

Variabilité phénotypique d'une core collection de variétés exotiques et locales de patate douce (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) cultivées au Togo

Tighankoumi GMAKOUBA^{1,2*}, Jacob Kebalo BAMAZE², Noudifoulè TCHALA², Ben Djadide DJAMALDINE⁴, Koussao SOME³, Anissou BAWA¹ et Atti Tchabi¹.

¹Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture (ISMA), Université de Kara, Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées (LaSABA), BP 404 Kara, Togo

²Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA/CRAL-Davié), BP 2318 Lomé, Togo

³Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA /CREAF-Kamboinsé), 01 BP 470 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

⁴Institut des Technologies avancées, 01 BP 1514 Lomé, Togo

Correspondance: Tighankoumi GMAKOUBA, PhD ; Assistant, Université de Kara, Téléphone: 228 90 85 25 56 ;

E-mail : junior.itra@gmail.com / tgmakouba@wacci.ug.edu.gh

Submission 8th February 2024. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 31st March 2024. <https://doi.org/10.35759/JABs.195.6>

RESUME

Objectifs: La patate douce est une plante à racines tubéreuses qui assure la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations au Togo. Cette étude se propose de contribuer à l'augmentation de la productivité de la patate douce au Togo à travers la sélection des variétés à usage industriel (potentiel de rendement élevé, résistantes et ou tolérantes aux maladies et ravageurs) et à haute valeur nutritive. Spécifiquement, il s'agit d'évaluer les performances agronomiques et phytosanitaires de vingt (20) variétés issues de la collection de base de l'Unité d'Amélioration Génétique de la Patate douce de l'ITRA, et d'analyser la variabilité agromorphologique de la core collection.

Méthodologie et Résultats: Un essai variétal a été conduit en pluvial strict sur une parcelle expérimentale à Adangbé. Le dispositif expérimental adopté a été un alpha lattice à trois répétitions. En cours de végétation, les paramètres mesurés étaient la vigueur végétative, la longueur de la tige principale, la longueur des entre-nœuds, le diamètre au collet de la tige principale, et la sévérité d'attaque de la virose. A la récolte, le poids de la biomasse aérienne, le rendement en racines tubérisées, l'indice de récolte, le nombre de racines tubérisées par plants, le taux de matière sèche, le nombre de racines infectées au charançon et le score de sévérité du charançon ont été évalués. L'analyse de variance a révélé des différences significatives entre les variétés au seuil de 5% pour la plupart des paramètres excepté le diamètre au collet et la sévérité d'attaque à la virose. Les analyses descriptives ont révélé l'existence d'une variabilité entre les variétés. L'analyse en composante principale (ACP) a révélé que 10 des 12 paramètres évalués sont pertinents pour expliquer la variabilité morphologique entre les accessions. La classification ascendante hiérarchique (CAH) a permis d'obtenir quatre groupes distincts. Trois variétés ont été

retenues comme meilleures en termes de rendement, tolérance au charançon, taux de matière sèche et indice de récolte. Il s'agit des variétés Djété Jaune 4, Amousoucope 2 et Djété Kahe 2.

Conclusion et applications des résultats: Les résultats ont révélé que la collection est hypervariable et ont donné un aperçu de la diversité et des relations entre les variétés. Ces informations obtenues ont des implications importantes pour la conservation et la gestion des ressources génétiques ainsi que pour la sélection et la création de la patate douce au Togo.

Mots clés : Performances, *core* collection, variété, patate douce, Togo.

Agromorphological variability of a *core* collection of local and exotique sweet potato varieties (*Ipomoea batatas* Lam.) cultivated in Togo

ABSTRACT

Objectives : Sweet potato is a roots crop which ensures food and nutritional security in Togo. With a view of identifying new varieties with high yield potential, resistant and/or tolerant to diseases and pests, and with high nutritional value, a trial was conducted in Adangbé. The study aims to contribute to increase sweet potato productivity in Togo through selection of high yielding varieties for industrial use and with high nutritional value. The specific objectives were to evaluate the agronomic and disease performances of twenty (20) varieties selected from the basic collection of ITRA Sweet Potato Genetic Improvement Unit, and to assess the agromorphological variability of the *core* collection.

Methodology and Results: The experimental design used was an alpha lattice with three replications. The parameters measured were plant vigor, length of the main stem, length of internodes, diameter of the main stem, and severity of attack of the virus. At harvest, weight of the biomass, yield of tuberous roots, harvest index, number of tuberous roots per plant, dry matter content, the number of roots infected by weevils and its attack severity score were evaluated. Analysis of variance revealed significant differences between the varieties at the 5% threshold for most parameters except the diameter of the main stem and the severity of virus attack. Descriptive analyses revealed the existence of variability between varieties. Principal Component Analysis revealed that 10 of the 12 parameters were relevant to explain morphological variability between accessions. From the cluster analysis four distinct groups were identified. Three (3) varieties were selected as the best in terms of yield, weevil tolerance, dry matter content and harvest index. These are the varieties Djété Jaune 4, Amousoucope 2 and Djété Kahe 2.

Conclusions and applications of findings: The results have shown that the collection is hypervariable and have provided insight into the diversity and relationships among varieties. The information obtained has important implications for the conservation and management of genetic resources as well as for the selection and breeding of sweet potato in Togo.

Keywords: Performances, *core* collection, variety, sweet potato, Togo.

INTRODUCTION

La patate douce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] est une plante de la famille des convolvulacées largement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales pour ses racines tubéreuses et ses feuilles comestibles (Truong *et al.*, 2018; Selamawit Abebe *et al.*, 2021). Elle est utilisée en alimentation humaine et animale. Dans l'industrie, les racines servent à la production

d'amidon de carburant, d'alcool et d'acide acétique (Andrade *et al.*, 2009). Les feuilles et les racines tubérisées sont très riches en protéines, en bêta-carotène (provitamine A) et en vitamines (B2, B6 et C) (Cartabiano-Leite *et al.*, 2020). La patate douce présente des avantages agronomiques intéressantes telles que la bonne productivité, le cycle de

production plus ou moins court variant de 3 à 6 mois selon la variété, une large adaptation climatique et édaphique de la plupart des variétés (Lebot, 2019). Comparativement à d'autres cultures, elle ne nécessite pas beaucoup de moyens financiers et de travail dans le cadre de la production. Sur le plan mondial elle est la septième plus importante culture alimentaire après le blé, le riz, le maïs, la pomme de terre, l'orge et le manioc et la quatrième plus importante dans les régions tropicales (Truong *et al.*, 2018). En Afrique, la patate douce occupe la troisième place parmi les plantes à racines et tubercules après le manioc et l'igname (You *et al.*, 2018). Au Togo, la patate douce se classe au quatrième rang des plantes à racines et tubercules cultivées après le manioc, l'igname et le taro (DSID, 2022). Avec un besoin en eau de 500 – 600 mm bien répartie sur la longueur du cycle, toutes les zones du pays s'y prêtent à la culture mais la région maritime est la plus grande productrice (DSID, 2022). En effet, sa production a été estimée à environ 9 694 tonnes en 2022, avec une superficie 2 666 ha et un rendement moyen de 11,7t/ha (DSID, 2022). Elle est cultivée sous diverses variétés qui se distinguent par le port et la couleur des tiges, la forme, le type, la taille et la couleur des pétioles et des feuilles, ainsi que par la peau et la chair des racines tubéreuses. Au Sud Togo, les plantations peuvent se faire durant les deux saisons pluvieuses respectivement en Mai et en Août. Les racines tubéreuses de la patate douce sont consommées sous forme bouillie, frite ou transformée en biscuits, chips, farine, purée, beignets etc., (Haile, 2020 ; ProSécaI, 2023). Les variétés à chair orange sont une grande source de vitamine A pour les enfants de moins de cinq ans et les femmes enceintes (You *et al.*, 2018). La patate douce contribue à la sécurité alimentaire, nutritionnelle et à la lutte contre la pauvreté (Bhuyan *et al.*, 2022). Malgré ses différentes potentialités, la production de la patate douce au Togo est confrontée à de nombreuses

contraintes parmi lesquelles la non disponibilité de semences de variétés améliorées, les faibles rendements des variétés traditionnelles existantes, la sensibilité de la plupart des variétés cultivées aux attaques parasitaires, la baisse de la fertilité des sols et le faible niveau d'adoption des technologies mises au point par la recherche (Glato *et al.*, 2017). En effet, au niveau national les rendements observés sont encore bas (moins de 10 t/ha) avec des variétés dominées par les types à chair blanche (DSID, 2022). Les premiers travaux de recherche sur la patate douce au Togo datent des années 1980 (ITRA, 2008). Ces travaux menés par l'Institut National des Plantes à Racines et Tubercules (INPT) avaient permis de mettre au point des variétés performantes; lesquelles ont été perdues dès la disparition de l'Institut National des Plantes à Racines et Tubercules en 1997. Néanmoins, au cours de cette dernière décennie, des progrès majeurs ont été réalisés. Les travaux de recherche sur la patate douce ont été relancés en 2016 par le Laboratoire de Physiologie Végétale de l'Université de Lomé et ensuite en 2019 par l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA). Les travaux de Glato *et al.* (2017) ont permis de collecter et de caractériser le germoplasme de patate douce cultivé au Togo. Sur une centaine d'accessions évaluées de 2019 à 2021, une collection de travail de 20 variétés a été constituée. Très peu de travaux de recherche ont été menés dans le domaine de la création et de la sélection des variétés de patate douce nutritives et productives au Togo. La présente étude tire sa raison d'être de ce vide scientifique. L'ITRA et le Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologique Appliquées (LaSABA) de l'Université de Kara ont initié un programme de création et de sélection des variétés de patate douce hautement productives, nutritives et résilientes aux changements climatiques en vue de répondre aux besoins des acteurs de cette chaîne de valeurs. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude dont l'objectif général

est de contribuer à l'augmentation de la productivité de la patate douce au Togo à travers la sélection des variétés à usage industriel et à haute valeur nutritive. De manière spécifique ce travail vise à :

- i. évaluer les performances agronomiques et phytosanitaires d'une *core* collection de vingt (20) variétés,
- ii. analyser la variabilité agromorphologique au sein de la *core* collection pour des besoins d'amélioration génétique.

MATERIEL ET METHODES

Site expérimental: L'essai a été conduit à Adangbé dans la préfecture de Zio à environ 16,5 km de Tsévié. Les coordonnées géographiques du site sont : 13°17' 49"N et 2°20'40"E. Le site est bordé par Adidokpo au Nord, la rivière Haho à l'Est, le village Gati au Sud et le village Havé à l'Ouest (Figure 1). Il est situé dans la savane guinéenne et jouit d'un climat subéquatorial caractérisé par un régime pluviométrique bimodal. Les précipitations annuelles typiques varient de 600 mm à 1 200

mm, ce qui permet deux saisons de culture, une de mars à juillet et l'autre de septembre à novembre. Le climat est humide et chaud, avec une température moyenne annuelle de 27,3°C et une moyenne de précipitations de 692,3 mm (Ezui *et al.*, 2016). Les sols du site sont argilo-sableux et ont un pH moyennement à très faiblement acide, tandis que le taux de matière organique varie de moyen à bon (Detchinli *et al.*, 2017).



Figure 1. Carte du canton de Gbatopé indiquant le site expérimental

Matériel végétal : Le matériel végétal est constitué de onze (11) variétés locales issues de la collection nationale de base de patate douce du Togo établie en 2019 par l'ITRA, de quatre (04) variétés améliorées introduites du Centre International de la Pomme de terre

(CIP), et de cinq (05) variétés introduites à partir des Systèmes Nationaux de Recherche du Nigéria, du Ghana, de la Mozambique, de l'Ouganda et des USA. La liste, les caractéristiques et les origines d'introduction des variétés testées sont décrites au Tableau 1.

Tableau 1. Liste, caractéristiques et origine des variétés de patate douce testées.

Variété	Obtenteur	Origine	Type	Couleur de la chair de la racine tubéreuse	Statut de biofortification en Vitamine A
Chair orange 1	ITRA	Togo	amélioré	Orange	Oui
CRI Apomuden	CIP	Ghana	amélioré	Orange	Oui
Carotte 2	ITRA	Togo	amélioré	Orange	Oui
Jewel	CIP	Togo	amélioré	Orange	Oui
Djété gbazédjin 3	ITRA	Togo	local	Blanche	Non
Gnigbé 1	ITRA	Togo	local	Blanche	Non
Glidji	ITRA	Togo	local	Blanche	Non
Djété jaune 2	ITRA	Togo	local	Jaune	Non
Djété jaune 3	ITRA	Togo	local	Jaune	Oui
Amousoucope 2	ITRA	Togo	local	Blanche	Non
Tuskegee pourpre	CIP	USA	amélioré	Orange	Oui
New Kawogo	CIP	Ouganda	amélioré	Blanche	Non
Irene	CIP	Mozambique	amélioré	Orange	Oui
Naspot 13	CIP	Ouganda	amélioré	Orange	Oui
Mother Delight	CIP	Nigéria	amélioré	Orange	Oui
Pagouda	ITRA	Togo	local	Blanche	Non
Kpédévi djété	ITRA	Togo	local	Blanche	Non
Djété kahé 2	ITRA	Togo	local	Blanche	Non
Djété gbazédjin 2	ITRA	Togo	local	Blanche	Non
Djété jaune 4	ITRA	Togo	local	Jaune	Non

Dispositif expérimental et conduite de l'expérimentation : L'essai a été conduit en pluvial strict. Les opérations culturales ont consisté en un défrichage, un labour au tracteur suivi d'un hersage puis de la confection des billons. Le dispositif expérimental (Figure 2) adopté est un Alpha Lattice à trois répétitions. La parcelle élémentaire longue de quatre mètres et large de trois mètres est composée de cinq billons. La distance entre deux parcelles élémentaires est de un mètre. La distance entre deux répétitions consécutives est de deux mètres. Ainsi, une répétition comporte vingt parcelles élémentaires. La répétition a été réalisée sur une parcelle longue de 24 m et large de 16,5 m. L'essai a été conduit sur une parcelle d'une superficie totale de 1 284 m². Après la confection des billons, les boutures effeuillées âgées de 8 semaines d'environ 30 cm de long et ayant au moins six (6) nœuds ont été plantées suivant le schéma cultural 1 m x 0,3 m. Chaque parcelle élémentaire a été étiquetée en inscrivant le numéro d'identification et le nom de la variété. Deux sarclages ont été effectués respectivement à 3 et 6 semaines après plantation. La récolte a été faite à 5 mois après plantation.

Collecte des données agronomiques et phytosanitaires : Au total douze (12) paramètres agronomiques et phytosanitaires ont été évalués suivant le protocole décrit par Grüneberg *et al.* (2010). En cours de végétation, les paramètres observés et mesurés ont été la vigueur des plants, la longueur de la tige principale, le diamètre au collet des plants, la longueur des entre-nœuds et la sévérité de la virose. A la récolte, le poids de la biomasse aérienne, le nombre de racines tubéreuses par plant, le poids des racines tubéreuses, l'indice de récolte, le nombre des racines tubéreuses infestées et la sévérité d'attaque au charançon ont été évaluées. Le taux de matière sèche des variétés a été estimé suivant la méthode de la gravité spécifique (Haile, 2020).

Traitement et analyses statistiques des données : Les données ont été saisies et traitées dans le tableur Excel 2018. L'analyse de variance (ANOVA) est un test paramétrique qui requiert que la variable dépendante soit distribuée normalement pour chacune des variétés à comparer. Dans le cas où l'hypothèse de normalité n'est pas respectée, une transformation des données a été nécessaire pour corriger les distributions non normales (Ayrat *et al.*, 1970). Les statistiques descriptives ainsi qu'une ANOVA ont été effectuées à l'aide du logiciel R studio suivant le modèle statistique

d'un alpha lattice afin d'évaluer le niveau de variabilité au sein des variétés. Les valeurs moyennes des variables ont servi de données d'entrée pour une analyse des corrélations entre variables. Cette matrice a été ensuite soumise à une analyse en composante principale (ACP) en vue d'analyser la variabilité au sein de la core collection. Les contributions relatives des axes et les variables explicatives ont servi au choix des

axes à retenir. Les coordonnées des individus sur les axes pertinents de l'ACP ont été utilisées pour regrouper les variétés en groupes hétérotiques d'intérêts à l'aide d'une classification ascendante hiérarchique (CAH). La CAH a été établie sur la base de la distance euclidienne suivant le critère d'agrégation de Ward (1963). Le logiciel XLSTAT (2015) a servi aux analyses multivariées.

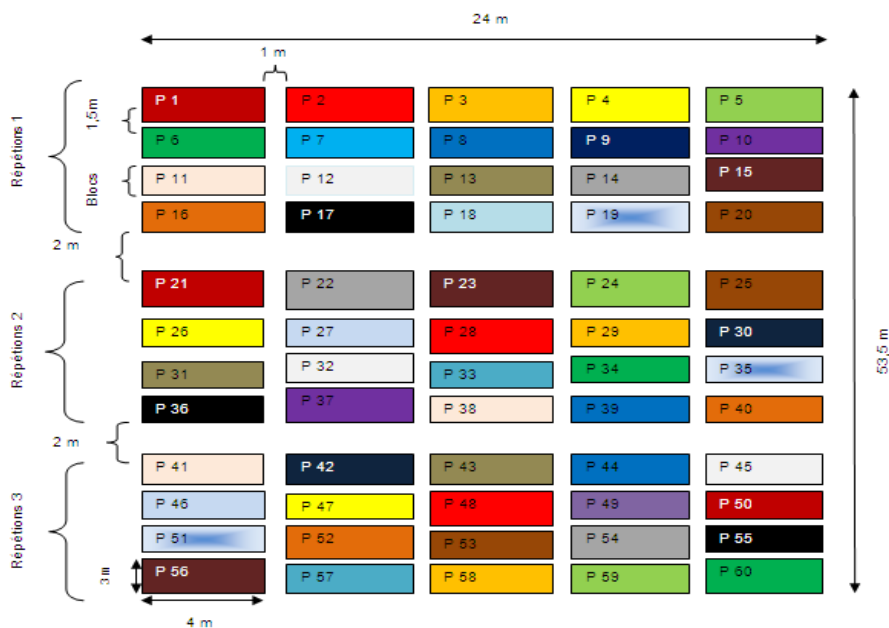


Figure 2. Schéma du dispositif expérimental de l'essai

RESULTATS

Performances agronomiques et phytosanitaires des variétés : Les minima, les maxima, les moyennes, les coefficients de variation, la valeur du F de Fisher et la probabilité associée des paramètres agronomiques sont regroupés dans le Tableau 2. Des écarts importants sont observés entre les minima et les maxima pour les paramètres évalués. En cours de végétation, la vigueur des plants a varié entre 2 et 5 avec une moyenne de $3,70 \pm 0,88$. La longueur de la tige principale a varié de 1,24 à 5,09 m, avec une valeur moyenne de $2,66 \pm 0,8$ m. La longueur des entre-nœuds a varié de 3,33 à 9,83 cm, avec une valeur moyenne de $5,78 \pm 1,46$ cm. Le diamètre au collet des plants a varié de 2,31 à 10,46 cm, avec une valeur moyenne de $6,87 \pm$

1,5 cm. A la récolte, le nombre moyen des racines tubéreuses par plant est compris entre 1,2 pour les variétés peu productives et 5,5 pour les variétés très productives, avec une valeur moyenne de $1,79 \pm 1,05$. La biomasse aérienne a varié de 6,9 à 52,38 t.ha⁻¹, avec une valeur moyenne de $20,82 \pm 8,99$ t.ha⁻¹. Le rendement en racines tubéreuses fraîches a varié de 0,28 t.ha⁻¹ à 65,62 t.ha⁻¹ avec une moyenne de $12,82 \pm 10,89$. L'indice de récolte des variétés a varié de 0,01 à 0,71; avec une valeur moyenne de $0,35 \pm 0,18$. La teneur en matière sèche des variétés était comprise entre 16,63 et 38,91 % avec une moyenne de $24,39 \% \pm 3,96 \%$. Le nombre de racines tubérisées infestées au charançon par hectare a varié de 0 à 27 160; avec une valeur moyenne de 6 081,1

$\pm 739,8$. Le score de sévérité d'attaque du charançon de la patate douce a varié de 1 à 5; avec une moyenne de $2,65 \pm 1,38$. La plupart des paramètres agronomiques évalués ont présentés des coefficients de variations élevés ($CV > 20\%$) excepté le paramètre la teneur en matière sèche. L'analyse de variance a révélé des différences significatives entre les variétés au seuil de 5 % pour la plupart des paramètres évalués excepté le diamètre au collet et le score de sévérité virose.

Corrélation entre les caractères évalués : Le test de corrélation de Pearson a révélé l'existence de relations entre les caractères évalués (Tableau 3). Ainsi, des corrélations positives et significatives ont été observées entre certains caractères. Il s'agit entre autres des corrélations fortes et positives entre la vigueur des plants et le diamètre au collet ($r = 0,66$); la vigueur des plants et le rendement en biomasse aérienne ($r = 0,50$); la longueur de la tige principale et longueur des entre-nœud ($r = 0,83$); le diamètre au collet et la sévérité d'attaque au charançon ($r = 0,59$); le nombre de racine tubéreuse par plant et le rendement en racine tubéreuse ($r = 0,77$); le nombre de racine tubéreuse par plant et l'indice de récolte ($r = 0,90$); le nombre de racine tubéreuse par plant et le nombre racine tubéreuse infesté au charançon ($r = 0,68$); le nombre de racine tubéreuse par plant et la sévérité d'attaque au charançon ($r = 0,64$); le rendement en racine tubéreuse et l'indice récolte ($r = 0,90$); le rendement en racine tubéreuse et le nombre racine tubéreuse infesté au charançon ($r = 0,79$); le rendement en racine tubéreuse et la sévérité d'attaque au charançon ($r = 0,67$); l'indice de récolte et sévérité d'attaque au charançon ($r = 0,67$), le nombre de racine tubéreuse infesté au charançon et incidence récolte ($r = 0,74$); la sévérité d'attaque au charançon et le nombre de racine tubéreuse infesté au charançon ($r = 0,86$). Des corrélations négatives et significatives ont été observées entre les caractères taux de matière

sèche et nombre de racine par plant ($r = -0,45$); taux de matière et rendement en racine ($r = -0,56$); taux de matière sèche et indice de récolte ($r = -0,56$) et entre la sévérité d'attaque au charançon et la longueur de la tige ($r = -0,55$) (Tableau 3).

Variabilité phénotypique et identification des caractères d'intérêts : Les résultats de l'analyse en composante principale (ACP) sont présentés dans le Tableau 4. Le test de sphéricité de Bartlett sur les variables et celui de la mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO proche de 1) ont montré que le modèle factoriel est approprié et justifié (test de Bartlett très significatif). Les trois premiers axes ayant une valeur propre supérieure à 1 ont été retenus pour décrire la variabilité phénotypique au sein de la collection de travail. Ces trois axes cumulés permettent la représentation de 82, 21% de la variabilité globale au sein de la core collection. L'étude de la composition des axes (Tableau 4) montre que l'ensemble des paramètres étudiés contribuent de façon importante (contribution partielle à l'axe $\geq 20\%$) à au moins l'un des trois axes de l'ACP. Le premier axe (F1) explique 45,09% de la variabilité phénotypique observée au sein des variétés. Cet axe est positivement associé aux paramètres: nombre de racines tubéreuses par plant, rendement en racines tubéreuses, indice de récolte et nombre de racines tubéreuses infestées au charançon. C'est l'axe de la productivité. Le deuxième axe (F2) explique 19,42% de la variabilité est associé aux paramètres vigueur végétative, diamètre au collet et rendement en biomasse. C'est l'axe du développement végétatif. Le troisième axe (F3) explique 17,68% de la variabilité et est associé aux variables longueur de la tige principale, longueur des entre-nœuds et le taux de matière sèche. C'est sur la base de ces informations que la structuration de la variabilité phénotypique a été effectuée.

Tableau 2. Statistiques descriptives et ANOVA des paramètres agronomiques et phytosanitaires

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	C.V. (%)	F	P
Vig.	2,40	4,88	3,70± 0,80	23,64	9,89**	0,001
Long.Tig.	1,36	4,30	2,66± 0,71	30,02	9,96**	0,001
Long_EN	3,88	8,86	5,77 ±1,33	25,34	8,81**	0,001
Dia_collet	4,81	8,85	6,86± 0,97	21,84	1,4 ^{NS}	0,19
Rdmt_Biom.	9,85	34,03	20,81± 6,38	43,2	2,89**	0,001
NbrRaPlt	0,18	3,06	1,78±0,80	58,57	2,78**	0,001
Rdmt_Rac.	0,47	39,70	12,82±9,57	84,93	6,37**	0,001
Sev_virose	2,17	3,96	3,21± 0,78	24,46	1,33 ^{NS}	0,22
NbrRac_Cylas	0	27160	6081,1± 15,8	25,59	3,69**	0,001
Sev_Cylas	1	5	2,65± 1,38	51,91	3,71**	0,001
IR	0,023	0,67	0,34±0,17	51,15	19,67**	0,001
Taux_MS	19,11	35,68	24,57±3,68	16,24	5,73**	0,001

Vig: vigueur; Long.Tig: longueur tige principale; Long_EN: longueur entre-nœud; Dia_collet: diamètre collet; Rdmt_Biom: Rendement biomasse; NbrRaPlt: nombre racine tubéreuse par plant ; IR: Indice de récolte ; Taux_MS: taux de matière; NbrRac tub_infesté au charançon: Nombre de racine tubéreuse infesté au charançon; Sev_Cylas: sévérité d'attaque au charançon; Rdmt_Rac: rendement en racine tubéreuse, CV : coefficient de variation; F : valeur de Fisher ; P : Valeur de la probabilité.

Structuration de la variabilité agromorphologique et identification des groupes hétérotiques :

Le plan principal formé par les axes 1 et 2 explique 64,53% de la variabilité. Les paramètres représentatifs de cette variabilité sont : nombre de racine tubéreuse par plant, rendement en racine tubéreuse, incidence de récolte, nombre de racine tubéreuse infestés au charançon, vigueur végétative, diamètre au collet et le rendement en biomasse. Ces paramètres offrent une meilleure différenciation phénotypique des variétés de patate douce (Tableau 4 et Figure 3). Les variétés du quadrant 1 (Gnibé1, Naspot 13, Chair orange, djétégbazindjin 2 et djétégbazindjin 3) sont faiblement productives mais possèdent les meilleurs paramètres de rendement en biomasse, vigueur végétative, diamètre au collet et de résistance au charançon. Les variétés les mieux représentés dans le quadrant 2 sont caractérisées par une forte productivité en racines tubéreuses, en biomasse, et par leur sensibilité au charançon. Le quadrant 3 est majoritairement constitué des variétés caractérisées par une faible productivité en biomasse aérienne, une sensibilité au charançon et un rendement en racines tubéreuses élevé. Les variétés du quadrant 4 résistantes au charançon sont faiblement productives en termes de racines tubéreuses et

en biomasse. Il s'agit des variétés Tuskegee pourpre, New Kawogo, Jewel et de la Carrote 2. Le plan 1-3 qui explique 62,69 % de la variabilité au sein de la collection est décrit par les variables productivité et teneur en matière sèche (Figure 4). Les variétés New Kawogo, Djétégbazédjin 3, Chair orange, Mother delight et Gnigbé 1 du quadrant 1 bien que faiblement productives en racines sont caractérisées par une forte teneur en matière sèche et par leur tolérance au charançon. A l'opposé, les variétés du quadrant 2 sont très productives et à teneur en matière sèche élevée. Le quadrant 3 est constitué majoritairement des variétés productives mais à faible teneur en matière sèche. Les variétés du quadrant 4 bien que résistantes au charançon ont exhibés une faible productivité en racines tubéreuses et un faible taux de matière sèche. La classification ascendante suivie de la troncature au niveau 20 du dendrogramme a permis la constitution de 4 groupes hétérotiques de variétés exhibant 41,58 % de variation interclasse (Figure 6). Le groupe 1 qui est le plus grand est composé de sept (07) variétés ; le groupe 2 est composé de six (6) variétés ; le groupe 3 est composé de cinq (4) variétés et le groupe 4, le plus petit regroupe trois (3) variétés. La composition des quatre groupes issus de la CAH des variétés est consignée dans le Tableau 6.

Tableau 3: Matrice de corrélations (Pearson) bivariées entre les paramètres agronomiques et phytosanitaires

Variables	Vig.	Long.Tig	Long_EN	Dia_Collet	Biom.	NbrRaPlt	Rdmt_Rac	IR	Taux_MS	NbrRac_cylas	Sev_Cylas
Vig.	1										
Long.Tig	-0,37	1									
Long_EN	-0,32	0,83*	1,00								
Dia_Collet	0,66*	-0,26	-0,06	1,00							
Rdmt_Biom.	0,50*	0,22	0,30	0,35	1,00						
NbrRaPlt	-0,02	-0,4	-0,36	0,14	-0,25	1,00					
Rdmt_Rac	0,05	-0,21	-0,08	0,31	0,04	0,78*	1				
IR	-0,05	-0,3	-0,26	0,14	-0,26	0,90*	0,91*	1			
Taux_MS	-0,07	-0,06	-0,17	-0,29	-0,11	-0,45*	-0,56*	-0,56*	1		
NbrRac_cylas	0,17	-0,397	-0,28	0,46	-0,01	0,68*	0,79*	0,74*	-0,47*	1	
Sev_Cylas	0,35	-0,55*	-0,39	0,59*	0,07	0,64*	0,67*	0,68*	-0,55*	0,86*	1
Sev_Virose	-0,65	-0,54*	-0,19	-0,59*	-0,57	-0,64*	-0,62*	-0,48*	0,35	-0,65*	

Vig : vigueur ; Long.Tig : longueur tige principale ; Long_EN : longueur entre-nœud ; Dia_collet : diamètre collet ; Rdmt_Biom : Rendement biomasse ; NbrRaPlt : nombre racine tubéreuse par plant ; IndRec : Indice de récolte ; Taux_MS : taux de matière ; NbrRac tub_infesté au *cylas* sp : Nombre de racine tubéreuse infesté au *cylas* ; Sev_Charançon : sévérité d'attaque au *cylas* ; Rdmt_Rac : rendement en racine tubéreuse.

Tableau 4 : Valeurs propres, variabilité et contributions des variables sur les trois premiers axes de l'ACP

	F1	F2	F3
Valeur propre	4,961	2,137	1,946
Variabilité (%)	45,098	19,429	17,688
% cumulé	45,098	64,527	82,215
Vig.	1,673	34,803	0,817
Long.Tig	5,916	1,797	27,234
Long_EN	3,598	0,416	35,730
Dia_Collet	4,893	22,656	1,530
Rdmt_Biom.	0,061	22,835	12,149
NbrRaPlt	14,313	6,079	0,072
Rdmt_Rac	14,734	1,884	4,916
IndRec	15,415	7,566	0,522
Taux_MS	6,554	0,272	16,758
NbrRac_cylas	16,038	0,000	0,258
Sev_Cylas	16,805	1,693	0,014

Les valeurs en gras correspondent pour chaque variable au facteur pour lequel le cosinus carré est le plus grand. Vig : vigueur ; Long.Tig : longueur tige principale ; Long_EN : longueur entre-nœud ; Dia_collet : diamètre collet ; Rdmt_Biom : Rendement biomasse ; NbrRaPlt : nombre racine tubéreuse par plant ; IndRec : Indice de récolte ; Taux_MS : taux de matière ; NbrRac tub_infesté au charançon : Nombre de racine tubéreuse infesté au *cylas* ; Sev_charançon : sévérité d'attaque au charançon ; Rdmt_Rac : rendement en racine tubéreuse

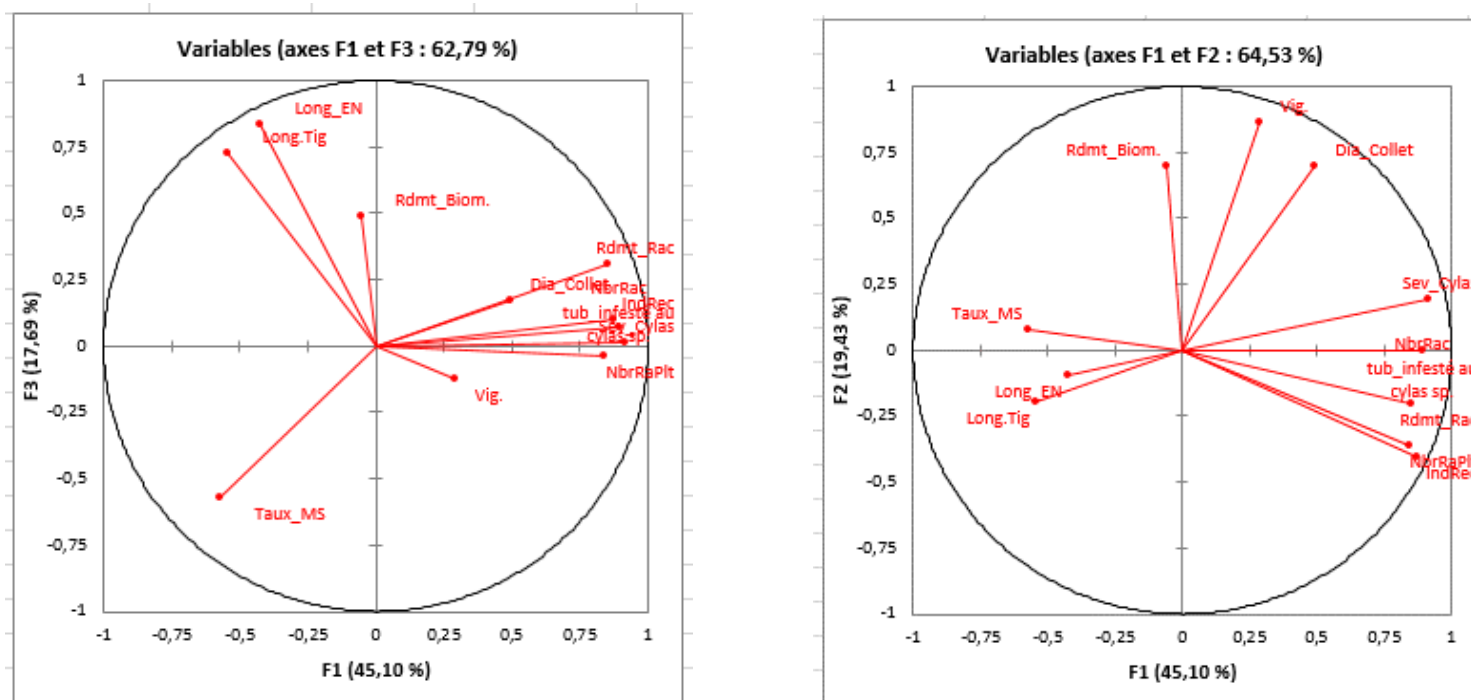


Figure 3 : Stratification de la variabilité par rapport aux composantes F1 – F2 (a) et aux composantes F1 – F3 (b)

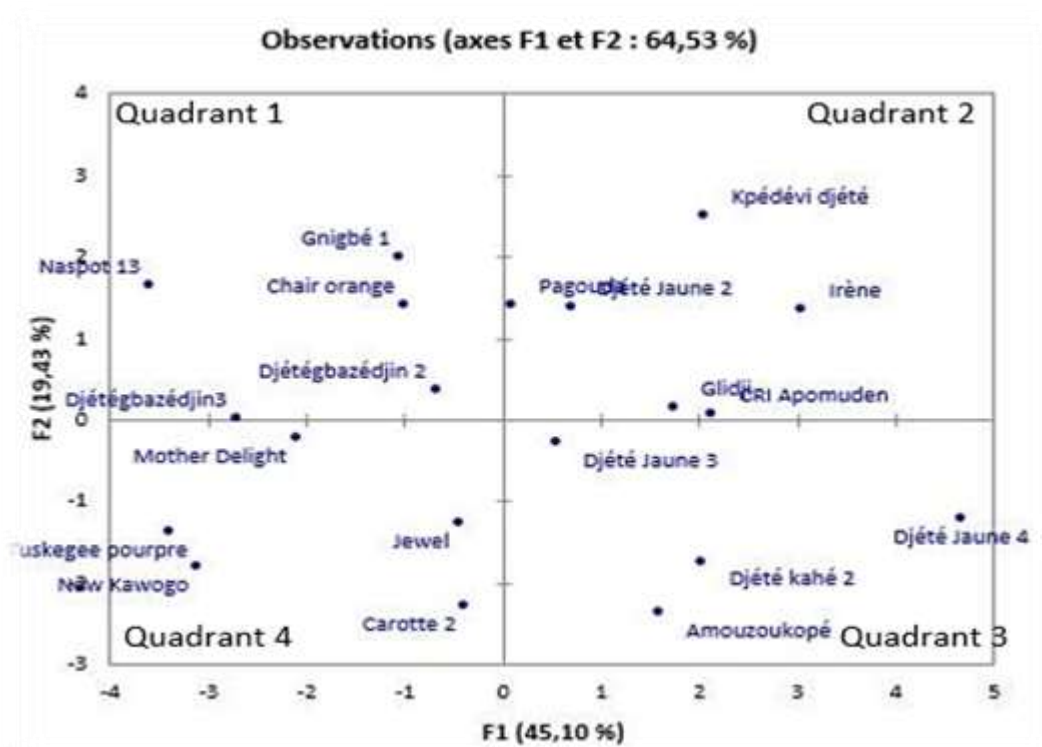


Figure 4 : Distribution des variétés par rapport aux composantes 1-2 de l'ACP

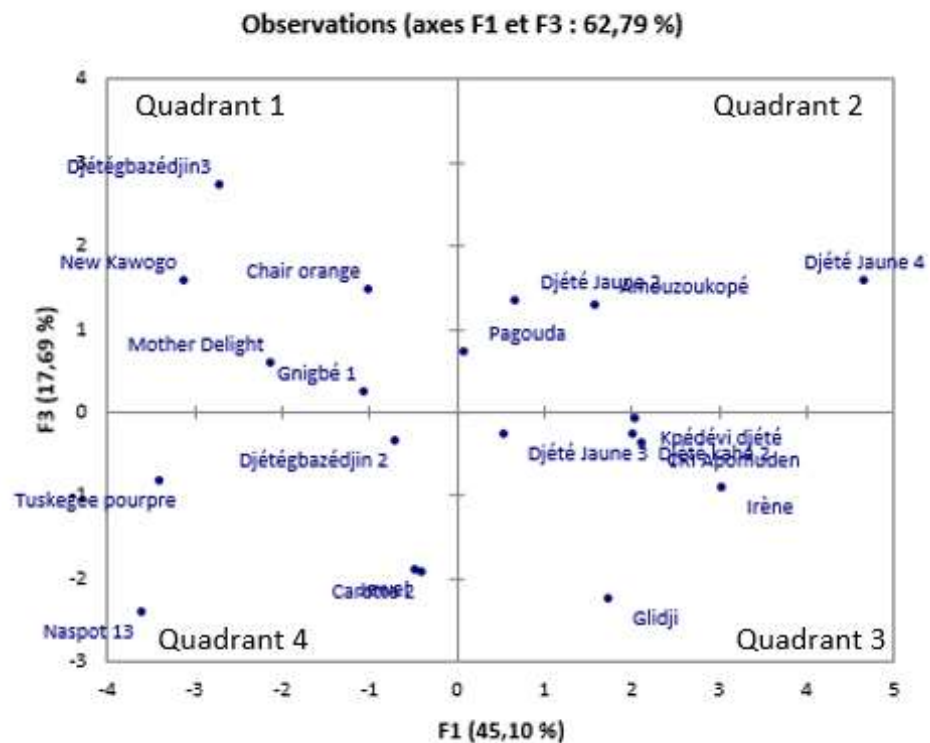


Figure 5 : Distribution des variétés par rapport aux composantes 1-3 de l'ACP

Tableau 5 : Composition des groupes issus de la CAH de 20 variétés de patate douce

Groupes	Effectifs	Variétés
Groupe 1	7	Chair orange Gnigbé 1 Djété Jaune 2 Djété Jaune 3 Mother Delight Pagouda Djétégbazindjin 2
Groupe 2	6	CRI Apomuden Carotte 2 Jewel Glidji Irène Kpédevi djété
Groupe 3	4	Djétégbazindjin 3 Tuskegee pourpre New Kawogo Naspot 13
Groupe 4	3	Amouzoukopé Djété kahé 2 Djété Jaune 4

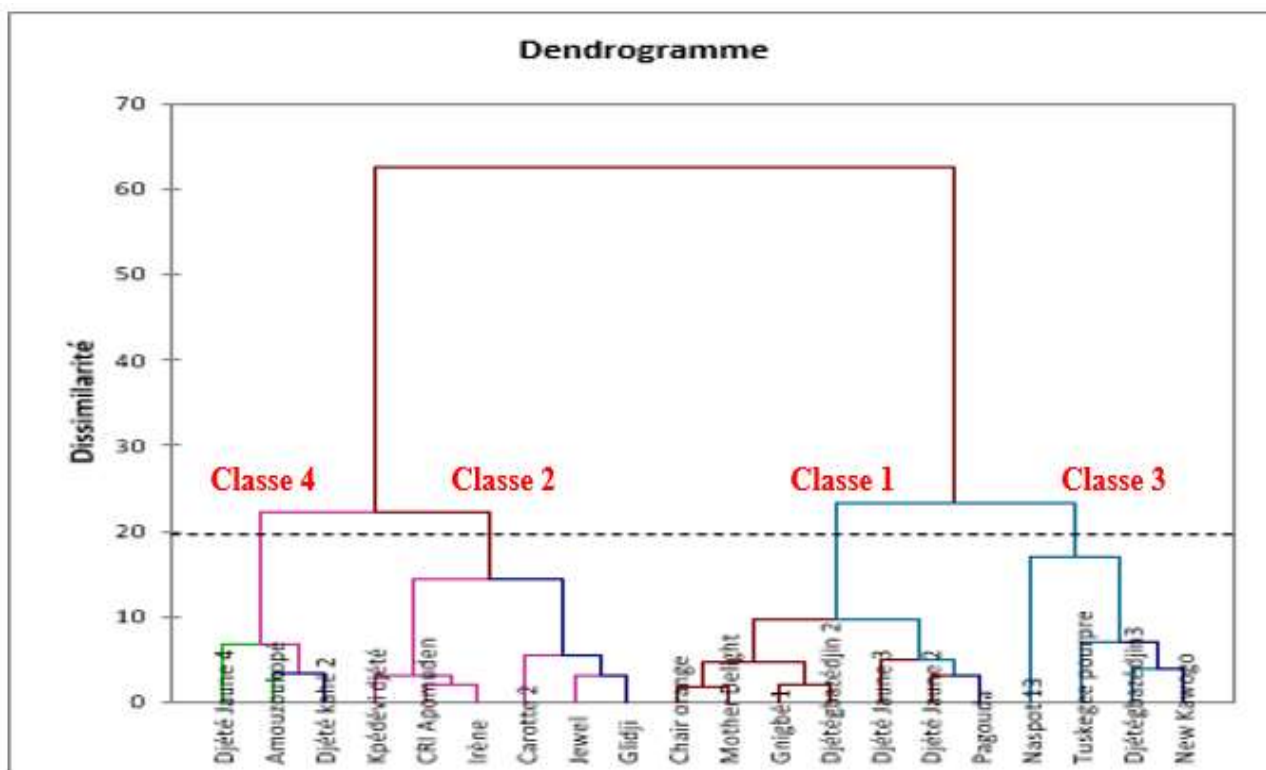


Figure 6 : Dendrogramme issu de la CAH de 20 variétés de patate douce

DISCUSSION

L'étude réalisée visait à évaluer les performances agronomiques et phytosanitaires de 20 variétés de patate douce issues de la collection de travail de l'Unité d'Amélioration Génétique de la patate douce de l'Institut Togolais de Recherche Agronomique. Malgré le fait que le site d'étude soit caractérisé par un sol argilo-sableux, les résultats obtenus sont satisfaisants. Selon Christinck *et al.* (2016), la patate douce prospère davantage sur des sols aérés de type sableux. La patate douce alloue une quantité significative d'énergie dans le développement des racines tubéreuses, ce qui lui permet de survivre et de prospérer même en conditions spécifiées (Nadège *et al.*, 2020). Les résultats obtenus mettent en évidence une importante variabilité des paramètres agronomiques et phytosanitaires évalués; confirmant ainsi le caractère hétérogène et hexaploïde de la patate douce (Somé *et al.*, 2014). Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Kouassi *et al.* (2023) en Côte d'Ivoire et à ceux de Doussoh *et al.* (2018), qui ont également observé une variation des paramètres agronomiques parmi les différentes variétés étudiées. La variation phénotypique observée dans la collection peut être attribuée à des différences génétiques entre les différents génotypes mais aussi aux conditions de culture (Dehghani, 2016). Ces résultats confirment les conclusions de (Doussoh *et al.*, 2018), qui ont souligné une grande diversité génétique présente chez les variétés de patate douce. En ce qui concerne le diamètre au collet de la tige principale, les résultats ont révélé des différences significatives entre les variétés, témoignant ainsi d'une grande variabilité. La longueur et le diamètre de la tige sont des indicateurs importants de la taille et de la vigueur de la plante, et par conséquent, ils jouent un rôle crucial dans la production de boutures vigoureuses. Les résultats obtenus révèlent une variation significative du rendement moyen de la biomasse entre les variétés étudiées. Certaines variétés ont

enregistré des rendements moyens élevés (34,04t/ha) pour la biomasse, ce qui les positionne comme parents potentiels dans le cadre d'un programme de sélection des variétés destinées à l'alimentation des porcins (feuilles fraîches, racines sèches et ensilage). Des études sur la valeur fourragère et bromatologique de la biomasse de patate devraient permettre de promouvoir sa culture au Togo. Les feuilles de la patate douce, qui sont riches en nutriments, sont utilisées à la fois dans l'alimentation humaine et animale. Selon Senthilkumar (2020), les feuilles et les pousses tendres de la patate douce sont utilisées comme condiments et présentent une composition nutritionnelle intéressante. Elles contiennent environ 4,6% de protéines, 0,2% de lipides et 9,1% de glucides. Cette valeur nutritive élevée des feuilles renforce leur potentiel en tant que source de nutriments pour l'alimentation humaine et animale. Les résultats obtenus pour les racines tubéreuses ont été satisfaisants, avec un rendement moyen de 12,82t/ha, légèrement supérieur à celui de Somé *et al.* (2014) qui a obtenu un rendement moyen de 12,63 t/ha lors d'une étude menée dans différentes zones agro-écologiques du Burkina Faso, notamment à Fada, Kombissiri et Bobo Dioulasso. Les valeurs obtenues dans notre étude (0,473 à 39,703 t/ha) avec une moyenne de 12,820 t/ha se rapprochent des résultats obtenus lors de l'évaluation de 950 accessions de patate douce en Ouganda, où les rendements variaient de 0 à 53 t/ha, avec une moyenne de 20,3 t/ha (Cs *et al.*, 2014). Dans d'autres études menées à Ouagadougou (Burkina Faso) et à Bongor (Tchad), l'évaluation de dix variétés de patate douce a donné des rendements variant de 2,23 à 24,02 t/ha et de 0,94 à 45,15 t/ha respectivement (Djinet *et al.*, 2015). Cependant, Salumemebe *et al.* (2018) ont observé des rendements compris entre 13,76 et 28,06 t/ha au Congo. Les écarts de rendements constatés peuvent s'expliquer par les différences de sol,

conditions agro-climatiques dans lesquelles nos expériences ont été menées et des caractéristiques des différentes variétés testées. La variété Naspot 13, très appréciée en Ouganda pour son potentiel de rendement élevé et sa valeur nutritive (teneurs en fécule et en bêta carotène élevées) a enregistré un faible rendement dans nos conditions d'expérimentation dans la zone du littoral au Togo. Cette variété est importée de l'Ouganda, un pays où la saison pluvieuse dure plus de six mois. Il est donc possible que la Naspot 13 ait un cycle plus long en adéquation avec son lieu d'origine. Les teneurs en matière sèche enregistrées dans le germoplasme du Togo sont élevés (>30%) selon Somé *et al.* (2014). Toutefois, les différences entre les variétés testées n'ont pas été significatives dans nos conditions de culture. Ces résultats corroborent ceux de (Dibi *et al.*, 2020). Dans notre étude, la variété Naspot 13 a enregistré la plus forte teneur en matière sèche (35,68%) ; justifiant ainsi l'objet de son introduction dans le programme d'amélioration génétique de la patate au Togo. Cette variété (Naspot 13) bien que faiblement productive peut être utilisée comme parent dans un programme de création de nouvelles variétés à usage industriel et résilientes aux changements climatiques. Le taux de matière sèche revêt une grande importance en termes de qualité, car ce caractère détermine l'adoption des variétés, les méthodes de conservation et de transformation et d'autres formes d'utilisation de la patate douce. Les variétés de patate douce présentant un taux de matière sèche élevé se conservent mieux que celles ayant une teneur en matière sèche faible. Les résultats ont aussi révélé des différences significatives entre les variétés s'agissant de leurs sensibilités au charançon. Dans l'ensemble, toutes les variétés testées ont été sensibles au charançon, à l'exception des variétés exotiques améliorées Naspot 13, Tuskegee pourpre, New Kawogo et Mother Delight. Cette différence pourrait être attribuée aux caractéristiques intrinsèques des variétés et

aux poches de sécheresse enregistrées pendant la conduite de l'essai. Selon Boni (2015), les poches de sécheresse favorisent l'accès des charançons aux racines tubéreuses. En effet, c'est pendant cette période de manque d'eau dans le sol que les larves des charançons se multiplient et deviennent très actives (Boni, 2015 ; Kotchofa *et al.*, 2019)). Une amélioration des variétés locales productives pour la tolérance au charançon est nécessaire afin de mettre à disposition des acteurs de la filière douce au Togo des variétés résistantes à usage industriel et à forte valeur marchande. La raison principale de l'estimation des corrélations entre les traits est de déterminer si la sélection d'un trait cible pourrait conduire à la sélection ou à la non sélection d'un autre trait avec lequel il est lié positivement ou négativement (Gallais *et al.*, 1983). Selon Some (2012), une corrélation positive ou négative se produit lorsque deux ou plusieurs traits sont contrôlés par le ou les mêmes gène(s) ou sont structurellement liés au développement. Les analyses de corrélation ont montré des corrélations fortes (> 0,6) et positives entre les caractères liés au développement végétatif (vigueur des plantes, le diamètre au collet ; la longueur de la tige principale, longueur des entre-nœuds) d'une part et ceux relatifs aux composantes du rendement (nombre de racine tubéreuse; nombre racine tubéreuse infesté au charançon) d'autre part. Les fortes corrélations entre les caractères de l'appareil végétatif ont été observées lors des travaux de Schwendiman (1974). Ces fortes corrélations traduiraient l'existence d'une forte proportionnalité entre les organes végétatifs de la patate douce. Les travaux précédents ont mis en évidence la corrélation positive et significative entre les caractères liés à l'appareil végétatif (Rahajeng *et al.*, 2021). Des fortes corrélations entre les composantes du rendement ont été aussi trouvées par Ssemakula *et al.* (2014) et Niringiye *et al.* (2014). Ces corrélations ont été supérieures à 0,8. Ces corrélations indiquent

par ailleurs que l'augmentation du nombre et du poids de racines par pied est accompagnée d'une augmentation proportionnelle des différentes catégories de racines. Les corrélations positives trouvées entre le diamètre au collet, la vigueur des plants, ainsi que la biomasse aérienne des plants indiquent que les variétés à fort développement du feuillage sont les plus productives en biomasse. Gedamu *et al.* (2010) ont aussi trouvé que les génotypes les plus vigoureux sont les plus productifs en biomasse. Le fort développement végétatif favorise la production de racine avec une augmentation des petites racines (Gedamu *et al.*, 2010). Les corrélations négatives trouvées entre la teneur en matière sèche et les caractères nombre de racines par plant, rendement en racines et indice de récolte ont été aussi mentionnées par Nanema *et al.* (2009). Ces corrélations indiquent que les variétés à forte teneur en matière ont été faiblement productives. La caractérisation et l'évaluation du matériel végétal sont fondamentales en amélioration génétique des plantes, et la connaissance de la diversité génétique au sein d'un germoplasme est vitale pour une gestion et une utilisation

rationnelle des variétés (Asare *et al.*, 2011). Neuf des douze (12) caractères évalués ont permis de différencier les 20 variétés de la *core* collection du Togo dans cette étude et donc considérés comme caractères d'intérêts pour le sélectionneur de la patate douce. Some *et al.* (2014) et ont aussi trouvés des résultats similaires au Burkina Faso. Toutefois, une évaluation des variétés dans les différentes zones agro écologiques de production du pays est nécessaire dans le but d'appréhender la stabilité phénotypique des variétés et d'en proposer les meilleures à des fins de vulgarisation. Le germoplasme de patate de patate douce du Togo est structuré en 4 groupes hétérotiques qui se distinguent par le rendement en racines, le rendement en biomasse, l'indice de récolte, la productivité, la teneur en matière et la tolérance au charançon. Les travaux précédents de Some *et al.* (2014) ont rapportés des résultats similaires. Un éventuel programme de création variétale de nouvelles variétés à usage industriel et résilientes aux changements climatiques pourra faire usage des groupes hétérotiques constitués dans cette étude dans le choix des génotypes parents.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

L'objectif de cette étude était d'identifier des variétés à usage industriel et à haute valeur nutritive pour contribuer à la sécurité alimentaire et lutter contre la malnutrition au Togo. Les résultats ont montré des différences entre les variétés testées; mettant ainsi en exergue la variabilité phénotypique de la *core* collection. Quatre groupes hétérotiques ont été identifiés. Le groupe 1 est constitué des variétés à haut potentiel de rendement en biomasse. Le groupe 2 regroupe les variétés sensibles au charançon de la patate douce. Le groupe 3 comprend les variétés à forte teneur en matière sèche. Le groupe 4 regroupe les variétés à haut potentiel de rendement en racines tubéreuses. À la lumière de ces

résultats et des objectifs initiaux de sélection, seules les variétés Djété jaune 4 (39,70 t/ha), Amouzoukopé 2 (25,57 t/ha) et Djété kahé 2 (24,52 t/ha) répondent aux critères de rendement élevé, de tolérance à la virose et au charançon de la patate douce, ainsi que de taux élevé de matière sèche. Les variétés testées possèdent de très bonnes caractéristiques agronomiques et phytosanitaires qui pourraient intéresser les producteurs. Toutefois, la *core* collection devra être testé dans les différentes zones agroécologiques de production en vue de l'identification des variétés performantes et stables pour des fins de vulgarisation en milieu producteur.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de cet article remercient le Programme de Résilience du Système Alimentaire en Afrique de l'Ouest qui a soutenu financièrement ce travail et l'Institut de l'Environnement et de Recherches

Agricoles (INERA /CREAF-Kamboinsé) du Burkina Faso pour avoir fourni une partie du matériel végétal utilisé dans le cadre de cette expérimentation.

REFERENCES

- Ağırbaşı, H., Bilgen, H., Özcan, S. K., Otlu, B., Sinik, G., Çerikçioğlu, N., Durmaz, R., Can, E., Yalman, N., Gedikoğlu, G., & Sugita, T. (2008). Two possible cases of *Trichosporon* infections in bone-marrow-transplanted children: The first case of *T. japonicum* isolated from clinical specimens. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 61(2), 130–132.
- Andrade, M., Barker, I., Cole, D., Dapaah, H., Elliott, H., Fuentes, S., Grüneberg, W., Kapinga, R., Kroschel, J., Labarta, R., Lemaga, B., Loechl, C., Low, J., Lynam, J., Mwanga, R., Ortiz, O., Oswald, A. and Thiele, G. 2009. Unleashing the potential of sweetpotato in Sub Saharan Africa: Current challenges and way forward. International Potato Center (CIP), Lima, Peru. Working Paper 2009-1. 197 p. <https://doi.org/10.4160/0256874820091>.
- Annuel, R. (2023). Rapport Annuel d'activités 2022. Mentions légales. 1–70.
- Asare, P. A., Galyuon, I. K. A., Sarfo, J. K., & Tetteh, J. P. (2011). Morphological and molecular based diversity studies of some cassava germplasm in Ghana. *African Journal of Biotechnology*, 10(63), 13900-13908. <https://doi.org/10.5897/AJB11.929>.
- Ayrat, A. N. M., Omassone, R. T., Ucimetière, P. D., Enzécrici, J. P. B., & Azar, P. L. (1970). *Revue de statistique appliquée*. 4, 29–34.
- Bhuyan, S., Mishra, S., Mallick, S. N., Biswal, S., & Chauhan, V. B. S. (2022). Sweet Potato: Its Nutritional Factor and Health Benefits. *Biotica Research*, 4(6), 450–452. <https://biospub.com/index.php/biorestday/article/view/1501>.
- Boni, N. (2015). Techniques culturelles de la patate douce Manuel de formation des agents de développement et des producteurs. 54p.
- Cartabiano-Leite, C. E., Porcu, O. M., & de Casas, A. F. (2020). Sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam) nutritional potential and social relevance: a review. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 10(6), 23–40. <https://doi.org/10.9790/9622-1006082340>.
- Christinck, A., Doka, M., Horneber, G., Ruganda, G., Pale, G., & Whitney, C. (2016). From Breeding to Nutrition: Orange-Fleshed Sweet potatoes in Farming and Food Systems of Uganda, Kenya, and Burkina Faso. A case study of project, 1994–2014.
- Dehghani, H. (2016). The use of an AMMI model and its parameters to analyse yield stability in multi-environment trials. *Journal of Agricultural Science* (2008), 146, 571–581. <https://doi.org/10.1017/S0021859608007831>.
- Detchinli, K. S., Sogbedji, M. J., Atchoglo, R., & Bona, K. A. (2017). Modelisation des doses économiques optimales du fumier de ferme en culture du maïs

- (*Zea mays* L.) sur les sols ferrallitiques au Togo. *Revue Cames*, 5(1), 52–58.
- Dibi, K. E. B., Ayolie, K., Soumahin, E. F., Ouattara, F., Essis, B. S., Zue, B. N., & Kouakou, A. M. (2020). Détermination de la période de récolte de huit variétés de patate douce à Bouaké au centre de la Côte d'Ivoire. *Tropicicultura*, 38 (1), 2295-8010. <https://doi.org/10.25518/2295-8010.1472>.
- Djinet, A. I., Nana, R., & Tamini, Z. (2015). Etude comparée des paramètres agromorphologiques de dix (10) variétés de patate douce cultivées au champ dans deux (2) conditions climatiques au Tchad et au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(3), 1243-1251. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.9>.
- Doussou, A. M., Dangou, J. S., Ahanhanzo, C., Houedjissin, S. S., & Assogba, A. K. (2018). Assessment of the Phenotypic Diversity of Sweet Potato Landraces (*Ipomoea batatas* L.) Cultivated in Benin Using Morphological Descriptors. *International Journal of Plant & Soil Science*, 24(1), 1–13. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2018/43470>.
- DSID. (2022). Analyse du cadre harmonisé de l'évaluation de la situation alimentaire et nutritionnelle, période de mars-avril.
- Ezui, K. S., Franke, A. C., Mando, A., Ahiabor, B. D. K., Tetteh, F. M., Sogbedji, J., Janssen, B. H., & Giller, K. E. (2016). Fertiliser requirements for balanced nutrition of cassava across eight locations in West Africa. *Field Crops Research*, 185, 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.10.005>.
- Gallais, A., Vincourt, P., Bertholleau, J., & Bernard, C. (1983). Etude de critères de sélection chez le maïs fourrage: hérabilités, corrélations génétiques et réponse attendue à la sélection. *Agronomie*, 3 (8), 751-760.
- Gedamu, Y., Belay, G., & Dechassa, N. (2010). Genotypic and Phenotypic Correlations of Root Yield and other Traits of Orange-Fleshed Sweet Potatoes [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]. *Journal of the Drylands*, 3(2), 208–213.
- Glato, K., Aidam, A., Kane, N. A., Bassirou, D., Couderc, M., Zekraoui, L., Scarcelli, N., Barnaud, A., & Vigouroux, Y. (2017). Structure of sweet potato (*Ipomoea batatas*) diversity in West Africa covaries with a climatic gradient. *PLoS ONE*, 12(5), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177697>.
- Gruneberg, W.J.; Eyzaguirre, R.; Diaz, F.; Boeck, B. de; Espinoza, J.; Mwangi, R.O.M.; Swanckaert, J.; Dapaah, H.; Andrade, M.; Makunde, G.; Tumwegamire, S.; Agili, S.; Ndingo-Chipungu, F.P.; Attaluri, S.; Kapinga, R.; Nguyen, T.; Kaiyung, X.; Tjintokohadi, K.; Ssali, R.T.; Carey, T.; Low, J. (2019). Procedures for the evaluation of sweetpotato trials. Manual Lima (Peru). International Potato Center (CIP) ISBN: 978-92-9060-522-5. 86 p.
- Haile, S. (2020). Assessment of Selected Nutritional and Anti Nutritional Analysis of Sweet Potato Tubers Collected From Tepi Market, Southwestern Ethiopia. *Research Square*, 1–12.
- ITRA (2008). Situation de référence sur les plantes à racines et tubercules cultivées au Togo. 108p. <https://books.google.tg/books?id=jQZSAQAIAAJ>
- Jean Hugues Martial Kouassi, Mambé Auguste-Dénise Boyé, Konan Evrard Brice Dibi, Brice Sidoine Essis, Amani

- Michel Kouakou, Boni N'zué, & Wanyou Darius Litché. (2023). Agronomic evaluation sweet potato genotypes in two agro-ecological zones of Côte d'Ivoire. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 17(2), 208–218. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.17.2.0194>.
- Kotchofa, R., Fanou, A., Baimey, H., Azanma, F., & Zadji, L. (2019). Tolérance de quelques accessions de patate douce cultivées au sud-Bénin aux charançons de la patate douce sous infestation naturelle. *J. Appl. Biosci.*, 40, 14293 - 14303. <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v140i1.8>.
- Lebot, V. (2019). Sweet potato: agronomy. *Tropical Root and Tuber Crops: Cassava, Sweet Potato, Yams and Aroids*, 157–173. <https://doi.org/10.1079/9781789243369.0157>.
- Nadège, O. A., Pascal, B., Karim, T., & Léande, P. J. (2020). Characterization of the Sweet Potato Production System in the Kou Valley in the Western Zone of Burkina Faso. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 6(10), 34–38. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4164187>.
- Niringiye, C.S.; Ssemakula, G.N.; Namakula, J.; Kigozi, C.B.; Alajo, A.; Mpembe, I.; Mwanga, R.O.M. 2014. Evaluation of promising sweet potato clones in selected agro ecological zones of Uganda. *Time Journals of Agriculture and Veterinary Sciences*. ISSN 2360-736X. 2(3):81-88.
- ProSecAl (2023). Sécurité Alimentaire Multisectorielle au Togo. 2p. <https://www.giz.de/en/downloads/giz2023-fr-togo-prosecal.pdf>
- Rahajeng, W., Restuono, J., & Indriani, F. C. (2021). Evaluation of Promising Sweet potato Clones for Higher Root Yield and Dry Matter Content. *Journal of Agro Science*, 9(1). <https://doi.org/10.18196/pt.v9i1.6026>.
- Romarc Kiswendsida Nanema, Ernest Renan Traore, P. B. and J.-D. Z. (2009). Morpho agronomical characterization of *Solenostemon rotundifolius* germplasm from Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3, 1100–1113.
- Salumemebe, S., Djaimbu, N., Njadi, M., Kabaseko, K., & Twailo, M. (2018). Influence de techniques culturales sur la production et le rendement de la patate douce à l'Est de la République Démocratique du Congo. *International Journal of Innovations and Applied studies*, 23(4), 506–511.
- Schwendiman, J. (1974). Corrélations entre caractères, hétérosis, effets d'inbreeding et aptitudes.
- Senthilkumar, R. (2020). Nutrient Analysis of Sweet Potato and Its Health Benefits. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*, 8(3), 614–618. <https://doi.org/10.18782/2582-2845.7933>.
- Somé, K., Vernon, G., Isaac, A., Eric, Y. D., Jeremy, T. O., Tignegre, J. B., Belem, J., & Tarpaga, M. V. (2014). Diversity analysis of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) germplasm from Burkina Faso using morphological and simple sequence repeats markers. *African Journal of Biotechnology*, 13(6), 729–742. <https://doi.org/10.5897/ajb2013.13234>.
- Ssemakula, G., Niringiye, C., Otema, M., Kyalo, G., Namakula, J., & Mwanga, R. O. M. (2014). Evaluation and delivery of disease-resistant and micronutrient-dense sweet potato varieties to farmers in Uganda. *Uganda*

Journal of Agricultural Science, 15(2), 101–111.

<http://www.ajol.info/index.php/ujas/article/view/126195>

Truong, V. D., Avula, R. Y., Pecota, K. V., & Yencho, G. C. (2018). Sweetpotato production, processing, and nutritional quality. *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing: Second Edition*, 2(2), 811–838. <https://doi.org/10.1002/9781119098935.ch35>.

Ward, J. H. (1963). Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236–244. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>.

You, E., Wanted, E., Know, T. O., & Sweetpotato, A. (2018). Everything you ever wanted to know about sweetpotato. Topic 4: Nutrition and orange-fleshed sweetpotato. Reaching agents of change ToT manual. <https://doi.org/10.4160/9789290605027t4>.