



Evaluation de l'adaptation de géotypes du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) en conditions multi-environnements dans la Province du Kongo Central en République Démocratique du Congo

Marcelin Lukeka Kalamo¹, Antoine Mumba Djamba^{1,2}, Bruno Mbukula Munzamba¹, Leon Ekuke Woto¹ Xavier Ndabi Lumbela³ Amand Mbuya Kankolongo^{1,2}

¹Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques (INERA)

²Université Pédagogique Nationale (UPN)

³BRALIMA/RDC

Résumé

Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'adaptation de 28 géotypes du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) dans les conditions agro-écologiques du Kongo Central en République Démocratique du Congo (RDC), dans un contexte marqué par une forte dépendance aux importations du blé. Les essais ont été conduits entre mars et juillet 2025 dans trois sites contrastés (Mvuazi, Kiazi et Boma), suivant un dispositif en Alpha-lattice (7x4) avec trois répétitions de traitements dans chaque site. Les observations avaient porté sur les paramètres de croissance et de production. Les résultats obtenus indiquent des effets hautement significatifs ($p < 0,01$) des géotypes sur l'ensemble de paramètres étudiés, alors que l'environnement n'a eu d'influence très significativement que sur le jour de levée, le nombre d'épis par m², le nombre de grains par épis et sur le rendement en grains. Tandis que les effets d'interaction géotype (G) x environnement (E) ne se sont révélés très positifs ($p < 0,01$) que sur la hauteur de plants, le nombre d'épis par m² et sur le rendement. Les résultats obtenus révèlent une variabilité génétique hautement significative pour l'ensemble des caractères étudiés, indiquant un fort potentiel de sélection. Le rendement est corrélé positivement avec le nombre d'épis par m² ($r = 0,95$) ; le nombre de grains par panicule ($r = 0,80$), le poids de 100 grains ($r = 0,85$) et la hauteur de plants ($r = 0,78$). Le rendement grain a oscillé entre 1,212 et 5,253 t.ha⁻¹ en fonction de géotypes dans les trois sites, avec une moyenne comprise entre 2,885 et 3,297 t.ha⁻¹ en fonction de sites. Les géotypes G26, G12, G11 et G21 avec leur rendement moyen de 5,115 ; 4,983 ; 4,965 et 4,747 t.ha⁻¹ respectif, se distinguent par leurs performances élevées et leur stabilité à travers les environnements.

Mots-clés : Blé dure, *Triticum aestivum*, adaptation, géotypes, République Démocratique du Congo.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.20760454>

INTRODUCTION

Le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) s'établit comme une céréale d'importance stratégique mondiale, fournissant une part prépondérante des calories et des protéines nécessaires à l'alimentation humaine (Khamssi & Najaphy, 2012). Malgré ce rôle central, la République Démocratique du Congo (RDC) se trouve dans une situation de vulnérabilité structurelle, marquée par une dépendance alarmante vis-à-vis des importations de blé.

En effet, plus de 95 % de la consommation nationale de cette denrée provient de l'étranger, une dépendance qui expose le pays aux fluctuations imprévisibles des marchés internationaux (FAO, 2022). Cette fragilité alimentaire a été exacerbée ces dernières années par des chocs exogènes majeurs. La pandémie de COVID-19, suivie de près par le conflit russo-ukrainien, a provoqué des ruptures sans précédent dans les chaînes d'approvisionnement mondiales. Ces crises ont entraîné une flambée des prix des produits de base et des intrants agricoles, aggravant l'insécurité alimentaire dans les pays en développement fortement importateurs comme la RDC (Arndt *et al.*, 2023 ; Lin *et al.*, 2023). Face à ce constat, le renforcement de l'autonomie alimentaire est devenu un impératif de souveraineté nationale.

La promotion de la production locale de blé représente une solution durable pour réduire cette dépendance. Toutefois, l'expansion de cette culture en régions tropicales de basse altitude, telles que la province du Kongo Central, se heurte à des défis agro-écologiques complexes. Contrairement aux zones tempérées, ces environnements sont caractérisés par des températures élevées et des régimes hydriques qui peuvent limiter l'expression du potentiel génétique des variétés (Bendif, 2017). L'absence de facteurs exogènes favorables ou la pression des bio-agresseurs constituent des obstacles majeurs à la productivité (Manyong *et al.*, 2022).

Dans cette optique, l'identification des génotypes adaptés aux conditions spécifiques du Kongo Central est une étape préalable indispensable. Il s'agit de comprendre comment les différents caractères morphologiques et les composantes de rendement interagissent avec l'environnement local. L'évaluation de l'interaction Génotype x Environnement (GxE) permet de sélectionner les variétés les plus résilientes et productives pour les agriculteurs locaux (Pauw *et al.*, 2021).

La présente étude s'inscrit dans cette dynamique de recherche d'adaptation de génotypes du blé tendre (*T. aestivum* L.). Elle pose la question fondamentale des performances agronomiques des

génotypes de blé tendre dans l'écologie de basse altitude du Kongo Central. L'objectif global est donc de contribuer à la production du blé tendre (*T. aestivum* L.) en RDC par l'introduction de génotypes adaptés au Kongo Central.

MILIEU, MATERIEL ET METHODES

Milieu

L'expérimentation a été conduite au cours de la saison culturale B 2025 (du mois de mars au mois de juillet 2025), au niveau de trois localités Mvuazi, Kiazi et Boma dans la Province du Kongo Central, en RDC. Ces sites ont été choisis en raison de leur variabilité des conditions agro-écologiques, permettant ainsi une meilleure évaluation de l'interaction génotype × environnement (G×E).

▪ Site de Mvuazi

Le site de Mvuazi est situé dans le Territoire de Mbanza-Ngungu, Secteur de Boko, Groupement de Nkolo, à 62 km de la ville de Mbanza Ngugu et à 207 km au sud-ouest de Kinshasa. Les coordonnées géographiques du centre de Mvuazi sont : 14°53' de longitude Est ; 05° 27' de latitude Sud et 432 m d'altitude. La végétation du site de Mvuazi est une savane et le sol est du type argilo-sableux (IITA, 2014). Son climat appartient à la zone AW₄ de KÖPPEN, caractérisée par la présence d'une saison sèche marquée de ± 130 jours. La saison pluvieuse s'étend du mois d'octobre au mois de mai avec une petite interruption en janvier et février. La saison pluvieuse connaît deux maxima se situant en mars – avril d'une part et d'autre part en novembre – décembre. Le climat est de type subhumide avec une pluviométrie annuelle moyenne d'environ 1400 mm et la température moyenne annuelle variant entre 21,5 et 25,5 °C. De surcroît, la zone connaît un réchauffement progressif avec une augmentation des températures moyennes annuelles d'environ 1°C au cours des 50 dernières années. (Tshiabukole *et al.* 2016, d,

Le site de Mvuazi appartient à la zone agro-écologique allant de l'Océan Atlantique à Kiyaka (Province du Kwilu) (Mfuti *et al.*, 2016). Le sol est de type ferrallitique, légèrement acide (pH entre 5,0 et 5,5), avec une teneur modérée en matière organique à texture argilo-sableuse, et présentant une capacité de rétention d'eau limitée. Nous avons installé notre essai le 10/03/2025 à Mvuazi.

▪ Site de Kiazi

Le site de Kiazi se trouve également dans le Territoire de Mbanza-Ngungu, Secteur de Boko mais dans le Groupement de Kiazi, à 2 km de la ville de Mbaza ngungu. Il jouit d'un climat tropical du type Aw4. Le sol est de nature sablo-argileux. La végétation est dominée par *Hyparrhenia rufa*. Le relief est dominé par des plateaux et vallées situées entre 450 et 600 m d'altitude (Anonyme,2020). Les températures varient entre 20 et 23.9 °C durant la période culturale, avec une pluviométrie moyenne annuelle d'environ 1500mm. Dans ce site, l'essai a été installé 2 jours après le site de Mvuazi

▪ Site de Boma

Le site de Boma jouit d'un climat tropical chaud et humide du type Aw4 selon la classification de Koppen. Ce climat est caractérisé par deux saisons dont une saison pluvieuse et une saison sèche. La première va du 15 octobre au 15 mai. Elle est caractérisée par une abondance des pluies, entrecoupée par une courte saison sèche qui va de mi-janvier à mi-février ; et la seconde saison, elle, va du 15 mai au 15 octobre (Howden, 2007).

Dans cette zone d'étude, les précipitations moyennes annuelles dépassent rarement 1000 mm avec un maximum en novembre décembre puis mars avril. La température moyenne annuelle varie de 24° à 26° Celsius avec des maxima de l'ordre de 35°C en saison pluvieuse, et peut descendre en dessous de 20°C en saison sèche (Howden, 2007). A Boma l'essai a été installé

Tableau 1. Paramètres climatiques observés au cours de la période expérimentale.

Site	Mois	Température (°c)			Précipitations (mm)
		Max.	Min.	Moyenne	
MVUAZI	Avril	31,5	20,8	26,1	198,6
	Mai	31,1	21,3	26,3	156,2
	Juin	29,6	20,4	25	0
	Juillet	27,0	17,9	22,4	0
Moyenne		29,8	20,1	25,0	
KIAZI	Avril	30,8	19,9	25,4	205
	Mai	30,2	20,1	25,1	148
	Juin	28,9	19,3	24,1	8
	Juillet	26,8	17,5	22,2	3
Moyenne		29,2	19,2	24,2	
BOMA	Avril	31,8	23	27,4	185
	Mai	31,2	22,6	26,9	132
	Juin	29,4	21,8	25,6	2
	Juillet	27,9	20,9	24,4	1
Moyenne		30,1	22,1	26,1	

Source : INERA–Mvuazi (Service climatologique) ; Météo RDC / METTELSAT ; Climate-Data.org

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé a été constitué de 28 génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum L.*), fournis par le Centre International pour l'Amélioration du Maïs et du Blé (CIMMYT, Mexique). Ces génotypes présentent des caractéristiques variées en termes de rendement, de tolérance à la sécheresse et de résistance aux maladies fongiques. Chaque génotype est codé (G1, G2, ..., G28).

La liste complète de génotypes avec leur code d'ascendance génétique CIMMYT est reprise dans le tableau 2.

Tableau 2. Liste de génotypes utilisés

1	SOKOL/3/PASTOR/HXL7573/2*BAU*2/6/OASIS/...	15	BAJ#1*2/5/SW89.5277/BORL95//SKAUZ/3/PRL/...
2	NAINA#1	16	KACHU*2/BECARD//KASUKO
3	BAVIS #1//ND64/2*WBL1/3/BORL14	17	BECARD/AKURI/3/KACHU//WBL1*2/BRAMBLING/4/...
4	BABAX/LR42//BABAX*2/3/KUKUNA/4/CROSBILL#1/...	18	WBL1*2/BRAMBLING//WBL1*2/BRAMBLING/3/...
5	SUP152/BAJ#1/3/KACHU//WBL1*2/BRAMBLING*2/...	19	BORL14*2//KFA/2*KACHU/3/KUTZ//KFA/2*KACHU
6	WBL1*2/BRAMBLING//WBL1*2/BRAMBLING/3/...	20	CNO79//PF70354/MUS/3/PASTOR/4/BAV92*2/5/...
7	KINGBIRD#1//INQALAB91*2/TUKURU/3/BECARD/...	21	TACUPETOF2001/6/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/...
8	KFA/2*KACHU//KACHU/KIRITATI*2/4/MUTUS*2/...	22	SAUAL/MUTUS/4/KACHU#1//WBL*2/KUKUNA/3/
9	WAXWING/2*ROLFO7//BORL14/3/NINGA#3	23	KACHU/BECARD//WBL1*2/BRAMBLING/3/FRNCLN*2/...
10	BABAX/LR42//BABAX/3/ER2000/4/NIGHAR/5/KASUKO	24	BORK14*2/3/KBIRD//WBL1*2/KURUKU/4/CHIPAK*2/...
11	NELOKI*2//KACHU/KIRITATI/3/KUTZ*2//KFA/...	25	NADI#2/3/BORL14*2//KFA/2*KACHU/4/NADI
12	MUNAL#1/FRANCOLIN#1*2//KUTZ*3/NINGA#3	26	QUAIU#1/SUP152/8/2*ATTILA/3*BCN//BAV92/3/...
13	MUTUS/ROLFO7//2*MUCUY/3/MOKUE#1	27	SUP152/FRNCL//KASUKO/3/BORL14*2//MUNAL#1/..
14	DANPHE/2*BAJ#1//NINGA#2	28	PRL/2*PASTOR//2*CIRO16/3/PRL/2*PASTOR//...

Méthodes

Dispositif Expérimental

Dans chaque site d'expérimentation, un dispositif expérimental de type alpha-lattice a été mis en place avec trois répétitions. Chaque répétition était subdivisée en quatre blocs incomplets, et chaque bloc comprenait sept parcelles élémentaires, auxquelles s'ajoutaient des lignes de bordure disposées aux deux extrémités de chaque bloc. Les parcelles étaient constituées de lignes de 2,5 m de longueur, avec un écartement de 20 cm entre les lignes et de 5 cm sur la ligne. Chaque parcelle correspondait à une variété. Les blocs présentaient à une longueur de 2,5 m et une largeur de 1,6 m. L'espacement entre les blocs était de 0,5 m, tandis que la distance entre les répétitions était de

1 m. L'ensemble du dispositif expérimental couvrait une superficie de 78.2m² au totale soit, 11,5 m de longueur et 6,8 m de largeur.

Paramètres observés

Quelques variables ont été observés pour évaluer l'adaptabilité des génotypes de blé tendre dans l'écologie du Kongo il s'agit de : jours de levée (lorsque 50% de grains semés avaient émergé à la surface du sol), hauteur de plants (mesurée sur un échantillon de 4 plantes par génotype par bloc, au stade maturité à partir du rat le sol jusqu'au sommet de l'épi, barbes y compris (Cauwel et al., 2000), nombre de grains par épi (déterminé à la maturité, sur des épis prélevés aléatoirement dans chaque ligne. Chaque épi a été détaché de la tige et tous les grains présents ont été comptés à la main et puis, le nombre moyen de grains par épi a été calculé), poids de 1000 grains (par comptage de 1000 grains puis peser à l'aide d'une balance de précision) et rendement grains (obtenu en multipliant le nombre d'épis par mètre carré, le nombre de grains par épi et le poids de mille grains puis en appliquant un facteur de conversion permettant d'exprimer le résultat en tonne par hectare), nombre d'épi par mètre carré (obtenu par comptage direct du nombre d'épis par m² par génotype et par parcelle).

Conduite de la culture

La conduite de la culture a suivi les étapes suivantes :

- Préparation du sol : labour manuel suivi d'un hersage.
- Semis : réalisé manuellement avec une densité de 200 grains/m².
- Fertilisation : l'engrais NPK (17-17-17) a été appliqué au semis à une quantité équivalente de 100 kg par hectare et d'urée a été appliqué au tallage à une dose équivalente 100 kg/ha.
- Entretien : trois sarclages manuels ont été réalisés.



Photo 1. Blé tendre en plein développement



Photo 2. Blé tendre en pleine maturité

Collecte des données et analyses statistiques

Les observations ont été effectuées sur un échantillon de 4 plantes prises au hasard par parcelle, en excluant les bordures. Le rendement a été trouvé grâce au calcul de ses différentes composantes. Les données collectées ont été traitées avec l'Excel, ensuite soumises à une analyse de variance avec le logiciel R i3.1.3 suivant le modèle général « AnovaModel <- aov (y ~ Variétés + Répétition) pour déterminer les différences entre des traitements. Le test de comparaison multiple de la plus petite différence significative (PPDS) a été utilisé pour séparer les groupes des moyennes.

RESULTATS

Performance agronomique des génotypes de blé évalués à travers les environnements

Les résultats relatifs à la performance agronomique des génotypes de blé à travers les environnements sont présentés dans le tableau 3. Tandis que le tableau 4 met en relief la variation des valeurs moyennes des paramètres observés entre les génotypes évalués.

Tableau 3. Carrés moyens des caractères examinés sur les géotypes de blé évalués à Kiazi, Mvuazi et Boma

Sources de variation	dl	Jours de levée (jrs)	Hauteur de plants (cm)	Nombre d'épis par m ²	Nombre de grains par épis	Poids de 1000 grains (g)	Rendement grains (t/ha)
Environnement (E)	2	15,3015**	0,1586 NS	16364,7925**	97,933**	1,12105 NS	3,306**
Répétition R(E)	6	0,9524	0,2067	323,167	5,4967	0,9602	0,0923
Génotype (G)	27	1,2809**	276,2907**	49488,4437**	176,9284**	25,0741**	10,4211**
G x E	54	1,4571 NS	141,5383**	27095,2993**	96,3505 NS	13,0448 NS	5,4519**
Erreur	162	0,2981	0,2756	199,401	1,2203	0,5251	0,0323
C.V. (%)		14,05	0,75	3,93	2,67	3,61	5,83

*C.V. Coefficient de variation ; NS : non significative ; ** : très significative au seuil de 1% ;*

L'analyse de variance a indiqué qu'il existe des effets significatifs ($p < 0,01$) entre les géotypes pour tous les paramètres étudiés (Tableau4). Par ailleurs, les effets des environnements ne se sont révélés significatifs que sur les jours de levée, le nombre d'épis par m², le nombre de grains par épi et le rendement.

Tandis que les effets d'interaction génotype (G) x environnement (E) n'ont été significatifs que pour les paramètres hauteur de plants, nombre d'épis par m² et rendement grains.

Tableau 4. Valeurs moyennes des caractères agronomiques de 28 génotypes de blé évalués à

Kiazi, Mvuazi et Boma

Genotypes	Jours de levée (Jrs)	Hauteur de plants (Cm)	Nombre d'épis par m ²	Nombre de grains par épis	Poids de 1000 grains (g)	Rendement grains (t/ha)
G26	4,0 ± 0,8 ^{c-f}	72,2 ± 0,1 ^h	486,4 ± 13,6 ^a	47,3 ± 1,7 ^{cd}	22,2 ± 0,2 ^a	5,115 ± 0,192 ^a
G12	3,7 ± 0,7 ^{f-h}	72,8 ± 0,8 ^g	469,6 ± 19,3 ^b	47,3 ± 1,2 ^{cd}	22,3 ± 0,1 ^a	4,983 ± 0,275 ^b
G11	4,2 ± 0,6 ^{b-d}	75,2 ± 0,9 ^{cd}	465,6 ± 19,3 ^b	48,0 ± 0,8 ^{bc}	22,2 ± 0,2 ^a	4,963 ± 0,198 ^{ab}
G21	4,6 ± 0,5 ^{ab}	75,0 ± 0,1 ^{de}	461,1 ± 28 ^b	47,3 ± 0,9 ^{cd}	21,7 ± 1,4 ^{ab}	4,747 ± 0,357 ^c
G25	4,1 ± 0,3 ^{b-f}	69,6 ± 0,2 ^j	364,7 ± 39 ^h	50,3 ± 3,9 ^a	22,2 ± 1,4 ^a	4,079 ± 0,324 ^d
G10	3,4 ± 0,7 ^{gh}	75,1 ± 0,1 ^{bc}	444,2 ± 4,9 ^c	45,0 ± 1,7 ^e	21,3 ± 0,4 ^{b-e}	3,975 ± 0,265 ^{de}
G13	3,9 ± 0,7 ^{c-g}	70,8 ± 0,5 ⁱ	398,4 ± 43,1 ^{de}	43,9 ± 1,0 ^f	22,1 ± 0,2 ^a	3,873 ± 0,487 ^e
G1	3,8 ± 0,4 ^{d-h}	75,8 ± 0,4 ^b	408,4 ± 8,9 ^{cd}	40,4 ± 1,4 ^{gh}	21,6 ± 0,3 ^{a-c}	3,563 ± 0,190 ^f
G5	4,0 ± 0,0 ^{c-f}	70,7 ± 4,0 ⁱ	392,4 ± 33,0 ^{ef}	46,4 ± 1,5 ^d	19,1 ± 0,5 ⁱ	3,493 ± 0,365 ^f
G9	3,6 ± 1,1 ^{c-g}	75,5 ± 0,2 ^{bc}	415,6 ± 10,3 ^c	40,2 ± 1,1 ^{g-i}	20,7 ± 0,2 ^{e-g}	3,457 ± 0,192 ^f
G17	3,9 ± 0,6 ^{c-g}	75,5 ± 0,2 ^a	419,1 ± 2,1 ^c	38,2 ± 1,2 ^{m-o}	21,4 ± 1,3 ^{b-d}	3,435 ± 0,242 ^f
G7	3,7 ± 1,2 ^{ab}	74,5 ± 0,1 ^f	466,9 ± 2,3 ^{de}	39,1 ± 1,3 ^{j-m}	20,8 ± 0,1 ^{d-g}	3,257 ± 0,125 ^g
G3	4,0 ± 0,5 ^{c-f}	74,6 ± 0,1 ^{ef}	379,1 ± 20,3 ^g	40,7 ± 1,1 ^g	20,9 ± 0,8 ^{c-f}	3,218 ± 0,185 ^g
G2	3,7 ± 0,8 ^{e-h}	72,5 ± 0,1 ^{gh}	390,9 ± 17,0 ^{eg}	39,3 ± 1,2 ^{g-n}	21,1 ± 0,4 ^{b-f}	3,209 ± 0,135 ^g
G16	3,6 ± 0,5 ^{f-h}	70,6 ± 0,2 ⁱ	358,4 ± 54,2 ^h	48,7 ± 2,3 ^b	18,2 ± 0,2 ^j	3,190 ± 0,636 ^g
G6	3,6 ± 0,8 ^{f-h}	72,1 ± 0,1 ^h	391,3 ± 1,3 ^{fg}	39,6 ± 1,2 ^{h-l}	20,7 ± 0,2 ^{e-g}	3,117 ± 0,082 ^g
G18	3,8 ± 0,8 ^{d-h}	71,0 ± 0,1 ⁱ	339,3 ± 1,6 ⁱ	39,2 ± 0,9 ^{i-m}	20,6 ± 0,4 ^{fg}	2,737 ± 0,075 ^h
G4	3,9 ± 0,7 ^{c-g}	69,5 ± 0,2 ^j	321,3 ± 3,9 ^j	40,0 ± 1,2 ^{g-j}	19,6 ± 0,7 ^{hi}	2,521 ± 0,123 ⁱ
G8	3,6 ± 1,1 ^{f-g}	69,5 ± 0,3 ^j	308,2 ± 49,3 ^{jk}	39,0 ± 1,6 ^{j-n}	20,6 ± 0,3 ^{fg}	2,485 ± 0,445 ⁱ
G24	3,3 ± 0,5 ^h	67,5 ± 0,2 ^l	341,1 ± 2,8 ⁱ	39,7 ± 1,2 ^{j-k}	18,0 ± 0,3 ^{ik}	2,439 ± 0,094 ⁱ
G14	4,8 ± 0,6 ^a	68,6 ± 0,2 ^k	301,1 ± 2,7 ^k	37,0 ± 1,2 ^p	20,2 ± 0,3 ^{g-h}	2,250 ± 0,088 ^j
G28	3,7 ± 0,7 ^{e-h}	65,1 ± 0,4 ^m	301,3 ± 2,3 ^k	39,3 ± 1,2 ^{i-l}	18,0 ± 0,7 ^{jk}	2,139 ± 0,108 ^{jk}
G20	4,3 ± 0,5 ^{a-c}	62,4 ± 0,1 ^o	317,6 ± 44,6 ^j	37,6 ± 1,2 ^{op}	17,8 ± 0,4 ^{jk}	2,120 ± 0,332 ^{jk}
G19	3,3 ± 0,5 ^h	62,3 ± 0,1 ^o	295,6 ± 48,4 ^k	38,6 ± 0,8 ^{l-o}	17,7 ± 0,9 ^{jk}	2,015 ± 0,344 ^k
G27	4,1 ± 0,6 ^{b-e}	55,9 ± 2,6 ^f	237,3 ± 30,1 ^m	39,2 ± 1,5 ^{i-m}	18,2 ± 1,3 ^j	1,687 ± 0,150 ^l
G22	3,8 ± 0,8 ^{d-h}	64,1 ± 0,1 ⁿ	229,1 ± 4,4 ^{nm}	38,7 ± 1,1 ^{k-v}	18,3 ± 1,4 ^j	1,623 ± 0,109 ^{lm}
G23	3,3 ± 0,5 ^h	61,1 ± 0,1 ^p	219,8 ± 11,2 ^m	38,0 ± 1,2 ^{n-p}	17,5 ± 0,2 ^k	1,462 ± 0,114 ^m
G15	4,1 ± 0,6 ^{b-e}	59,3 ± 0,1 ^q	252,4 ± 49,8 ^m	31,4 ± 1,0 ^q	18,3 ± 0,5 ^j	1,461 ± 0,335 ^m
Moyenne	3,9	69,7	359,7	41,4	20,1	3,091
<i>p</i> effet génotype	<i>p</i> <0,01**	<i>p</i> <0,01**	<i>p</i> <0,01**	<i>p</i> <0,01**	<i>p</i> <0,01**	<i>p</i> <0,01**
C.V. (%)	14,04	0,75	3,93	2,67	3,61	5,83

C.V. Coefficient de variation ; *NS* : non significative ; ** : très significative au seuil de 1%. Les moyennes d'une même colonne suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes après le test de PPDS.

Les jours de levée vont de 3,3 (G24, G19 et G23) à 4,6 jours (G21). La contribution à la somme des carrés était de 14% pour l'environnement, 16% pour le génotype, tandis que l'interaction génotype x environnement (G x E) a contribué à 37% à la variation de jours de levée. La hauteur de plants a varié entre 55,9 (G27) et 75,5 cm (G17). La moyenne générale était autour de 69,7 cm. La hauteur de plants a varié entre 59,3 (G15) et 75,5 cm (G17). La moyenne générale de la hauteur de plants était autour de 69,7 cm. Le génotype a contribué à la somme de carrés à 49,24% alors que la contribution à la somme de carrés de l'interaction G x E était de 50,45% en ce qui concerne la hauteur de plants. Le génotype G 26 a donné le rendement le plus élevé (5,115 tha⁻¹) et le nombre d'épis par m² le plus élevé (486,4).

Dix-huit génotypes ont donné un rendement grains supérieur à la moyenne. Il s'agit des génotypes compris entre G26 et G6 suivant l'ordre décroissant mis en relief dans le tableau 4. Le nombre de grains par épis le plus élevé a été obtenu avec le génotype G25 (50) et le plus faible a été obtenu avec le génotype G15 (31), alors que la moyenne était de 41 grains par épi. L'environnement ainsi que l'interaction G x E n'ont eu aucune influence sur le poids de 100 grains, alors que l'effet génotype était très significatif (Tableau 3).

La contribution à la somme des carrés de l'environnement au nombre d'épis par m², nombre de grains par épi et rendement était de 95, 2 et 1% respectivement, alors que le génotype a contribué à 0,4 ; 45 et 47% respectivement. L'interaction G x E a contribué à 4, 50 et 50% respectivement. Par rapport à leur contribution, il est évident que le nombre d'épis par m² est très influencé par l'environnement par rapport aux autres paramètres.

Corrélation entre les variables mesurées

L'analyse des corrélations entre les variables mesurées sont présentées dans le tableau5.

Tableau 5. Corrélations entre les variables mesurées

	JLVE	HTPL	EPIM	GREPI	PMG
HTPL	0,277				
EPIM	0,1252	0,8574			
GREPI	0,095	0,4753	0,6495		
PMG	0,2578	0,7958	0,8091	0,5121	
RDT	0,1829	0,779	0,9533	0,8046	0,8482

L'analyse des corrélations montre que le rendement du blé dans le Kongo Central est principalement déterminé par le nombre d'épis par unité de surface, suivi du poids de mille grains et du nombre de grains par épi. La forte association positive entre ces variables indique une absence de compromis physiologique, suggérant une bonne adaptation de certains génotypes aux conditions agro-écologiques locales. Ces résultats constituent une base importante pour la sélection variétale orientée vers l'amélioration du rendement en milieu tropical.

Performance des génotypes de blé dans différents environnement

Le résultat relatif au rendement au rendement mis en relief sur la Figure 2 montre une variation considérable de la performance des génotypes à Kiazi, Mvuazi et Boma. Les génotypes G26, G11, G12 et G21 se distinguent par leur rendement élevé, compris entre 4,415 et 5,253 t.ha⁻¹, indiquant leur bonne adaptation aux conditions agro-écologiques du Kongo Central. Par ailleurs, le génotype G26 s'est révélé plus performant comparativement aux autres génotypes.

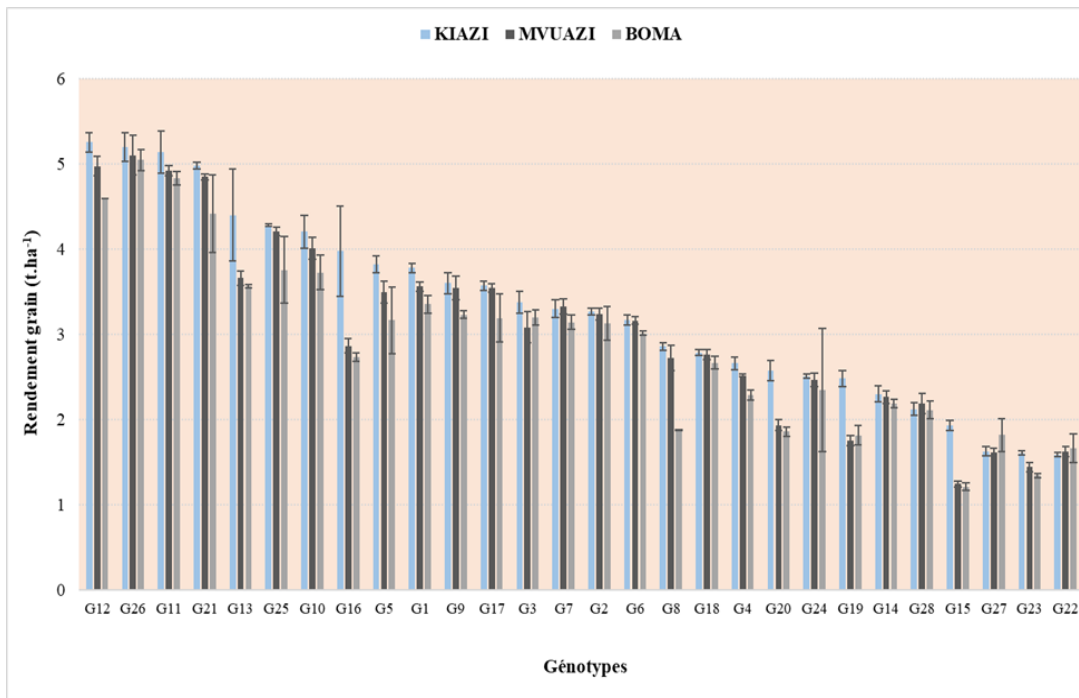


Figure 2. Rendement en grains de génotypes obtenus dans les différents sites

Tableau 6. Variation des caractères agronomiques des génotypes de blé évalué à Kiazi, Mvuazi et Boma

Génotypes	Jours de levée (jrs)			Hauteur de plants (cm)			Nombre d'épis par m ²			Nombre de grains par épis			Poids de 1000 graines (g)		
	Kiazi	Mvuazi	Boma	Kiazi	Mvuazi	Boma	Kiazi	Mvuazi	Boma	Kiazi	Mvuazi	Boma	Kiazi	Mvuazi	Boma
G12	4,0 ± 0,8 ^{cd}	3,7 ± 0,5 ^{b-d}	3,3 ± 0,5 ^{bc}	72,3 ± 0,2 ^d	72,1 ± 0,1 ^f	74,0 ± 0,0 ^{ef}	486,7 ± 1,0 ^a	479,3 ± 1,9 ^a	442,7 ± 0,9 ^{bc}	48,3 ± 1,0 ^b	46,7 ± 1,2 ^{cd}	47,0 ± 0,0 ^b	22,3 ± 0,0 ^{ab}	22,2 ± 0,1 ^b	22,1 ± 0,1 ^a
G26	4,7 ± 0,5 ^{a-c}	4,0 ± 0,8 ^{a-c}	3,3 ± 0,5 ^{bc}	72,3 ± 0,1 ^d	72,2 ± 0,0 ^f	72,1 ± 0,1 ^h	484,0 ± 15,6 ^a	486,0 ± 17,0 ^a	489,3 ± 2,5 ^a	48,0 ± 2,2 ^d	47,3 ± 1,2 ^{bc}	46,7 ± 1,2 ^b	22,4 ± 0,3 ^{ab}	22,2 ± 0,2 ^b	22,1 ± 0,1 ^a
G11	4,7 ± 0,5 ^{a-c}	4,3 ± 0,5 ^{ab}	3,7 ± 0,5 ^{ab}	75,9 ± 0,4 ^b	75,2 ± 0,2 ^{bc}	74,2 ± 0,7 ^{ef}	469,3 ± 14,6 ^{ab}	464,7 ± 0,9 ^b	462,7 ± 2,5 ^{ab}	48,7 ± 0,5 ^b	48,0 ± 0,8 ^{bc}	47,3 ± 0,5 ^b	22,5 ± 0,2 ^a	22,1 ± 0,1 ^{bc}	22,1 ± 0,0 ^a
G21	5,0 ± 0,0 ^{ab}	4,7 ± 0,5 ^a	4,0 ± 0,0 ^{ab}	74,9 ± 0,0 ^c	74,9 ± 0,0 ^{b-d}	75,0 ± 0,1 ^{b-e}	463,3 ± 2,5 ^{ab}	461,3 ± 1,9 ^b	458,7 ± 1,9 ^b	48,3 ± 0,5 ^b	47,3 ± 0,5 ^{bc}	46,3 ± 0,5 ^b	22,2 ± 0,1 ^{a-c}	22,2 ± 0,1 ^b	20,8 ± 2,0 ^{a-d}
G13	4,3 ± 0,5 ^{b-d}	4,0 ± 0,8 ^{a-c}	3,3 ± 0,5 ^{bc}	71,2 ± 0,3 ^e	70,5 ± 0,4 ^{g-i}	70,7 ± 0,4 ⁱ	445,3 ± 47,6 ^{bc}	374,7 ± 0,9 ^{ef}	375,3 ± 0,9 ^{ef}	44,3 ± 0,9 ^d	44,3 ± 0,9 ^e	43,0 ± 0,0 ^c	22,2 ± 0,2 ^{a-c}	22,0 ± 0,1 ^{bc}	22,1 ± 0,2 ^a
G25	4,3 ± 0,5 ^{b-d}	4,0 ± 0,0 ^{a-c}	4,0 ± 0,0 ^{ab}	69,8 ± 0,1 ^f	69,7 ± 0,1 ^{hi}	69,4 ± 0,2 ^j	366,7 ± 0,9 ^{gh}	367,3 ± 0,9 ^f	360,0 ± 3,3 ^{fg}	51,3 ± 0,5 ^a	50,3 ± 0,5 ^a	49,3 ± 0,5 ^a	22,7 ± 0,2 ^a	22,7 ± 0,2 ^a	21,1 ± 2,1 ^{a-c}
G10	4,0 ± 0,8 ^{cd}	3,3 ± 0,5 ^{cd}	3,0 ± 6,0 ^c	75,7 ± 0,1 ^b	75,6 ± 0,1 ^{ab}	75,6 ± 0,2 ^{ab}	426,0 ± 0,0 ^{cd}	418,7 ± 0,9 ^c	398,0 ± 1,6 ^{de}	46,0 ± 1,4 ^{cd}	44,7 ± 1,2 ^{de}	44,3 ± 1,9 ^c	21,4 ± 0,4 ^{d-f}	21,4 ± 0,4 ^{de}	21,1 ± 0,4 ^{a-c}
G16	4,0 ± 0,0 ^{cd}	3,7 ± 0,5 ^{b-d}	3,0 ± 0,0 ^c	70,7 ± 0,1 ^e	70,6 ± 0,1 ^{gh}	70,5 ± 0,2 ⁱ	425,3 ± 45,7 ^{cd}	324,7 ± 0,9 ^b	325,3 ± 1,9 ^{hi}	50,7 ± 1,9 ^a	49,0 ± 1,4 ^{ab}	46,3 ± 0,5 ^b	18,4 ± 0,2 ^m	18,0 ± 0,0 ^{ij}	18,1 ± 0,2 ^{gh}
G5	4,0 ± 0,0 ^{cd}	4,3 ± 0,0 ^{a-c}	4,0 ± 0,0 ^{ab}	65,1 ± 1,2 ⁱ	73,7 ± 0,1 ^e	73,4 ± 0,1 ^{fg}	410,0 ± 1,6 ^{de}	400,7 ± 0,9 ^d	366,7 ± 47,1 ^f	47,0 ± 1,4 ^{bc}	46,3 ± 2,1 ^{c-e}	46,0 ± 0,0 ^b	19,8 ± 0,2 ^l	18,8 ± 0,2 ^h	18,8 ± 0,3 ^{e-h}
G1	4,0 ± 0,0 ^{cd}	3,7 ± 0,5 ^{b-d}	3,7 ± 0,1 ^{ab}	76,1 ± 0,4 ^{ab}	75,7 ± 0,2 ^{ab}	75,5 ± 0,2 ^{a-c}	420,7 ± 0,9 ^{cd}	404,7 ± 0,9 ^d	400,0 ± 1,6 ^{de}	41,3 ± 1,2 ^e	40,7 ± 0,9 ^{fg}	39,3 ± 1,2 ^{de}	21,7 ± 0,3 ^{c-e}	21,6 ± 0,2 ^{c-e}	21,3 ± 0,3 ^{ab}
G9	4,0 ± 0,8 ^{cd}	4,3 ± 0,5 ^{ab}	3,3 ± 0,5 ^{bc}	75,6 ± 0,1 ^b	75,5 ± 0,1 ^{bc}	75,3 ± 0,1 ^{b-d}	422,7 ± 2,5 ^{cd}	422,7 ± 2,5 ^c	401,3 ± 0,9 ^{ed}	40,7 ± 1,2 ^{ef}	40,7 ± 0,9 ^{fg}	39,3 ± 0,5 ^{de}	20,9 ± 0,0 ^{fi}	20,6 ± 0,2 ^f	20,5 ± 0,1 ^{a-e}
G17	4,0 ± 0,0 ^{cd}	4,3 ± 0,5 ^{ab}	3,3 ± 0,5 ^{bc}	76,7 ± 0,1 ^a	76,5 ± 0,1 ^a	76,4 ± 0,2 ^a	418,7 ± 2,5 ^d	420,0 ± 1,6 ^c	418,7 ± 1,9 ^{cd}	39,0 ± 0,8 ^{fi}	38,7 ± 0,9 ^{g-j}	37,0 ± 0,8 ^{g-i}	21,9 ± 0,5 ^{b-d}	21,8 ± 0,2 ^{b-d}	20,6 ± 1,9 ^{a-e}
G3	4,3 ± 0,5 ^{b-d}	4,0 ± 0,4 ^{a-c}	3,7 ± 0,5 ^{ab}	74,6 ± 0,1 ^c	74,6 ± 0,1 ^{cd}	74,5 ± 0,1 ^{c-e}	386,7 ± 0,9 ^{e-g}	365,3 ± 30,7 ^f	385,3 ± 2,5 ^{ef}	41,3 ± 0,9 ^e	40,7 ± 1,2 ^{fg}	40,0 ± 0,0 ^d	21,1 ± 0,9 ^{fh}	20,8 ± 0,6 ^f	20,7 ± 0,6 ^{a-d}
G7	5,3 ± 0,5 ^a	4,3 ± 0,5 ^{ab}	4,0 ± 0,0 ^{ab}	74,5 ± 0,1 ^c	74,5 ± 6,0 ^{de}	74,4 ± 0,1 ^{d-f}	402,0 ± 1,6 ^{d-f}	402,0 ± 1,6 ^d	398,7 ± 1,9 ^{de}	39,3 ± 1,2 ^{fh}	40,0 ± 0,8 ^{fi}	38,0 ± 0,8 ^{e-h}	20,9 ± 0,0 ^{gi}	20,7 ± 0,1 ^f	20,7 ± 0,0 ^{a-d}
G2	4,3 ± 0,5 ^{b-d}	3,7 ± 0,9 ^{b-d}	3,0 ± 0,0 ^c	72,6 ± 0,0 ^d	72,6 ± 0,0 ^f	72,5 ± 0,0 ^{gh}	387 ± 0,9 ^{e-g}	386,7 ± 0,9 ^e	398,7 ± 27,9 ^{de}	49,7 ± 0,9 ^{e-h}	39,3 ± 1,2 ^{fi}	38,0 ± 0,8 ^{e-h}	21,3 ± 0,3 ^{e-g}	21,3 ± 0,3 ^e	20,7 ± 0,3 ^{a-e}
G6	3,7 ± 0,9 ^d	3,7 ± 0,9 ^{b-d}	3,3 ± 0,5 ^{bc}	72,2 ± 0,0 ^d	72,1 ± 0,1 ^f	72,0 ± 0,0 ^h	380,7 ± 0,9 ^{fg}	381,3 ± 0,9 ^e	382,0 ± 1,6 ^{ef}	40,0 ± 0,8 ^{e-g}	40,3 ± 0,9 ^{fh}	38,3 ± 0,5 ^{e-g}	20,8 ± 0,2 ^{g-j}	20,6 ± 0,2 ^f	20,6 ± 0,2 ^{a-e}
G8	4,3 ± 0,5 ^{b-d}	3,3 ± 0,5 ^{cd}	3,0 ± 0,0 ^c	69,7 ± 0,1 ^f	69,6 ± 0,0 ⁱ	69,2 ± 0,3 ^j	343,3 ± 2,5 ^{h-j}	342,7 ± 2,5 ^g	238,7 ± 3,4 ^{lm}	40,3 ± 0,5 ^{e-g}	38,7 ± 2,1 ^{g-j}	38,0 ± 0,8 ^{e-h}	20,6 ± 0,4 ^{h-k}	20,6 ± 0,3 ^f	20,7 ± 0,2 ^{a-e}
G18	4,7 ± 0,5 ^{a-c}	3,3 ± 0,5 ^{cd}	3,3 ± 0,5 ^{bc}	71,0 ± 0,1 ^e	71,0 ± 0,0 ^g	71,0 ± 0,0 ⁱ	340,0 ± 0,0 ^{ij}	340,0 ± 1,6 ^g	338,0 ± 1,6 ^{gh}	40,0 ± 0,0 ^{e-g}	39,7 ± 0,5 ^{fi}	38,0 ± 0,0 ^{e-h}	20,5 ± 0,3 ^{ik}	20,5 ± 0,3 ^{fg}	20,8 ± 0,5 ^{a-d}
G4	4,0 ± 0,0 ^{cd}	4,0 ± 0,8 ^{a-c}	3,7 ± 0,9 ^{ab}	69,7 ± 0,2 ^f	69,7 ± 0,2 ^{hi}	69,3 ± 0,1 ^j	325,3 ± 2,5 ^{jk}	322,0 ± 0,0 ^h	316,7 ± 0,9 ^{hi}	40,3 ± 0,9 ^{e-g}	41,0 ± 0,0 ^f	38,7 ± 0,5 ^{d-f}	20,3 ± 0,6 ^{jl}	19,1 ± 0,1 ^h	19,5 ± 0,4 ^{h-g}
G20	4,7 ± 0,5 ^{a-c}	4,3 ± 0,5 ^{ab}	4,0 ± 0,0 ^{ab}	62,4 ± 0,1 ^k	62,4 ± 0,1 ⁿ	62,3 ± 0,1 ^m	380,7 ± 0,9 ^{fg}	286,0 ± 1,6 ^l	286,0 ± 1,6 ^{jk}	38,0 ± 0,8 ^{hi}	38,9 ± 0,8 ^{ij}	36,7 ± 1,2 ^{hi}	17,8 ± 0,5 ^{no}	17,8 ± 0,5 ^{ij}	17,7 ± 0,4 ^{gh}
G24	4,0 ± 0,0 ^{cd}	3,0 ± 0,0 ^d	3,0 ± 0,0 ^c	67,6 ± 0,1 ^h	67,5 ± 0,0 ^k	67,3 ± 0,2 ^k	341,3 ± 3,4 ^{h-j}	342,7 ± 2,5 ^g	339,3 ± 0,9 ^{gh}	40,7 ± 0,5 ^{ef}	39,7 ± 1,2 ^{fi}	38,0 ± 0,5 ^{d-f}	18,1 ± 0,1 ^{mm}	18,1 ± 0,2 ^l	17,9 ± 0,5 ^{gh}
G19	3,7 ± 0,5 ^d	3,3 ± 0,5 ^{cd}	3,0 ± 0,0 ^c	62,4 ± 0,1 ^k	62,3 ± 0,0 ⁿ	62,1 ± 0,0 ^m	364,0 ± 1,6 ^{g-i}	263,3 ± 0,9 ^k	259,3 ± 0,9 ^{kl}	39,3 ± 0,9 ^{fh}	38,3 ± 0,5 ^{h-j}	38,0 ± 0,0 ^{e-h}	17,3 ± 0,3 ^o	17,3 ± 0,3 ^k	18,4 ± 1,2 ^{fh}
G14	5,3 ± 0,5 ^a	4,7 ± 0,5 ^a	4,3 ± 0,5 ^a	68,6 ± 0,2 ^g	68,7 ± 0,2 ^j	68,5 ± 0,3 ^j	304,0 ± 2,8 ^k	300,0 ± 0,0 ⁱ	299,3 ± 0,9 ^{ij}	37,3 ± 0,9 ⁱ	37,7 ± 1,2 ^j	36,0 ± 0,0 ⁱ	20,2 ± 0,3 ^{kl}	20,0 ± 0,0 ^g	20,3 ± 0,4 ^{a-f}
G28	4,3 ± 0,5 ^{b-d}	3,7 ± 0,5 ^{b-d}	3,0 ± 0,0 ^c	64,9 ± 0,4 ⁱ	65,2 ± 0,2 ^l	65,1 ± 0,5 ^l	301,3 ± 0,9 ^k	303,3 ± 0,9 ⁱ	299,3 ± 2,5 ^{ij}	40,0 ± 0,8 ^{e-g}	39,7 ± 1,2 ^{fi}	38,3 ± 0,5 ^{e-g}	17,6 ± 0,2 ^{no}	18,2 ± 0,6 ⁱ	18,4 ± 0,8 ^{fh}
G15	4,7 ± 0,5 ^{a-c}	4,0 ± 0,0 ^{a-c}	3,7 ± 0,5 ^{ab}	59,3 ± 0,1 ^m	59,3 ± 0,1 ^p	59,4 ± 0,1 ^o	322,7 ± 2,5 ^{jk}	220,7 ± 0,9 ^{lm}	214,0 ± 2,8 ^m	32,3 ± 0,5 ^g	31,3 ± 0,9 ^k	30,7 ± 0,5 ^j	18,5 ± 0,5 ^m	18,0 ± 0,0 ^{ij}	18,5 ± 0,7 ^{fh}
G27	4,7 ± 0,5 ^{a-c}	4,0 ± 0,0 ^{a-c}	3,7 ± 0,5 ^{ab}	58,3 ± 0,2 ⁿ	54,7 ± 2,4 ^q	54,7 ± 2,4 ^p	228,0 ± 1,6 ^l	226,7 ± 0,9 ^l	257,3 ± 45,9 ^l	40,0 ± 0,8 ^{e-g}	40,0 ± 0,8 ^{fi}	37,7 ± 1,2 ^{fh}	17,8 ± 0,2 ^{no}	17,8 ± 0,2 ^{ij}	19,0 ± 2,1 ^{d-h}
G23	3,7 ± 0,5 ^d	3,0 ± 0,0 ^d	3,3 ± 0,5 ^{bc}	61,2 ± 0,2 ^l	61,1 ± 0,1 ^o	61,1 ± 0,1 ^m	235,3 ± 0,9 ^l	212,0 ± 0,0 ^m	212,0 ± 3,3 ^m	38,7 ± 0,5 ^{g-i}	38,7 ± 1,2 ^{g-j}	36,7 ± 0,5 ^{hi}	17,6 ± 0,1 ^{no}	17,6 ± 0,0 ^{jk}	17,3 ± 0,2 ^h
G22	4,7 ± 0,5 ^{a-c}	3,0 ± 0,0 ^d	3,7 ± 0,5 ^{ab}	64,1 ± 0,1 ^j	64,1 ± 0,1 ^m	64,1 ± 0,1 ^l	226,0 ± 1,6 ^l	231,3 ± 6,2 ^l	230,0 ± 1,6 ^m	39,3 ± 0,5 ^{fh}	39,3 ± 0,5 ^{fi}	37,3 ± 0,5 ^{fh}	17,8 ± 0,0 ^{no}	17,9 ± 0,1 ^{ij}	18,5 ± 0,7 ^{fh}
Moyenne	4,3	3,8	3,5	69,6	69,7	69,6	375,3	355,4	348,3	42,2	41,6	40,4	20,2	20,1	20,04
C.V. (%)	12,83	15,1	13,51	0,5200	0,8100	0,8800	4,2600	2,3200	4,7600	2,4600	3,1800	2,2700	1,6300	1,3700	5,9400
P value	0,0154*	0,0252*	0,0122*	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**

*C.V. Coefficient de variation ; NS : non significative ; * : signification au seuil de 5% ; ** : très significative au seuil de 1%. Les moyennes d'une même colonne suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes après le test de PPDS.*

Tableau 7. Variation des caractères agronomiques en fonction des environnements

Environnement	Jours de levée (Jrs)	Hauteur de plants (Cm)	Nombre d'épis par m ²	Nombre de grains par épis	Poids de 1000 grains (g)	Rendement grain (t/ha)
MBANZA	4,3 ± 0,47 ^a	69,6 ± 5,4	375,4 ± 72,5 ^a	42,2 ± 4,6 ^a	20,2 ± 1,8	3,297 ± 1,310 ^a
MVUAZI	3,8 ± 0,7 ^a	69,7 ± 5,6	355,4 ± 78,1 ^b	41,7 ± 4,4 ^a	20,1 ± 1,8	3,073 ± 1,096 ^b
BOMA	3,5 ± 0,5 ^c	69,6 ± 5,6	348,3 ± 78,0 ^c	40,4 ± 4,5 ^b	20,0 ± 1,7	2,885 ± 1,082 ^c
Moyenne	3,9	69,7	359,7	41,4	20,1	3,091
p Effet site	0,0048**	0,3949 NS	p <0,01**	p <0,01**	0,1021 NS	p <0,01**
C.V. (%)	19,39	0,62	3,71	4,44	2,48	5,83

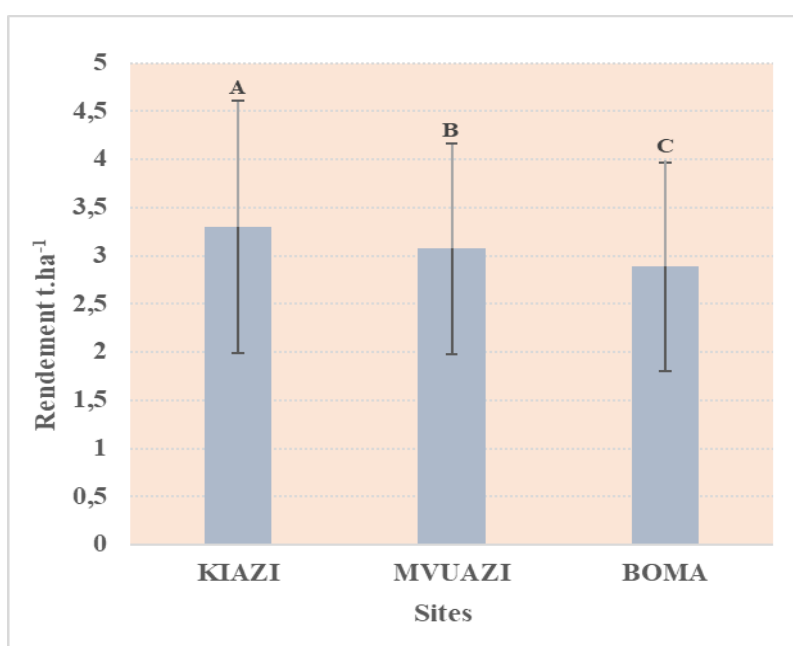


Figure 3. Rendement grains moyen obtenu à Kiazi, Mvuazi et Boma

Les résultats présentés dans les tableaux 6 et 7 mettent en évidence une variation hautement des génotypes pour la majorité de paramètres agronomiques évalués dans les trois environnements, traduisant une variabilité génétique au sein des génotypes. En ce qui concerne les jours de levée à Boma, la levée est intervenue à 3,5 jours, à Mvuazi, il est intervenu à 3,8 jours tandis qu'à Kiazi la levée a été obtenue un peu tard, 4,3 jours après le semis. Cette différence pourrait s'expliquer par des variations de température du sol, humidité et texture, facteurs connus pour influencer la germination et l'émergence des plantules. En revanche, la hauteur des plants ne diffère pas significativement entre les environnements ($p = 0,3949$). Les valeurs sont homogènes ($\approx 69,6-69,7$

cm), indiquant que la croissance végétative n'a pas été affectée par le facteur site. Cela suggère une bonne adaptation variétale ou des conditions globalement favorables et similaires pour la croissance. L'analyse des composantes du rendement montre que celui-ci est principalement influencé par le nombre d'épis par m² et le poids de mille grains, tandis que le nombre de grains par épi contribue de manière moins déterminante. Certains géotypes présentent en effet des valeurs élevées pour une composante mais sans amélioration proportionnelle du rendement, traduisant des phénomènes de compensation entre composantes du rendement.

DISCUSSION

Les résultats obtenus mettent en évidence une variabilité significative entre les géotypes pour l'ensemble des paramètres étudiés, notamment le rendement en grain et ses composantes. Cette variabilité confirme l'existence d'un potentiel génétique exploitable pour l'amélioration variétale du blé dans les conditions agro-écologiques du Kongo Central. Des résultats similaires ont été rapportés par Reynolds M.P. et al. (2020), qui soulignent que la diversité génétique constitue un levier clé pour améliorer la productivité du blé dans les environnements tropicaux.

Variabilité des caractères agronomiques

La significativité de l'effet géotype observée pour tous les caractères ($p < 0,05$ à $p < 0,01$) traduit une forte influence du facteur génétique sur l'expression des traits agronomiques. Cela corrobore les travaux de Fischer R.A. (2019), qui ont montré que les différences inter géotypiques expliquent une grande partie de la variabilité du rendement.

Les faibles coefficients de variation observés indiquent une bonne précision expérimentale, en accord avec les observations de Kumar S. et al. (2021), qui recommandent des CV faibles pour valider la fiabilité des essais agronomiques.

Composantes du rendement et déterminisme du rendement

Le rendement en grain varie fortement entre les géotypes (1,24 à 5,10 t/ha). Les géotypes G26, G12, G11 et G21 se distinguent nettement. Le rendement du blé est déterminé principalement par trois composantes : le nombre d'épis par m², le nombre de grains par épi et le poids de mille grains. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Slafer G.A. et al. (2021), qui ont démontré que ces trois composantes expliquent l'essentiel des variations de rendement chez le blé.

Les géotypes performants observés dans cette étude combinent efficacement ces composantes, ce qui confirme que l'amélioration simultanée de ces traits est essentielle pour maximiser le rendement.

Nombre d'épis et du nombre de grains

Le nombre d'épis/m² apparaît comme un facteur déterminant du rendement, notamment chez les géotypes les plus productifs (G26, G12). Selon Sadras V.O. (2020), ce paramètre est fortement lié à la capacité d'adaptation des géotypes aux conditions environnementales.

Le nombre de grains par épi est également un caractère clé, souvent associé à une héritabilité élevée. Calderini D.F. et al. (2021) ont montré que ce paramètre joue un rôle majeur dans la détermination du nombre total de grains.

Poids de mille grains et relations de compensation

Le poids de mille grains (PMG) contribue significativement au rendement, notamment chez les géotypes G25 et G26. Un bon PMG reflète un remplissage efficace des grains, lié à la disponibilité des assimilats.

Cependant, comme le soulignent Acreche M.M. et al. (2022), il existe souvent un compromis entre le nombre de grains et leur poids, en raison de la compétition pour les ressources durant la phase de remplissage.

Hauteur des plants et précocité

La hauteur des plants varie significativement entre les géotypes. Une hauteur élevée peut améliorer la capture de la lumière, mais augmente le risque de verse. Selon Berry P.M. et al. (2019), la gestion de la hauteur est essentielle pour optimiser le rendement et la stabilité des Cultures. La précocité de levée, bien que peu variable, constitue un avantage adaptatif important, comme le rapportent Richards R.A. et al. (2020), notamment dans les environnements soumis à des stress abiotiques.

Géotypes performants et sélection variétale

Les géotypes G26, G12, G11 et G21 se distinguent par leurs performances élevées en termes de rendement. Leur rendement élevé résulte d'une combinaison favorable des composantes du rendement, ce qui les rend particulièrement intéressants pour les programmes de sélection.

Ces observations rejoignent les conclusions de CIMMYT (2022), qui recommande l'identification de géotypes combinant plusieurs traits favorables pour améliorer durablement la productivité du blé.

Conclusion Générale

La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'adaptation de 28 géotypes de blé tendre (*Triticum aestivum L.*) dans les conditions agro-écologiques du Kongo Central, en vue de contribuer à la réduction de la dépendance de la RDC vis-à-vis des importations. Les résultats obtenus ont mis en évidence une variabilité génétique importante et hautement significative pour l'ensemble des caractères étudiés, traduisant l'existence d'un potentiel réel pour l'amélioration variétale du blé en milieu tropical.

L'analyse multi-environnements a démontré un effet significatif du géotype et du site, confirmant l'importance de l'interaction géotype × environnement dans l'expression des performances agronomiques. Parmi les sites étudiés, Mvuazi s'est révélé globalement le plus favorable à la culture du blé, tandis que Boma et Kiazi ont montré des performances légèrement inférieures, en lien avec leurs spécificités agro-climatiques.

Les géotypes G26, G12, G11 et G21 se sont distingués par leur rendement élevé et leur stabilité relative à travers les différents environnements, indiquant une bonne adaptation et un potentiel agronomique intéressant pour les conditions du Kongo Central.

Cette étude démontre la faisabilité de la culture du blé tendre dans les conditions écologiques du Kongo Central, à condition de recourir à des géotypes adaptés. Elle constitue ainsi une base scientifique solide pour orienter les programmes de sélection variétale et promouvoir la production locale de blé en République Démocratique du Congo, contribuant à renforcer la sécurité alimentaire et la souveraineté agricole du pays.

Références Bibliographiques

1. Acreche, M. M., Briceño-Félix, G., Sánchez, J. A. M., & Slafer, G. A. (2022). Physiological bases of genetic gains in wheat yield. *Field Crops Research*, 284, 108576.
2. Alexis, V. S., Mubanga Nzo Ayum Ntub, G., Masiala Bode, M., Masamba Justin, B., Muke Kisangala, M., Nzuzi Lelo, F., et Uмба-di-Mbudi, C. N. (2025). Diagnostic du bassin versant de la rivière Kalamu à Boma. *Journal of Environmental and Social Sciences Studies*. 10(6),40-64.

3. Arndt, C., Diao, X., Dorosh, P., Pauw, K., & Thurlow, J. (2023). The Ukraine war and rising commodity prices: Implications for developing countries. *Global Food Security*, 36, 100671. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100671>
4. Bendif, N. (2017). *Contribution à l'étude d'adaptation et à la caractérisation des génotypes de blé tendre (Triticum aestivum L.) sous différentes conditions environnementales* (Thèse de doctorat, Université de Tlemcen).
5. Berry, P. M., Sterling, M., & Spink, J. H. (2019). Understanding and reducing lodging in cereals. *Advances in Agronomy*, 154, 215–269.
6. Calderini, D. F., Castillo, F. M., Arenas-M, A., Molero, G., & Reynolds, M. P. (2021). Overcoming yield stagnation in wheat. *Global Food Security*, 28, 100468.
7. Cauwel, B., Verjux, N., & Bonin, G. (2000). *Protocoles de mesure des caractères morphologiques chez les céréales à paille*. INRA Éditions.CIMMYT. (2022). *Wheat improvement program report*. International Maize and Wheat Improvement Center.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). *The state of agricultural commodity markets 2022: Geography of food trade—Analysis of trade networks and policies for sustainable development*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0471en>
9. Fischer, R. A. (2019). Wheat physiology: A review of recent developments. *Crop and Pasture Science*, 70(7), 555–572.
10. Howden, S. M., Soussana, J.F., Tubiello, F. N., Chhetri,N.,Dunlop, M., et Meinke, H. (2017) Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the national Academy of sciences*, 104(50), 19691-19696.
11. Kabongo, T., Pongi, K., Mumba, J., Mbuya, K., Kizungu, V., & Kabwe, K. (2016). Evaluation of maize sensitivity to drought in southwestern savannah area of DR Congo. *African Journal of Agricultural Science and Technology*, 4(7), 812–817.
12. Khamssi, N. N., & Najaphy, A. (2012). Agro-morphological and phenological attributes under irrigated and rain-fed conditions in bread wheat genotypes. *African Journal of Agricultural Research*, 7(36), 5073–5081. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.1154>
13. Köppen, W. (1936). Das geographische System der Klimate. In *Handbuch der Klimatologie* (Vol. 1, pp. 1–44).
14. Kumar, S., Singh, R., & Kumar, P. (2021). Genetic variability and trait association in wheat. *Journal of Cereal Science*, 98, 103157.

15. Lin, F., Li, X., Jia, N., Feng, F., Huang, H., Huang, J., Fan, S., Zhong, X., & Song, Z. (2023). The impact of Russia–Ukraine conflict on global food security. *Global Food Security*, 36, 100661. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100661>
16. Manyong, V. M., Bokanga, M., Akonkwa Nyamahirwa, D. M., Bamba, Z., Adeoti, R., Mwepu, G., Cole, S. M., et Dontsop Ngwezet, P. M. (2022). COVID-19 outbreak and rural household food security in the Democratic Republic of Congo. *World Development Perspectives*, 28, 100465. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2022.100465>
17. Mfuti, D. K. B., Menakuntuala, H. B., Bambala, E. N., Longi, H. K., Kupesa, T. B., & Lema, A. K. M. (2016). *Identification et occurrence des fourmis dans les champs de manioc au centre de recherche de M'vuazi*. *Afrique Science*, 12(6), 383–390.
18. Ministère de l'Agriculture (RDC). (2020). *Rapport annuel du secteur de Boko*.
19. Pauw, K. et Thurlow, J. (2014). *The role of agriculture in the Democratic Republic of Congo's economy*. International Food Policy Research Institute (IFPRI).
20. Reynolds, M. P., Braun, H. J., & Pietragalla, J. (2020). Improving global wheat yields. *Journal of Experimental Botany*, 71(22), 6587–6596.
21. Richards, R. A., Rebetzke, G. J., Watt, M., Condon, A. G., Spielmeier, W., & Dolferus, R. (2020). Breeding for improved water productivity in wheat. *Field Crops Research*, 248, 107743.
22. Sadras, V. O., & Lawson, C. (2020). Genetic gain in yield and associated traits in wheat. *Field Crops Research*, 250, 107776.
23. Slafer, G. A., Savin, R., & Sadras, V. O. (2021). Coarse and fine regulation of wheat yield components. *Field Crops Research*, 263, 108069.