production during the rainy season in

order to provide producers with a range of varieties that are productive and tolerant to the different climatic and biotic risks of the rainy season of Burkina Faso. To this effect, a varietal trial was conducted during the 2013-2014 rainy season in the INERA's National Center for Environmental and Agricultural Research at Kamboinsè (CREAF-K) with six varieties of onion and shallot, including onions GVS 36234 F1 Hybrid, GVS 36175 Hybrid F1, GVS 36180 F1 Hybrid and shallots Yali, Prema 178, and 00727. The present study has highlighted the adaptability of these varieties to the rainy season. For this, vegetative development and essential yield components of the structure of the six new varieties were evaluated and compared to Galmi Violet not suitable for wintering. Only onion GVS 36175 F1 Hybrid didn't observe a very satisfactory emergence with 75% of emergence rate in nursery. The other varieties recorded excellent values ranging from 82% for GVS 36134 F1 Hybrid to 96% for Prema 178. The other varieties have observed a very low rates ranging from 20.1% in the GVS 36175 F1 Hybrid to 59.89% for the GVS 36180 F1 Hybrid. The rate of dry matter was very low or medium for all varieties. However, onion GVS 36234 F1 Hybrid and shallots Yali and 00727 have recorded respective rates of 8; 7.8 and 9.3%, which were relatively higher for the growing season. Prema 178, échalote 00727 and GVS 36180 F1 Hybrid with 29; 10.75 and 7.15 t/ha of bulb respectively can be the more adapted for the rainy season in this area.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Wintering onion, adaptation, bulb yield, quality, Burkina Faso.

---

## INTRODUCTION

Au Burkina Faso, la production totale de spéculations maraîchères était évaluée à 747 488 tonnes en 2008. La production totale de l'oignon bulbe était de 242258 tonnes, soit 32,4% de la production totale maraîchère (DPSAA, 2011; Guissou et al., 2012). Une telle proportion confère à cette spéculation la première place parmi les produits maraîchers (Son et al., 2016). Toutefois, les techniques de production restent toujours traditionnelles et les superficies exploitées varient entre 0,05 et 0,25 ha pour 90% des producteurs (DGPSA, 2008). Les rendements sont variables d'une zone à l'autre, mais on note une nette évolution de 15 t/ha en 2005 à 21 t/ha en 2008, soit une progression d'environ 40% (DPSAA, 2011). Cette production considérable, est mal répartie dans le temps. La production est concentrée sur une courte période de l'année (la saison sèche froide), le reste de l'année étant la période morte du point de vue production. Aussi de mars jusqu'en juin, le marché local est excédentaire tandis qu'à partir d'août jusqu'en septembre, décembre, on ne retrouve que de l'oignon d'origine hollandais sur le marché (RNCA, 2011). Comment s'organiser pour mieux produire pendant la saison pluvieuse? Une possibilité reste l'introduction de nouvelles variétés d'oignon et d'échalote adaptées à la saison de pluie qui permettra d'étendre la

période de production et d'approvisionner régulièrement les marchés tout le long de l'année. La présente étude vise à identifier des variétés d'oignon adaptées pour une production au cours de la saison pluvieuse afin de mettre à la disposition des producteurs une gamme de variétés productives et tolérantes aux différents aléas climatiques et biotiques de la saison pluvieuse du Burkina Faso.

## MATERIELS ET METHODES

### Matériel végétal

Au total sept (7) variétés d'oignon ont été utilisées dont six (6) nouvelles variétés qui sont: les oignons GVS 36234 F1 Hybrid, GVS 36175 F1 Hybrid, GVS 36180 F1 Hybrid développées par la firme Golden Valley Seed et les échalotes Yali, Prema 178 et 00727 misent au point par East West Seed. La variété témoin est constituée par le Violet de Galmi. Les caractéristiques essentielles des variétés sont présentées dans le Tableau 1.

### Essai en station

L'essai a été conduit au cours de la saison pluvieuse 2013-2014 sur les parcelles du Centre de Recherche Environnemental, Agricole et de Formation de Kamboinsé de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA/CREAF-Kamboinsé).

Le CREAM est basé à Kamboinsé, localité située à une douzaine de kilomètres au Nord de Ouagadougou sur l'axe Ouagadougou-Kongoussi. La station de Recherches Agricoles de Kamboinsé est confinée dans une zone de confluence des eaux. Le CREAM reçoit une pluviométrie annuelle de 700 mm. Ainsi, la zone agro-écologique à laquelle il appartient est la zone nord-soudanienne ayant une pluviométrie annuelle comprise entre 750 mm et 1100 mm (Thiombiano, 2005). Les sols sont de types ferrugineux remaniés et sont, de par leur situation topographique très sensible à l'érosion hydrique. Il dispose également d'un barrage d'où il tire ses besoins en eaux pour les productions maraîchères en saison sèche

### Méthode d'étude

Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher à 7 traitements (variétés) et 4 répétitions randomisées (Tableau 2). Chaque traitement comprend 4 billons de 4 m sur 0,5 m dont les 2 billons centraux sont utiles. L'écart entre billon est de 0,5 m, soit 8 m<sup>2</sup> [(0,5 m x 4 m) x 4] de surface par traitement au nombre total de 28 (7 traitements x 4 répétitions). La superficie totale est de 224 m<sup>2</sup> (28 traitements x 8 m<sup>2</sup>) pour une superficie utile de 112 m<sup>2</sup>. Le repiquage a été fait sur chaque coté du billon en (ligne doubles) a raison de 0,25 m entre les lignes et 0,10 m entre les pieds. Le nombre de plants était de 76 par billon et 304 dans chaque traitement, soit un total de 8512 pour tout l'essai.

### Fertilisation

A la préparation des billons, une fumure de fond comprenant du fumier d'étable bien décomposée a été apportée à concurrence de 20 t/ha, soit 448 kg pour l'ensemble de la parcelle expérimentale ou 16 kg/8 m<sup>2</sup> de parcelle élémentaire. Egalement un engrais de fond NPK (14-23-14) a été appliqué à la dose de 400 kg/ha. Ce qui donne 8,96 kg pour l'ensemble de la parcelle expérimentale, soit 320 g/8 m<sup>2</sup>.

La fumure d'entretien constituée par l'urée (200 kg/ha) a été appliquée en 3 apports: trois semaines après repiquage (21 jours) 80 kg/ha, soit 64 g par traitement de 8 m<sup>2</sup>. Sept semaines (49 jours) et onze semaines

(77 jours) après repiquage, soit respectivement 1 et 2 mois après la première application, 60 kg/ha d'urée, soit 48 g/8 m<sup>2</sup> pour chaque période.

Une irrigation complémentaire a été faite sur un sol argilo-sableux pour palier au déficit d'eau

### Conduite du test

Selon Currah (2002), les différentes variétés de l'oignon sont très sensibles à la longueur du jour. Aussi, dans les conditions de culture d'Afrique tropicale, les variétés de jours courts avec un besoin de 8 à 12 heures de lumière par jour pour la bulbification sont les mieux adaptées (De Lannoy, 2001). Les variétés d'oignon testées sont toutes de la catégorie de jours courts.

Pour la mise en place du test 112 g de semence ont été nécessaires, soit environ 16 grammes pour chacune des variétés. La pépinière a été installée dans des bacs métalliques et dans des seaux en plastiques le 25 juin 2013 en terre désinfectée au préalable à la chaleur. Pour éviter les actions directes des eaux de pluie sur les jeunes pousses, un toit recouvert de film plastique a été dressé au-dessus des bacs. La levée (à 50%) pour la majorité des variétés a été obtenue cinq jours après semis. La levée est générale 15 jours après semis soit le 10 juillet 2013. Les plantules n'ont pas connu de concurrence avec les mauvaises herbes en pépinière du fait de la stérilisation de la terre.

Cette stérilisation a aussi permis d'éviter les maladies et affections des semis tel que la fonte des semis causée par plusieurs champignons du sol (*Pythium*, *Fusarium*).

La pépinière n'a donc subi que des affections abiotiques qui sont:

-Toutes les variétés testées ont été affectées par la brûlure des extrémités des feuilles. Les extrémités des feuilles les plus vieilles sont les premières à jaunir. Parfois, les symptômes s'étendent à toute la feuille. On attribue ces symptômes notamment à la chaleur, la sécheresse ou un déséquilibre au niveau des engrais (Gour et al., 2007).

-La Prema 178 reste la seule variété qui a été très peu sensible aux carences nutritionnelles. La GVS 36234 F1 Hybrid et l'échalote

(00727) ont été peu sensibles, tandis que l'oignon GVS 36175 F1 Hybrid reste très sensible. La pâleur des feuilles est révélatrice de taux d'azote ou de phosphore inadéquats. Une carence en zinc donne un plant rabougré, tordu et présentant un feuillage rayé de jaune (Gourc et al., 2007; Delamarre, 2010). Les carences nutritionnelles sont à la base du retard de croissance des plantules. Ces dernières malgré l'allongement du séjour en pépinière restent faibles et rabougrés (Tableau 3)

Les plantules d'oignons ont été repiquées le 06 août 2013, soit environ 42 jours après le semis dans un dispositif complet randomisé avec quatre répétitions. Chaque variété a été repiquée sur 4 billons de 4 m chacun. Le premier et le deuxième sarclage ont respectivement été réalisés le 27 août et le 23 septembre 2013. Par la suite, des binages ont été nécessaires afin de permettre une meilleure irrigation. La principale contrainte concernant la production est le problème de ravageurs et des maladies des cultures à laquelle les maraîchers font face (Mondedji et al., 2015) Pour la protection phytosanitaire il a été mélangé aux semences du Mancozèbe contre les champignons telluriques au moment des semis tandis que le Décis a été utilisé comme insecticide en cours de végétation.

La photopériode a été de 12 h 51 min au moment de semis et de 12 h 36 min au moment du repiquage. La bulbification a commencé et devenue visible lorsque la photopériode était de 12 h 48 min. Pendant la durée du test, les données climatiques suivantes ont été enregistrées: quantité de précipitation 535 mm, température minimale 24 ° C au cours du mois d'août tandis que le maxima de 39 ° C a été enregistré en juin à l'installation de la pépinière et en octobre à la fin maturation de l'oignon. Comparez aux données climatiques annuelles moyennes enregistrées dans la zone de Ouagadougou (quantité de précipitation annuelle 789 mm, température minimale 21,5 ° C, température maximale 34,8 ° C, température moyenne 28,2 ° C), la période de végétation de l'oignon a été par sa pluviosité très humide et par sa température très chaude. Ces conditions

climatiques vont donc influencés très négativement le rendement général des oignons et particulièrement des variétés non adaptées à la culture d'hivernage.

### Observations et mesures:

Les observations et mesures agronomiques et phytosanitaires ont été les suivantes:

-Le comptage hebdomadaire du nombre de plantules en pépinière à 7 et 14 jour après semis (JAS) afin de déterminer le taux d'émergence des variétés testées;

-Le comptage hebdomadaire du nombre de pieds morts à 7, 14, 21 et 28 jours après repiquage (JAR) afin de déterminer le taux de reprise des plants;

-des observations phytosanitaires ont été effectuées par le laboratoire de phytopathologie du Centre de Recherche Environnemental, Agricole et de Formation de Kamboinsé de Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA/CREAK);

-A la récolte, le calibrage moyen des bulbes a été déterminé, pour cela, les mesures ont porté sur le diamètre équatorial de l'ensemble des bulbes par variété et par répétition. Le poids moyen des bulbes a été déterminé à partir de la pesé des bulbes récoltées des deux billons centraux utiles par parcelle élémentaire et les rendements des bulbes ont été calculés et comparés par variété afin d'apprécier le potentiel de productivité de chacune des variétés. Afin de déterminer la matière sèche des bulbes, des échantillons de bulbe prélevés au hasard pour chaque variété et répétition après passage à l'étuve à 80°C pendant 48 heures, ont été pesés. La teneur en matière sèche est calculée à partir de la formule suivante:

$$TMS = (\text{Poids sec} / \text{Poids frais}) * 100 (\%)$$

Toutes les données quantitatives ont fait l'objet d'une analyse de la variance à deux critères de classification: «blocs» et «variétés». La comparaison des moyennes a été faite selon la méthode du test de STUDENT (ppds) au seuil de 5%. Les interprétations des résultats ont porté seulement sur un seul critère, le critère «variétés».

**Tableau 1:** Caractéristiques essentielles des variétés d'oignons.

Type	Variété	Origine	Catégorie	Préciosité	Caractéristiques essentielles
Oignons ( <i>Allium cepa</i> L)	Violet de Galmi	Niger INRAN		120-143 jours	Le bulbe arrondi et aplati aux pôles, épais de couleur violet-clair et de calibre moyen; Peut se conserver plus de 6 mois; Hautement adapté aux conditions subsahariennes, variété référence en Afrique de l'Ouest; Sensible au Thrips, au Fusarium à l'Aspergillus à Xanthomonas et à la pourriture rose des racines; Résistante aux Nématodes à Galle; Très précoce, Goût très piquant rendement 40-45 t/ha.
	GVS3617 5 F1 Hybrid			175 jours	Le bulbe est aplati, rouge de calibre gros. Il est exceptionnellement solide et ferme, et très piquante. Dans les conditions idéales, peut se stocker 6 mois et se conserve très bien. Il est tolérant à la maladie des racines roses.
	GVS 36180 F1 Hybrid	Golden valley seed	Variété de Jour courte stricte	170 jours	Le bulbe est aplati, rouge de calibre gros. Il est très solide et ferme. Dans les conditions idéales, peut se stocker 6 mois. Son gout est excellent, se conserve très bien et il est tolérant à la maladie des racines roses.
	GVS 36234 F1 Hybrid			160 jours	Le bulbe est aplati, rouge, de calibre moyen. Il est exceptionnellement solide, ferme et très piquant. Dans les conditions idéales, peut se stocker 6 mois et se conserve très bien. D'excellent gout il est tolérant à la maladie des racines roses.
Shallot ( <i>Allium cepa</i> var. asculoni cum)	Yali	East West Seed,		100-110 jours	Le bulbe est aplati, rouge-violet de calibre moyen. Il possède une bonne fermeté. Bien adapté aux conditions de culture, peut être stocké 3-4 mois dans les conditions idéales. Sa tolérance à la maladie des racines roses est modérée; Poids moyen bulbe 20-30 g.
	Prema 178			110-120 jours 1840	Le bulbe est rond, rouge-vive, de calibre et de gout moyen; Peut se conserver pendant 2-3 mois; tique, elle est bien adaptée aux conditions climatiques de la saison des pluies permet des

cultures d'hivernage; Partiellement résistante aux maladies, sa tolérance à la maladie des racines roses est forte, Poids moyen bulbe 70-85 g.

00727	110-115	Le bulbe est aplati, rouge, de calibre et de gout moyen; Il possède une bonne fermeté et une bonne conservation; Sa tolérance à la maladie des racines roses est modérée ; Poids moyen bulbe 60-70 g.
	jours	

INRAN= Institut National de Recherches Agronomiques du Niger.

**Tableau 2:** Schéma expérimental.

Répétitions		Traitements (variétés)					
1	Oignon					Oignon	Oignon
	GVS	Echalote	Echalote	Echalote	Oignon GVS	GVS	Violet de
	36234 F1	Yali	00727	Prema 178	36180 F1	36175 F1	Galmi
	Hybrid				Hybrid	Hybrid	
2		Oignon	Oignon			Oignon	Oignon
	Echalote	GVS	GVS	Echalote	Echalote	Violet de	GVS 36180
	00727	36175 F1	36234 F1	Yali	Prema178	Galmi	F1 Hybrid
	Hybrid	Hybrid	Hybrid				
3	Oignon		Oignon	Oignon			
	GVS	Oignon	GVS	GVS	Echalote	Echalote	Echalote
	36175 F1	Violet de	36180 F1	36234 F1	00727	Yali	Prema 178
	Hybrid	Galmi	Hybrid	Hybrid			
4		Oignon		Oignon		Oignon	Oignon
	Echalote	GVS	Echalote	GVS	Echalote	GVS	Violet de
	00727	36180 F1	Prema 178	36175 F1	Yali	36234 F1	Galmi
	Hybrid	Hybrid	Hybrid	Hybrid		Hybrid	

## RESULTATS

### Effet de la variété sur le taux d'émergence de l'oignon

Une différence significative a été observée entre les variétés pour le taux d'émergence à toutes les dates de comptage (Tableaux 4). Une semaine après semis, le pourcentage de levée a évolué de 41% avec le Violet de Galmi (témoin de référence) à 91% chez la Prema 178. Les variétés Yali (83%), GVS 36234 F1 Hybrid (71%), GVS 36180 F1

Hybrid (71%), 00727(67%) et GVS 36175 F1Hybrid (66%) ont observé des valeurs quelque peu faibles au demeurant élevées pour ces variétés.

L'observation du nombre de plantules émergées deux semaines plus tard (14 jours après semis) révèle de fortes variations pour l'ensemble des variétés. La Prema 178 a observé un taux d'émergence très élevé de 96%. Pour la même période, les variétés Violet de Galmi, Yali, GVS 36180 F1 Hybrid,

GVS 36234 F1 Hybrid, et 00727 ont enregistré des taux très proches respectifs de 89, 87, 85, 83 et 82%. Le plus faible taux d'émergence (75%) est observé avec l'oignon GVS 36175 F1 Hybrid. Le Violet de Galmi a enregistré la plus forte hausse de ce paramètre passant de 41% à 89% au cours de la deuxième semaine.

#### **Effet de la variété sur le taux de reprise**

Le Tableau 5 et la figure 1 représentent l'évolution des plantules d'oignon à une, deux et quatre semaines après le repiquage. Une différence significative a été observée entre les variétés pour les taux de reprise enregistrés à toutes les dates de comptage. En général, les pertes de plant ont été moins importantes au cours de la première semaine après repiquage et la reprise a été importante pour l'ensemble des variétés testées.

Au cours de la deuxième semaine, les taux de reprises ont sensiblement évolué pour certaines variétés. Le Violet de Galmi (témoin) et GVS 36234 F1 Hybrid ont observé un taux de 77,09% contre 86,7% pour la première semaine. Pour la même période, la Prema 178 a marqué une légère chute de ce paramètre avec 97,86% contre 98,19% pour la période antérieure. Les pertes de plant ont été plus importantes pour l'oignon GVS 36175 F1 Hybrid avec seulement 36,0% de taux de reprise contre 78,01% à la première semaine. S'agissant des échalotes 0027 et Yali et de l'oignon GVS 36180 F1 Hybrid, les taux ont été respectivement de 93,75%, 78,78% et 79,86% contre 96,05% ; 87,34% et 91,61% enregistrés au cours de la première semaine.

Cependant, pour l'ensemble des variétés les pertes de plants ont été très sévères au cours de la quatrième semaine après le repiquage. Seules les échalotes Prema 178 et 00727 ont conservé des taux de reprise supérieur à 75% avec respectivement 88,82% et 82,73% de leur densité initiale. Pour les autres variétés, ces taux ont été très faibles et ils ont évolué de 20,1% chez la GVS 36175 F1 Hybrid à 59,89% pour la GVS 36180 F1 Hybrid. L'échalote Yali et les oignons Violet

de Galmi et GVS 36234 F1 Hybrid ont enregistré des valeurs intermédiaires au demeurant très faibles de 45,07% pour le premier et de 33,25% pour les deux derniers.

#### **Effet de la variété sur le poids moyen du bulbe d'oignon (g)**

Le poids moyen du bulbe est présenté au Tableau 6. Les résultats d'analyse montrent une différence très significative entre les variétés pour ce paramètre ( $P < 0,001$ ). Le poids moyen du bulbe a évolué de 2,1 g (GVS 36175 F1 Hybrid) à 32,4 g (Prema 178). Ce paramètre a été pratiquement identique pour les variétés GVS 36180 F1 Hybrid et 00727 qui ont enregistré 18,9 et 19,1 g respectivement. En comparaison du Violet de Galmi, seule la variété GVS 36175 F1 Hybrid c'est démarquée par un poids moyen du bulbe inférieur de 28%. Les autres variétés ont toutes enregistré en moyenne un poids du bulbe supérieur au témoin allant de 21,33% chez la variété Yali à plus du triple pour la Prema 178. S'agissant de l'échalote 00727 et des oignons GVS 36180 F1 Hybrid et GVS 36234 F1 Hybrid, ils ont par rapport au témoin observés des hausses respectives de 158, 152 et 66,66%.

#### **Effet de la variété sur le Calibrage des bulbes d'oignon (cm)**

Pour l'ensemble des variétés, le calibre moyen (diamètre du bulbe à son point le plus large) des bulbes d'oignon obtenus a varié entre 12,7 mm (GVS 36234 F1 Hybrid) et 37,1 mm (Prema 178) (Tableau 6). La Prema 178 a produit des bulbes de diamètre significativement plus élevé (37,1) tandis que le plus faible calibre d'oignon (12,7 mm) a été observé chez l'hybride GVS 36234 F1 Hybrid. Les variétés Yali (20 mm), GVS 36234 F1 Hybrid (22,1 mm) et Violet de Galmi (22,6 mm) ont enregistré des valeurs intermédiaires pour ce paramètre. Enfin, en dehors de la Prema 178 (37,1 mm), l'échalote 00727 et l'oignon GVS 36180 F1 Hybrid avec chacun 33,1 mm ont enregistré des calibres de bulbes moyens importants.

### Effet de la variété sur le taux de matière sèche des cultivars

Les résultats (Tableau 7) ont indiqué des taux de matière sèche très faible ou moyen pour l'ensemble des variétés. Ces taux ont varié de 5,6% chez GVS 36180 F1 Hybrid à 9,3% pour l'échalote 00727. Cependant, trois niveaux de matière sèche sont distingués. Les variétés Yali, GVS 36234 F1 Hybrid et 00727 ont constitué le premier groupe avec des taux respectifs de 7,8; 8 et 9,3% relativement élevés pour la saison de culture. Le second niveau est formé du Violet de Galmi (6,8%) et de la Prema 178 (6,3%) qui ont enregistré des taux relativement moyens et pratiquement identique. Le troisième groupe est composé des oignons GVS 36175 F1 Hybrid et GVS 36180 F1 Hybrid avec 5,6 et 5,8% de matière sèche respectivement. En comparaison du témoin, la GVS 36234 F1 Hybrid et les échalotes 00727 et Yali ont enregistré des hausses respectives de 1,2; 2,5; et 1% de matière sèche. Par contre, les oignons GVS 36175 F1 Hybrid, GVS 36175 F1 Hybrid et l'échalote Prema 178 ont accusé des chutes de ce paramètre de 1,2; 1 et 0,5% respectivement.

### Effet de la variété sur le rendement total bulbes d'oignon (t/ha)

Le rendement bulbes frais est présenté au Tableau 7. Les résultats d'analyse montrent une différence très significative entre les variétés pour ce paramètre ( $< 0,001$ ). Le rendement bulbes frais a évolué de 1,02 t/ha (GVS 36175 F1 Hybrid) à 29 t/ha (Prema 178). Les échalotes 00727 (10,75 t/ha) et Prema 178 (29 t/ha) ont enregistré les plus forts rendements. Aucune différence significative n'a été observée dans les rendements des variétés GVS 36175 F1 Hybrid (1,02 t/ha), Yali (1,75 t/ha) et le Violet de Galmi (1,9 t/ha) qui ont été les moins productives. Les variétés restantes GVS 36234 F1 Hybrid et GVS 36180 F1 Hybrid avaient 4 et 7,15 t/ha respectivement.

Une comparaison au témoin de référence a montrée pour les variétés GVS

36180 F1 Hybrid, et Prema 178 des hausses de rendement bulbes frais respectifs de +5,25, + 8,85 et + 27,1% respectivement. Seules les variétés GVS 36175 F1 Hybrid et Yali ont observé des rendements bulbes frais en deçà du rendement témoin respectifs de 0,88 et 0,15%.

### Résultats phytosanitaire

Les résultats indiqués au Tableau 8 montrent qu'il y a eu très peu d'attaques de maladies parasitaires et d'insectes sur les plants au cours de cette campagne d'essai. Les observations journalières (en général tôt le matin) ont permis de noter deux types de symptômes notamment la pâleur des feuilles recouverte de duvet gris violacé sur certaines variétés qui flétrissent, et une pourriture des feuilles sur d'autres. Ces symptômes cités sont caractéristiques d'attaques cryptogamiques (champignons) et bactériennes.

Les oignons hybrides GVS 36175 F1 Hybrid, GVS 36180 F1 Hybrid et GVS 36234 F1 Hybrid ont montré une faible susceptibilité à l'attaque du mildiou (*Peronospora destructor* Berk.), respectivement de 3,0, 3,1 et 3,3% de leur densité initiale. De même, des taux très faibles d'attaque du parasite ont été enregistrés pour les lignées Violet de Galmi, Prema 178, Yali et 00727, soit 2,6% pour les deux premières et pour les deux dernières 2,7 et 2,5% respectivement.

La pourriture bactérienne (*Pseudomonas* et *Erwinia* spp.), a été identifiée à un taux très faible, pratiquement identique pour l'ensemble des variétés. Les oignons hybrides GVS 36175 F1 Hybrid, GVS 36180 F1 Hybrid et GVS 36234 F1 Hybrid ont enregistré 2,2; 2,6 et 3,1% d'attaque de leur densité initiale respectivement. Les lignées Prema 178, Yali et 00727 ont subi cette forme d'attaque sur 2,5; 2,6 et 3% de leur densité initiale respectivement. Aucune différence notable n'a été observée entre ces variétés et le témoin de référence (Violet de Galmi) qui a enregistré 2,3% d'attaque du parasite.

**Tableau 3:** Sensibilité des plants aux affections abiotiques.

Traitements (Variétés)	Oignon	Echalote	Echalote	Echalote	Oignon	Oignon	Oignon
	GVS 36234 F1 Hybrid	Yali	00727	Prema 178	GVS 36180 F1 Hybrid	GVS 36175 F1 Hybrid	Violet de Galmi
Affections abiotiques							
Brûlure des extrémités des feuilles	1	1	1	1	1	1	1
Carences nutritionnelles	3	7	3	1	7	9	5

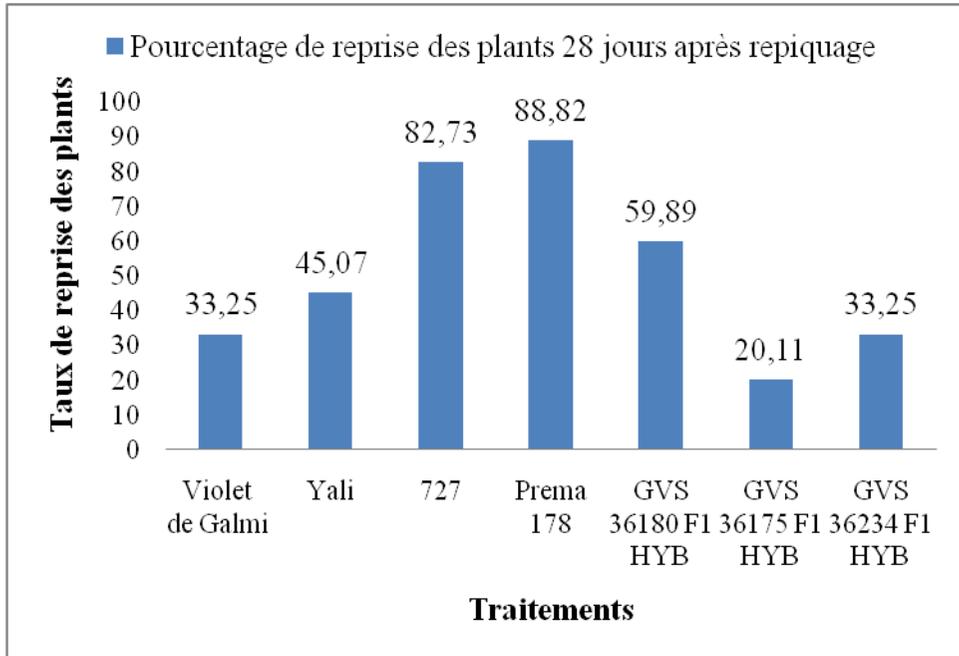
Echelle: 1= très peu sensible; 3= peu sensible; 5= modérément sensible; 7= sensible.

**Tableau 4:** Effet de la variété sur le taux de levée de l'oignon.

Variété	Levée (%)		
	7 jours après semis	14 jours après semis	Pourcentage de levée par rapport au témoin
Violet de Galmi (témoin de référence)	41	89	100,00
Echalote (Yali)	83	87	-2,25
Echalote (00727)	67	83	-6,71
Echalote (Prema 178)	91	96	+7,86
Oignon (GVS 36180 F1 Hybrid)	71	85	-4,5
Oignon (GVS 36175 F1 Hybrid)	66	75	-15,73
Oignon (GVS 36234 F1 Hybrid)	71	82	-7,87

**Tableau 5:** Effet de la variété sur le taux de reprise.

Variétés	Levée (%)				
	Jour après repiquage (JAR)			Taux de mortalité 28 JAR	% de reprise par rapport au témoin 28 JAR
	7 jours	14 jours	28 jours		
Pourcentage de reprise					
Oignon (Violet de Galmi -témoin)	86,7	77,09	33,25	61,65	100,00
Echalote (Yali)	87,34	78,78	45,07	48,4	+ 35,54
Echalote (00727)	96,05	93,75	82,73	13,87	+ 148,81
Echalote (Prema 178)	98,19	97,86	88,82	9,55	+ 167,12
Oignon (GVS 36180 F1 Hybrid)	91,61	79,83	59,89	34,63	+ 80,12
Oignon (GVS 36175 F1 Hybrid)	78,01	36,09	20,11	74,23	- 60,48
Oignon (GVS 36234 F1 Hybrid)	86,07	77,09	33,25	61,37	00



**Figure 1:** Taux de reprise des plants 28 jours après le repiquage en fonction des variétés.

**Tableau 6:** Le poids moyen (g) et le diamètre équatorial du bulbe d'oignon (cm).

Variété	Poids moyen du bulbe (g)	Pourcentage poids moyen par rapport au témoin	Diamètre du bulbe (mm)	Pourcentage par rapport au témoin
Oignon (Violet de Galmi, témoin)	7,5	100,00	22,6	100
Echalote (Yali)	9,1	+ 21,33	20	- 11,51
Echalote (00727)	19,1	+ 158,1	33,1	+ 46,46
Echalote (Prema 178)	32,4	+ 332	37	+ 63,71
Oignon (GVS 36180 F1 Hybrid)	18,9	+ 152	33,1	+ 46,46
Oignon (GVS 36175 F1 Hybrid)	2,1	- 28	12,7	- 43,81
Oignon (GVS 36234 F1 Hybrid)	12,5	+ 66,66	22,1	- 2,21
<b>Test F</b>				
Bloc	NS		**	
Variété	**		*	

NS = non significative; \* = significatif à  $P \leq 0.05$ ; \*\* =  $P < 0.001$ .

**Tableau 7:** Le rendement bulbe frais et le pourcentage de matière sèche.

Variété	Rendement bulbe (t/ha)	Gain de rendement bulbe par rapport au témoin (t/ha)	Matière sèche (%)	Gain de matière sèche (%)
Oignon (Violet de Galmi (témoin))	1,9	-	6,8	-
Echalote (Yali)	1,75	-0,15	7,8	+ 1
Echalote (00727)	10,75	+ 8,85	9,3	+ 2,5
Echalote (Prema 178)	29	+ 27,1	6,3	- 0,5
Oignon (GVS 36180 F1 Hybrid)	7,15	+5,25	5,6	- 1,2
Oignon (GVS 36175 F1 Hybrid)	1,02	-0,88	5,8	- 1
Oignon (GVS 36234 F1 Hybrid)	4	+2,1	8	+ 1,2
Test F				
Bloc	*			
Variété	**			

\*: significatif à  $P \leq 0.05$ ; \*\*:  $P < 0,001$ **Tableau 8:** Pourcentage de plants présentant des symptômes de mildiou et de pourriture des feuilles.

Variété	Symptômes de mildiou ( <i>Peronospora destructor</i> Berk.), (%)	Pourriture bactérienne des feuilles (%)
Violet de Galmi (témoin)	2,6	2,3
Echalote (Yali)	2,7	2,6
Echalote (00727)	2,5	3
Echalote (Prema 178)	2,6	2,5
Oignon (GVS 36180 F1 Hybrid)	3,1	2,6
Oignon (GVS 36175 F1 Hybrid)	3	2,2
Oignon (GVS 36234 F1 Hybrid)	3,3	3,1

## DISCUSSION

### Taux d'émergences des cultivars d'oignon

Deux semaines après semis, l'ensemble de variétés présentaient des taux d'émergences élevés supérieur ou égal à 75%. Ce taux élevé pour l'ensemble des accessions pourrait s'expliquer par une meilleure prise en charge de la pépinière. L'utilisation des bacs et des seaux pour la pépinière a permis de mieux contrôler les conditions de semis, d'éviter les excès d'eau par les inondations mais aussi de faciliter sa protection contre les intempéries. La désinfection du sol de la pépinière avant semis contre les maladies et ravageurs de l'oignon et une meilleure prise en charge phytosanitaire des plantules ont aussi joué un rôle majeur (Koike et al., 2007; Davis et Aegerter, 2010; Conn et al., 2012). Les variétés hybrides GVS 36180 F1 Hybrid, GVS 36234 F1 Hybrid, GVS 36180 F1 Hybrid, 00727 ne présentaient pas de meilleures levées que les variétés lignées Yali, Prema 178 et Violet de Galmi. Par rapport au témoin, seule la variété hivernale Prema 178 a présentée un meilleur taux de levée supérieur de 7,85%. Les autres variétés ont accusé des chutes allant de 2,25% (Yali) à 15,73% (GVS 36175 F1 Hybrid).

### Taux de reprise des variétés d'oignon

Les pertes de plants ont été faibles pendant la première semaine après le repiquage. A quatre semaines après repiquage la mortalité des plantules a été sévère et a évoluée en fonction des variétés. Les variétés non adaptées pour la culture d'hivernage ont observé des taux de mortalité plus importants avec une perte de plus de la moitié de leur densité. Ce sont pour les variétés GVS 36175 F1 Hybrid, Violet de Galmi et GVS 36234 F1 Hybrid des pertes de 74,33; 61,65 et 61,37% respectivement. Par contre l'échalote 00727 et plus encore la Prema 178 mieux adaptées à la culture d'hivernage ont enregistré des taux plus faibles de mortalité respectifs de 13,87 et 9,55%. Par rapport aux résultats, des tests conduits au cours de la saison sèche et fraîche par AVRDC (2013) de novembre (2012) à avril (2013) ont donné de meilleurs taux de survie des variétés Yali et 00727 et violet de

Galmi respectifs de 77, 96 et 99%. Ces taux élevés pourraient s'expliquer par la période de culture si l'on considère que ces variétés Yali (45,07%) et Violet de Galmi (33,25%) ont observé des taux très faibles au cours de l'essai d'hivernage. Ces dernières ne semblent pas s'adapter à la culture d'hivernage. S'agissant de la variété 00727 le taux de survie de 99% contre 82,73% en culture d'hivernage semble prometteur pour ces deux saisons de culture.

### Poids moyen et calibrage des bulbes d'oignon

Le poids moyen bulbe de la Prema 178 a été une fois et demie supérieur à ceux enregistrés par l'échalote 00727 et de l'oignon GVS 36180 F1 Hybrid. Les autres variétés y compris le Violet de Galmi qui en temps normal de production atteint un poids moyen bulbe de 150 g (Assogba-Komlan et al., 2007) ont enregistré des bulbes de poids moyen très faibles respectifs de 9,1; 19,1 et 7,5 g au cours de la saison d'hivernage. Pour ce paramètre, de meilleurs résultats de 65 g (Yali), 44 g (00727) et de 21,7 g (violet de Galmi) ont été obtenus par AVRDC (2013) en culture de saison sèche et fraîche de novembre (2012) à avril (2013). La période de culture pourrait donc expliquer les résultats médiocres de ces cultivars qui ne semblent pas être adaptés à la culture d'hivernage.

La prédominance de bulbes de petits calibres confirme la faible performance générale des variétés et explique le faible rendement des variétés testées. Cependant certaines variétés peuvent être caractérisées par des bulbes ayant de petites ou de grandes dimensions. Le violet de Galmi, oignon non destiné à la culture d'hivernage est reconnu comme une variété produisant des bulbes de calibre moyen (40-60 mm). Ce dernier n'a pas exprimé son caractère d'origine dans les conditions hivernales en produisant des bulbes de calibre moyen de 22,6 mm au contraire de la Prema 178 qui elle a pu exprimée la sienne avec 37 mm de calibre moyen de bulbe. Comparé au témoin de référence, les oignons GVS 36234 F1 Hybrid et GVS 36175 F1 Hybrid et l'échalote Yali ont enregistré des

bulbes de calibres moyen inférieure de 2,21%, 43,81% et 11,51% respectivement. Pour le même paramètre, les échalotes Prema 178 et 00727 et l'oignon GVS 36180 F1 Hybrid ont observé des valeurs supérieures de 88; 49 et 46,46% respectivement.

Ce résultat pour le Violet de Galmi serait positif pour la période de culture si le rendement bulbes frais n'était pas très insuffisant dans la mesure où sur certain site d'étude, la sélection du matériel végétal et les techniques culturales sont menées afin d'obtenir des bulbes 40-60 mm pour le Violet de Galmi en saison normale de culture (N'Guessan, 1997).

#### **Taux de matière sèche des cultivars**

Dans l'ensemble, les variétés testées ont enregistré des taux de matière sèche très faible ou moyen. Pour ce paramètre, l'échalote 00727 a observé le meilleur taux suivi par l'oignon GVS 36234 F1 Hybrid puis de l'échalote Yali. La Prema 178 avec 6,3% de matière sèche, a été classée presque en avant dernière position pour ce paramètre. Des études antérieures ont rapporté que le taux de matière sèche des bulbes varient normalement selon les variétés entre 7% et 18% du poids frais (Abhayawick et al., 2002). Le taux de matière sèche mérite également une attention particulière du point de vue de l'aptitude à la conservation (Silué et al., 2003; Assogba-Komlan et al, 2007; Konaté et al., 2017). Ce faible taux de matière sèche fait que la Prema 178 n'est pas apte pour une conservation longue durée supérieure à 3 mois. De même, ce faible pourcentage de matière sèche fait qu'elle n'est pas non plus indiquée pour le séchage; alors que la variété d'échalote 00727 et dans une moindre mesure la variété Yali semble être bien pour le séchage et, éventuellement pour une conservation en frais longue durée.

Les oignons riches en matière sèche sont plus fermes et de ce fait plus résistants aux lésions causées par le transport et la manipulation. Mais ce sont des oignons qui produisent des rendements moins élevés (Michel et Claude, 2003). Le faible taux de matière sèche chez le violet de Galmi (6,8%)

ne peut s'expliquer que par la période de culture car pour cette variété ce taux serait de 8 à 9 % selon les données relatées par l'INRAB (2001). De plus, elle est connue pour sa bonne conservation qui est de l'ordre de 91% en 3 mois et 84% en 6 mois (Mémento de l'agronome, 2002; Assane Dagna, 2006). Cependant, l'objectif de la culture d'hivernage n'étant pas la conservation de l'oignon mais plutôt sa mise immédiate sur le marché qui en est déficitaire, il importe de considérer le rendement bulbe ainsi que sa qualité comme critères essentiels pour le choix de ces variétés.

#### **Rendement total bulbes (t/ha) des cultivars**

Les rendements obtenus ont varié d'une tonne (GVS 36175 F1 Hybrid) à 29 tonnes (Prema 178). Ceci montre bien le meilleur comportement de cette dernière pour la culture d'hivernage. Les trois meilleures variétés ont été respectivement par ordre décroissant Prema 178, l'échalote 00727 et GVS 36180 F1 Hybrid. La variété GVS 36175 F1 Hybrid caractérisée par un plus faible poids moyen du bulbe a également enregistré le plus faible rendement bulbes frais. Des tests variétaux de saison sèche et fraîche conduits par AVRDC (2013) de novembre (2012) à avril (2013) ont permis d'obtenir de meilleurs rendements bulbes pour les variétés Yali, 00727 et violet de Galmi respectifs de 26, 18 et 19,6 t/ha. La période de culture pourrait expliquer ces meilleurs résultats dans la mesure où ces derniers ont été caractérisés par des résultats très médiocre 1,75 t/ha pour Yali et 1,9 t/ha pour violet de Galmi. Ces variétés semblent ne pas s'adapter à la culture d'hivernage. S'agissant de l'échalote 00727, le rendement en sèche et fraîche de 18 t/ha contre 10,75 t/ha enregistré en culture d'hivernage semble intéressant. Cette variété pourrait s'adapter aux deux périodes de culture dans notre zone. Le rendement très médiocre du violet de Galmi ne peut s'expliquer que par la non adaptabilité de cette variété à la culture d'hivernage. Cette dernière après sa sélection présente un rendement moyen de 45t/ha pouvant culminer à 60t/ha, (Assane Dagna, 2006). Cet oignon de jour court pour semis de

mi-septembre à fin décembre n'est pas une variété hivernale

### Conclusion

La production de l'oignon et de l'échalote pendant la saison de pluie permettra d'étendre la période de production, de prolonger de façon indirecte l'approvisionnement régulier des marchés tout le long de l'année. La présente étude a permis dans les conditions de notre expérimentation, d'évaluer et de mettre en évidence une meilleure adaptabilité de deux variétés (Prema 178 et 00727) à la culture de saison pluvieuse par rapport aux autres variétés testées. L'essai n'a pas souffert d'attaques significatives de ravageurs et de maladies. Toutefois, il a été observé des attaques non significatives de mildiou et quelques pourritures. Cependant, la production de l'oignon en hivernage requière une attention particulière dans la gestion des nuisibles, eu égard aux conditions favorables pour le développement de parasites et ravageurs des légumes au cours de cette période particulièrement humide et chaude qui présente par essence les facteurs favorables à la prolifération des spores des champignons. Il est important et souhaitable que d'autres expérimentations soient poursuivies en prenant en compte les dates de semis à partir du mois d'avril pour les pépinières afin d'identifier la meilleure date de semis en pépinière pour la production effective en hivernage des variétés retenues.

### CONFLIT D'INTERÊT

Tous les auteurs déclarent ne pas avoir un conflit d'intérêts.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AG collecté les données, écrit le manuscrit (40%) SK et JN ont contribué à la conception de la méthodologie (tous les auteurs ont convenu de la méthode d'échantillonnage, de la période et du choix du site). Il a contribué à la rédaction de la méthodologie lu et amélioré la section de discussion (20%). MS et MT ont participé à l'écriture et à l'amélioration du manuscrit. Ils ont également contribué à la vérification

linguistique, lu et amélioré la section de discussion (15% chacun). JB a contribué à la rédaction de la méthodologie lu et amélioré la section de discussion. Il a également fourni des commentaires (10%).

### REFERENCES

- Assane DM. 2006. Les effets de la réappropriation de la culture du Violet de Galmi par les producteurs d'oignon de la région de Tahoua – NIGER, sur la dynamique du territoire local, l'organisation sociale et économique, Thèse de doctorat. Université de Toulouse-Le. Option développement rural, p. 281.
- Assogba-Komlan FV, Bello S, Baco MN. 2007. Sélection participative au champ de quelques cultivars d'oignon de jours courts pour le département de l'Alibori. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, **58**:45-55.
- AVRDC (The World Vegetable Center). 2014. Year in Review 2013. Develop short-day red onions and yellow onions for improved yield, extended shelf-life, and/or Stemphylium resistance, p. 78.
- Conn KE, Lutton JS, Rosenberger SA. 2012. Onion: Disease Guide. A practical guide for seedmen, growers and agricultural advisors. Seminis Grow forward, p.69.
- Currah L. 2002. Onions in the tropics: cultivars and country reports. In *Allium Crop Science: Recent Advances*, Rabin Witch HD, Currah L (eds). CABI Publishing: Wallingford, UK; New York, USA; 379-408.
- Davis RM, Aegerter BJ. 2010. University of California Integrated Pest Management (UC IPM) Pest Management Guidelines: Onion Garlic, p.30.
- De Lannoy G. 2001. Oignon *Alliums cepa* L. In *Agriculture en Afrique Tropicale*, Raemaekers RH (ed). DGCI: Bruxelles ; 518-526.
- Delamarre C. 2010. Fiche technique oignon blanc Biologique. Chambre d'Agriculture de Lot et Garonne, p. 2.
- DGPSA (Direction Générale des Prévisions et des Statistiques Agricoles). 2008.

- Rapport analyse de la filière maraîchage. Ouagadougou, Burkina Faso, p. 117.
- DPSAA (Direction de la prospective et des statistiques agricoles et alimentaires). 2011. Rapport d'analyse du module maraîchage. Ouagadougou, Burkina Faso, p. 214.
- Gourc D, Monnier D, Payet JD. 2007. Oignon. In *Guide Pratique pour l'île de la Réunion*, Union Européenne (éd). Armefflor, Odeadom, Département de la Réunion, p. 106.
- Guissou R, Cissé K, Pouya T. 2012. Analyse des Incitations et Pénalisations pour l'Oignon au Burkina Faso. Série Notes Techniques. SPAAA, FAO, Rome p. 42.
- INRAB. 2001. Sélection variétale participative : Investigation sur les variétés cultivées, évaluation paysanne des résultats des tests de comportement variétal. Quelques outils méthodologiques et modèles de tableaux de collecte, de synthèse et d'analyse des données CRA-NORD, p. 16.
- Koike ST, Gladders P, Paulus AO. 2007. *Vegetable Diseases. A color Handbook*. Academie Press; 448.
- Konate M, Parkouda C, Tarpaga V, Guira F, Rouamba A, Sawadogo H. 2017. Evaluation des potentialités nutritives et l'aptitude à la conservation de onze variétés d'oignon (*Allium cepa* L.) bulbe introduites au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(5): 2005-2015. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.6>
- Mémento de l'Agronome, 2002. Histoires de légumes: Des origines à l'orée du XXI<sup>e</sup> siècle Science, Michel P, Claude F, 2003. INRA : Paris.
- Mondedji AD, Nyamador WS, Amevoin K, Adéoti R, Abbévi AG, Koffivi GK, Adolé GI. 2015. Analyse de quelques aspects du système de production légumière et perception des producteurs de l'utilisation d'extraits botaniques dans la gestion des insectes ravageurs des cultures maraîchères au Sud du Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(1): 98-107. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i1.10>
- N'Guessan KJ. 1997. Atelier de formation sur la filière semences oignon, la production des semences d'oignon et le contrôle de qualité des semences. Ferké, les 14, 15 et 16 octobre 1997, p. 10.
- RNCA (Réseau national des chambres d'agriculture). 2011. Exportations d'oignons hollandais vers l'Afrique de l'Ouest: Présentation des données commerciales en provenance d'Eurostat Note d'information / Filière oignon n°10.
- Silué S, Fondio L, Coulibaly MY, Magein H. 2003. Sélection de variétés d'oignon (*Allium cepa* L.) adaptées au nord de la Côte d'Ivoire. *Tropicultura*, **21**(3): 129-134.
- Son G, Kiogo R, Yé SG. 2016. Analyse des systèmes de production de l'oignon bulbe autour du barrage de Goinré dans la province du Yatenga au Nord du Burkina Faso. *Int. J Biol. Chem. Sci.*, **10**(3): 1173-1183. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.22>.
- Thiombiano A. 2005. Les combretaceae du Burkina Faso: taxonomie, écologie, dynamique et régénération des espèces. Thèse de Doctorat d'État ès Sciences Naturelles, Université de Ouagadougou, p. 290.