



Successions culturales sur le manioc (*Manihot esculenta*) et fertilité des sols dans deux zones agroécologiques contractées de la République Démocratique du Congo

Adrien Ndonda^{*1,3}, Antoine Frangoie², Timothée Mahungu^{3,4}, Donatien Mukendi⁵, François Shako⁶

¹Université du Kwango, Faculté des Sciences Agronomiques et Gestion durable de ressources, Département de production végétale (Phytotechnie), Ville de Kenge & IITA (Institut International d'Agriculture Tropicale) -DRC. Province du Kwango, République Démocratique du Congo (RDC)

²IITA & Enabel-Agence Belge de développement, Mbuji-Mayi, Province du Kasai-Oriental, RDC

³Université Kongo, Faculté d'agronomie, Mbanza-Ngungu, Province du Kongo Central, RDC

⁴Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques (ISEA) de Mvuazi, Province du Kongo Central, RDC et Chercheur émérite IITA

⁵Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique (INERA), Ngandajika, Programme National Manioc, Province du Kasai Oriental, RDC.

⁶Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique (INERA), Yangambi, Programme National Manioc, Province de la Tshopo, RDC.

*Auteur correspondant ad.ndonda@gmail.com, Téléphone +243 814310009

Submitted 20/03/2026, Published online on 31/05/2026 in the <https://www.m.elewa.org/journals/journal-of-applied-biosciences-about-jab/> <https://doi.org/10.35759/JABs.220.6>

RESUME

Les rotations culturales constituent un levier majeur du maintien durable de la fertilité des sols. Dans les systèmes tropicaux, le manioc (*Manihot esculenta*) est généralement positionné en fin de rotation, en raison de sa forte capacité d'exportation des éléments minéraux. Toutefois, l'effet des précédents culturaux sur sa productivité demeure insuffisamment quantifié.

Objectif : La présente étude visait à évaluer l'influence de différentes successions culturales sur le rendement du manioc dans deux zones agroécologiques contrastées de la République Démocratique du Congo : la forêt (Yangambi) et la savane (Ngandajika).

Méthodologie et résultats : Un dispositif expérimental comprenant quinze traitements, correspondant à divers précédents culturaux après jachère, a été conduit sur trois années (2009–2012). En zone de savane, sept successions ont présenté des rendements supérieurs au témoin (manioc–manioc : 12,7 t/ha). Parmi celles-ci, les rotations « maïs–niébé », « soja–niébé » et « arachide–niébé » ont significativement accru le rendement du manioc (19,1–21,7 t/ha). En zone forestière, la succession incluant deux périodes consécutives de jachère avant plantation s'est révélée la plus performante, avec des différences statistiquement significatives par rapport aux autres successions.

Conclusion et application des résultats : L'amélioration observée, notamment après niébé, s'explique vraisemblablement par l'apport d'azote biologique issu de la fixation symbiotique.

Mots clés : rotation ; productivité ; manioc ; précédent cultural.

ABSTRACT

Crop rotations are widely recognized as a key strategy for sustaining soil fertility and long-term productivity. In tropical farming systems, cassava (*Manihot esculenta*) is commonly positioned at the end of the rotation due to its high nutrient export capacity. However, the effects of preceding crops on cassava performance remain insufficiently quantified.

Objective: This study assessed the influence of different cropping sequences on cassava yield in two contrasting agro ecological zones of the Democratic Republic of Congo: the forest zone (Yangambi) and the savanna zone (Ngandajika).

Methodology and Results: A field experiment comprising fifteen treatments, corresponding to various preceding crops following fallow, was conducted over three consecutive years (2009–2012). In the savanna zone, seven cropping sequences produced higher yields than the continuous cassava control (12.7 t/ha). Among these, the maize–cowpea, soybean–cowpea, and groundnut–cowpea rotations significantly increased cassava yield (19.1–21.7 t/ha). In the forest zone, the most effective system consisted of two consecutive fallow periods prior to cassava planting, resulting in statistically significant yield differences compared with other treatments.

Conclusion and Application of Results: The yield enhancement observed when cassava followed cowpea is likely attributable to the substantial contribution of biologically fixed nitrogen supplied by this leguminous preceding crop.

Keywords: crop rotation, productivity, cassava, preceding crop.

INTRODUCTION

Dans de nombreuses exploitations, le choix des cultures intégrées dans la rotation précédant le manioc repose principalement sur les besoins immédiats et les objectifs socio-économiques des producteurs. Une telle approche demeure toutefois insuffisante au regard des exigences agronomiques liées à la durabilité des systèmes de production. La planification des rotations devrait également considérer les risques de transmission des maladies, la dynamique des insectes ravageurs, la pression des adventices ainsi que la complémentarité ou la compétition interspécifique pour les éléments minéraux. Dans les systèmes à base de manioc, les précédents culturels incluent généralement la jachère, les céréales (maïs, riz, sorgho), les légumineuses (arachide, niébé, soja, haricot) ainsi que diverses cultures sarclées telles que la courge, le piment, le plantain et bien d'autres. Dès lors, la position du manioc au sein de la rotation et la durée du cycle cultural doivent être rigoureusement définies. L'évaluation comparative des effets des différents précédents culturels apparaît indispensable afin d'identifier les successions

les plus aptes à optimiser durablement la productivité et l'efficacité de la gestion de la fertilité des sols. La présente étude repose sur l'hypothèse qu'une rotation culturellement adaptée et installée avant le manioc est susceptible (i) d'améliorer la fertilité des sols, (ii) de contribuer à la régulation des bioagresseurs et des adventices, et (iii) d'accroître significativement le rendement de manière durable, dans un contexte marqué par la variabilité climatique croissante. La littérature scientifique établit de manière consensuelle que la rotation culturale constitue un levier majeur du maintien de la productivité et de la qualité des sols (Bullock, 1992 ; Honeycutt *et al.*, 1995 ; Karlen *et al.*, 1994 ; McDole et Dallimore, 1978 ; O'Sullivan, 1978 ; Vereijken et Van Loon, 1991). La rotation contribue à rompre le cycle vital des organismes nuisibles, ravageurs, maladies, mauvaises herbes, etc. (Bélanger, 2006 ; Didier 2024). Grâce aux systèmes racinaires différents, le profil du sol est mieux exploré. La rotation favorise l'amélioration des propriétés physiques du sol (structure, densité

apparente, porosité), optimise la conductivité hydraulique et la rétention en eau, et stimule l'activité biologique et en définitive la nutrition des plantes (Honeycutt *et al.*, 1996 ; d'Angers et Giroux, 1996 ; Gasser *et al.*, 1995). L'introduction de légumineuses dans les rotations contribue en outre à

l'enrichissement du sol en azote d'origine symbiotique, élément déterminant pour les cultures subséquentes telles que le manioc (Griffin et Hesterman, 1991). Ainsi, la rotation apparaît comme un pilier central d'une intensification durable des systèmes de production.

MATERIELS ET METHODES

Cette étude a été conduite depuis la campagne 2009/2010 dans deux sites représentant deux zones agro écologiques différents de la République Démocratique du Congo (RDC), à savoir la forêt à Yangambi et la savane à Ngandajika en RDC. Les deux sites d'implantation de l'étude étaient des jachères de 2 ans. La réalisation de l'étude nécessite au minimum 2 campagnes par cycle. Un premier cycle a été accompli (2009/2010 et 2010/2011) et un deuxième en cours de réalisation est en train d'achever sa première année (2011/2012). Lors du premier cycle dans les deux sites respectifs la première campagne (2009/2010) a été consacrée à la préparation des différents précédents culturels et la deuxième campagne (2010/2011) a été consacrée à la plantation du manioc dans les différents précédents culturels mis en place pendant la première campagne. Toutes les parcelles ayant servies des différents précédents culturels mis en place pendant la 1^{ère} campagne (2009/2010) ont été occupées pendant la deuxième campagne (2010/2011) par le manioc

Le dispositif expérimental était les Blocs Complets Randomisés (BCR) avec 4 répétitions. La superficie d'une parcelle (traitement) était de 40 m² (4 m x 10 m). Les différents précédents culturels (traitements) étaient au nombre de 15, à savoir les 13 principales « successions des cultures vivrières » de la campagne agricole retenues en tant que cultures de rotation ainsi que la jachère et la culture du manioc (absence de rotation : témoin).

Les traitements ont été implantés pendant les saisons A2009 et B2010 de la première campagne du cycle de l'étude et sont : T1 (Manioc/Manioc) ; T2 (Maïs/Arachide) ; T3 (Maïs/Niébé) ; T4 (Maïs/Soja) ; T5 (Arachide/Maïs) ; T6 (Niébé/Maïs) ; T7 (Soja/Maïs) ; T8 (Arachide/Niébé) ; T9 (Arachide/Soja) ; T10 (Niébé/Soja) ; T11 (Niébé/Arachide) ; T12 (Soja/Arachide) ; T13 (Soja/Niébé) ; T14 (Riz/Jachère) et T15 (Jachère/Jachère).

Les variétés de manioc utilisées étaient : « Ngandajika » (variété améliorée) pour le site de Ngandajika et Nsansi (variété améliorée) et Mbongo (variété locale) pour le site de Yangambi dans lequel les parcelles ont été subdivisées en deux parties.

Les écartements appliqués pour les différentes cultures étaient les suivants : Maïs (0,75 x 0,25 m avec 1 graine/poquet) ; Riz (0,50 x 0,20 m avec 6 à 7 graines/poquet) ; Arachide (0,30 x 0,30 m avec 2 graines/poquet) ; Niébé (0,50 x 0,15 m avec 2 graines/poquet) ; Soja (0,40 x 0,20 m avec 3 à 4 graines/poquet) et Manioc (1,00 x 1,00 m avec 1 bouture de 15 à 25 cm).

Mesures. Les données ci-dessous ont été prises lors du premier cycle sur les différents traitements (précédents culturels) de l'essai : (i) dates semis ou bouturage, floraison et formation gousse ou épiaison ; (ii) mesure taux de levée ou reprise, diamètre au collet, hauteur des tiges, hauteur à la première ramification, nombre et poids moyens de racines tubéreuses à la récolte ; (iii) cotation des maladies et ravageurs observés dans les différents traitements ; (iv) poids à la récolte et/ou après séchage, rendement.

RESULTATS

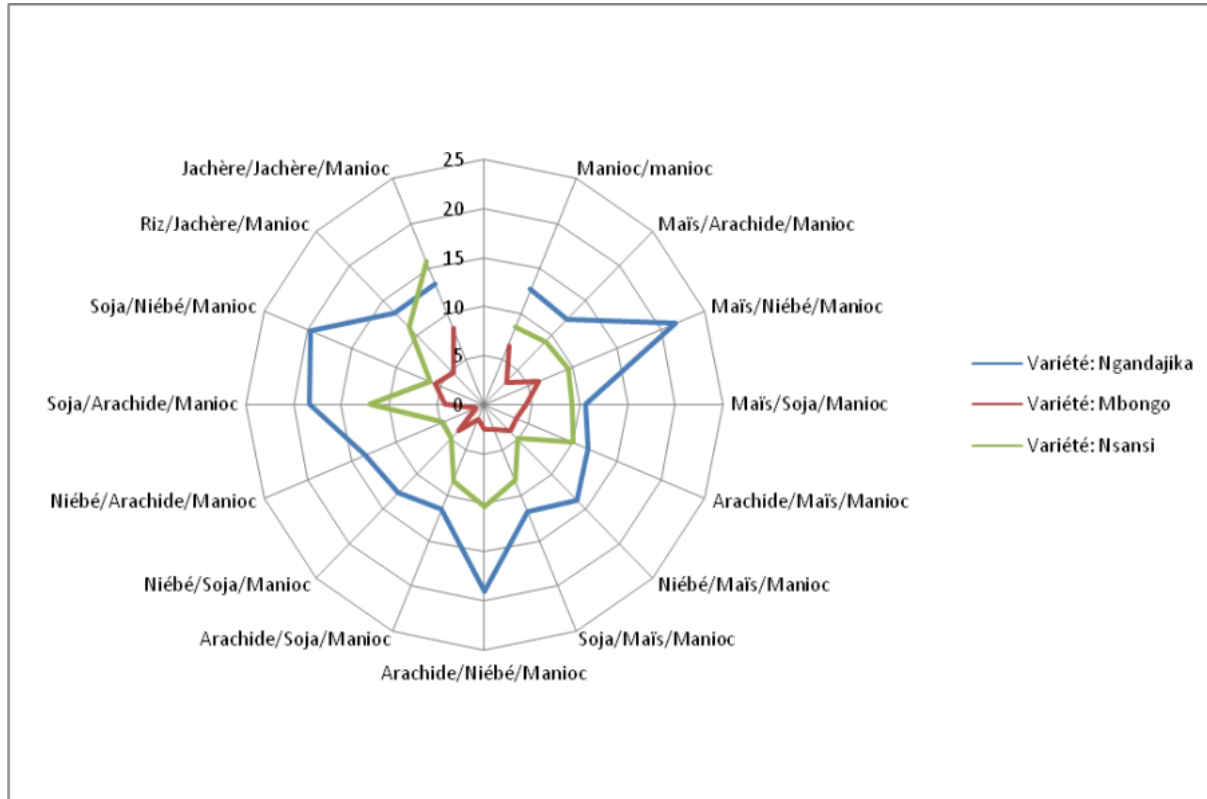


Diagramme 1 : comparaison des rendements en racines tubéreuses (en t/ha) de manioc dans 15 soles en savane (variété Ngandajika) et en forêt (variétés Mbongo et Nsansi) en 2018/2019.

Tableau 1 : ANOVA Rendement en racines tubéreuses de manioc en fonction des successions culturales dans le temps dans un site savanicole (Ngandajika) et un site forestier (Yangambi) en 2010/2011

Tests	Rendement en racines tubéreuses de manioc Campagne 2010/2011		
	Site savanicole de Ngandajika	Site forestier de Yangambi	
	Variété: Ngandajika	Variété: Mbongo	Variété: Nsansi
F pr	0,016**	0,005**	
LSD.05	6,4	3,7	
CV (%)	31,4	39,9	

A Ngandajika dans le site savanicole, il a été constaté que de sept successions culturales dont les rendements ont été numériquement supérieures au témoin (manioc – manioc), trois l’ont été de façon significative. Il s’agit des successions suivantes : « maïs – niébé » ; « soja – niébé » et « arachide – niébé » ayant occupées le terrain successivement l’avant

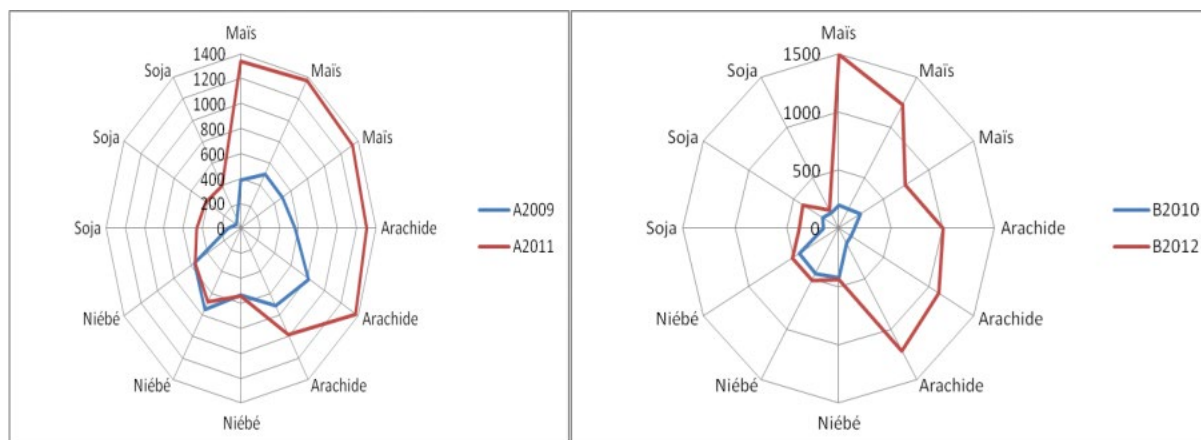
dernière et la dernière saison culturale avant la plantation du manioc.

A Yangambi dans le site forestier, bien que les rendements obtenus aient été généralement faibles indiquant clairement l’aspect marginal du sol sur lequel l’essai avait été installé, on a observé aussi des différences statistiquement significatives entre les précédents culturaux. Ainsi la « jachère » en tant qu’antécédent

cultural du manioc pendant 2 saisons successives (Jachère – jachère) a donné le rendement le plus élevé du manioc et significativement différente, soit respectivement 8.4 t/ha et 15.8 t/ha pour les deux variétés utilisées Mbongo (locale) et Nsansi (améliorés) par rapport à tous les autres antécédents culturels. A l'issue du premier cycle de deux ans de la conduite de cet essai dans les conditions savanicole et forestière, nous avons remarqués que : « dans les conditions savanicoles (cas de Ngandajika), le manioc a mieux répondu après le niébé utilisé comme dernier précédent culturale, par contre dans le site forestier (cas de Yangambi) la jachère forestière a permis une certaine amélioration de la fertilité du sol bénéfique pour le manioc par rapport aux autres antécédents culturels ».

L'augmentation de la productivité du manioc lorsqu'il est directement précédé de la culture du niébé en conditions de savane, s'expliquerait par une importante contribution en azote fixé par la culture du niébé en tant que dernier précédent culturel du manioc. En effet, en termes agronomiques, bien que le manioc et les légumineuses ont tous plus besoin de N, les légumineuses aident à fixer N (Vanlauwe et al., 2011), c'est ainsi que planté après une légumineuse, le manioc bénéficie du N fixé par

la légumineuse. En outre, les légumineuses ayant plus besoin de P et moins de K alors que le manioc a plus besoin de K et moins de P, la succession légumineuses – manioc constitue une synergie positive. A ce niveau de notre étude, la question reste posée quant à l'augmentation de la productivité du manioc lorsqu'il est directement précédé d'une jachère d'au moins deux ans en conditions de forêt, par rapport aux autres antécédents culturels. Les données collectées jusque-là ne nous ont pas permis de faire une corrélation positive entre l'augmentation de la productivité et le contrôle des maladies dans le site savanicole de Ngandajika où la variété améliorée utilisée (Ngandajika) est une variété résistante aux principales maladies endémiques dans le milieu. Quant au site forestier de Yangambi où étaient utilisées deux variétés dont une variété locale (Mbongo) sensible aux principales maladies endémiques dont la CMD, il a été constaté qu'au stade du 1^{er} cycle, les différents antécédents culturels n'ont pas eu un impact sur l'incidence des principales maladies endémiques du manioc. En Saisons A2011 et B2012 il y a eu la récolte des espèces (autres que le manioc) qui avaient été plantées dans les antécédents culturels de deux dernières années du 1^{er} cycle.



Diagrammes 2 et 3: Comparaison des rendements (kg/ha) de la 1^{ère} année du 1^{er} et 2^{ème} cycle successif dans quelques antécédents culturels (soles) dans le site savanicole de Ngandajika.

Il ressort des données de ces deux Saisons (Saison A2011 et Saison B2012) de la 1^{ère} année du 2^{ème} cycle successif que les rendements obtenus sur la presque totalité des sols, sont en général supérieurs à ceux obtenus lors du 1^{er} cycle (Saison A2009 et Saison B2010) où l'antécédent cultural était une

DISCUSSION

Les résultats obtenus confirment que la réponse du manioc aux précédents culturaux est fortement dépendante du contexte agro écologique (Adjei-Nsiah *et al.*, 2007). En zone savanicole (Ngandajika), les successions intégrant le niébé en dernier précédent cultural (« maïs–niébé », « soja–niébé » et « arachide–niébé ») ont significativement amélioré le rendement en racines tubéreuses par rapport au témoin manioc–manioc. Ces observations corroborent les travaux de Vanlauwe *et al.* (2011) et Méta-analyse de 2023 ont montré que l'intégration des légumineuses dans les systèmes tropicaux améliore la disponibilité de l'azote par fixation symbiotique et stimule l'efficacité d'utilisation des nutriments par les cultures subséquentes. De même, Carsky *et al.* (2001) ont rapporté une augmentation significative des rendements du manioc après niébé en Afrique subsaharienne, attribuée à l'apport d'azote et à l'amélioration de la structure du sol. Ce résultat est confirmé par Wijanarko & Purwanto en 2018. La complémentarité nutritionnelle entre légumineuses et manioc pourrait également expliquer cette synergie. Alors que les légumineuses présentent des besoins relativement élevés en phosphore, le manioc est particulièrement exigeant en potassium (Howeler, 2002). Cette différenciation fonctionnelle réduit la compétition interspécifique et favorise une exploitation plus efficace du profil pédologique, comme l'ont souligné Karlen *et al.* (1994) concernant les bénéfices structurels des rotations. En zone forestière (Yangambi), la supériorité

jachère non améliorée. Les successions « légumineuses – manioc » et « manioc – légumineuses » constituent une synergie positive. C'est cette synergie qui expliquerait la stabilité des rendements de la plupart des légumineuses mis en place après le manioc.

significative de la succession « jachère–jachère » suggère un rôle déterminant de la restauration biologique et organique du sol. Les travaux de Angers et Giroux (1996) démontrent que l'accumulation de résidus végétaux durant la jachère améliore la stabilité structurale et la porosité, favorisant ainsi l'activité microbienne et la minéralisation progressive des nutriments. Dans les environnements forestiers à sols marginalisés, cette régénération naturelle peut compenser la faible fertilité initiale, ce qui expliquerait les rendements relativement plus élevés observés après deux années de jachère. L'absence d'effet significatif des précédents culturaux sur l'incidence des maladies, notamment la mosaïque africaine du manioc, pourrait s'expliquer par la résistance variétale (cas de Ngandajika) ou par une pression pathogène homogène entre traitements. Ces observations rejoignent celles de Legg *et al.* (2014), qui soulignent que la résistance génétique demeure le principal levier de gestion de la CMD, davantage que les pratiques culturales. Enfin, l'amélioration générale des rendements au second cycle, comparativement au premier installé après jachère non améliorée, confirme l'effet cumulatif positif des rotations sur la fertilité et la résilience du système, comme l'ont montré Bullock (1992) et Honeycutt *et al.* (1995). Ces résultats plaident en faveur d'une intensification écologique intégrant légumineuses et jachère améliorée afin d'assurer une productivité durable du manioc dans les contextes tropicaux contrastés.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

L'hypothèse émise pour cette étude est que la rotation adéquate des cultures dans une production du manioc améliore la fertilité des sols, contribue au contrôle des maladies, ravageurs ainsi que des adventices et permet par conséquent d'augmenter les rendements. L'objectif était l'identification des meilleurs précédents culturels dans la rotation du système manioc. Les résultats partiels de cette étude démontrent que les cultures de rotation ont un impact majeur sur les rendements en racines tubéreuses de manioc par rapport à la monoculture, lorsque, dans la zone savanicole, le manioc succède à la culture du niébé ou lorsqu'il succède à une jachère dans la zone forestière. Les rendements des cultures autres que le manioc confirment que la rotation des cultures entraîne une certaine restauration de la fertilité des sols car comparés aux rendements

du 1^{er} cycle, les rendements obtenus au 2^{ème} cycle successif pour les mêmes cultures sont en général plus élevés. Il a été constaté qu'au stade du 1^{er} cycle, les différents antécédents culturels n'ont pas eu un impact sur l'incidence des principales maladies endémiques du manioc. Il y a lieu dans la suite de cette étude de prévoir un dispositif à même de mesurer la réduction éventuelle des adventices consécutives aux différents antécédents culturels. Suite à ces résultats partiels, il nous est apparu important de répéter au niveau de chacune des deux zones d'expérimentation (savanicole et forestière) cette étude non seulement de façon successive dans le 1^{er} site, mais aussi dans un 2^{ème} site, dans le but d'infirmier ou confirmer et aussi d'affiner les tendances observées jusque-là.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'USAID pour l'appui financier lors de la réalisation de cette recherche. A l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) à travers le projet « Cassava Research for Development in

DRC » et l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique (INERA) dans ses Centres de recherche de Ngandajika (Kasaï Oriental) et Yangambi (Tshopo) qui ont permis la conduite de cette étude

REFERENCES

- Adjei-Nsiah, S., Yiridoe, E. K., Leeuwis, C., & Giller, K. E. (2007). Evaluating sustainable and profitable cropping sequences with cassava and four legume crops: Effects on soil fertility and maize yields in the forest-savannah transitional agro-ecological zone of Ghana. *Field Crops Research*, 103(2), 87-97.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.05.001>
- Angers, D. A., & Giroux, M. (1996). Recently deposited organic matter in soil water-stable aggregates. *Soil Science Society of America Journal*, 60(5), 1547-1551.
- Bélanger Bruno, 2006, Les cultures de rotation : avantages et contraintes. IRDA, Québec. Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec.
- Bullock, D. G. (1992). Crop rotation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 11(4), 309-326.
- Carsky, R. J., Kling, J. G., Vanlauwe, B., & Manyong, V. M. (2001). Legume rotations and soil fertility management in West African farming systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 84(2), 155-166.
- Didier, 2024. Rotation des cultures : principes essentiels et atouts agricoles. Toute l'agriculture. 18/10/2023 and updated 24/4/2024.

- Gasser, M.O., A. N'Dayegamiye et M.R. Laverdière. 1995. Short-term effects of crop rotations and wood-residue amendments on potato yields and soil properties of a sandy loam soil. *Canadian Journal of Soil science* 75 : 385-390.
- Griffin, T.S. et O.B. Hesterman. 1991. Potato response to legume and fertilizer nitrogen sources. *Agronomy Journal* 83 : 1004-1012.
- Honeycutt, C. W., Allmaras, R. R., Copeland, S. M., & Randall, G. W. (1995). Impacts of crop rotation and tillage systems on soil organic carbon and nitrogen. *Soil Science Society of America Journal*, 59(2), 448–456.
- Honeycutt, C.W., W. M. Clapham et S.S. Leach. 1996. Crop rotation and N fertilization effects on growth, yield and disease incidence in potato. *American Potato Journal* 73 : 45-61.
- Howeler, R. H. (2002). Cassava mineral nutrition and fertilization. In R. J. Hillocks, J. M. Thresh & A. Bellotti (Eds.), *Cassava: Biology, Production and Utilization* (pp. 115–147). CABI Publishing.
- Karlen, D. L., Varvel, G. E., Bullock, D. G., & Cruse, R. M. (1994). Crop rotations for the 21st century. *Advances in Agronomy*, 53, 1–45.
- McDole, R. E. et C. E. Dallimore, 1978. Continuation of cropping sequence studies on coarse textured soils in southeastern Idaho. *American Potato Journal* 55 : 221-226.
- Legg, J. P., Lava Kumar, P., Makesh Kumar, T., Tripathi, L., Ferguson, M., Kanju, E., Ntawuruhunga, P., & Cuellar, W. (2014). Cassava virus diseases: Biology, epidemiology, and management. *Advances in Virus Research*, 91, 85–142.
- [Meta-analysis] Cassava-legume intercropping is more beneficial in low-input systems (2023). *Field Crops Research*, 300, 109005.
- O'Sullivan, J. 1978. Effects of rotation and nitrogen on yield and quality of potatoes. *Canadian Journal of Plant Science* 58 : 475-483.
- Vereijken, P. et C.D. Van Loon, 1991. A strategy for integrated low-input potato production. *Potato Research* 34 : 57-66.
- Vanlauwe et al., 2011. Le potentiel de la gestion intégrée de la fertilité des sols pour l'augmentation de la productivité du manioc en R.D. Congo. *Proceedings of the International Conference on cassava cultivation and utilization in central Africa, Kisangani, DRC, 16-19th November 2002.*
- Wijanarko, A., & Purwanto, B. H. (2018). Effect of long-term land use and cropping systems on soil fertility and cassava yield. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 5(4), 1327–1334.