

## Variabilité morphologique et agronomique des écotypes d'oignon (*Allium cepa* L.) identifiés par les producteurs du Niger

R. Abdou<sup>1,2\*</sup>, M. Malice<sup>1</sup>, Y. Bakasso<sup>2</sup>, M. Saadou<sup>3</sup> & J.-P. Baudoin<sup>1</sup>

**Keywords:** Onion- *Allium cepa* L.- Morphological variability- Landraces- Niger

### Résumé

La diversité morphologique et agronomique de seize écotypes d'oignon collectés au Niger a été analysée à l'aide des descripteurs établis par Bioversity International. L'expérimentation a été conduite dans les localités de Madaoua et Saga-Gorou, selon un dispositif en blocs aléatoires complets à quatre répétitions. Les analyses univariées et multivariées ont révélé une variabilité morphologique et agronomique des écotypes évalués. La Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) et l'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) sur neuf caractères quantitatifs ont montré une structuration de cette diversité en trois groupes basée sur la longueur et le diamètre des feuilles ainsi que sur le poids des bulbes. L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) à partir des caractères morphologiques qualitatifs montre que les écotypes d'oignon du Niger sont structurés en cinq groupes. Les variables qualitatives les plus distinctives entre les écotypes d'oignon sont la couleur des feuilles, la forme et la couleur des bulbes et l'uniformité de la forme et de la couleur des bulbes. Cette étude ne nous a pas permis d'établir des corrélations entre les groupes composés à partir des caractères qualitatifs et ceux formés à partir des caractères quantitatifs. La distance génétique la plus grande est observée entre les écotypes les plus éloignés géographiquement.

### Introduction

Plante bisannuelle, l'oignon (*Allium cepa* L.) a besoin de deux saisons pour produire des graines. La première saison, il produit un bulbe comestible de forme et couleur variables suivant la variété. La deuxième année, après repos et plantation, le bulbe grossit et éclate en plusieurs bulbes qui donnent

### Summary

#### Morphological and Agronomic Variability of Onion (*Allium cepa* L.) Landraces Identified by Niger Producers

The morphological and agronomical diversity of sixteen onion ecotypes collected in Niger were analyzed using the descriptors established by Bioversity International. The experimentation was conducted in Madaoua and Saga-Gorou localities, according to a randomized complete block design with four repetitions. The Hierarchical Ascendant Classification (HAC) and Factorial Discriminant Analysis (FDA) on nine quantitative traits point out a structuration of this diversity in three groups based on leaves length and diameter, and on bulbs weight. The Multiple Correspondence Analysis (MCA) based on qualitative morphological characters showed that Niger onion ecotypes are structured into five groups. The most distinctive qualitative variables between ecotypes are leaf color, bulb shape and color, uniformity of bulb shape and color. No correlation is found between the groups obtained from qualitative characters and the groups obtained from quantitative traits. The largest genetic distance is observed between the most geographically distant ecotypes.

une ou plusieurs tiges fructifères (6). L'oignon appartient à la famille des Alliaceae et au genre *Allium*. La caractéristique principale de cette famille est la présence d'un bulbe formé par le renflement plus ou moins important de la base des feuilles (11). Jones et Mann (14) ont subdivisé cette espèce en trois groupes horticoles: commun, proliferum et

<sup>1</sup>Université de Liège, Gembloux Agro-Bio-Tech, Unité Phytotechnie tropicale et Horticulture, Gembloux, Belgique.

<sup>2</sup>Université A.M. de Niamey, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Niamey, Niger.

<sup>3</sup>Université de Maradi et Faculté des Sciences de l'Université Abdou Moumouni, Niamey/Niger.

\*Auteur correspondant: Email: [abdourabiou@yahoo.fr](mailto:abdourabiou@yahoo.fr).

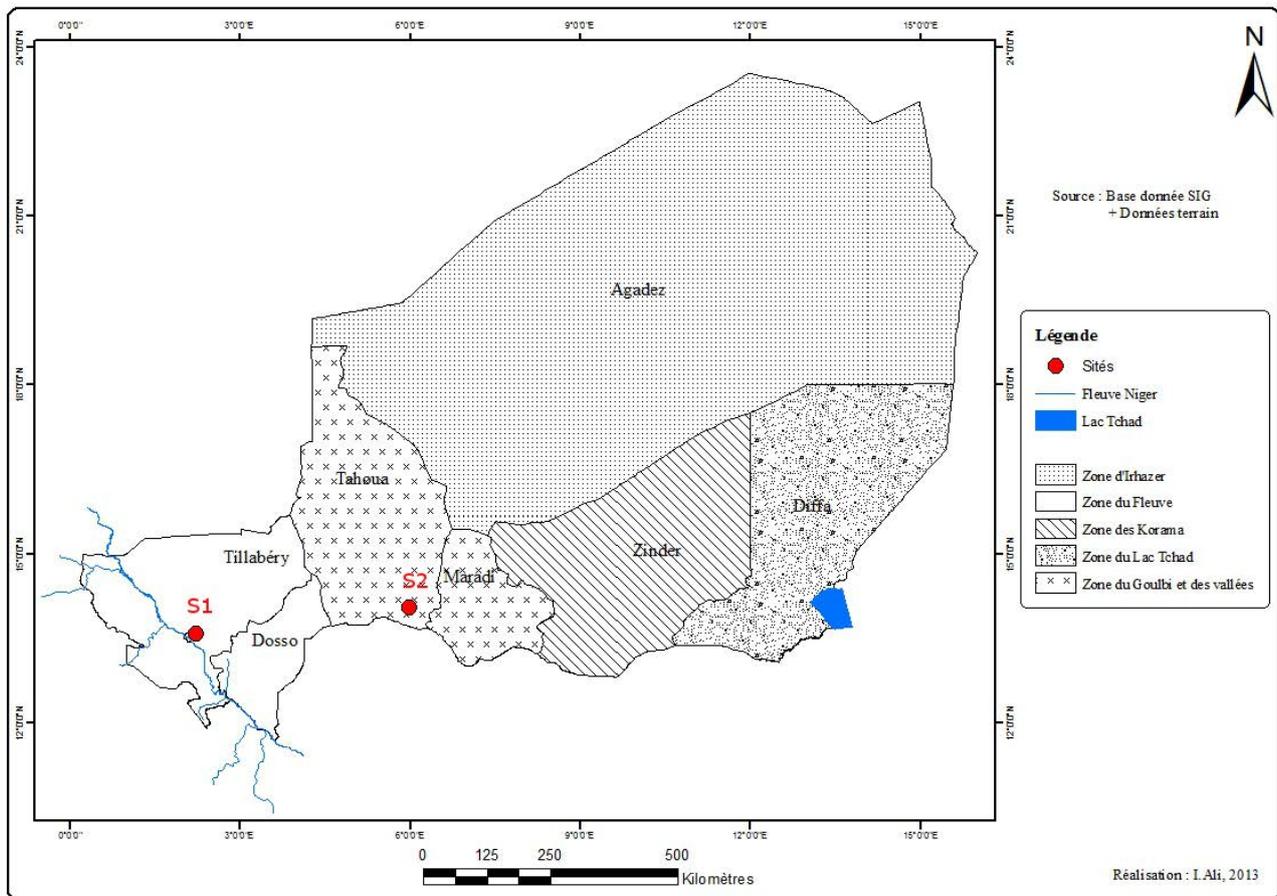
aggregatum. Ce dernier groupe est constitué des échalotes qui se multiplient le plus souvent végétativement. Les échalotes possèdent un bulbe souterrain semblable à celui de l'oignon, mais plus petit et divisé comme celui de l'ail.

Classée au deuxième rang mondial après les tomates sur la liste des légumes cultivés, l'oignon fait l'objet d'une production croissante depuis une vingtaine d'années dans divers pays d'Afrique subsaharienne. Cette croissance correspond au développement du maraîchage de saison sèche, à une stratégie de rattrapage des mauvaises campagnes agricoles de saison des pluies et à une diversification des sources de revenu (2). En Afrique de l'ouest, l'oignon occupe le 2e rang des légumes les plus cultivés après la tomate avec une production de près de 2 millions de tonnes/an (9). Au Niger, l'oignon constitue la plus importante des cultures maraîchères. Avec une production totale estimée à 447.000 tonnes, le Niger est le premier exportateur d'oignon d'Afrique de l'Ouest (4). La variété Violet de Galmi est la plus importante, mais plusieurs autres écotypes sont aussi présents. La diversité génétique de l'espèce est le plus souvent représentée par des variétés améliorées, des variétés paysannes et des écotypes (19, 20). Le terme variété améliorée signifie que la variété a fait l'objet d'amélioration par des centres publics ou privés de sélection végétale (12). Selon Leland (15), l'écotype est une population qui présente des formes particulièrement adaptées à un milieu bien déterminé. Les variétés paysannes ou encore variétés populations sont des variétés sélectionnées par les communautés rurales (12). De ce fait, les écotypes sont des variétés paysannes adaptées à un milieu bien déterminé, et se réfère toujours à une écologie spécifique. Toutefois, dans le cadre de cette étude, le terme écotype désigne une variété paysanne.

Au cours du temps, les producteurs d'oignons du Niger ont sélectionné et préservé, dans des zones de production isolées, les types d'oignon qui répondent à leurs besoins et qui se sont très bien adaptés aux différents écosystèmes. Au Niger, la collecte, la conservation et l'utilisation des ressources génétiques de l'oignon est une activité récente. Les premières collectes dans ce pays ont

été effectuées en 1960 par l'Institut Français de Recherche en Agronomie Tropicale (IRAT), avec une série de collectes d'écotypes locaux dans les régions du fleuve, le long de la Maggia au Nord et dans la vallée du Goulbi de Maradi. La collection de l'IRAT comporte aussi des accessions importées des Etats-Unis d'Amérique, des Pays-Bas, du Japon, d'Israël, de France et d'Australie (20). A partir de 1975, de nouvelles prospections ont été réalisées par l'Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), dans toutes les régions du pays. D'après Ricroh et al. (22) et Demol et al. (8), les ressources phytogénétiques, incluant les écotypes, les variétés paysannes et améliorées ainsi que les espèces apparentées sont essentielles pour les futurs besoins en sélection comme réservoirs de potentialités agronomiques. Cependant, ces ressources sont menacées de disparition en raison de pratiques agronomiques privilégiant des variétés importées plus productives, et le plus souvent génétiquement uniformes. Currah (3) explique les problèmes liés à la conservation des ressources génétiques de l'oignon principalement par l'insuffisance de descripteurs adéquats pour une documentation précise et par le manque d'une politique de conservation à l'échelon national pour valoriser ces écotypes et variétés paysannes. La gestion des ressources phytogénétiques implique une caractérisation agronomique, morphologique, physiologique et génétique des individus conservés (7). Une évaluation de dix écotypes, portant sur six caractères morphologiques et agronomiques, a montré l'existence d'une variabilité chez les oignons du Niger. En considérant les caractéristiques de production, forme, coloration et conservation des bulbes, les variétés et écotypes se structurent en trois groupes agro-morphologiques (20). Le présent travail analyse, sur base de plusieurs descripteurs qualitatifs et quantitatifs définis par l'IPGRI (13), la diversité d'un large échantillonnage d'écotypes d'oignon provenant de toutes les régions du Niger. Les résultats obtenus seront discutés en tenant compte de la nature des caractères analysés ainsi que des paramètres de la diversité et de la différenciation génétique des écotypes d'oignon du Niger.

Figure 1  
Localisation des zones de cultures irriguées et des sites d'étude.



S1: Localisation du site de Madaoua situé au centre sud du Niger dans la zone de la vallée de Maggia

S2: Localisation du site de Saga-Gorou situé à l'extrême ouest du pays dans la zone du Fleuve Niger

Tableau 1

Liste nominative des écotypes, leurs coordonnées géographiques et leurs caractéristiques principales.

Ecotypes	Sigles	Longitude	Latitude	Caractéristiques données par les producteurs
Blanc de Gotheye	(BGt)	1,568447	13,85876	Très précoce, bulbes blancs de petit calibre
Violet de Say	(VSy)	2,17721	13,38381	Précoce, bulbes violets de forme allongée
Violet d'Ayorou	(VAy)	1,568447	13,85876	Bulbes de couleur violette foncée
Rouge de Gaya	(RGy)	3,44804	11,88426	Bulbes rouges de forme sphérique
Blanc de Soukougoutan	(BSk)	3,885299	14,19044	Tardive, bulbes blancs de gros calibre, feuilles large
Violet de Galmi	(VGI)	5,675682	13,96691	Précoce, bulbes violets qui se conservent bien
Blanc de Galmi	(BGI)	5,675682	13,96691	Précoce, bulbes blancs
El Nigeria	(ENg)	7,137901	13,4075	Bulbes violets foncées qui se conservent mal
Blanc de Soumarana	(BSm)	7,113909	13,44949	Bulbes blancs à plusieurs lobes
Violet de Soumarana	(VSm)	6,906192	13,42274	Bulbes violets à plusieurs lobes
El Guidimouni	(EGu)	9,513376	13,69139	Tardive, bulbes jaunes de gros calibre
El Tassaou	(ETs)	8,483426	13,50093	Bulbes blancs de forme conique
El Gamdou	(EGm)	9,112533	13,61295	Bulbes violets de forme conique
Irin Rani	(IRn)	12,61224	13,31769	Bulbes violets de forme sphérique
El Agadez	(EAz)	8,102301	17,26782	Bulbe violets foncés de calibre moyen
Violet de Galmi*	(VTC)			Précoce, bulbes de couleur violette foncée

Violet de Galmi\* : Semences produites et conditionnées par Technisem.

## Matériel et méthodes

### Zones d'étude

Au Niger, la culture de l'oignon se pratique autour des points d'eau de surface, notamment des mares temporaires ou permanentes et le long du Fleuve. La figure 1 montre la localisation des différentes zones de culture et les localités de Madaoua et Saga-Gorou où les expérimentations ont été conduites. Pendant la campagne de cultures maraîchères 2010-2011, un premier site d'expérimentation a été installé à Madaoua. Cette localité est la principale zone de production de l'oignon au Niger, située au centre-sud du pays dans la zone de la vallée de Maggia. Le choix de ce premier site se justifie par les conditions environnementales optimales pour assurer une expression des caractères agro-morphologiques des écotypes d'oignon: le climat semi-aride et les sols hydromorphes associés à des sols ferrugineux, bien drainés et de bonne structure sont appropriés à la production de l'oignon (10). Durant la campagne 2011-2012, le dispositif mis en place à Madaoua a été dupliqué à Saga-Gorou, à l'extrême ouest du pays dans la zone du fleuve, à une vingtaine de kilomètres de Niamey. Le site de Saga-Gorou présente un climat de type semi-aride et les sols des cuvettes sont des gleysols hydromorphes à texture argileuse particulièrement aptes à la riziculture et aux cultures maraîchères (16).

### Matériel végétal

Le matériel testé se compose de 15 écotypes collectés auprès des producteurs d'oignon du Niger et d'une variété améliorée dont les semences proviennent du centre semencier français Technisem. Au Niger, les graines sont multipliées dans des petites parcelles par des producteurs pour leurs propres usages. Des graines de l'oignon ont été échantillonnées dans la parcelle d'un seul producteur par écotype sur 12 sites de production repartis à l'est du pays dans la vallée du fleuve Niger, au centre-ouest dans la zone des vallées Ader-Doutchi-Maggia et Goulbi, au centre-est du pays dans la zone des vallées de Korama, à l'extrême est dans la vallée du Lac Tchad, et au Nord dans la vallée d'Irhazer. Dans la plupart des sites, un seul écotype a été collecté, sauf dans deux sites où deux écotypes ont été échantillonnés.

Trente ombelles ont été récoltées par parcelle et réunies en un seul échantillon. Les graines ont été extraites manuellement et stockés dans le congélateur à  $-20^{\circ}\text{C}$ . Le tableau 1 donne la liste nominative des écotypes, accompagnée de leurs coordonnées géographiques de provenance, et des caractéristiques obtenues des producteurs; ces écotypes sont comparés avec la variété améliorée Violet de Galmi utilisée comme témoin.

### Dispositif expérimental

Les graines ont été semées en pépinière le 2 octobre 2010 pour le site de Madaoua et le 7 octobre 2011 pour le site de Saga-Gorou, avec 10 g de semences sur 1 m<sup>2</sup> de planche pour chaque écotype. Au bout de 50 jours, les jeunes plantes saines et robustes de 15-20 cm de haut sont repiquées dans la parcelle aux écartements de 20 x 20 cm, soit un total de 48 plantes d'un même écotype par parcelle. Le dispositif expérimental adopté est celui des blocs aléatoires complets avec 4 répétitions et 16 traitements, soit un écotype par traitement. Les parcelles élémentaires ont 2,5 m<sup>2</sup> de superficie. Deux blocs consécutifs étaient séparés par une allée de 0,5 m; tandis que deux parcelles consécutives étaient distantes de 0,30 m. En pépinière, on a effectué un épandage de 2 kg/m<sup>2</sup> de matière organique décomposée et un apport de 10 g/m<sup>2</sup> d'engrais minéral NPK 15-15-15 avant le semis, puis l'urée a été apportée à 25 jours après le semis à raison de 5 g/m<sup>2</sup>. Au champ, on a apporté 2 kg/m<sup>2</sup> de matière organique décomposée et 20 g/m<sup>2</sup> d'engrais minéral NPK 15-15-15 avant le repiquage, et 20 g/m<sup>2</sup> d'urée un mois après le repiquage. Avant les semis en pépinière et les repiquages au champ, les sols étaient désinfectés avec le Thioral, un mélange d'insecticide (matière active: Lindane 20%), et de fongicides (matière active: Thirame 20%) en respectant la dose de 250 g/ha pour le traitement. En pépinière et au champ, les traitements phytosanitaires ont été effectués à la fréquence d'une fois par mois avec un insecticide à large spectre, le Pyricol 480 EC (matière active: chlorpyrifos-éthyl), à la dose d'un litre par hectare. L'irrigation était de type gravitaire et se faisait trois fois par semaine en pépinière et deux fois par semaine en culture au champ.

Tableau 2

Caractères morphologiques et agronomiques utilisés pour l'analyse de la variabilité entre et à l'intérieur des écotypes.

Caractères étudiés	Etats et codes associés
	<b>Caractères morphologiques et qualitatifs</b>
Couleur des feuilles	Vert clair (CFE 1), Vert (CFE 2) Vert foncé (CFE 3)
Forme des bulbes matures	Aplatie (FBL1), Allongée (FBL 2), Sphérique (FBL 3), Forme sphérique divisé (FBL 4), Cône renversé (FBL 5), Conique (FBL 6)
Couleur des bulbes matures	Violet clair (CBL 1), Violet (CBL 2), Violet foncé (CBL 3), Blanc (CBL 4), Rouge (CBL 5)
Disposition et nombre de lobes par bulbe	Unilobé (NBL 1), Plusieurs lobes séparés (NBL 2), Plusieurs lobes non séparés (NBL 3)
Calibre des bulbes	Petit (CAB 1), Moyen (CAB 2), Gros (CAB 3)
Uniformité de forme des bulbes matures	Uniforme (UFB 1), Peu variable (UFB 2), Variable (UFB 3), Très variable (UFB 4)
Uniformité de couleur des bulbes matures	Uniforme (UFC 1), Peu variable (UFC 2), Variable (UFC 3), Très variable (UFC 4)
Densité foliaire des plantes	Faible (AFE 1), Moyenne (AFE 2), Forte (AFE 3), Très forte (AFE 4)
	<b>Caractères morphologiques et quantitatifs au lieu de Caractères morphologiques et qualitatifs</b>
Hauteur de la plante	HPI (cm)
Nombre des feuilles par plante	NF
Longueur maximale des feuilles	LF (cm)
Diamètre maximal des feuilles	DF (mm)
Biomasse aérienne fraîche	PF (g)
Biomasse aérienne sèche	PFS (g)
Poids des bulbes	PB (g)
Longueur des bulbes	LB (mm)
Diamètre des bulbes	DB (mm)
	<b>Caractères agronomiques et qualitatifs au lieu de Caractères morphologiques et qualitatifs</b>
Taux de floraison en première année	Pas de fleur (HFR 1), Faible (HFR 2), Moyen (HFR 3), Intense (HFR 4)
Précocité de maturité des bulbes	Très précoce (PRE 1), Précoce (PRE 2), Tardive (PRE 3)

Tableau adapté de IPGRI (2001)

### Méthodes de collecte des données

Les données morphologiques et agronomiques ont été collectées sur les 16 accessions, sur base d'une liste de dix-neuf descripteurs, dont neuf caractères quantitatifs et dix caractères qualitatifs, des espèces du genre *Allium* établis par l'IPGRI (13). Ces descripteurs ont cependant été légèrement modifiés et adaptés aux conditions de cette étude. Le tableau 2 donne la liste des caractères morphologiques et agronomiques utilisés pour l'analyse de la variabilité entre et à l'intérieur des écotypes. Une attention particulière a été portée sur le taux de floraison en première année. La floraison de première année est considérée comme un défaut agronomique (5). La précocité de maturité des bulbes est appréciée par le pourcentage de plantes couchées 100 jours après le repiquage (JAR), en se basant sur l'étude de Silué et al. (21). Pour tous ces descripteurs et pour chacune des 16 accessions testées, 20 plantes d'oignon ont été échantillonnées au hasard dans les différentes parcelles des blocs à 110 JAR, soit un total de 320 plantes. Toutes ces données

morphologiques et agronomiques ont servi à identifier le nombre de morphotypes pour tous les écotypes analysés. Un morphotype peut être défini comme un groupe d'individus présentant des propriétés morphologiques et agronomiques identiques (17).

### Analyses statistiques

Pour chacun des neuf caractères quantitatifs étudiés, nous avons procédé à une comparaison des moyennes par l'analyse de la variance (ANOVA), avec les logiciels Minitab 16 et Statistical Software. Lorsqu'une différence significative est observée entre écotypes pour un caractère donné, l'ANOVA est complétée par le test de groupement des moyennes selon la méthode de Tukey qui permet d'identifier les écotypes qui diffèrent significativement des autres (18). Une première analyse de variance à deux facteurs croisés fixes s'est intéressée aux facteurs écotypes et sites d'expérimentation ainsi qu'à leur interaction. Une seconde série d'analyse de variance à un facteur a

Tableau 3  
Valeurs moyennes et coefficients de variation des paramètres quantitatifs des écotypes testés.

Ecotype	HPns		LF***		DF***		NF***		PF***		PFS***		PB***		DB***		LB***	
	Moy	CV	Moy	CV	Moy	CV	Moy	CV	Moy	CV	Moy	CV	Moy	CV	Moy	CV	Moy	CV
BGI	55,40a	19,33	40,80bcde	14	15,30bcd	16,61	14,20bcde	29,28	125,70bcd	15,4	10,66abcd	22,62	109,80abcd	35,71	55,30cd	19,92	54,50cde	11,61
BGt	58,05a	22,36	37,00e	18,91	9,700e	12,1	22,40a	54,89	103,30bcd	43,91	9,76bcd	36,59	104,60cd	25,61	53,60d	12,01	61,40abcde	10,79
BSK	56,20a	22,94	41,70bcde	13,92	17,75b	10,95	17,70abcde	32,95	139,10abc	40,32	11,20abc	27,3	159,15a	24,05	70,20a	12,38	63,70abcd	15,07
BSm	51,15a	27,55	37,40de	17,36	14,80cd	12,51	16,50abcde	33,05	94,85cd	33,52	8,39cd	33,67	96,65d	29,64	59,20bcd	13,65	56,00de	15,5
EAZ	62,85a	26,38	43,80abcd	15,42	17,15bc	14,31	15,65bcde	35,32	155,45ab	34,63	13,26ab	36,86	120,45abcd	36,68	61,50abcd	18,74	68,60ab	19
EGm	60,95a	20,43	48,80a	14,86	21,00a	21,41	20,85ab	27,59	191,30a	44,08	14,44a	28,46	154,10ab	35,13	63,55abcd	17,44	67,45abc	15,42
EGu	51,75a	15,79	39,95bcde	15,65	13,85d	23,22	12,35e	21,22	69,45d	31,13	6,57d	38,78	50,80e	43,54	41,45e	21,14	51,40e	15,27
ENG	60,10a	19,57	44,10abc	12,78	16,50bcd	23,96	15,00bcde	28,69	137,15bc	35,41	10,69abc	27,96	111,50bcd	32,57	59,95abcd	16,18	58,55bcde	10,29
ETs	57,10a	17,85	46,10ab	13,15	17,95b	12,97	15,00bcde	16,04	129,85bc	29,77	10,85abc	22,58	116,95abcd	24,23	60,00abcd	14,24	65,00abcd	15,43
IRn	58,40a	16,7	43,85abcd	8,57	17,50bc	10,57	20,45abc	26,19	151,05ab	19,23	13,00ab	21,55	143,65abc	24,86	61,45abcd	15,15	68,15ab	17,32
RGY	57,80a	26,82	41,15bcde	15,25	16,65bcd	13,81	16,35abcde	30,05	145,35abc	32,27	12,17abc	33,46	127,90abcd	29,33	61,45abcd	15,9	62,75abcd	10,08
VAY	59,30a	25,33	40,95bcde	12,59	16,05bcd	13,02	14,65cde	22,18	133,60bc	33,49	10,60bcd	33,67	129,50abcd	33,41	58,90bcd	16,98	60,25abcde	11,91
VGI	62,15a	21,98	44,55abc	12,02	16,05bcd	11,34	14,50cde	24,97	122,40bcd	32,21	10,42bcd	27,17	150,75ab	39,16	69,00ab	20,41	65,45abcd	17,34
VSm	53,85a	12,14	41,15bcde	11,59	16,20bcd	12,92	20,35abcd	37,43	136,65bc	47,81	11,30abc	35,32	145,60abc	25,03	67,25abc	10,26	65,75abcd	15,67
VSy	52,50a	33,66	38,85cde	16,39	16,45bcd	15,84	17,05abcde	32,15	130,50bc	40,82	11,41abc	42,02	135,25abcd	37,6	61,80abcd	15,6	69,15ab	22,72
VTc	55,95a	10,88	43,20abcde	12,72	15,30bcd	16,71	14,25de	33,45	121,80bcd	37,43	9,69bcd	33,41	131,55abcd	33,67	66,10abc	11,43	70,85a	15,03
F	1,59		5,47		16,45		4,99		6,23		5,75		8,81		9,96		5,96	
P	0,076		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	

Pour chaque caractère, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales avec la méthode de Tukey. ns: non significatif à 5%; \*\*: significatif à 5%; \*\*\*: significatif à 5%.

HP: hauteur de la plante (cm), LF: longueur des feuilles (cm), DF: diamètre des feuilles (mm), NF: nombre des feuilles, DB: poids de la biomasse aérienne fraîche,

PFS: poids de la biomasse aérienne sèche, PB: poids des bulbes, DB: diamètre des bulbes (mm), LB: longueur des bulbes (mm).

Ecotypes : BGI: Blanc de Galmi, BSsm: Blanc de Soumarana, BGt: Blanc de Gotheye, BSk: Blanc de Soukoukoutan, EAZ: El Agadez, EGm: El Gamdou, ENG: El Nigeria,

EGu: El Guidimouni, ETs: El Tassaou, VGI: Violet de Galmi, VAY: Violet d'Ayorou, VSy: Violet de Say, VSm: Violet de Soumarana, RGY: Rouge de Gaya et IRn: Irin rani.

été effectuée pour étudier le comportement des écotypes en fonction des sites. Les données des caractères quantitatifs ont, par la suite, été soumises à une Analyse en Composantes Principales (ACP), suivie d'une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) par la méthode UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with arithmetic Average) ainsi que d'une Analyse Factorielle Discriminante (AFD). Pour cette dernière analyse, à travers le test de Wilks' Lambda, nous avons cherché à extraire des neuf variables quantitatives initiales un groupe de variables apportant une information suffisante pour la discrimination entre les groupes définis. Les logiciels Minitab 16 et XLSTAT version d'évaluation ont été utilisés pour réaliser l'ACP et la CHA. Les données des caractères morphologiques et agronomiques qualitatifs, codés en données ordinales, ont été soumises à l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et au calcul de la distance de Gower afin d'estimer les distances génétiques entre et à l'intérieur des écotypes testés, à l'aide du logiciel SAS version 9.2 for Windows. Pour rappel, l'indice de Gower est un coefficient permettant de mesurer la distance génétique entre deux écotypes ou entre deux individus, que les données soient dichotomiques, quantitatives ou qualitatives (18). Il varie de 0 lorsque les relevés sont identiques, à 1 lorsque les deux relevés sont différents.

## Résultats

### Analyse de la diversité des caractères morphologiques quantitatifs

L'interaction «écotype x site», traduisant un effet écotype et un effet site, est significatif pour tous les caractères quantitatifs analysés, sauf pour les variables hauteur de la plante (HP), Biomasse aérienne sèche (PFS) et diamètre des bulbes. Les analyses de la variance des caractères quantitatifs des écotypes testés sont regroupées dans le tableau 3. On observe pour chaque caractère, à l'exception de la hauteur des plantes, une différence hautement significative entre les différents écotypes ( $P < 0,001$ ). Les valeurs du coefficient de variation indiquent une forte variation entre les individus d'un même

écotype pour tous les caractères des feuilles et des bulbes, ce qui souligne l'hétérogénéité des écotypes locaux. À l'inverse, on observe une faible variation de la hauteur des plantes, de la longueur et du diamètre des feuilles entre les individus de la variété améliorée Violet de Galmi (VTC) dont les semences proviennent du centre semencier français Technisem. Les individus des écotypes Blanc de Gotheye (BGT) et El Guidimouni (EGU) présentent les plus faibles valeurs de la longueur, du diamètre, et du poids des feuilles ainsi que du poids, de la longueur et du diamètre des bulbes. Cependant l'écotype Blanc de Gotheye possède le nombre le plus important de feuilles, contrairement à El Guidimouni qui produit peu de feuilles. Les écotypes El Gamdou (EGM), El Tassaou (ETS) et Irin Rani (IRN) présentent des individus à caractères végétatifs très développés avec des valeurs intermédiaires pour le poids des bulbes. Les valeurs les plus élevées du poids, de la longueur et du diamètre des bulbes se retrouvent dans les écotypes Blanc de Soukougoutan (BSK), Violet de Galmi (VGI) et Violet de Soumarana (VSM). Le tableau 4 donne le récapitulatif l'analyse de variance à un facteur pour étudier le comportement des écotypes en fonction des sites. En général, les variables quantitatives des feuilles et des bulbes se sont mieux développées au niveau du site de Madaoua (S1).

Le dendrogramme réalisé à partir des moyennes de neuf caractères quantitatifs mesurés dans les deux sites par la méthode UPGMA a permis d'identifier trois groupes de diversité agro-morphologique et l'écotype El Guidimouni (EGU) (Figure 2). Ces groupes se distinguent par la valeur  $r=0,987$  du coefficient de similarité. Le tableau 5 donne les principales caractéristiques des différents groupes formés par la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA). L'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) sur l'ensemble des neuf variables quantitatives, à travers le test Wilks' Lambda, révèle une différence significative entre les 3 groupes sur la base de toutes les variables considérées, à l'exception de la variable NF (nombre de feuilles) (Prob.=0,165). Sur base des valeurs élevées du coefficient F de Fisher et du coefficient de détermination  $R^2$ , les variables

LF (longueur feuille), DF (diamètre maximal des feuilles), PF (poids de la biomasse aérienne fraîche), PFS (poids biomasse aérienne sèche) et PB (poids des bulbes) sont les plus discriminantes (Tableau 5).

Par l'Analyse Factorielle Discriminante (AFD), nous

avons cherché à extraire des neuf variables quantitatives un groupe de variables apportant une information suffisante pour la discrimination entre les trois groupes définis par l'analyse de la diversité à partir de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Les corrélations entre les variables

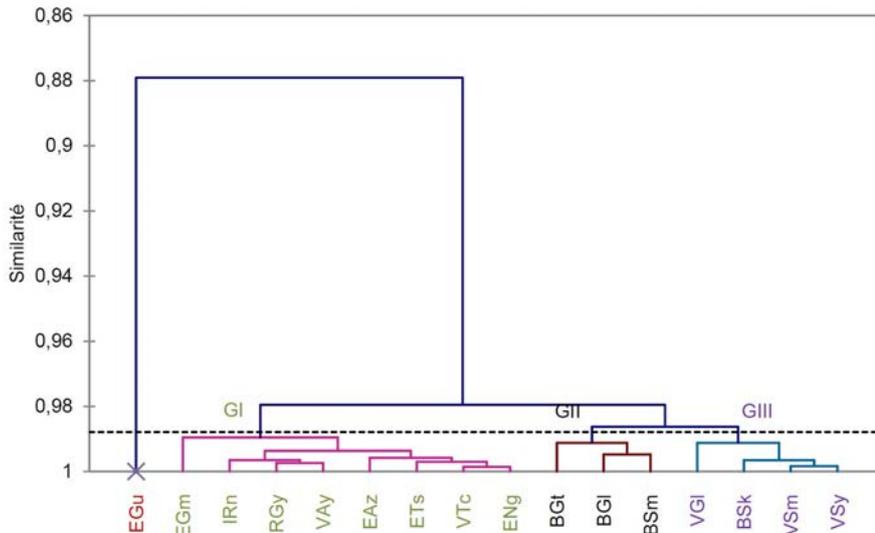
Tableau 4  
Résultats des ANOVA des variables par écotype en fonction des sites.

Ecotype	Site	Variables quantitatives								
		HP	LF	DF	NF	PF	PFS	PB	DB	LB
BGl	S1	57,5a	44,6a	16,3a	16,1a	132,8a	11,9a	109,7a	58,5a	52,7a
	S2	55,4a	40,8a	15,3a	14,2a	125,7a	10,6a	109,8a	55,3a	54,5a
BGt	S1	55,9a	40,9a	9,9a	32,6a	142,1a	11,4a	114,6a	52,9a	59,8a
	S2	60,2a	33,1b	9,5a	12,2b	64,5b	8,0b	94,6a	54,3b	63,0a
BSk	S1	52,0a	38,2a	17,0a	20,4a	167,7a	11,8a	151,2a	67,2a	63,6a
	S2	60,4a	45,2b	18,5a	15,0b	110,5b	10,5a	167,1a	73,2a	63,8a
BSm	S1	48,5a	33,4a	14,8a	18,4a	93,8a	7,9a	93,8a	54,6a	55,5a
	S2	53,8a	41,4b	14,8a	14,6a	95,9a	8,8a	99,5a	63,8b	56,5a
EAz	S1	52,1a	40,6a	18,3a	17,9a	155,3a	12,8a	109,2a	55,2a	68,8a
	S2	73,6b	47,0b	16,0b	13,4a	155,6a	13,7a	131,7a	67,8b	68,4a
EGm	S1	61,4a	45,6a	23,0a	25,1a	246,6a	16,7a	124,2a	58,7a	68,7a
	S2	60,5a	52,0b	19,0b	16,6b	136,0b	12,1b	184,0b	68,4b	66,2a
EGu	S1	47,5a	37,6a	16,7a	12,1a	67,0a	6,6a	51,6a	40,8a	55,3a
	S2	56,0b	42,3a	11,0a	12,6b	71,9a	6,5a	50,0a	42,1a	47,5b
ENg	S1	59,4a	42,2a	19,0a	16,8a	159,2a	11,4a	120,6a	60,4a	60,6a
	S2	60,8a	46,0a	14,0b	13,2a	115,1b	9,9a	102,4a	59,5a	56,5a
ETs	S1	53,4a	43,2a	18,4a	16,5a	142,2a	11,2a	124,6a	60,7a	68,5a
	S2	60,8a	49,0b	17,5a	13,5b	117,5a	10,4a	109,3a	59,3a	61,5a
IRn	S1	52,9a	41,7a	17,2a	22,7a	149,9a	14,1a	141,1a	59,4a	73,1a
	S2	63,9b	46,0b	17,8a	18,2a	152,2a	11,8a	146,2a	63,5a	63,2a
RGy	S1	52,9a	38,9a	16,6a	18,4a	167,8a	11,9a	121,9a	56,3a	64,0a
	S2	62,7a	43,4a	16,7a	14,3a	122,9b	12,3a	133,9a	66,6b	61,5a
VAy	S1	58,0a	40,7a	15,8a	15,4a	156,2a	11,0a	116,0a	54,3a	57,2a
	S2	60,6a	41,2a	16,3a	13,9a	111,0b	10,1a	143,0a	63,5b	63,3a
VGl	S1	56,8a	43,5a	16,2a	15,8a	142,7a	10,5a	138,3a	61,7a	69,1a
	S2	67,5a	45,6a	15,9a	13,2a	102,1b	10,2a	163,2a	76,3b	61,8a
VTc	S1	54,2a	43,0a	17,5a	16,5a	146,6a	11,4a	156,8a	63,3a	74,7a
	S2	57,7a	43,4a	13,1b	12,0b	97,0b	7,9b	106,3b	68,9a	67,0b
VSy	S1	49,6a	39,7a	17,9a	20,9a	145,5a	10,7a	157,5a	61,9a	75,2a
	S2	55,4a	38,0a	15,0b	13,2b	115,5a	12,0a	113,0b	61,7a	63,1a
VSm	S1	51,3a	38,3a	17,4a	25,2a	158,7a	12,2a	161,8a	65,8a	71,6a
	S2	56,4a	44b	15b	15,5b	114,6a	10,3a	129,4b	68,7a	59,9b
Total S1		53,7a	40,5a	17,0a	19,6a	149,4a	11,4a	125,5a	58,2a	65,7a
Total S2		60,3b	43,6b	15,3b	14,1b	113,0b	10,3b	123,9a	63,3b	61,1b

Pour chaque caractère, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales avec la méthode de Tukey.

Figure 2

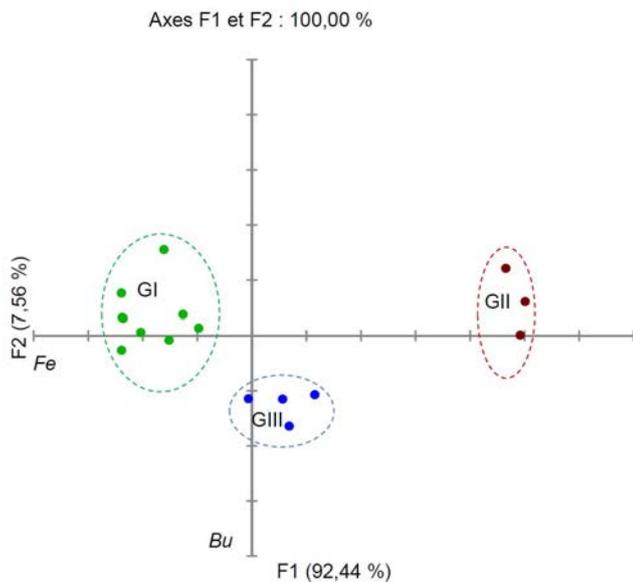
Dendrogramme issu de la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des écotypes d'oignon du Niger.



GI= groupe 1; GII= groupe 2;  
 GIII = groupe 3  
 Ecotypes : BGI: Blanc de Galmi, BSm: Blanc de Soumarana, BGt: Blanc de Gotheye, BSk: Blanc de Soukoukoutane, EAz: El Agadez, EGm: El Gamdou, ENg: El Nigeria, EGu: El Guidimouni, ETs: El Tassaou, VGI: Violet de Galmi, VAY: Violet d'Ayorou, VSy: Violet de Say, VSm: Violet de Soumarana, RGy: Rouge de Gaya et IRn: Irin rani

Figure 3

Représentation des différents groupes dans le plan factoriel discriminant formé par les axes canoniques 1 et 2.



GI = groupe 1 ; GII = groupe 2 ; GIII = groupe 3 ;  
 Fe : Feuilles ; Bu : Bulbes

Tableau 5

Caractéristiques principales des différents groupes formés par la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA).

Variable	GI	GII	GIII	R <sup>2</sup>	F	Prob
HP***	59,05 a	54,08 b	56,175 ab	0,558	5,142	0,023
LF***	43,99 a	38,78 b	41,563 ab	0,5	6,499	0,011
DF***	17,26 a	13,41 b	16,613 ab	0,498	6,553	0,011
NF***	16,52 a	16,36 a	17,400 a	0,758	2,075	0,165
PF***	145,69a	98,33 b	132,16 ab	0,43	8,628	0,004
PFS***	11,83 a	8,84 b	11,083 ab	0,501	6,482	0,011
PB***	129,45a	90,46 b	147,69 a	0,367	11,218	0,001
DB***	61,61 a	52,38 b	67,063 a	0,501	6,466	0,011
LB***	65,20 a	55,82 b	66,013 a	0,595	4,429	0,034
Statistique de Wilks' Lambda					10. (ddl=18)	0,004

\* : Valeurs significatives  
 HP: hauteur de la plante (cm),  
 LF: longueur des feuilles (cm),  
 DF: diamètre des feuilles (mm),  
 NF: nombre des feuilles,  
 PF: poids de la biomasse aérienne fraîche,  
 PFS: poids de la biomasse aérienne sèche,  
 PB: poids des bulbes,  
 DB: diamètre des bulbes (mm),  
 LB: longueur des bulbes (mm).

quantitatives et les axes discriminants sont présentées dans le tableau 6. Les caractères fortement corrélés au premier axe, expliquant 92,44% de la variabilité totale, sont la longueur et le diamètre des feuilles, ainsi que le poids de la biomasse aérienne, lesquels discriminent fortement les écotypes testés (Figure 3).

Cet axe 1 sépare deux groupes: GI et GII, situés respectivement du côté négatif et positif de l'axe. Le groupe GI comprend des écotypes El Gamdou (EGm), Irin Rani (IRn), Rouge de Gaya (RGy), Violet Ayorou (VAy), El Agadez (EAz), El Tassaou (ETs), El Nigeria (ENg) et la variété améliorée Violet de Galmi (VTc), dont les plantes sont caractérisées par de plus grandes valeurs pour les caractères quantitatifs des feuilles, et le groupe II (GII) comprend les écotypes Blanc de Gotheye (BGt), Blanc de Galmi (BGl), Blanc de Soumarana (BSm) et El Guidimouni (EGu), caractérisés par des individus présentant des valeurs faibles pour le poids des bulbes et les caractères quantitatifs des feuilles. L'axe 2 ne cumule que 7,56% de la diversité totale. Cet axe distingue les écotypes du groupe III (GIII) qui sont caractérisés par de plus grandes moyennes du poids de la longueur et du diamètre des bulbes, par rapport aux écotypes du groupe I avec des bulbes de taille intermédiaire et le groupe II avec des

bulbes de petite taille. Ce groupe III est composé des écotypes Violet de Galmi (VGI), Blanc de Soukougoutan (BSk), Violet de Soumarana (VSm) et Violet de Say (Vsy).

Analyse de la diversité des caractères morphologiques qualitatifs

Selon l'analyse des correspondances multiples des caractères morphologiques qualitatifs, codés en données ordinales, les deux premiers axes expliquent 29,24% de la variabilité, avec respectivement 17,76% et 11,48% pour l'axe 1 et 2. Les corrélations entre les deux axes et les variables morphologiques qualitatives des écotypes testés sont indiquées dans le tableau 7. Les caractères fortement corrélés au premier axe ( $r > 0,6$ ) sont la couleur verte claire des feuilles (CFE1), les bulbes à forme sphérique et divisés comme celui des échalotes (FBL4), la très forte densité foliaire (AFE4), les bulbes à maturité très précoce (PRE1), les bulbes unilobés (NLB1), l'uniformité de la couleur et de la forme des bulbes (UCB1 et UFB1). Parmi ces caractères, seul le caractère "bulbes unilobés (NLB1)" est négativement corrélé à l'axe 1. Les variables corrélées positivement à l'axe 2 sont la maturité très tardive des bulbes (PRE4), la forme de cône renversé ou obconique ou "High top" des bulbes (FBL5), et la forme variable des bulbes (UFB4). Les variables corrélées négativement à l'axe 2 sont la couleur verte foncée des feuilles (CFE3), la couleur rouge des bulbes (CBL5) et un taux de floraison élevé en première année. La figure 4 permet de distinguer 5 groupes dans le plan des deux premières composantes principales (Axe 1 et Axe 2). L'axe 1 distingue les individus du groupe 1 (G1) et ceux du groupe 5 (G5), situé respectivement du côté positif et négatif de l'axe.

Les individus de l'écotype Blanc de Gotheye, formant le groupe 1, se caractérisent par des feuilles de couleur verte claire (CEF1), des bulbes à forme sphérique et divisés (FBL4), l'uniformité de couleur et de forme des bulbes (UCB1 et UFB1), des bulbes de couleur blanche (CBL 4) et de petit calibre mais à maturité très précoce (PRE1). Les individus du groupe 5 sont composés de plantes caractérisées par des feuilles vertes (CFE2) et des couleurs et des

Tableau 6

Corrélations entre variables quantitatives et axes discriminants.

	Axe 1	Axe 2
HP	-0,633	0,27
LF	-0,717*	0,047
DF	-0,652*	-0,353
NF	0,26	-0,494
PF	-0,708*	-0,34
PFS	-0,625*	-0,408
PB	-0,574	-0,658*
DB	-0,537	-0,55
LB	-0,461	-0,524

\* : Valeurs significatives.

HP: hauteur de la plante (cm), LF: longueur des feuilles (cm), DF: diamètre des feuilles (mm), NF: nombre des feuilles, PF: poids de la biomasse aérienne fraîche, PFS: poids de la biomasse aérienne sèche, PB: poids des bulbes, DB: diamètre des bulbes (mm), LB: longueur des bulbes (mm).

Tableau 7

Valeurs propres et contribution des caractères aux axes 1 et 2 à partir de l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM).

Composante	Axe 1	Axe 2	
Valeurs propres	6,9864	4,589	AFE4: Très forte densité foliaire, AFR4: Floraison élevée
Contributions à la variance (%)	17,76	11,48	en première année, CFE1: Couleur verte claire des
Pourcentage cumulé (%)	17,76	29,24	feuilles, CFE3: Couleur verte foncée des feuilles, CBL5:
Les variables définissant les axes et leurs valeurs propres			Couleur rouge des bulbes, FBL3: Forme sphérique des
	CFE1(+0,8755)	CFE3(-0,6537)	bulbes, FBL4: Bulbes à forme sphérique et divisés, FBL5:
	FBL4(+0,8034)	CBL5(-0,4397)	Forme "High top" des bulbes, NLB1: Bulbes unilobés,
	AFE4(+0,7396)	AFR4(-0,4381)	PRE1: Bulbes à maturité très précoce, PRE4: Bulbes à
	PRE1(+0,6374)	PRE3(+0,2596)	maturité très tardive, UCB1: Uniformité de la couleur des
	UCB1(+0,6332)	FBL3 (-0,2098)	bulbes et UFB1:
	UFB1(+0,4943)	FBL5(+0,1605)	Uniformité de la forme des bulbes, UFB4: Forme variable
	NLB1(-0,4702)	UFB4(+0,1573)	des bulbes.

Tableau 8

Distances de Gower entre écotypes et entre individus d'un même écotype.

		Distance moyenne de Gower entre écotypes															Entre individus d'un même écotype				
		BGI	BGt	BSk	BSm	EAz	EGm	EGu	ENg	ETs	IRn	RGy	VAY	VGI	VSy	VSm	VTc	Moy	Ecar	Min	Max
		G5	G1	G5	G5	G5	G5	G2	G4	G5	G5	G3	G5	G5	G5	G5	G5				
BGI	G5	0,18																0,18	0,09	0	0,40
BGt	G1	0,7	0,1															0,10	0,06	0	0,30
BSk	G5	0,31	0,6	0,16														0,16	0,09	0	0,35
BSm	G5	0,17	0,67	0,3	0,17													0,17	0,09	0	0,45
EAz	G5	0,33	0,71	0,35	0,35	0,22												0,22	0,09	0	0,47
EGm	G5	0,27	0,74	0,38	0,28	0,41	0,23											0,23	0,09	0	0,45
EGu	G2	0,41	0,8	0,49	0,43	0,38	0,39	0,18										0,18	0,09	0	0,35
ENg	G4	0,52	0,59	0,54	0,53	0,49	0,63	0,7	0,08									0,08	0,06	0	0,20
ETs	G5	0,29	0,71	0,39	0,3	0,38	0,3	0,49	0,56	0,2								0,20	0,09	0	0,35
IRn	G5	0,3	0,69	0,27	0,31	0,28	0,36	0,46	0,41	0,33	0,15							0,15	0,08	0	0,40
RGy	G3	0,54	0,58	0,46	0,55	0,54	0,64	0,73	0,27	0,58	0,5	0,12						0,12	0,08	0	0,30
VAY	G5	0,33	0,68	0,34	0,34	0,3	0,42	0,5	0,4	0,34	0,31	0,42	0,17					0,17	0,10	0	0,45
VGI	G5	0,29	0,69	0,27	0,31	0,3	0,36	0,43	0,54	0,34	0,3	0,51	0,27	0,22				0,22	0,09	0	0,40
VSy	G5	0,37	0,72	0,44	0,38	0,35	0,45	0,52	0,54	0,36	0,43	0,53	0,28	0,38	0,23			0,23	0,09	0	0,43
VSm	G5	0,31	0,66	0,34	0,31	0,27	0,38	0,48	0,44	0,28	0,25	0,51	0,26	0,3	0,38	0,2		0,20	0,09	0	0,40
VTc	G5	0,38	0,68	0,32	0,41	0,33	0,38	0,43	0,43	0,46	0,26	0,48	0,37	0,33	0,5	0,35	0,16	0,16	0,09	0	0,40

Ecotypes: BGI: Blanc de Galmi, BSm: Blanc de Soumarana, BGt: Blanc de Gotheye, BSk: Blanc de Soukougoutan, EAz: El Agadez, EGm: El Gamdou, ENg: El Nigeria, EGu: El Guidimouni, ETs: El Tassaou, VGI: Violet de Galmi, VAY: Violet d'Ayorou, VSy: Violet de Say, VSm: Violet de Soumarana, RGy: Rouge de Gaya et IRn: Irin rani.

UFB1: Uniformité de la forme des bulbes, UFB4: Forme variable des bulbes.

Ecotypes: BGI: Blanc de Galmi, BSm: Blanc de Soumarana, BGt: Blanc de Gotheye, BSk: Blanc de Sokougoutan, EAz: El Agadez, EGm: El Gamdou, ENg: El Nigeria, EGu: El Guidimouni, ETs: El Tassaou, VGI: Violet de Galmi, VAY: Violet d'Ayorou, VSy: Violet de Say, VSm: Violet de Soumarana, RGy: Rouge de Gaya et IRn: Irin rani.

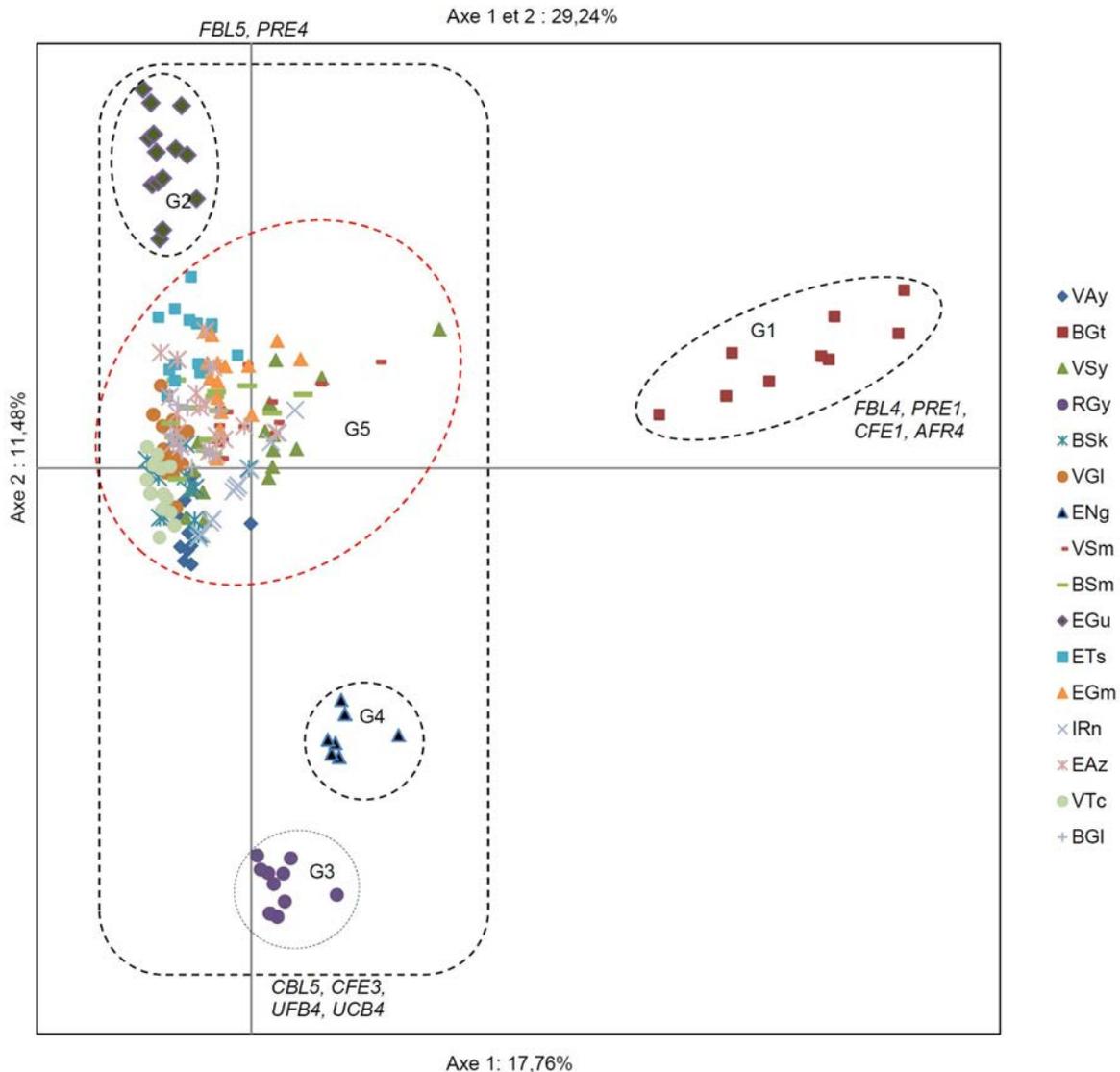
Moy: Moyenne, Ecar: Ecart type, Min: Minimum et Max: Maximum.

formes variables des bulbes (UCB3 et UFB3). Les individus de l'écotype El Guidimouni qui forme le groupe 2 (G2) occupent la partie positive de l'axe 2, ce qui correspond à des individus possédant des bulbes de forme "High top" (FBL 5), une variabilité dans la couleur et la forme des bulbes (UCB4 et UFB4) et à maturité très tardive (PRE4). Sur le côté

négatif de l'axe 2 apparaissent le groupe 3 (G3) composé par des individus de l'écotypes Rouge de Gaya (RGy) et le groupe 4 (G4) formé par des individus de l'écotype El Nigeria. Les individus de ces groupes G3 et G4 sont représentés par des plantes caractérisées par des feuilles de couleur

Figure 4

Analyse des Correspondances Multiples (ACM) sur l'ensemble des écotypes réalisée sur base des données morphologiques qualitatives.



G1 = groupe 1 ; G2 = groupe 2 ; G3 = groupe 3 ; G4 = groupe 4 ; G5 = groupe 5

Écotypes

BGI : Blanc de Galmi, BSm : Blanc de Soumarana, BGt : Blanc de Gotheye, BSk : Blanc de Soukougoutane, EAz : El Agadez, EGm : El Gamdou, ENg : El Nigeria, EGu : El Guidimouni, ETs : El Tassaou, VGl : Violet de Galmi, VAy : Violet d'Ayorou, VSy : Violet de Say, VSm : Violet de Soumarana, RGy : Rouge de Gaya et IRn : Irin rani

Codes associés aux états des variables qualitatives utilisées

AFR4 : Floraison très importante la première année, CBL5 : Couleur rouge des bulbes, CFE1 : Couleur verte claire des feuilles, CFE3 : Couleur verte foncée des feuilles, FBL4 : Forme divisé des bulbes, FBL5 : Forme de cône renversé des bulbes, PRE1 : bulbification très précoce, PRE4 : bulbification très tardive, UFB4 : Forme très variable des bulbes, UCB4 : Couleur très variable des bulbes.

Tableau 9

Nombre d'individus identiques pour les variables de forme associées à la couleur des bulbes et de morphotypes pour les écotypes analysés.

Écotypes	Nombre d'individus identiques pour les variables de forme et couleur des bulbes par morphotype															Nombre total d'individus	Nombre de Morphotypes								
	Plate					Allongée				Sphérique				Echalote				High top				Conique			
	VC	V	VF	B	R	VC	V	VF	B	VC	V	VF	B	R	VF			B	VC	V	VF	B	V	VF	B
BGt															20									20	1
BGI		2					2				4	2	10											20	5
BSk	1	1	4					3	3			8												20	6
BSm	2		3					1	1	2	1	9			1									20	8
EAz			3				3					12	2											20	4
ENg			4									16												20	2
RGy					2								1	17										20	3
VAy		3	2					2			4	9												20	5
VGI		5	3				2				5	4	1											20	6
VSay		1	2				5	3	1		3	4	1											20	6
VSm			6					1			3	7	1		2									20	6
VTc			3				2				1	14												20	4
IRn							4					10					1	1			4			20	5
ETs		2						2		1	1	1						1	4	2		6		20	9
EGu						2	2	2	1		1					1	5	4	2					20	9
EGm	1	1								1	1	1				3	2		8		2			20	9
Sous Total	3	15	24	7	2	2	11	14	10	5	24	82	35	17	2	21	1	8	7	4	12	6	8	320	
Total			51				37				163			23			20			26				320	
Pourcentage			15,94				11,56				50,94			7,19			6,25			8,13				100	

Écotypes: BGI: Blanc de Galmi, BSm: Blanc de Soumarana, BGt: Blanc de Gotheye, BSk: Blanc de Soukougoutan, EAz: El Agadez, EGm: El Gamdou, ENg: El Nigeria, EGu: El Guidimouni, ETs: El Tassaou, VGI: Violet de Galmi, VAY: Violet d'Ayorou, VSY: Violet de Say, VSm: Violet de Soumarana, RGy: Rouge de Gaya et IRn: Irin rani.

VC: Violet clair, V: Violet, VF: Violet foncé, R: Rouge, B: Blanc.

verte foncée (CFE3) et par un taux de floraison élevé en première année (AFR4), mais les individus du groupe 3 ont des bulbes de couleur rouge (CBL5) et ceux du groupe 4 ont des bulbes de couleur violette foncée (CBL3). Il est important de noter que quatre groupes (G1, G2, G3 et G4) correspondent chacun à un écototype, alors que le groupe 5 (G5) regroupe tous les autres écotypes. Les distances moyennes de Gower entre les écotypes testés, et les distances minimales, moyennes et maximales de Gower à l'intérieur des écotypes testés, sont indiquées dans le tableau 8. On trouve la plus grande valeur de la distance de Gower (0,80) entre les écotypes Blanc de Gotheye et El Guidimouni; la plus petite valeur (0,17) de cette distance est trouvée entre les écotypes Blanc de Galmi et Blanc de Soumarana.

A l'intérieur des écotypes, la distance moyenne entre individus par écototype testé varie de 0,08 à 0,23. Les valeurs minimales de la distance de Gower entre individus ont été trouvées chez les écotypes El Nigeria (ENg=0,08±0,06), Blanc de

Gotheye (BGt=0,10±0,06), Rouge de Gaya (RGy=0,09±0,09) et les valeurs maximales entre individus chez les écotypes El Gamdou (EGm=0,23±0,09), Violet de Say (VSY=0,23±0,09), Violet de Galmi (VGI=0,22±0,09), El Tassaou (ETs=0,20±0,1). La valeur maximale de 0,90 caractérise la distance séparant deux individus appartenant aux deux écotypes distincts: Blanc de Gotheye (BGt) et El Gamdou (EGm). Toutefois le test de Mantel montre une faible corrélation (R=0,12) entre distance morphologique et distance géographique qui n'est pas statistiquement significative (P=0,21). La valeur minimale de 0 correspond à des individus d'un même écototype présentant des caractéristiques morphologiques identiques. Le tableau 9 indique le nombre de morphotypes par écototype sur base des caractères qualitatifs de forme et de couleur des bulbes matures. Le nombre maximum de 9 morphotypes est obtenu chez les écotypes El Gamdou (EGm), El Guidimouni (EGu), El Tassaou (ETs). Le nombre le plus faible est obtenu chez les

écotypes Blanc de Gotheye (BGt) avec un seul morphotype, El Nigeria (ENg) avec deux morphotypes, Rouge de Gaya (RGy) avec 3 morphotypes.

### Discussion

L'ensemble des analyses portant sur les caractères quantitatifs et qualitatifs a permis d'identifier une importante variabilité agro-morphologique entre les écotypes d'oignon du Niger à partir de la précocité de bulbification, le calibre et le poids des bulbes, la taille et le poids des feuilles. Les écotypes collectés dans la zone de Korama et du Lac Tchad sont caractérisés par une bulbification tardive et des valeurs plus élevées pour les caractères quantitatifs de la partie aérienne de la plante. L'écotype Blanc de Gotheye de la zone du fleuve est caractérisé par des bulbes divisés et de petit calibre mais à maturité très précoce. Les écotypes originaires de la zone du Goulbi et de la vallées de Maggia sont précoces avec des bulbe de forme sphérique. Des résultats similaires basés sur plusieurs caractères morphologiques et agronomiques ont été mis en évidence au niveau d'écotypes d'oignon collectés au Niger (21) et en Afrique de l'ouest (24). Nos résultats de caractérisation des écotypes d'oignon du Niger montrent que les caractères morphologiques qualitatifs les plus distinctifs sont la couleur des feuilles, la forme et la couleur des bulbes. Cette variabilité de couleur et forme des bulbes chez les écotypes d'oignon du Niger en particulier mais aussi chez d'autres écotypes de l'Afrique tropicale en général a été observée par Boukary et al. (1), Currah (3), De Lannoy (6) et Ricroch et al. (22). Dans le cadre de cette étude, la structuration de la diversité génétique aboutit à classer en groupes homogènes les écotypes d'oignon selon les caractères morphologiques et agronomiques, et à déterminer les relations que ces groupes entretiennent entre eux. La structuration de la diversité génétique des écotypes d'oignon n'a pas permis de définir une organisation spatiale de la diversité à partir des caractères morphologiques et agronomiques. Cependant, certains caractères ont été identifiés uniquement dans certaines zones de production. C'est le cas du caractère de bulbes divisés comme celui des échalotes observé uniquement dans la zone du fleuve. C'est aussi le

cas des bulbes de couleur jaune avec une forme cônica et obcônica qui se retrouvent uniquement dans la zone des Korama. Le test de Mantel indique que la corrélation entre les données géographiques et les données morphologiques n'est pas significative. Toutefois, les plus grandes valeurs de la distance de Gower ont été trouvées entre l'écotype de la zone de Fleuve: Blanc de Gotheye et ceux de la zone du Lac Tchad: El Guidimouni et El Gamdou. Nous pouvons en conclure que les écotypes les plus éloignés géographiquement sont également ceux qui présentent la plus grande distance génétique entre eux. En effet, Currah (3), Moumouni (19) et Ricroch et al. (22) ont montré que les facteurs de l'environnement, tels que la longueur du jour, l'humidité et la température entraînent des effets variables sur le développement végétatif et physiologique de l'oignon.

Les tableaux 8 et 9 montrent l'existence d'une grande variabilité morphologique à l'intérieur des écotypes étudiés. Les coefficients de variation élevés observés pour les caractères morphologiques quantitatifs et l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) réalisée sur base des données morphologiques qualitatives, confirment cette importante variabilité à l'intérieur des écotypes. Cette forte ségrégation qui a rendu difficile la description des écotypes testés, a été observée par Rouamba et Ricroch (24) sur les variétés et écotypes d'oignon d'Afrique de l'ouest, et pourrait résulter de flux gènes. Au Niger, les flux de gènes sont principalement expliqués par les échanges de semences entre producteurs et la pollinisation croisée des écotypes d'oignons cultivés dans des champs contigus, et pourraient constituer une menace pour la stabilité génétique des écotypes.

### Conclusion

Une importante variabilité génétique est observée entre et l'intérieur des écotypes d'oignon du Niger, et les caractères morphologiques et agronomiques les plus distinctives sont le poids des bulbes, la longueur et le diamètre des feuilles, la précocité de la maturité des bulbes, la couleur des feuilles, la forme et la couleur des bulbes, l'uniformité de la forme et de la couleur des bulbes. Cette diversité génétique de l'oignon pourrait être conservée efficacement à travers un programme de

conservation ex situ, mais aussi un programme de conservation in situ à la ferme pour éviter ou limiter la menace de disparition des écotypes. Cette étude montre aussi l'adaptation au milieu local des écotypes d'oignon du Niger, et que les producteurs du Niger exercent une sélection des bulbes sur la base leur couleur et forme, en particulier chez les écotypes Blanc de Gotheye, Blanc de Soukoukoutan, Rouge de Gaya, El Nigeria, Irin rani, El Tassaou, El Gamdou et El Guidimouni. Une attention particulière doit être accordée à chacune des cinq zones de production qui couvrent toute la diversité des oignons cultivés au Niger, afin d'assurer le maintien de celle-ci. Il est donc utile de combiner conservation in situ dans ces cinq zones et

conservation ex situ. Ces modes in situ et ex situ de conservation doivent impliquer la caractérisation et l'évaluation de tous les écotypes maintenus dans ces sites. Ces données couvriront notamment les caractéristiques de rendement (poids des bulbes), le taux de matière sèche des bulbes, la précocité de maturité, la conservation, le goût, l'uniformité de forme et couleur des bulbes. Les résultats de ces évaluations permettront de choisir des génotypes parentaux complémentaires entre eux et de lancer ainsi un programme de sélection variétale décentralisée dans les diverses zones de production de l'oignon au Niger.

### References bibliographiques

- Boukary H., Hoaugui A., Barage M., Adam T., Roumba A., & Saadou M., 2013. Evaluation agromorphologique des variétés et/ou écotypes locaux d'oignon du Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6, 6, 3098-3106.
- Cathala M., Woin N. & Essang T., 2003, L'oignon, une production en plein essor en Afrique sahélo soudanienne: le cas du Nord Cameroun, *Cah. Agric.*, 12, 4, 261-266.
- Currah L., 2002, Onions in the Tropics: Cultivars and Country Reports. In : Rabinowitch H.D. and Currah L., eds. *Allium Crop Sci.: Recent adv.*, CABI Publ., Wallingford, Oxon, UK, New York, NY, USA, 379-408.
- D'Alessandro S. & Soumah A., 2008, Évaluation sous-régionale de la chaîne de valeurs oignon /échalote en Afrique de l'Ouest. Bethesda, MD: projet ATP, Abt Associates Inc., 58p.
- De Bon H., 1987, Développement de l'oignon (*Allium cepa* L.) en zone tropicale. Etude particulière de la variété Violet de Galmi, Thèse de docteur-ingénieur Fort-de-France : CIRAD-IRAT, 179 p.
- De Lannoy G., 2001, Oignon *Allium cepa* L. In: Raemaekers R.H., eds. *Agric. en Afrique Tropic.*, DGCI, Bruxelles, Belgique, 518-526.
- Demarly Y. & Sibi M., 1989, Amélioration des plantes et biotechnologies. John Libbey, Paris, 151p.
- Demol J., Baudoin J.-P., Louant B.-P., Marechal R., Mergeai G. & Otoul E., 2002, Amélioration des plantes. Application aux principales espèces cultivées en régions tropicales. Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, 582 p.
- FAOSTAT, 2013, Base de données statistiques agricoles FAO, <http://faostat.fao.org/> 10/05/2013.
- Fauquet F. & Morel A., 2006, Résilience des communautés rurales face à la crise écologique et foncière du Sahel : L'exemple de la vallée d'Arewa (Niger central), *Cairn*, 217, 1, 77-89.
- Fritsch R.M. & Friesen N., 2002, Evolution, domestication and taxonomy. In : Rabinowitch H.D. & Currah L., eds., *Allium Crop Science: Recent Adv.*, CABI Publ., Wallingford, UK, New York, NY, USA, 5-30.
- Grandval F., 2011, Quelques définitions clés pour aborder ce dossier «semences», *Grain de sel*, 52-53, 39-40.
- IPGRI, ECP/GR, AVRDC, 2001, Descriptors for *Allium* (*Allium* spp.), International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy; European Cooperative Programme for Crop Genetic Resources Networks (ECP/GR), Asian Veg. Res. Dev. Center, Taiwan, 43p.
- Jones H.A. & Mann L.K., 1963, Onions and Their Allies. New York: Interscience Publishers.
- Leland R.H., 1987, Manuel pour la sélection du

- sorgho. (2<sup>e</sup> éd.). Andhra Pradesh, Inde : ICRISAT.
16. Mahamane L., Mahamane S & Nonguierma A., 2005, Détermination du degré d'aridité bioclimatique de sept localités du département de Tillabéri (sud-ouest du Niger) : classement en zones bioclimatiques, *Sécheresse*, 16, 2, 107-114.
  17. Malice M., Martin N., Pissard A., Rojas-Beltran J.A., Gandarillas A., Bertin P. & Baudoin J-P. , 2007, A preliminary study of the genetic diversity of Bolivian oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) varieties maintained in situ and ex situ through the utilization of ISSR molecular markers, *Genet. Resourc. Crop Evol.* 54, 685–690.
  18. Mohammadi S. A. & Prasanna B. M., 2003, Analysis of Genetic Diversity in Crop Plants-Salient Statistical Tools and Considerations, *Crop Sci.*, 43, 4 1235-1248.
  19. Moumouni A. D., 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 Université de Toulouse - Le Mirail, 281 p.
  20. Nabos J., 1976. L'amélioration de l'oignon (*Allium cepa* L.) au Niger, *Agron. Tropic.*, 31, 4, IRAT Paris, 387- 397.
  21. Silué S., Fondio L., Coulibaly M.Y. & Magein H., 2003, Sélection de variétés d'oignon (*Allium cepa* L.) adaptées au nord de la Côte d'Ivoire, *Tropicultura*, 21, 3, 129-134.
  22. Ricroch A., Rouamba A. & Sarr A., 1996. Valorisation de la production de l'oignon en Afrique de l'Ouest par la gestion dynamique de ses ressources génétiques. *Acta Botanic. Gallica*, 143, 2-3, 101-106.
  23. Rouamba A., Ricroch A., Sandmeir M. & Sarr A., 1994, Evaluation of genetic resources of onion (*Allium cepa* L.) from west Africa, *Acta Hort.*, 358, 173-179
  24. Rouamba A. & Ricroch A., 1996, Cartographie des *Allium cepa* L. en Afrique de l'Ouest, *Sci. Technol.*, 22, 27-37.

R. Abdou, Nigerien, Doctorant, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio-Tech, Unité Phytotechnie tropicale et Horticulture, Gembloux, Belgique.

M. Malice, Belge, Doctorat, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio-Tech, Unité Phytotechnie tropicale et Horticulture, Gembloux, Belgique.

Y. Bakasso, Nigerien, Doctorat d'état, Enseignant chercheur, Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Niamey, Niger.

M. Saadou, Nigerien, Doctorat d'état, Enseignant chercheur, Recteur de l'Université de Maradi, Université de Maradi et Faculté des Sciences de l'Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger.

J.-P. Baudoin, Belge, Doctorat d'état, Professeur, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio-Tech, Chef de l'Unité de Phytotechnie tropicale et d'Horticulture, Gembloux, Belgique.