



Identification de géotypes de riz (*Oryza sativa* L.) tolérants à la submersion stagnante à Yangambi (République Démocratique du Congo)

Bienvenu Liboga Oenabaiso^{1,2*}, Liboga Boyaisonge², Patrice Lienge Botwele², Aimé Bongombe Libosale², Joseph Litucha Bakokola², Jean Pierre Meniko To-Hulu¹, Albert Okungu Lotokola¹, Faustin Ngama Boloy², Ndjango Ndjimani¹, Paluku Nziavaki¹

⁽¹⁾Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA Yangambi). BP.1232 Kisangani (République Démocratique du Congo). E-mail : bienvenuliboga@yahoo.fr

⁽²⁾Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA). Centre de recherche de Yangambi. BP.2037 Kinshasa (République Démocratique Congo)

Reçu le 15 août 2026, accepté le 21 octobre 2026, publié en ligne le 31 octobre 2026

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v9i4.15>

RESUME

Description du sujet. En République Démocratique du Congo, la riziculture de bas-fond dans la cuvette centrale subit des inondations récurrentes dues au dérèglement climatique. Ces submersions stagnantes asphyxient les cultures et provoquent des pertes de rendement chez les variétés locales sensibles, rendant indispensable l'évaluation de nouvelles lignées pour la sécurité alimentaire.

Objectif. Cette étude vise à identifier des géotypes de riz (*Oryza sativa* L.) résilients, capables de tolérer une submersion complète ou partielle prolongée de 14 jours à Yangambi.

Méthodes. Un essai de criblage a évalué dans des bacs maçonnés 12 géotypes de riz, dont 10 lignées stables et deux variétés locales. Trois modalités hydriques ont été appliquées 15 jours après semis (JAS) pendant 14 jours : (i) un témoin sous 10 cm d'eau, (ii) une submersion partielle (PWS) ennoyant 90 % de la plante, et (iii) une submersion totale (TWS) maintenant une immersion complète des plants.

Résultats. Les lignées KF230049, KF230164, KF230055 et KF230170 partagent des caractéristiques phénotypiques cohérentes avec la présence du gène SUB1. Elles ont survécu à la submersion de 14 jours avec des rendements respectifs de 1 834,6 kg/ha, 2 003,4 kg/ha, 1 933,0 kg/ha et 1 844,0 kg/ha, surpassant significativement les variétés locales témoins affectées par le stress hydrique.

Conclusion. Les lignées KF230164 et KF230055 constituent des alternatives viables pour la relance rizicole à Yangambi. La recherche préconise la validation de ces performances en milieu paysan et leur intégration dans les programmes nationaux de sélection variétale.

Mots-clés : *Oryza sativa*, sélection variétale, stress hydrique, résilience agricole, Yangambi/RDC.

ABSTRACT

Identification of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes tolerant to stagnant flooding in Yangambi (Democratic Republic of the Congo)"

Description of the subject. In the Democratic Republic of the Congo, lowland rice cultivation in the central basin faces recurrent flooding driven by climate change. These stagnant submersions asphyxiate crops and cause drastic yield losses in sensitive local varieties, making the evaluation of new breeding lines essential for regional food security.

Objective. This study aims to identify resilient rice (*Oryza sativa* L.) genotypes capable of tolerating prolonged complete or partial submergence for 14 days in Yangambi.

Methods. A screening trial was conducted in concrete tanks to evaluate 12 rice genotypes, including 10 stable lines and two local varieties. Three hydrological modalities were applied 15 days after sowing (DAS) for 14 days: (i) a control under 10 cm of water, (ii) a partial submergence (PWS) submerging 90 % of the plant, and (iii) a total submergence (TWS) maintaining complete immersion of the plants.

Results. The breeding lines KF230049, KF230164, KF230055, and KF230170 share phenotypic traits consistent with the presence of the SUB1 gene. They survived the 14-day submergence with respective yields of 1,834.6 kg/ha, 2,003.4 kg/ha, 1,933.0 kg/ha, and 1,844.0 kg/ha, significantly outperforming the local control varieties affected by hydrological stress.

Conclusion. The lines KF230164 and KF230055 represent viable agronomic alternatives for reviving lowland rice farming in Yangambi. The study recommends validating these performances in situ under farmer-managed conditions and integrating them into national crop breeding programs.

Keywords: *Oryza sativa*, varietal selection, hydrological stress, agricultural resilience, Yangambi/DRC.

1. INTRODUCTION

Le riz (*Oryza sativa* L.) est une culture vivrière d'importance majeure dans le monde. En tant qu'aliment de base pour de nombreuses communautés en Afrique et en Asie, il constitue la principale source de calories pour plus de la moitié de la population mondiale. À l'échelle mondiale, les superficies occupées par la riziculture sont estimées à environ 40 millions d'hectares de terres arables, jouant ainsi un rôle central dans le soutien des moyens de subsistance de millions de petits exploitants agricoles (Witcombe, 1996). Malheureusement, la production rizicole reste structurellement faible en République Démocratique du Congo (RDC) et ne couvre pas les besoins de consommation nationale. Plusieurs facteurs limitants expliquent ce déficit de productivité, notamment l'utilisation de variétés traditionnelles à faible potentiel génétique, la dégradation et l'érosion des sols, la fixation élevée du phosphore dans les sols acides, la toxicité ferreuse dans les systèmes irrigués, et surtout, l'asphyxie racinaire et cellulaire provoquée par les inondations récurrentes.

À l'instar de différentes régions du monde, la RDC est régulièrement frappée par des inondations catastrophiques induites par la montée du niveau des cours d'eau de la cuvette centrale et la fréquence accrue des précipitations extrêmes associées aux changements climatiques (Abdelbagi *et al.*, 2023). Ces catastrophes climatiques étendent la surface inondable dans les basses terres, les régions côtières ainsi que dans les grands bassins fluviaux, élargissant de facto les zones de vulnérabilité pour les cultures de bas-fonds (Abdelbagi *et al.*, 2023).

Ces crues exercent des impacts physiologiques directs et sévères sur la productivité du riz à travers deux types de stress distincts : le stress de submersion, qui survient lorsque la plante entière est totalement immergée sous l'eau, et le stress d'engorgement, caractérisé par une immersion partielle des tiges et des feuilles. L'inondation constitue un stress complexe qui limite principalement la diffusion de l'oxygène moléculaire (O₂) et provoque une accumulation toxique de dioxyde de carbone (CO₂) dans les tissus végétaux, en raison de la lenteur de la cinétique des gaz dans l'eau. Cette hypoxie, voire anoxie cellulaire, entraîne une chute drastique de la production d'adénosine triphosphate (ATP) et restreint la disponibilité des glucides par inhibition de la photosynthèse, scellant ainsi le déclin de la croissance et de la survie de la plante (Sasidharan *et al.*, 2021).

Les conséquences macroéconomiques de ces chocs hydroclimatiques sont considérables. Bien qu'en RDC

les pertes financières liées aux inondations agricoles ne soient pas encore systématiquement chiffrées, des évidences empiriques dans d'autres pays producteurs comme le Vietnam révèlent que les pertes rizicoles dues aux crues s'élevaient à près de 121 millions de dollars américains, soit environ 1,47 % du produit intérieur brut national (Abdoul-Razak, 2025).

La gestion des inondations dans les zones humides peut théoriquement être assurée par l'aménagement d'infrastructures lourdes d'irrigation et de drainage. Toutefois, ces techniques de génie rural s'avèrent sophistiquées, extrêmement coûteuses et hors de portée de la majorité des petits producteurs congolais aux revenus limités (Abdoul-Razak, 2025). Il est donc impératif de développer des alternatives agronomiques endogènes, plus économiques et facilement adoptables à l'échelle paysanne.

L'objectif de l'étude de cette étude est d'identifier les lignées de riz capables de supporter une submersion stagnante d'au moins 16 jours afin les utiliser dans après leur homologation dans les zones inondables de la République Démocratique du Congo.

L'introduction de génotypes de riz à haut rendement, de bonnes qualités technologiques et tolérantes aux submersions stagnantes prolongées représente l'une des stratégies les plus viables pour atténuer les impacts des inondations et sécuriser l'approvisionnement des millions de personnes dépendant de cette filière en RDC. C'est précisément dans ce cadre que s'inscrit la présente étude.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Site d'étude

L'étude a été menée au Centre de recherche de Yangambi, situé à environ 100 km de la ville de Kisangani, dans la province de la Tshopo (0°45' à 0°49' Latitude Nord et 24° 29' Longitude Est). La région de Yangambi bénéficie d'un climat continental de type Af selon la classification de Köppen. Ce climat se caractérise par des précipitations annuelles variant entre 1 837 et 1 875 mm, avec au moins 172 jours de pluie par mois. La température moyenne annuelle oscille entre 24,6 et 24,9 °C, avec un taux d'humidité relative de 77,7 à 85,5 % et une durée d'ensoleillement annuelle de 2 015 heures.

2.2. Matériel

Matériel biologique

Le matériel biologique utilise dans cette expérimentation est constitué de 10 lignées exotiques

stables du riz, en cours d'expérimentation en RD Congo et 2 variétés locales considérées comme témoins (tableau 1). Les semences ont été collectées

dans le champ d'un essai de sélection végétale participative (PVS) réalisé à Yaekame, à 25 km de centre de recherche de Yangambi.

Tableau 1. Liste de matériel végétal

N°	Génotype	Originine	Pédigrée	Croisement
01	KF230049	Africarice	KGIR26ho	KR531-56-5-1//CKR1-240-1/Senpidao
02	KF230164	Africarice	KR1096-2-1-3-3-2	KR65-17/Arica17
03	LIENGE	INERA	PR40-1-4-1c	OS6/IRAT13
04	KF230166	Africarice	KR1105-2-2-1-1-2	Arica18/ARS1087-14D-41-16D-SPK- 48
05	KF230081	Africarice	KR1024-3-2-1-5-2	Sahel329/SR35266-2-11-4-1-1
06	KF230118	Africarice	KR1054-1-1-3-25-1	Nerica-L-19/GENO-2
07	KF230013	Africarice	KR594-4-1-2-2-3-1	ARS1974-5-3/HR32064F1-4-9
08	KF230057	Africarice	F4-1-2-1	ISRIZ07/SR34796-1-5-8-5-1
09	KF230070	Africarice	KR1015-1-2-3-8-3	ISRIZ7/KR77
10	KF230055	Africarice	KR858-5-5-2-3-1-1	ISRIZ07/Jopyeong
11	KF230170	Africarice	KR1125-1-2-1-2-3	SR23364-133-6-1-HV-1/Arica17
12	Nerica 7	Africarice		

2.3. Méthodes

Conduite de l'expérimentation

Afin d'assurer un contrôle rigoureux du niveau d'eau, un bac expérimental en maçonnerie a été construit. Ce bac, subdivisé en trois compartiments, présente les dimensions suivantes : 9 m de longueur, 3 m de largeur et 1,2 m de hauteur. Un substrat composé d'argile et de terreau forestier a été préparé et introduit dans les bacs selon des proportions respectives de 60 % et 40 %.

Le semis direct a été réalisé le 19 janvier 2026, en respectant des écartements de 25 cm x 20 cm, à raison de 4 grains par poquet. L'essai a porté sur un total de douze génotypes, comprenant dix lignées de riz de type Tongil et deux variétés locales témoins, répartis en douze rangs de treize poquets chacun.

Le dispositif expérimental comprend trois modalités de gestion hydrique bien définies :

(i) Traitement témoin (Cont.) : conduit dans les conditions normales de croissance de la plante. L'eau a été introduite dans le compartiment 15 jours après le semis (JAS) et maintenue sous forme de fine lame d'une hauteur constante de 10 cm durant tout le cycle cultural.

(ii) Submersion partielle (PWS) : traitement de stress hydrique où l'eau a été ajoutée 15 JAS, puis augmentée de 20 cm tous les 5 jours, de manière à maintenir une immersion partielle correspondant à 90 % de la hauteur de la plante pendant une période de 14 jours.

(iii) Submersion totale (TWS) : traitement de stress hydrique où l'eau a été introduite 15 JAS, puis augmentée de 30 cm tous les 5 jours, afin de maintenir une immersion complète des plants pendant une durée de 14 jours.

Dans l'objectif de reproduire des conditions culturales proches de celles des exploitations paysannes de la région, aucune fertilisation minérale n'a été appliquée.

L'évaluation des paramètres agronomiques s'est basée sur la détermination du pourcentage de germination, de la hauteur des plantes à maturité, du nombre de talles, du poids de 1000 grains, du rendement en grains et de la longueur des panicules. Ces différentes observations ont été menées en stricte conformité avec le système d'évaluation standard du riz (Standard Evaluation System for Rice - SES) développé par l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI, 2009). L'alimentation hydrique nécessaire à la submersion des plants dans les bacs expérimentaux a été assurée par l'utilisation d'eau de pluie préalablement collectée dans un puits de stockage.



Figure 1. Mise en eau dans les bacs et observations de comportements de tolérance à la submersion

Analyse des données

Les données obtenues à l'issue d'observation et de mensuration ont été soumises à l'analyse de la variance pour la comparaison des moyennes. Lors que les différences sont observées, elles sont comparées par le test de Tukey, en utilisant le logiciel R.

3. RESULTATS

3.1. Hauteur de plants et durée du cycle de la plante

La hauteur des plants a été mesurée à la maturité, 2 jours avant la récolte tandis que la durée du cycle des génotypes du riz a été évaluée à la maturité 80 %, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Hauteur de plants et durée du cycle de la plante

N°	Lines	Durée du cycle (JAS)			Hauteur des plants (cm)		
		Cont.	PWS	TWS	Cont.	PWS	TWS
1	KF230049	108	105	103	85,0	90	90,0
2	KF230164	121	120	118	80,0	82	82,0
3	LIENGE	120	120	117	123,4	124	124,5
4	KF230166	118	118	118	100,5	102	101,0
5	KF230081	127	124	120	89,9	93	95,0
6	KF230118	125	122	121	85,0	85	85,0
7	KF230013	121	120	120	89,0	90	90,0
8	KF230057	104	100	100	117,0	120	120,0
9	KF230070	120	118	118	112,0	115	150,0
10	KF230055	124	123	119	122,0	125	127,0
11	KF230170	110	110	109	110,0	114	114,0
12	Nerica 7	107	106	106	123,0	125	126,0
	Max.	127	124	121	123,4	125	150,0
	Min.	104	100	100	80,0	82	82,0

L'analyse des données met en évidence une influence significative des modalités de gestion hydrique sur la croissance en hauteur et la phénologie des plantes. Sous l'effet d'une submersion totale prolongée, une augmentation notable de la hauteur des tiges a été enregistrée, atteignant un maximum de 150 cm chez la lignée KF230070. À l'inverse, les plants du traitement témoin ont présenté un développement végétatif plus limité, avec une hauteur maximale de 125 cm observée chez la variété locale NERICA 7.

Quant à la durée du cycle végétatif, celle-ci s'est avérée plus longue sous les conditions normales du traitement témoin, atteignant un pic de 127 jours après semis (JAS) chez la lignée KF230081. Une réduction de ce cycle est constatée sous le régime de submersion partielle, avec un maximum de 124 JAS pour la même lignée, tandis que la précocité maximale est observée sous submersion totale avec un cycle réduit à 121 JAS chez la lignée KF230118.

La littérature scientifique relative au stress de submersion indique que la divergence des stratégies de réponse observée entre les génotypes traduit un équilibre métabolique délicat entre l'allocation de l'énergie à la croissance et la conservation des réserves carbonées lorsque la production énergétique globale par phosphorylation oxydative est compromise. En cas de submersion partielle et progressive, l'investissement de l'énergie disponible dans l'élongation de la tige constitue une stratégie d'échappement efficace permettant de maintenir les extrémités foliaires hors de l'eau pour préserver l'activité photosynthétique et les échanges gazeux (Julia *et al.*, 2010).

3.2. Nombre de talles par touffe

Le dénombrement du nombre de talles par touffe a été effectué au stade de maturité de 80 %, tandis que la longueur des panicules a été mesurée post-récolte. Les profils de distribution de ces deux paramètres agronomiques sont illustrés par la figure 3.

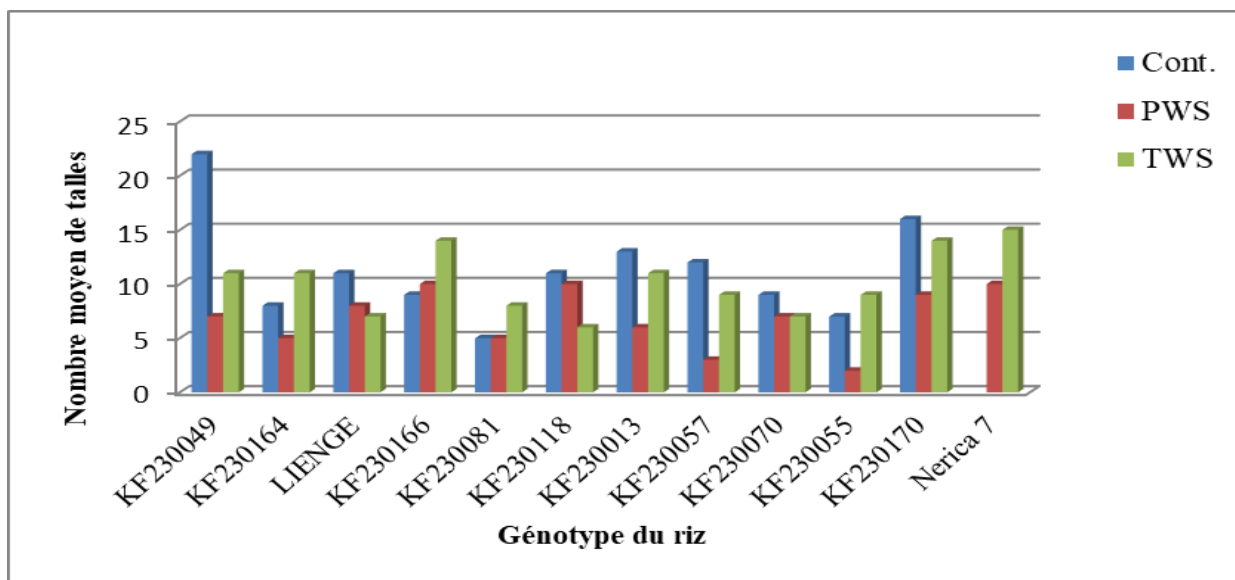


Figure 2. Nombre de talle par touffe

L'examen de la figure 2 révèle une variabilité marquée du nombre de talles par touffe en fonction du génotype et du traitement hydrique appliqué. Les conditions de submersion partielle n'ont pas favorisé le développement des bourgeons axillaires, limitant le tallage à une moyenne de 10 talles par touffe chez la variété témoin NERICA 7 et la lignée KF230166.

Le nombre de talles constituant une composante déterminante du rendement, il convient de souligner que l'évaluation agronomique des génotypes performants repose sur l'expression d'un fort potentiel de tallage, à condition que ces talles soient fertiles et présentent une maturité phénologique homogène. De surcroît, une architecture végétale caractérisée par un tallage dense offre un avantage compétitif majeur en favorisant la couverture rapide du sol, ce qui permet d'étouffer les adventices au sein des rizières et, par conséquent, de réduire de manière significative les charges d'exploitation liées au désherbage manuel.

3.3. Longueur moyenne des panicules

La longueur des panicules a été mesurée après la récolte, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3. Longueur des panicules

Ligée	Désignation	Longueur de panicule (cm)		
		Cont	PWS	TWS
L1	KF230049	22,5	21,0	20,7
L2	KF230164	27,0	24,5	21,7
L3	LIENGE	25,4	23,2	19,2
L4	KF230166	23,2	0,0	0,0
L5	KF230081	26,2	25,5	18,0
L6	KF230118	24,1	0,0	0,0
L7	KF230013	19,0	0,0	0,0
L8	KF230057	23,0	16,4	23,7
L9	KF230070	22,0	0,0	0,0
L10	KF230055	21,9	18,0	17,0
L11	KF230170	23,8	21,1	21,0
L12	Nerica 7	24,0	0,0	0,0
	Max.	27,0	25,5	23,7
	Min.	19,0	0,0	0,0

L'examen des données du tableau met en évidence une forte variabilité de la longueur des panicules en fonction des génotypes et des régimes hydriques appliqués. Concernant l'effet des traitements, la longueur paniculaire maximale a été enregistrée au sein du traitement témoin, atteignant 27 cm chez la lignée KF230164. Ce résultat s'avère conforme aux réponses physiologiques attendues, les plantes de ce lot n'ayant subi aucune contrainte hydrique. Elle est suivie par celle des plants soumis à la submersion partielle, avec une longueur de 25,5 cm chez la lignée KF230081. Enfin,

la longueur paniculaire la plus faible a été identifiée chez les plants ayant subi la submersion totale, affichant une moyenne de 23,7 cm pour la lignée KF230057.

Les longueurs de panicules produites par les différents cultivars s'inscrivent globalement dans les normes de la littérature, tout en se révélant supérieures à la fourchette de 20 à 24 cm rapportée par Kasongo *et al.* (2003). Sur le plan agronomique, la longueur de la panicule constitue un indicateur de productivité d'autant plus déterminant qu'elle s'accompagne d'un nombre élevé de grains fertiles par panicule et d'un faible taux de stérilité des épillets.

3.3. Poids de 1000 grains et rendement

Le poids de 1000 grains et le rendement ont été évalués et leurs résultats sont illustrés dans le tableau 4.

Tableau 4. Poids de 1000 grains

N°	Lines	1000 Gw (gr)			Yield (kg/ha)		
		Cont.	PWS	TWS	Cont.	PWS	TWS
1	KF230049	24	24	24	3320	2987,3	1834,6
2	KF230164	26	27	25	4960	2102,0	2003,4
3	LIENGE	20	0	0	3200	0,0	0,0
4	KF230166	18	0	0	3246	0,0	0,0
5	KF230081	23	0	0	3112	0,0	0,0
6	KF230118	25	0	0	5960	0,0	0,0
7	KF230013	26	0	0	3002	0,0	0,0
8	KF230057	23	22	19	6010	2100,2	1933,0
9	KF230070	19	0	0	4300	0,0	0,0
10	KF230055	23	22	23	3021	1978,8	1844,0
11	KF230170	26	26	24	5100	1907,1	1894,9
12	NERICA 7	27	0	0	3001	0,0	0,0
	Max.	27	27	25	6010	298,3	2003,4
	Min.	19	0	0	3001	0,0	0,0
	LSD 0,5						

Les analyses présentées dans le tableau 4 révèlent que les lignées KF230166, KF230081, KF230118, KF230013 et KF230070 n'ont pas toléré les conditions de submersion, même partielles. Par conséquent, ces génotypes ont affiché une stérilité totale ou ont produit des grains vains. Un comportement similaire est observé chez les deux variétés locales témoins, dont le rendement est nul sous stress hydrique extrême.

En revanche, les lignées KF230049, KF230164, KF230057, KF230055 et KF230170 ont manifesté une résilience remarquable à l'immersion, enregistrant des rendements respectifs de 1 834,6 kg/ha, 2 003,4 kg/ha, 1 933,0 kg/ha, 1 844,0 kg/ha et 1 894,9 kg/ha. Ces résultats confirment le potentiel génétique de ces cinq cultivars pour la riziculture des zones inondables.

4. DISCUSSION

Il convient d'abord de clarifier la nomenclature des contraintes hydriques, souvent confondues dans la littérature. L'engorgement décrit spécifiquement l'inondation du système racinaire, tandis que la submersion caractérise l'immersion de la majorité ou de la totalité des tissus aériens (Julia *et al.*, 2010). Ces dynamiques de crue, qu'elles soient stagnantes, douces ou salines, résultent de crues soudaines ou de montées saisonnières et modifient profondément les propriétés

physico-chimiques de la rhizosphère (Julia *et al.*, 2010).

Bien que la submersion complète soit une catastrophe fréquente qui nuit à la riziculture mondiale, la majorité des variétés de grande importance commerciale y reste sensible. L'identification du locus de caractères quantitatifs (QTL) SUB1 a toutefois permis son transfert par rétrocroisement assisté par marqueurs (MABC) dans les variétés préférées des agriculteurs (Xu *et al.*, 2006 ; Mackill, 2010). L'analyse de cette région génomique a révélé des polymorphismes nucléotidiques simples (SNP) au sein de SUB1A et SUB1C, précieux comme marqueurs moléculaires pour la sélection de précision (Neeraja *et al.*, 2007 ; Septiningsih *et al.*, 2009).

Sur le plan physiologique, la saturation du sol provoque une consommation rapide de l'oxygène par les micro-organismes, déclenchant des altérations de la fixation de l'azote et de la disponibilité des nutriments. Les inondations s'accompagnent souvent d'une diminution du pH du sol, ce qui accroît la solubilité du phosphore mais aussi de métaux potentiellement toxiques comme le fer et le manganèse (Setter *et al.*, 2009 ; Michalcová *et al.*, 2011). De plus, la réduction d'environ 10 000 fois de la diffusion des gaz dans l'eau limite la disponibilité du dioxyde de carbone (CO₂) pour la photosynthèse et

de l'oxygène (O₂) pour la respiration aérobie. Si l'eau est trouble, le rayonnement lumineux diminue, ce qui pousse les organes submergés à intensifier le catabolisme anaérobie pour satisfaire les besoins en adénosine triphosphate (ATP), tout en accélérant la chlorose et la sénescence foliaire (Ella *et al.*, 2003). Bien que ce stress soit partiellement atténué par de fins films gazeux à la surface des feuilles, la submersion complète réduit sensiblement la quantité d'oxygène qui atteint les racines via l'aérenchyme, limitant le développement racinaire (Pedersen *et al.*, 2009).

Dans cette étude, les génotypes ont généralement manifesté une croissance rapide se traduisant par une hauteur à maturité plus élevée sous submersion que dans les conditions normales, mais dans des proportions différentes selon les lignées. Ce comportement d'accélération de l'élongation de la tige et des feuilles, notamment l'élongation internodale prononcée est décrit comme une stratégie d'échappement (Julia *et al.*, 2010). Cette réaction est caractéristique des génotypes dépourvus du gène SUB1A-1, qui consomment rapidement leur amidon et leurs sucres solubles pour fuir la lame d'eau, s'exposant à une mort par épuisement en cas de crue prolongée. À l'inverse, les génotypes possédant l'haplotype SUB1 consomment plus lentement leurs réserves énergétiques glucidiques, ce qui leur permet de maintenir une croissance contrôlée et de survivre à l'immersion (Das *et al.*, 2005 ; Fukao *et al.*, 2006 ; Fukao et Bailey, 2008 ; Singh *et al.*, 2010).

La divergence des réponses morpho-physiologiques observée entre les génotypes améliorés et les variétés locales indique un équilibre métabolique délicat entre l'utilisation et la conservation des réserves lorsque la production énergétique globale est compromise. En cas de crue lente et partielle, l'investissement d'énergie dans l'élongation constitue une stratégie de survie efficace (Julia *et al.*, 2010). Cependant, lorsque la crue est profonde et prolongée, la protection des réserves énergétiques et des méristèmes offre un avantage adaptatif majeur. L'éthylène accumulé lors de l'immersion induit l'expression de l'ARNm de SUB1A.

En comparant le premier groupe de génotypes sensibles (KF230166, BK230081, KF230118, KF230013, KF230070) et les deux témoins (Liège et NERICA 7) au second groupe de lignées tolérantes (KF230049, KF230164, KF230055 et KF230170), il appert que la production d'éthylène est significativement plus prononcée chez les génotypes intolérants. Cela confirme que la présence de SUB1A, directement ou indirectement, régule négativement la production d'éthylène et la sensibilité aux gibbérellines dans les organes submergés, préservant ainsi les tissus nécessaires à la reprise de la croissance après la décrue (Fukao et Bailey-Serres, 2008).

5. CONCLUSION

Ce travail a permis d'identifier les génotypes de riz (*Oryza sativa* L.) capables de tolérer une submersion partielle ou totale prolongée de 14 jours, afin de faire face aux inondations récurrentes qui menacent la sécurité alimentaire en République Démocratique du Congo en général, et dans le territoire d'Isangi en particulier.

Les évidences agronomiques obtenues révèlent que certains génotypes s'avèrent intolérants à ce stress hydrique. Leur sensibilité se manifeste par une élongation internodale accélérée des feuilles et des tiges, une stratégie d'échappement qui leur confère une grande taille à maturité, par la pourriture des talles inférieures, ainsi que par la formation de panicules stériles ou portant des grains vains sous l'effet de l'immersion. En revanche, les lignées stables KF230049, KF230164, KF230055 et KF230170 ont manifesté une résilience remarquable. Les profils morpho-physiologiques observés suggèrent qu'elles possèdent le gène SUB1 de tolérance à la submersion, un atout génétique majeur qui leur a permis de sécuriser des rendements respectifs de 1 834,6 kg/ha, 2 003,4 kg/ha, 1 933,0 kg/ha et 1 844,0 kg/ha, surpassant significativement le témoin local sensible qui s'est stabilisé à 1 894,9 kg/ha sous contrainte.

Ayant démontré une haute stabilité phénotypique au cours des essais multi-locaux et ayant été plébiscités par les producteurs locaux lors des séances de sélection participative, ces quatre génotypes performants méritent une homologation officielle. Leur diffusion à grande échelle constitue une alternative agronomique durable pour relancer la productivité des bas-fonds inondables de la cuvette centrale congolaise.

Remerciements

Les auteurs expriment leur sincère reconnaissance à l'Institut Facultaire des sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi) et à l'Équipe de Gestion Opérationnelle du Projet GIFT (EGOP-GIFT) pour l'appui institutionnel, technique et financier ayant permis la réalisation de cette recherche-action ainsi que la valorisation et la diffusion de ses résultats à travers la présente publication.

Cette recherche et la publication qui en découle ont bénéficié du soutien du Projet d'appui à la Gouvernance, l'Insertion et la Formation Agricole et Rurale dans la Tshopo (GIFT – COD2100311), mis en œuvre avec l'appui d'Enabel et financé par l'Agence Française de Développement (AFD), conformément à la Convention de subside COD21003-10039. Les auteurs remercient également le Projet KAFACI pour avoir donné le matériel génétique mais également pour le supplément de financement nécessaire à la réalisation de cette recherche.

Références

- Abdelbagi M. I., Uma S. S., Sudhanshu S., Manzoor H. D. & Makila D. J., 2013. The contribution of submergence-tolerant (Sub1) rice varieties to food security in flood-prone rainfed lowland areas in Asia. *Field Crops Research*, 5893.
- Abdoul-Razak Oumarou M., Kamara J.S., Byiringiro M.H. & Sow A., 2025. Exploring Flooding Challenges, Causes, and Mitigation Strategies in Rice. *International Journal of Genomics*, 5(3) .
- Bailey-Serres J. & Voisenek L.A.C.J., 2008. Flooding stress: acclimations and genetic diversity. *Annu Rev Plant Biol.* 59, 313–39.
- Panda D. & Barik J., 2021. Flooding Tolerance in Rice: Focus on Mechanisms and Approaches. *Rice Science* 28(1), 43–57. <https://doi.org/10.1016/J.RSCI.2020.11.006>.
- Ella E., Kawano N., Yamauchi Y., Tanaka K. & Ismail A.M., 2003. Blocking ethylene perception enhances flooding tolerance in rice seedlings. *Funct Plant Biol.* 30, 813–819.
- Ella E.S., Dionisio-Sese M.L. & Ismail A.M., 2013. Proper management improves seedling survival and growth during early flooding in contrasting rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Crop Sci.*, 10(19), 135–143.
- Fukao T. & Bailey-Serres J., 2008. Submergence tolerance conferred by Sub1A is mediated by SLR1 and SLRL1 restriction of gibberellin responses in rice. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 105, 16814–16819.
- Fukao T., Harris T. & Bailey-Serres J., 2009. Evolutionary analysis of the Sub1 gene cluster that confers submergence tolerance to domesticated rice. *Ann Bot.*, 103, 143–150.
- Fukao T., Xu K., Ronald P.C. & Bailey-Serres J., 2006. A variable cluster of ethylene response factor-like genes regulates metabolic and developmental acclimation responses to submergence in rice. *Plant Cell.*, 18, 21–34.
- John R. W., 1996. Participatory Approaches to Plant Breeding and Selection. *Biotechnologie et développement Minitor*, 25, 122–130
- Julia Bailey-Serres, Takeshi F., Pamela R., Abdelbagi I., Sigrid H. & Mackill D., 2010. Submergence Tolerant Rice: SUB1's Journey from Landrace to Modern Cultivar. *Rice*, 3, 138–147.
- Kasongo K.M., 1996. *Sélection des lignées de riz pluvial à cycle moyen à Yangambi*. Mémoire de Diplôme d'étude approfondie, inédit I.F.A-Yangambi, RDC, 124 p.
- Mackill D.J., Ismail A.M., Pamplona A.M., Sanchez D.L., Carandang J.J. & Septiningsih E., 2010. Stress tolerant rice varieties for adaptation to a changing climate. *Crop Environ. Bioinform.* 7, 250–259.
- Michalcová D., Gilbert J.C., Lawson C.S., Gowing D.J.G. & Marrs H.M., 2011. The combined effect of waterlogging, extractable P and soil pH on α -diversity: a case study on mesotrophic grasslands in the UK. *Plant Ecol*, 212, 879–888
- Pedersen O., Rich S.M. & Colmer T.D. 2009. Surviving floods: leaf gas films improve O₂ and CO₂ exchange, root aeration, and growth of completely submerged rice. *Plant J.*, 58, 147–56.
- Sasidharan R., Hartman S. & Liu Z., 2018. Signal Dynamics and Interactions During Flooding Stress. *Plant Physiology*, 176(2), 1106–1117.
- Nishiuchi S., Yamauchi T., Takahashi H., Kotula L. & Nakazono M., 2012. Mechanisms for Coping With Submergence and Water logging in Rice, *Rice* 5(2), 2.
- Setter T.L., Ellis M., Laureles E.V., Ella E.S., Senadhira D. & Mishra S.B., 1997. Physiology and genetics of submergence tolerance in rice. *Ann. Bot.*, 79(Suppl), 67–77.
- Setter T.L. & Laureles E.V. 1996. The beneficial effect of reduced elongation growth on submergence tolerance of rice. *J. Exp. Bot.*, 47, 1551–1559.
- Xu K., Xia X., Fukao T., Canlas P., Maghirang-Rodriguez R., Heuer S., Ismail A.M., Bailey-Serres J., Ronald P.C. & Mackill D.J., 2006. Sub1A is an ethylene response factor-like gene that confers submergence tolerance to rice. *Nature*, 442, 705–708.