



## Etude morphologique de 140 cultivars de manioc dans l'ex- Province Orientale en République Démocratique du Congo

Lydie EMPATA<sup>1,2\*</sup>, Olivier LIKITI<sup>1,2</sup>, Jean-Claude BULONZA<sup>1,2</sup>, Benjamin DOWIYA<sup>1,3</sup>  
et Godefroid MONDE<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi) P.O. Box 1232 Kisangani, RD Congo.

<sup>2</sup> WAVE-IFA Yangambi, Laboratoire de Phytopathologie et biotechnologie végétale, P.O. Box 1232 Kisangani, RD Congo.

<sup>3</sup> IFA-Yangambi, Laboratoire d'Amélioration Génétique des Plantes, RD Congo.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [empatalydie01@gmail.com](mailto:empatalydie01@gmail.com); Tel : +243 829393766, +243 854528643.

### REMERCIEMENTS

Ce travail a été soutenu, en tout ou en partie, par la Fondation Bill & Melinda Gates et le Foreign, Commonwealth & Development Office (FCDO) du Royaume-Uni sous le numéro de subvention OPP1082413 au Programme d'Epidémiologie Virale en Afrique centrale et Occidentale (WAVE) pour les cultures à racines et tubercules - par le biais d'une sous-subvention de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB) à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi.

Received: 20-03-2024

Accepted: 22-04-2024

Published: 30-04-2024

### RESUME

La présente étude a analysé la diversité morphologique des cultivars de manioc dans de différentes zones agroécologiques de l'ex-Province Orientale en RD Congo sur base de 11 descripteurs. Les 140 cultivars de manioc morphologiquement identifiés sont répartis dans la Tshopo (57), le Bas-Uele (44), le Haut-Uele (27) et l'Ituri (12). L'analyse descriptive des caractères qualitatifs a révélé un polymorphisme phénotypique utile pour la création des variétés améliorées. Les différents cultivars de manioc ont été de couleurs des feuilles apicales variées allant de vert sombre (55/140), vert clair (40/140), pourpre (38/140) à vert pourpre (7/140). Les couleurs de nervures ont été vert (69/140), rouge (17/140), pourpre (10/140), vpmf (35/140), Rpmf (9/140). Les couleurs de pétiole ont varié de rouge, vert rougeâtre, pourpre à vert. Les cultivars portant des feuilles à lobes ovoïdes lancéolées ont été prédominants. La contribution des composantes principales CI et CII à la variation totale a été de 98,64%, à l'aide d'une analyse factorielle discriminante. La classification Ascendante Hiérarchique réalisée sur base de coefficient de similarité a permis de structurer ces accessions en 3 groupes de diversité morphologique. Le troisième groupe était similaire au deuxième avec 71% et les deux étaient similaires au premier groupe avec 36%.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés** : Caractères, morphologie, accessions, manioc, RD Congo.

## Morphological study of 140 cultivars of cassava within ex-Oriental Province in the Democratic Republic of Congo

### ABSTRACT

This study analyzed the morphological diversity of cassava cultivars in different agroecological zones of the former Orientale Province in DR Congo on the basis of 11 descriptors. The 140 morphologically identified cassava cultivars were distributed in Tshopo (57), Bas-Uele (44), Haut-Uele (27) and Ituri (12). Descriptive analysis of qualitative characteristics revealed a phenotypic polymorphism useful for the creation of improved

varieties. The different cassava cultivars varied in apical leaf colour from dark green (55/140), light green (40/140), purple (38/140) to purple green (7/140). Vein colours were green (69/140), red (17/140), purple (10/140), vpmf (35/140), Rpmf (9/140). Petiole colours varied from red, reddish green, purple to green. Cultivars with ovate lanceolate lobed leaves were predominant. The contribution of the CI and CII principal components to the total variation was 98.64%, using discriminant factor analysis (DFA) performed on the variables. Hierarchical ascending classification based on similarity coefficients was used to structure the accessions into 3 morphological diversity groups. The third group was similar to cultivars of the second group by 71% and both were similar to the first group by 36%.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Characters, morphology, accessions, cassava, DR Congo.

## INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est une euphorbiacée alimentaire cultivée dans de nombreux pays à travers le monde et plus particulièrement en Afrique pour ses racines tubéreuses riches en féculs (N'Zué et al., 2014 ; Agré et al., 2015) et pour ses feuilles riches en protéines (Gnonloufin et al., 2011). Plusieurs variétés améliorées et locales de manioc sont cultivées dans diverses zones agro écologiques de la République Démocratique du Congo (RD Congo) en culture pure ou en association avec d'autres cultures. La conservation *in situ* de manioc par les paysans, ainsi que leur gestion a engendré une diversité génétique importante des variétés de manioc. L'exploitation de cette diversité génétique revêt une importance particulière pour le maintien et l'amélioration de la productivité de cette espèce dans les pays en développement (Kouakou et al., 2010 ; Agré et al., 2015 ; Adjebang-Danquah et al., 2016). Par contre, les pratiques culturelles liées à l'utilisation de boutures de manioc infectées de virus d'année en année favorisent la perte progressive de la diversité variétale du manioc (Muhindo et al., 2022 ; Olivier et al., 2024 ; Bulonza et al., 2024).

Dans le contexte actuel de changement climatique, une des stratégies susceptibles de lutter contre cette érosion génétique consiste en la collecte, en l'analyse et à l'organisation de la diversité existante dans les zones de production. Ceci permet non seulement de connaître les cultivars existants, mais aussi d'orienter les méthodes de conservation et de gestion de ces ressources génétiques dans de programmes d'amélioration variétale. L'analyse des descripteurs morphologiques permet de révéler la diversité telle qu'elle est perçue et sélectionnée par les agriculteurs

locaux, principaux acteurs de la gestion de la diversité variétale (Sawadogo et al., 2010). On remarque que dans les zones de production de manioc, les variétés cultivées de manioc sont désignées par des noms vernaculaires liés au phénotype ou au nom du lieu de provenance ou encore au nom d'une personne qui l'a introduit dans une localité. Ce mode de désignation prête souvent à des confusions étant donné qu'une même variété peut porter des noms différents en fonction de la zone de production. L'analyse des descripteurs morphologiques est l'approche la plus pratique pour une différenciation phénotypique à condition de l'associer à un outil statistique qui estime la variation liée au milieu expérimental (Nébié et al., 2013 ; N'Zué et al., 2014 ; Agré et al., 2015).

Cependant, plusieurs morphotypes restent encore inconnus en raison de la dynamique (hybridation) de l'agrobiodiversité du manioc. La présente étude a tenté d'analyser la diversité morphologique des cultivars de manioc dans de différentes zones agroécologiques de l'ex-Province orientale en RD Congo.

## MATERIEL ET METHODES

### Zone d'étude

L'étude s'est déroulée en 2022 couvrant l'ex-Province Orientale, actuellement subdivisée en Province de la Tshopo, du Bas-Uele, du Haut-Uele et d'Ituri telle qu'illustrée par la Figure 1.

### Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé était constitué de 140 accessions de *Manihot esculenta* Crantz). Ces accessions de manioc ont été collectés dans les champs des paysans

lors d'une prospection géo-référenciée organisée du 01 Février au 28 Mars 2022 dans les quatre Provinces à savoir Tshopo, Bas-Uele, Haut-Uele et Ituri.

### Méthodes

Dix champs ont été prospectés par territoire sur des axes routiers à des distances de 10 Km. Les différents cultivars de manioc trouvés dans chaque champ ont été morphologiquement décrits en utilisant 11 caractères tirés des descripteurs morphologiques de Fukuda et al. (2010) numérisée sous forme d'une application Kobocollect. Ces 11 caractères ont été la couleur des feuilles apicales, la couleur de pétiole, la couleur des feuilles adultes, le nombre dominant de lobes, la couleur de la nervure foliaire, prééminence des cicatrice

foliaires, l'âge de culture, l'estimation en pourcentage de la variété dans le champ, le type de maladie, le type d'infection et la dimension approximative du champ.

### Analyses statistiques

L'analyse des données morphologiques a été essentiellement descriptive (Gmakouba et al., 2018). Quatre à cinq caractères qualitatifs des feuilles ont été utilisés pour présenter le polymorphisme phénotypique de la variabilité générale et des accessions de manioc par province. L'évaluation de la structuration de la diversité morphologique a été faite par une analyse des composantes principales (ACP), une classification hiérarchique ascendante (CAH) et une analyse factorielle discriminante (AFD). A l'aide de logiciel Numerical taxonomy Sys version 2.2.

Carte de location de la zone d'étude

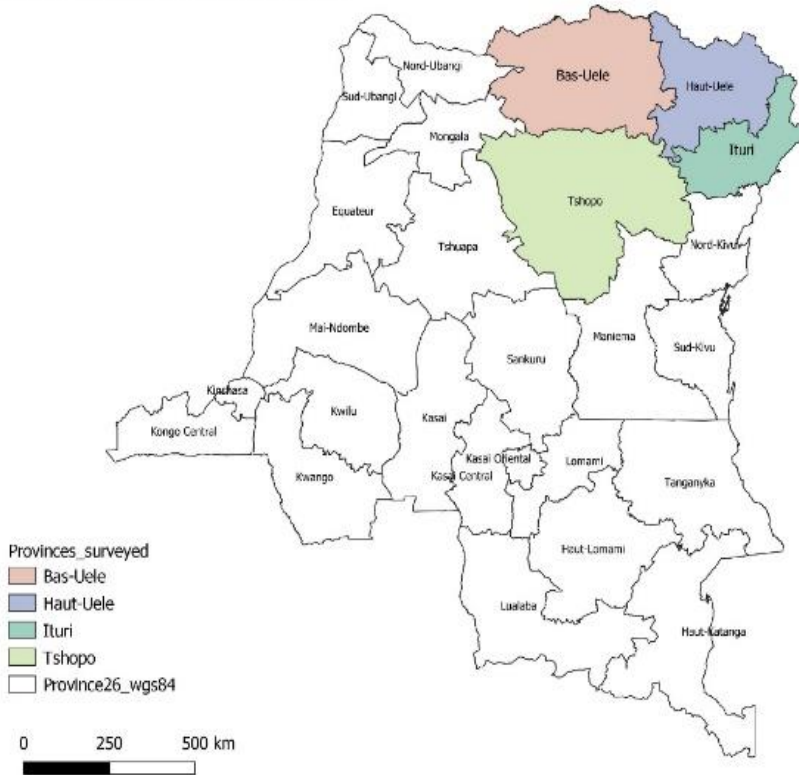


Figure 1: Localisation géographique l'ex-Province Orientale en RD Congo.

## **RESULTATS**

L'évaluation de la variabilité morphologique des cultivars de manioc rencontrés dans l'ex- Province orientale était déterminée. La répartition des cultivars trouvés par province et leur variabilité morphologique sont consignées dans la Figure 2 et les Tableaux 1, 2, 3 et 4

### **Variabilité morphologique globale des cultivars de manioc rencontrés dans l'ex-Province Orientale**

L'étude a permis d'identifier 140 cultivars de manioc morphologiquement décrits par le descripteur de Fukuda et al. (2010). Les 140 cultivars de manioc identifiés dans l'ex-province Orientale sont répartis comme suit: 57 cultivars dans la Tshopo, 44 dans le Bas Uele, 27 dans le Haut Uele et 12 dans l'Ituri. La Figure 2 montre la variabilité qualitative morphologique de cultivars de manioc trouvés dans la zone d'étude. Elle constitue un polymorphisme phénotypique (marqueur morphologique) qualitatif très important pour les activités de création des nouvelles variétés améliorées de manioc.

Les résultats de la Figure 2 montrent que les 140 cultivars décrits ont présenté des couleurs de pétiole variées dont la couleur rouge, vert rougeâtre, pourpre et vert. Il sied de signaler que malgré cette diversité de coloration des pétioles, 48/140 cultivars avaient des pétioles verts alors que les 32 cultivars parmi les 140 expérimentés avaient des pétioles rouges puis 29/140 cultivars avaient présenté la couleur verte rougeâtre, 25/140 cultivars avaient la couleur pourpre et enfin 6/150 cultivars avaient les pétioles rouges. On constate que les différents cultivars décrits avaient des couleurs de nervures vert (69/140 cultivars), rouge (17/140 cultivars), pourpre (10/140 cultivars), vpmf (35/140 cultivars), Rpmf (9/140 cultivars). On s'aperçoit que la couleur dominante de feuille de 140 cultivars de manioc dans les provinces de la Tshopo, Bas-Uele, Haut-Uele et Ituri reste le vert sombre. Cependant, les différents cultivars expérimentés ont présenté des couleurs des feuilles apicales variées dont la couleur vert sombre (55/140 cultivars), vert

clair (40/140 cultivars), pourpre (38/140 cultivars) et vert pourpre (7/140 cultivars). Signalons qu'en fonction de couleur de feuille, les feuilles vert sombre sont en moyenne abondantes sur 110 cultivars suivi des feuilles vert clair sur 28 cultivars et enfin feuilles vert pourpre et pourpre sont chacune sur une variété respectivement.

Enfin, de tous les cultivars de manioc décrits, ceux portant des feuilles à lobes de forme ovoïde lancéolée ont été prédominants.

### **Variabilité morphologique au sein des cultivars de manioc décrits dans la Province de la Tshopo**

Les résultats des variables qualitatives enregistrées sur les différents cultivars de manioc trouvés dans la Province de la Tshopo sont consignés dans le Tableau 1.

Les résultats en rapport avec le nombre de cultivars de manioc décrits dans la Province de la Tshopo indiquent un total 57 cultivars de manioc décrits. Ces cultivars de manioc sont répartis dans les 7 territoires de la province. Les deux territoires (Bafwasende et Banalia) qui ont une diversité génétique morpho métrique la plus élevée caractérisée par la présence de 12 cultivars décrits, suivis de Basoko et Ubundu avec 9 cultivars chacun et enfin les trois derniers territoires Opala, Isangi, Yahuma avec 5 cultivars chacun. En ce qui concerne la couleur des feuilles apicales, la couleur dominante des feuilles apicales de manioc dans la Province de la Tshopo reste le vert. Cependant, on note une différence dans la couleur verte largement dominante, ce qui permet de les répartir en trois groupes à savoir, 22/57 cultivars avec les feuilles apicales de couleur vert sombre, 23/57 cultivars avec des feuilles apicales vert clair et 11/57 cultivars avec des feuilles apicales de couleur vert pourpre.

Les différentes variétés avaient des couleurs de nervures diverses allant de pourpre, rouge, vert, et rouge près de la moitié de la feuille, vert rouge plupart de ces cultivars soit 30 sur 57 avaient des nervures verts, 7 sur 57 cultivars avaient des nervures de couleur rouge. 6 sur 57 cultivars avaient des nervures de couleur pourpre, 6 sur 57 cultivars avaient la

couleur pourpre, 4 sur 57 cultivars avaient la couleur rouge près de la moitié de la feuille et 5 sur 57 cultivars avaient la couleur vert rouge.

En outre, les différents cultivars trouvés dans les champs des paysans présentaient des couleurs de pétiole très variées dont la couleur pourpre, vert rouge, vert, rouge et vert pourpre dans moins de la moitié de la feuille. Il sied de signaler que malgré cette diversité de coloration des pétioles, 17 sur 57 cultivars avaient des pétioles rouges contrairement à un seul cultivar qui avait un pétiole vert pourpre. Quant au reste des cultivars, 15 cultivars avaient la couleur des pétioles pourpre et 17 cultivars de couleur vert.

#### **Variabilité morphologique au sein des cultivars de manioc décrits dans la Province de Bas-Uélé**

Les résultats des variables qualitatives décrites sur les 44 cultivars de manioc trouvés dans la Province de Bas-Uélé sont présentés dans le Tableau 2.

Nos résultats ont montré que 44 cultivars de manioc ont été décrits dans la Province de Bas-Uélé. Sur les 44 cultivars, un nombre élevé se trouve dans les territoires de Aketi et de Buta avec respectivement 14 cultivars chacun. Le Territoire de Bambesa a enregistré 9 cultivars alors que celui de Bondo en a moins (7 cultivars).

Il se dégage du Tableau 2 que la couleur dominante de feuilles apicales de manioc dans la Province de Bas-Uele reste le vert sombre. Cependant, les différents cultivars expérimentés ont présenté des couleurs des feuilles apicales variées dont la couleur vert sombre, vert clair, pourpre et vert pourpre. Il sied de signaler que malgré cette diversité de coloration des feuilles apicales, 31/44 cultivars ont des feuilles apicales vert-sombre, 8/44 cultivars ont présenté les feuilles apicales pourpre, 3/44 cultivars avaient les feuilles apicales vert-pourpre et 2/44 cultivars avaient les feuilles apicales vert clair.

On constate que toutes les variétés sont regroupées en quatre couleurs (vert clair, vert sombre, pourpre et vert pourpre). En fonction de couleur de feuille, 32 sur 44 cultivars ont montré des feuilles vert sombre suivi de 8

cultivars avec des feuilles vert clair, 2 cultivars avec les feuilles vert et 2 cultivars avec des feuilles vert-pourpres. En outre, 50% de cultivars de manioc décrits ont exhibé des nervures de couleur vert, 15 sur 44 cultivars ont présenté des nervures vertes rouges à la moitié de la feuille, 2 sur 44 cultivars ont eu des nervures de couleur Vert près de la moitié de la feuille, 3 cultivars qui ont eu des nervures de couleur pourpre et un cultivar de la couleur vert clair.

Enfin, les 44 cultivars décrits ont présenté de pétiole de couleurs variées. Malgré cette diversité de coloration des pétioles, 40 sur 44 cultivars ont eu des pétioles verts, 3 cultivars parmi les 44 expérimentés ont eu des pétioles pourpre, et enfin 1 cultivar a le pétiole vert-clair.

#### **Variabilité morphologique au sein des cultivars de manioc rencontrés dans la Province de Haut-Uélé**

Les résultats des variables qualitatives décrites sur les 27 cultivars de manioc trouvés dans la Province du Haut-Uélé sont présentés dans le Tableau 3.

Les prospections réalisées dans la Province de Haut-Uélé a permis de trouver 27 cultivars de manioc dont 10 dans le Territoire de Faradje, 10 cultivars à Wamba, 2 à Dungu, 2 à Niangara et 3 à Rungu. On peut noter que les territoires de Wamba et Faradje ont la diversité morphologique de manioc plus élevée par rapport aux autres territoires. On s'aperçoit que les cultivars de manioc étudiés sont regroupés en trois grands groupes sur base de la couleur de leurs feuilles apicales. Ces feuilles ont été soit vert clair, vert pourpre ou soit vert sombre. La majorité des cultivars de manioc soit 14/27 cultivars ont eu des feuilles vert sombre.

Dans l'ensemble les nervures de feuilles des cultivars de manioc avaient présenté cinq différentes couleurs à savoir rouge, vert, vert rouge, rouge pourpre dans moins de la moitié de la feuille et vert pourpre dans moins de la moitié de la feuille. De ces différentes couleurs, la majorité des cultivars soit 13/27 cultivars avaient des nervures vertes. Enfin, les pétioles de différents cultivars testés ont eu des

couleurs diversifiées allant de pourpre, rouge, vert au vert rouge. La majorité de ces cultivars (9/27 cultivars) ont présenté des pétioles verts, suivi de ceux aux pétioles rouge (8/27 cultivars), le reste des cultivars ont présenté des pétioles soit pourpre (6/27 cultivars) soit vert rouge (4/27 cultivars).

### **Variabilité morphologique au sein des cultivars de manioc trouvés dans la Province de l'Ituri**

Les résultats des variables qualitatives décrites sur les 12 cultivars de manioc trouvés dans la Province de l'Ituri sont présentés dans le Tableau 4.

Le Tableau 4 montre que 12 cultivars de manioc ont été décrits dans la Province de l'Ituri. Ils sont repartis respectivement dans le Territoire de Mambasa (7/12 cultivars) et dans le Territoire de Aru (5/12 cultivars). Au regard de la situation sécuritaire précaire observée en Ituri, les prospections n'ont pas pu couvrir tous les territoires de l'Ituri. En effet, nos résultats montrent que la couleur dominante des feuilles apicales reste le vert pourpre. Cependant la différence est que ces cultivars de manioc sont repartis en deux groupes à savoir, 10 cultivars avec les feuilles apicales de couleur vert pourpre et 2 cultivars avec des feuilles apicales de couleur vert.

En rapport avec la couleur des feuilles, il en ressort du Tableau 4 que les cultivars de manioc sont regroupés en deux catégories de couleur (Vert clair et Vert foncé). De ce fait, 11 cultivars ont des feuilles de couleur vert foncé contrairement à un seul cultivar qui a une feuille de couleur vert clair (A).

Les différents cultivars décrits ont présenté des couleurs de pétiole variées allant de couleur rouge, vert rouge et au vert. Ainsi, malgré cette diversité de coloration des pétioles, 7 cultivars ont présenté des pétioles rouges et 4 autres cultivars ont présenté la couleur verte rougeâtre et enfin un seul cultivar qui a une pétiole rouge verdâtre.

### **Regroupement des cultivars de manioc en fonction de leur variabilité morphologique**

Les 140 accessions (cultivars) de manioc trouvées de l'ancienne Province

Orientale ont été classées en utilisant les 11 caractères à travers les matrices de coefficients de corrélation du fait d'utilisation de caractères liés à la forme parmi les 11 caractères ciblés (Figure 3).

La validité de dendrogramme construit a été testée en utilisant la corrélation cophénétique (Ultrametric Dist) qui a déterminé une bonne classification (good fit,  $r = 0,82$ ). Les résultats de la classification indiqués sur le dendrogramme montrent le regroupement des cultivars dans trois grands groupes A, B, C.

Le premier groupe A était composé de 43 accessions subdivisées dans 3 sous-groupes:

- Le premier sous-groupe (A1) a compté 18 accessions: la majorité était les accessions en provenance des territoires de Mambasa, Aru, Buta et Aketi avec une ressemblance de 97% entre eux;
- Le deuxième sous-groupe (A2) avec 18 accessions originaires de territoires de Basoko, Wamba, Opala, Aketi et Banalia, et elles étaient très proche jusqu'à 94% du premier sous-groupe (A1);
- Le 3ème sous-groupe (A3) avec 7 accessions originaires de territoires de Basoko, Wamba, Opala, Aketi, et Banalia et très similaire à 85% de deux premiers sous-groupes (A1 et A2).

Le deuxième groupe B était composé de 60 accessions subdivisés aussi en 3 sous-groupes :

- Le premier sous-groupe (B1) a compté 8 accessions qui étaient originaires de territoires de Wamba, Aketi, Faradje, Buta, Aru et Bafwasende avec une ressemblance de 97% sur la figure 2;
- Le deuxième sous-groupe (B2) avec 41 accessions originaires de territoires de Wamba, Ubundu, Buta, Isangi, Basoko, Bafwasende, Aketi, Faradje, avec une ressemblance de 96% sur le phénogramme;
- Le troisième sous-groupe (B3) avec 11 accessions originaires de territoires de Bafwasende, Faradje, Yahuma, Mambasa, Aketi, Opala, Aru et elles étaient semblables à 88%.

Le troisième groupe (C) était composé de 37 accessions subdivisés en 2 sous-groupes :

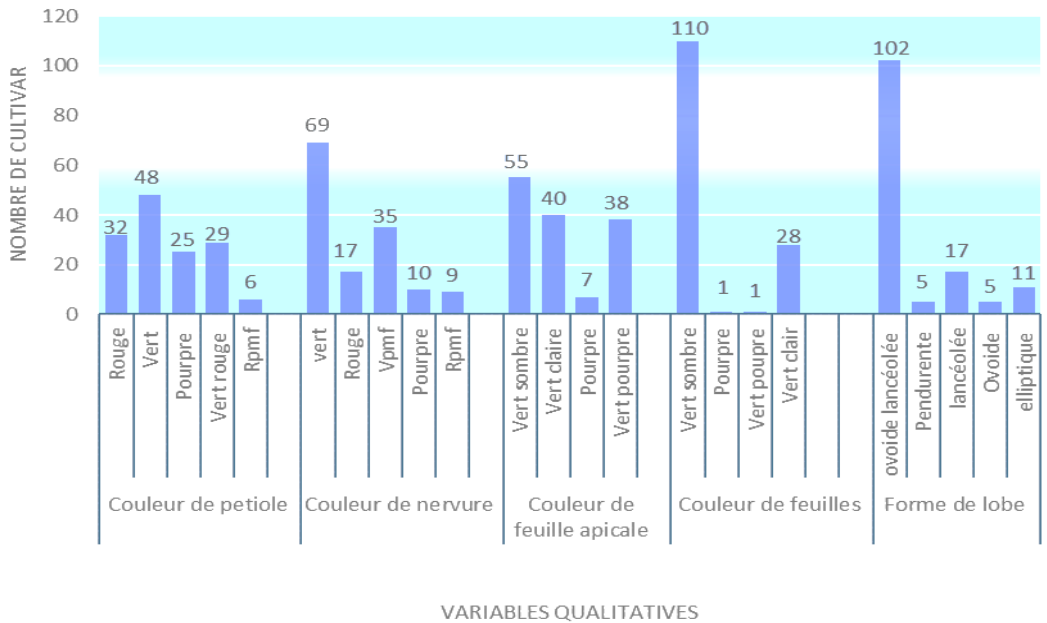
- Le premier sous-groupe (C1) avec 18 accessions originaires de territoires de Opala, Aketi, Rungu, Banalia, Basoko ; elles étaient similaires à 96% ;
- Le deuxième sous-groupe (C2) a compté 19 accessions originaires de territoires de Aketi, Buta, Isangi, ubundu, Basoko, Wamba, Aru) ; elles étaient similaires à 91%.

Les résultats de la Figure 3 indiquent que les accessions de manioc de troisième groupe (C) ont ressemblé aux cultivars de deuxième grand groupe (B) à 71%. Les deux grands groupes (B et C) ont ressemblé du premier grand groupe (A) à 36%.

Les résultats d'analyses en Composantes Principales (ACP) basées sur 11 caractères utilisés ont montré une représentation bidimensionnelle (Figure 4). La Figure 4 montre les rapprochements entre les 11 caractères suivant leurs contributions dans le regroupement des 140 accessions dans le phenogramme.

Les résultats des poids factoriels des axes ont montré que le premier axe (CI) avait une inertie de 93,64% ; alors que les axes CII et CIII avaient une inertie de 5,01 et 1,35% respectivement.

Le Tableau 5 indique 6 caractères qui ont contribué individuellement dans la 1ère composante à partir de 51% jusqu'à 77%. Il s'agit de la couleur de feuilles (lefcoll), la couleur des feuilles apicales (colapl), la couleur de nervure foliaire (colfve), le type de malade (typmal), le nombre de lobes (Nmlbes), la taille approximative de champ (apfsiz). Par contre, deux caractères ont contribué individuellement dans la deuxième composante principale à partir de 51% jusqu'à 70%. Il s'agit de la prominence de cicatrice foliaire (promfl), l'estimation de pourcentages des cultivars en champ (espvarf). Deux caractères ont contribué dans la troisième composante principale individuellement à partir de 58% jusqu'à 69% ; il s'agit du type d'infection (typinf, 58%) et de l'âge de manioc (casage, 69%).



**Figure 2** : Paramètres qualitatifs enregistrés sur les 140 cultivars de manioc dans les provinces de la Tshopo, Bas-Uele, Haut-Uele et Ituri.

**Tableau 1:** Variables qualitatives enregistrées sur les 57 cultivars de manioc décrits dans la Province de la Tshopo.

<b>Territoires</b>	<b>Cultivars</b>	<b>Couleur des feuilles apicales</b>	<b>Couleur des feuilles</b>	<b>Couleur de nervure</b>	<b>Couleur de pétiole</b>
<b>Banalia (n=12)</b>	Alongae	Vert sombre	Vert sombre	Vpmf	Rouge
	Kobe	Vert clair	Vert sombre	Vpmf	Rouge
	Obama	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Siani	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Mondjala	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Muasi zoba	Vert clair	Vert sombre	Vert	Rouge
	Butamu	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Vert
	Maloma	Vert sombre	Vert sombre	Rouge	Rouge
	Angele	Vert sombre	Vert sombre	Rpmf	Rouge
	FAO	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert rouge
	Akokoli	Vert sombre	Vert sombre	Vpmf	Rouge
	Bondjala	Vert sombre	Vert sombre	Vpmf	Rouge
<b>Isangi (n=5)</b>	Obama	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Mboloko	Vert pourpre	Vert sombre	Pourpre	Pourpre
	Mbongo	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Yafira	Vert pourpre	Vert sombre	Rpmf	Rouge
	Kpalala	Vert pourpre	Vert sombre	Rpmf	Pourpre
<b>Basoko (n=9)</b>	Litembele	Vert sombre	Vert clair	Rouge	Rouge
	Moefa	Vert sombre	Vert clair	Rouge	Rouge
	Aketi	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Alembia	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Idea	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Mariette	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Angonde	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Liambamoko	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Fulufuluka	Vert pourpre	Vert clair	Vert rouge	Pourpre
<b>Ubundu (n=9)</b>	Bamokate	Vert sombre	Vert sombre	Rouge	Rouge
	Elolo	Vert sombre	Vert sombre	Rouge	Rouge
	Matshiozi	Vert pourpre	Vert sombre	Vert rouge	Pourpre
	Tondisa	Vert sombre	Vert clair	Vpmf	Pourpre
	Kelenga	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert rouge
	Kizozoli	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Akbokombe	Vert clair	Vert clair	Vert rouge	Pourpre
	Bazande	Vert sombre	Vert sombre	Rouge	Pourpre



	Omododi	Vert pourpre	Vert sombre	Vert rouge	Pourpre
<b>Yahuma (n=5)</b>	Bisonde	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Mbongo	Vert sombre	Vert clair	Rouge	Rouge
	Lingani	Vert sombre	Vert sombre	Rpmf	Rouge
	Ligaga	Vert clair	Vert clair	Vert	Rouge
	Kinshasa	Vert pourpre	Vert sombre	Pourpre	Pourpre
<b>Opala (n=5)</b>	Yafela	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert rouge
	Mboloko	Vert sombre	Vert clair	Vert rouge	Rouge
	Omafuta	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Obama	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Kemba	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert rouge
<b>Bafwasende (n=12)</b>	Kabumba	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Pourpre
	Minute	Vert sombre	Vert clair	Vert	Vert
	Ngonga na butu	Vert clair	Vert clair	Vert	Rouge
	Bamanga	Vert clair	Vert clair	Vert	Pourpre
	Mbongo	Vert pourpre	Vert sombre	Pourpre	Pourpre
	Kelenga	Vert pourpre	Vert sombre	Pourpre	Pourpre
	FAO	Vert sombre	Vert sombre	Pourpre	Pourpre
	Kis	Vert sombre	Vert sombre	Pourpre	Pourpre
	Angonde	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert rouge
	Omondondi	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Vert rouge
	Mobundu	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert rouge
	Davico	Vert clair	Vert sombre	vert	Vert pourpre

Légende: n : Nombre de cultivars de manioc décrits par territoire prospecté

Vpmf : Vert près de la moitié de la feuille

Rpmf : Rouge près de la moitié de la feuille

**Tableau 2 :** Variables qualitatives prélevées sur 44 cultivars de manioc dans la Province de Bas-Uele.

<b>Territoires</b>	<b>Cultivars</b>	<b>Couleur des feuilles apicales</b>	<b>Couleur des feuilles</b>	<b>Couleur des nervures</b>	<b>Couleur de Pétiole</b>
	Bagari	Vert sombre	vert sombre	Vert	Vert
	Obama	Vert sombre	vert sombre	Vert	Vert
	Zakando	Vert sombre	Vert sombre	Vrmf	Vert
	Mbongo	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Vert
	Nguaba	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Cailoto	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Makongo	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
<b>Bambesa (n=9)</b>	Mayomle	Pourpre	Vert sombre	Pourpre	Pourpre
	Gagbele	Vert sombre	Vert sombre	Vrmf	Vert

	Zakando	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Angonde	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Ngonga ya butu	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Aketi	Vert sombre	Vert sombre	Vpmf	Vert
	Akana	Vert sombre	Vert pourpre	Vert claire	Vert
	Poko	Vert pourpre	Vert sombre	Vrmf	Vert
	Makongo	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Mabengo	Vert sombre	Vert sombre	Vrmf	Vert
	Ngonga ya butu 2	Pourpre	Vert sombre	Vert	Vert
	Mabengo 2	Vert sombre	Vert sombre	Vrmf	Vert
	Alumette	Vert sombre	Vert sombre	Vrmf	Vert
	Waccord	Vert clair	Vert clair	Vert	Vert
<b>Buta (n=14)</b>	Dirigeant	Vert pourpre	Vert clair	vert	Vert
	Ngazi	Vert sombre	Vert clair	Vert	Vert
	Ngazi	Vert sombre	Vert clair	Vpmf	Vert
	Mabengo	Vert sombre	Vert	Vert	Vert
	Angonde	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Dirigeant	Vert sombre	Vert clair	Vrmf	Vert
	Mbana	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Mbongo	Vert sombre	Vert clair	Vrmf	Vert
	Gede-gede	Pourpre	Vert sombre	Vert	Vert
	Bumba	Vert sombre	Vert sombre	Vrmf	Vert
	Bumba	Vert sombre	Vert sombre	Vrmf	Vert
	Nikanzalo	Vert sombre	Vert sombre	Vrmf	Vert
	Varzo	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Bandamani	Pourpre	Vert sombre	Vert	Vert
<b>Aketi (n=14)</b>	Foka	Pourpre	Vert clair	Vert	Vert
	Libobi	Vert sombre	Pourpre	pourpre	Pourpre
	Dirigeant	Pourpre	Vert pourpre	pourpre	Pourpre
	Masele	Pourpre	Vert clair	Vrmf	Vert
	Songo mobali	Vert clair	Vert sombre	Vrmf	Vert
	Kalangba	Vert sombre	Vert sombre	Vrmf	Vert
	Somadi	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
<b>Bondo (n=7)</b>	Poko	Pourpre	Vert sombre	Vert	Vert
	Zalingo	Vert sombre	Vert sombre	Vrmf	Vert

Légende : n : Nombre de cultivars décrits par territoire prospecté

Vpmf : Vert près de la moitié de la feuille

Rpmf : Rouge près de la moitié de la feuille

Vrmf : Vert rouge à la moitié de la feuille

**Tableau 3** : Variables qualitatives prélevées sur 27 cultivars de manioc dans la Province de Haut-Uele.

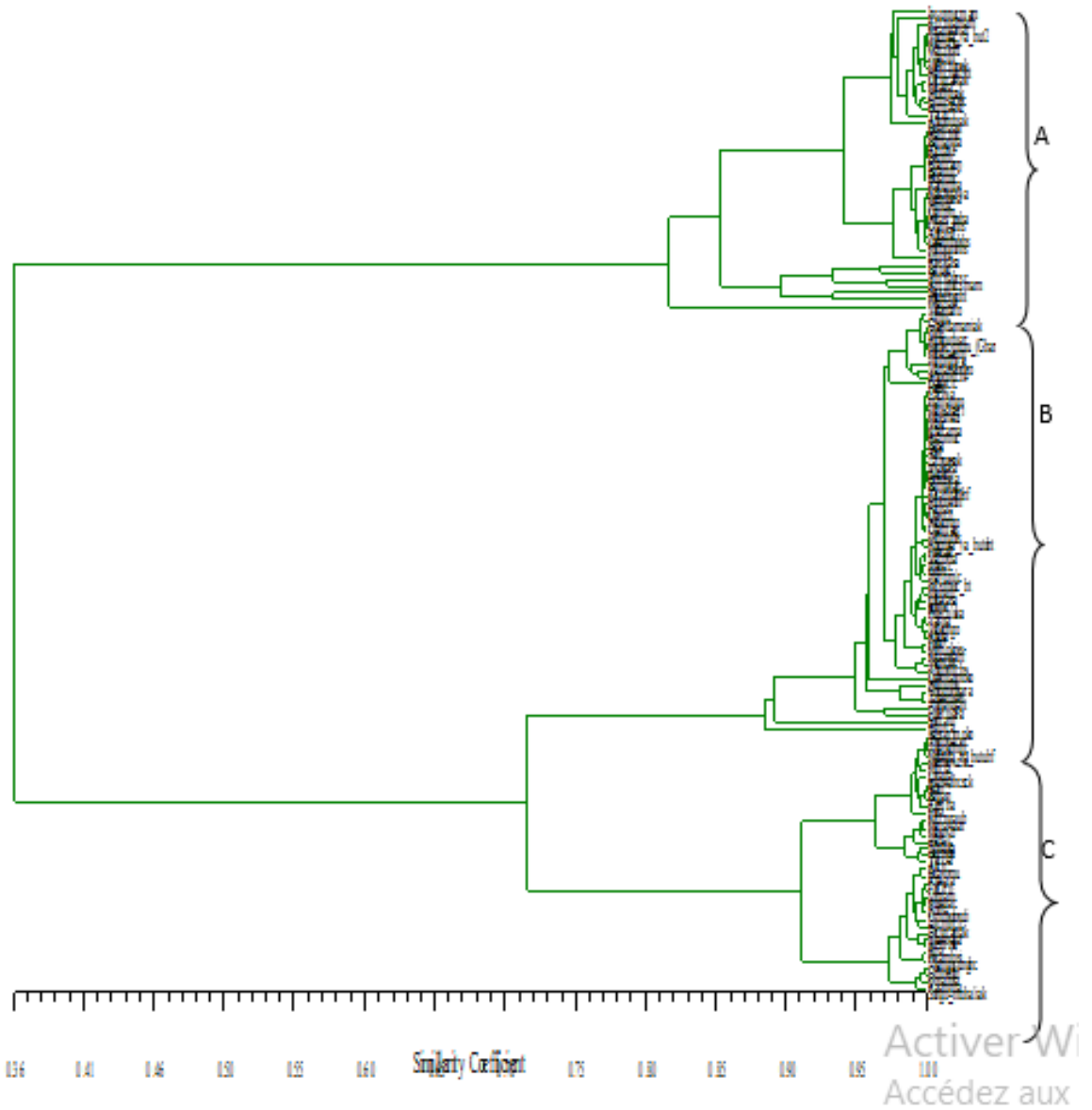
<b>Territoires</b>	<b>Cultivars</b>	<b>Couleur des feuilles apicales</b>	<b>Couleur des feuilles</b>	<b>Couleur des nervures</b>	<b>Couleur de pétiole</b>
<b>Wamba (n=10)</b>	FAO	Vert sombre	Vert sombre	Rouge	Rouge
	Buajomo	Vert sombre	Vert sombre	Rouge	Rouge
	Tshoya	Vert pourpre	Vert sombre	Vert rouge	Pourpre
	Baenga	Vert sombre	Vert clair	Vpmf	Pourpre
	Magadi	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert rouge
	Masiyo	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert
	Mamawela	Vert clair	Vert sombre	Vert rouge	Pourpre
	Mawagari	Vert sombre	Vert clair	Rouge	Pourpre
	Ibgimabesek	Vert pourpre	Vert sombre	Vert rouge	Pourpre
	Kalenga	Vert clair	Vert clair	Rouge	Vert
<b>Faradje (n=10)</b>	Nyake	Vert sombre	Vert sombre	Vpmf	Rouge
	Fulafula	Vert clair	Vert sombre	Vpmf	Rouge
	Kakwa	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Liabe	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Manjango	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Vert
	Bokalasa	Vert sombre	Vert clair	Vert	Rouge
	Make	Vert sombre	Vert clair	Rouge	Vert
	Mananalingo	Vert clair	Vert sombre	Vpmf	Rouge
	Bassinmoko	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Rouge
	Palambisi	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert rouge
<b>Dungu (n=2)</b>	Inconnue	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	Odogurigara	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
<b>Niangara (n=2)</b>	Nkangurung	Vert clair	Vert clair	Vert rouge	Pourpre
	Agarama	Vert sombre	Vert sombre	Vert	vert rouge
<b>Rungu (n=3)</b>	Songo	Vert clair	Vert sombre	Vert	Vert
	FAO	Vert sombre	Vert sombre	Vert	Vert rouge
	Basa	Vert sombre	Vert clair	Vert rouge	Rouge

**Tableau 4** : Variables qualitatives prélevées sur 12 cultivars de manioc dans la Province de Ituri.

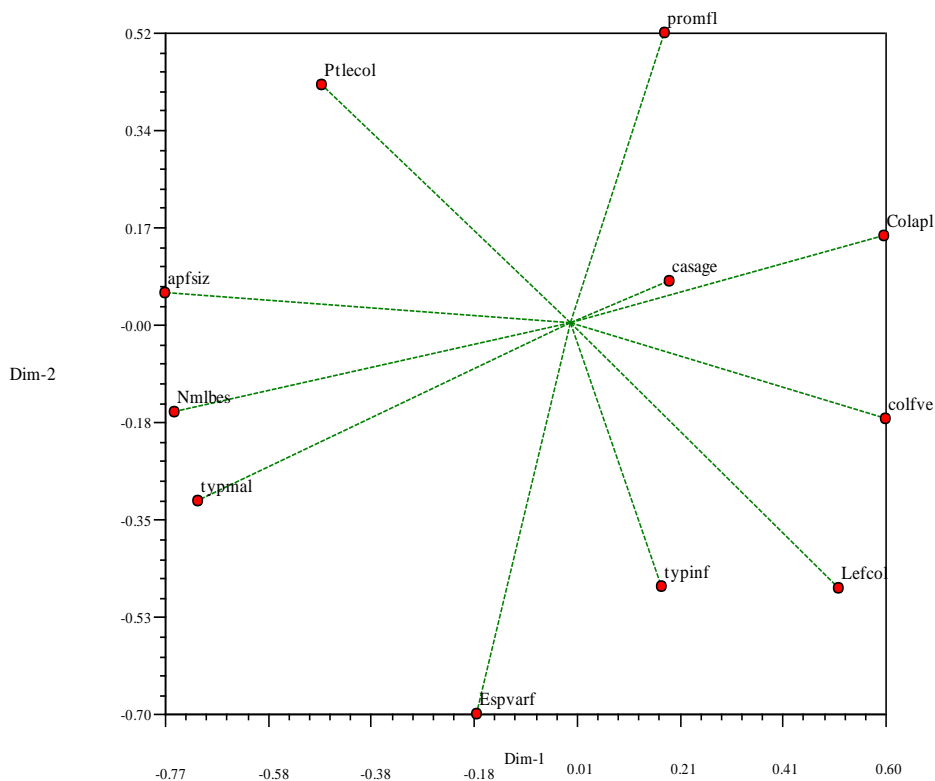
<b>Territoire</b>	<b>Variétés</b>	<b>Couleur de feuilles apicales</b>	<b>Couleur de feuilles</b>	<b>Couleur de nervure</b>	<b>Couleur de pétiole</b>
<b>Mambasa (n=7)</b>	Ambe	Vert	Vert	Vert	Vert rouge
	Baluku	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Rouge
	Kelenga	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Rouge
	Igbenabese	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Rouge vert
	Madendo	Vert pourpre	Vert sombre	Vrmf	Vert rouge

	TMS	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Rouge
	5 minutes	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Vert rouge
<b>Aru</b> <b>(n=5)</b>	Seseni	Vert	Vert sombre	Vrmf	Vert rouge
	Kisangani	Vert pourpre	Vert sombre	Rouge	Rouge
	Mokpudu	Vert pourpre	Vert sombre	Vrmf	Rouge
	Angoge	Vert pourpre	Vert sombre	Vrmf	Rouge
	Mayaya	Vert pourpre	Vert sombre	Vert	Rouge

Légende : n : nombre de cultivars de manioc décrits par territoire prospecté.



**Figure 3:** Dendrogramme présentant la classification de la variabilité des 140 accessions de manioc à l'aide de la méthode de Ward.



**Figure 4:** Répartition de 11 descripteurs dans les axes 1 (Dim-1; 93,63%) et 2 (Dim-2; 5,01%) à partir des Analyses des Composantes Principales (ACP) sur 140 accessions de manioc.

**Tableau 5 :** Pertinence des descripteurs dans l’explication de la variation globale des accessions à partir des ACP mixtes.

N°	Caractères	CPI	CPII	CPIII
1	Age de manioc	0,1889	0,0745	0,6986
2	Taille approximative du champs	-0,7745	0,0519	0,1573
3	Pourcentage estimé de cette variété en champ	-0,1790	-0,7003	0,2988
4	Couleur de feuilles apicales	0,5985	0,1550	0,0295
5	Couleur de feuilles (Leaf colour lefcol)	0,5129	-0,4753	-0,0939
6	Nombre de lobes foliaires (Number of leaf lobes , Nmlbes)	-0,7577	-0,1586	-0,1070
7	Couleur de veine foliaire ( colour of leaf vein , colfve)	0,6017	-0,1707	0,0348
8	Proéminence de cicatrices foliaires	0,1793	0,5173	-0,2897
9	Type de maladie	-0,7107	-0,3185	-0,0804
10	Type d’infection	0,1753	-0,4706	-0,5840

## **DISCUSSION**

La sélection variétale est basée sur la variabilité génétique des espèces. La classification et l'identification des espèces végétales sont issues de marqueurs morphologiques qui se manifestent dans les différents types d'environnement. Des techniques d'évaluation utilisant des marqueurs morphologiques existent (Jaaska, 2001). Ces marqueurs morphologiques continuent d'être utilisés avec succès dans de nombreuses études de caractérisation et d'évaluation agronomique, permettant de différencier plus facilement et plus rapidement les phénotypes.

Les 11 descripteurs utilisés dans cette étude ont permis une évaluation préliminaire de la structuration de la diversité du manioc dans l'ancienne Province Orientale en RD Congo. En les utilisant sur des cultivars, nous avons constaté que la diversité morphologique potentielle est comparable entre les groupes, et qu'il y a relativement peu de différenciation dans l'étendue de l'espace morphologique entre les cultivars (Mezette et al., 2016). Une analyse similaire a montré qu'il n'existe pas de différence morphologique importante en fonction de l'espace occupé par les cultivars issus d'un lieu donné.

Mezette et al., (2013) se sont servis de 12 descripteurs qui diffèrent très peu des nôtres. La variation au sein d'un descripteur peut également influencer sur la structuration de la diversité (Gmakouba et al., 2018). L'utilisation des marqueurs morphologiques est influencée par l'environnement (Adoukounou-Sagbadja et al., 2007). Les résultats de ces auteurs ont été confirmés dans notre étude par les résultats de la contribution de la taille approximative de champ de manioc (apfsiz, 77% ; CI, Tableau 5) et l'estimation des pourcentages des cultivars en champ (Espvarf, 70% ; CII). Cette information constitue une contribution d'association des préférences des cultivateurs traduits par leurs superficies allouées aux variétés cultivées de manioc présentant des

caractères qualitatifs pouvant être inclus dans la sélection variétale.

Dans cette étude des analyses multivariées ont été utilisées pour élucider la nature et le degré de divergence des accessions de manioc décrites dans différentes zones agro-écologiques de la RD Congo. Il résulte de la Composante Principale, appliquée aux 140 accessions sur la base des 11 variables morphologiques, une importante variabilité (98,64%) au sein des accessions analysées et révélées par les deux premiers axes.

Cette variabilité est supérieure à celle observée par Djaha et al., (2017) en Côte d'Ivoire. En effet, ces auteurs ont obtenu une variabilité de 63,84 au sein des accessions analysées et révélées par les deux premiers axes. Huit descripteurs sur les 24 ont principalement contribué à la mise en évidence de la variabilité globale.

Notre variabilité est aussi supérieure à celle observée par Ephrem et al., (2014) en République Centrafricaine. Ces auteurs ont obtenu une variabilité de 55% pour les six premiers axes cumulés avec une contribution partielle de 15 descripteurs sur 27.

La validité de dendrogramme construit a été testé en utilisant la corrélation cophenétique qui avait déterminé une bonne classification. Les résultats de la classification indiqués sur le dendrogramme montrent les regroupements des cultivars dans trois grands groupes A, B, C. Le premier groupe A compte 43 accessions subdivisées dans 3 sous-groupes, le 2ème groupe B comprend 60 accessions subdivisées aussi en 3 sous-groupes et le 3ème groupe compte 37 accessions subdivisées en 2 sous-groupes.

Ces résultats sont différents de ceux trouvés par Djaha et al. (2017) que l'axe 1 a structuré les accessions en deux groupes selon les organes tandis que l'axe 2 qui définit la coloration des organes racinaires structure chaque groupe en deux sous-groupes conduisant à quatre classes phénotypiques distincts.

Ampong-Mensah et al. (2000) ont structuré 179 accessions du Ghana en 4 groupes homogènes. Quant à la CHA, elle a permis de mettre en évidence trois groupes de diversité phénotypique contrairement à l'ACP. Des résultats similaires ont été obtenus par N'zué et al. (2014) en caractérisant 159 accessions de manioc provenant du Sud-Ouest de Côte d'Ivoire.

Ainsi, on retient que la variabilité élevée des accessions dans l'ancienne Province Orientale en RD Congo pourrait s'expliquer par des échanges continuels de matériel végétal ayant des caractères agronomiques importants entre les cultivateurs de différentes localités (Missihoun et al., 2012).

### Conclusion

L'étude de la caractérisation morphologique de 140 accessions de manioc dans l'ancienne Province Orientale en RD Congo sur base de 11 descripteurs a montré une variabilité importante. Cette diversité a été structurée en 3 grands groupes. Cette variabilité morphogénétique observée entre accessions est importante pour les travaux de sélection variétale. La découverte dans cette étude de l'association des caractères qualitatifs avec les préférences des allocations des paysans cultivars des accessions/cultivars de manioc est une information clé pour la recherche des marqueurs moléculaires y associés pour raccourcir le temps de la sélection variétale. L'association des expressions des maladies avec les préférences sont aussi une information additionnelle pour les futurs travaux sur la résistance variétale. Il est important d'associer aux caractères morphologiques des techniques moléculaires telles que les microsatellites (SSR) ou les uniques nucléotides polymorphiques (SNP) qui permettront de mieux caractériser les accessions à l'intérieur des groupes. Etant donné que, les marqueurs moléculaires ne peuvent être influencé par l'environnement.

### CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

LE : description morphologique des cultivars de manioc, collecte et analyse des données, rédaction de l'article. JCB : collecte des données, description morphologique des cultivars de manioc. OL : collecte des données, description morphologique des cultivars de manioc. BD : superviseur du mémoire, analyse de données et révision de l'article. GM: Directeur de laboratoire et coordonnateur de projet WAVE en RDC, appui technique et financier à la collecte des données, analyse des données, révision de l'article.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient toute l'équipe de recherche de WAVE IFA-Yangambi et les agriculteurs de l'ex-Province Orientale en République Démocratique du Congo. Nous remercions particulièrement : Jérémie Angafahune, Dieudonné Bangamingo, Héritier Bedidjo, Angel Bogenda, Joël Ebwa, Guy-Roger Diko, Marc Kombele pour leur assistance dans la collecte des données sur le terrain.

### RÉFÉRENCES

- Adjebeng-Danquah J, Gracen VE, Offei SK, Asante IK, Manu-Aduening J. 2016. Agronomic performance and genotypic diversity for morphological traits among cassava genotypes in the Guinea Savannah Ecology of Ghana. *J. Crop Sci. Biotech.*, **19**(1): 99-108. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12892-015-0095-8a>
- Ampong-Mensah G. 2000. Preliminary Characterization of cassava Germplasm from South-Western Ecozone (Central and Western Region) of Ghana (Unpublished MPhil Thesis) Dept. *Crop Sci. Univ. Cape Coast.*, 269-390.

- Agré A, Dansi A, Rabbi I, Battachargee R, Dansi M, Melaku G. 2015. Agromorphological characterization of elite cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivars collected in Benin. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol.*, **2**(2): 1-14.
- Bulonza J-C, Yasenge S, Empata L, Likiti O, Muhindo H, Dowiya B, Monde G. 2024. Evolution des paramètres épidémiques associés à la mosaïque africaine du manioc au Sud- Kivu en République Democratique du Congo. *Agron. Afr.*, **35**(3): 353-517.
- Dansi A, Adoukonou-Sagbadja H, Vodouhè R. 2007. Diversity, conservation and related wild species of Fonio millet (*Digitaria* spp.) in the northwest of Benin. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **57**(6): 827-839.
- Djaha KE, Abo K, Bonny BS, Kone T, Amouakon WJL, Kone D, Kone M. 2017. Caractérisation agromorphologique de 44 accessions de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) cultivés en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(1): 174-184.
- Ephrem KK, Sêmihinva, Akpavi, Yao, Agbelessessi, Woegan, Marie, France D, Ampong, MensahG. 2014. Preliminary Characterization of cassava Germplasm. [eujournal.org/index.php/es/article/viewFile/2635/2496](http://eujournal.org/index.php/es/article/viewFile/2635/2496).
- Fukuda WMG, Guevara CL, Kawuki R, Ferguson ME. 2010. Selected morphological and agronomic descriptors for the characterization of cassava. Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, 19p.
- Gmakouba T, Koussao S, Traore ER, Kpemoua KE, Zongo JD. 2018. Analyse de la diversité agromorphologique d'une collection de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1): 402-421.
- Gnonlonfin GJB, Koudande DO, Sanni A, Brimer L. 2011. Farmers' perceptions on characteristics of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties used for chips production in rural areas in Benin, West Africa. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(3): 870-879. DOI: <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/viewFile/72166/61102>
- Jaaska V, 2001. Isoenzyme diversity and phylogenetic relationships among the American beans of the genus *Vigna savi* (Fabaceae). *Bioch. Syst. Ecol.*, **29**: 1153-1173.
- Kouakou YE, Koné B, Bonfoh B, Kientga SM, N'Go YA, Savane I, Cissé G. 2010. L'étalement urbain au péril des activités agro-pastorales à Abidjan. *Vertigo - rev. Electr. Sci. Envir.*, **10**(2): 47-53. <http://vertigo.revues.org/10066>
- Likiti O, Kisuka R, Diko GR, Bulonza JC, Bakelana T, Mubenga O, Monde G. 2024. Répartition des begomovirus de la mosaïque du manioc dans les provinces du Nord-Ouest de la République Démocratique du Congo. *Afr. J. Biotechnol.*; in press.
- Mezette TF, Blumer CG, Veasey EA. 2013. Morphological and molecular diversity among cassava genotypes. *Pesq. Agropec. Bras.*, **48**(5): 510-518. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000500007>
- Missihoun AA, Agbangla C, Adoukonou-Sagbadja H, Ahanhanzo C, Vodouhè R. 2012. Gestion traditionnelle et statut des ressources génétiques du sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) au Nord-Ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(3):1003-1018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i3.8>.
- Muhindo H, Empata L, Banduhu H, Songbo M, Dhed'a B, Pita J, Monde G. 2022. Pression épidémique de la mosaïque du manioc et de la maladie de la striure brune sur dix cultivars exotiques de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) à Kisangani. *Recherche en Agriculture Durable*, **11**(4): 16-27.



- Nébié B, Nanema K, Bationo-Kando P, Traoré R, Labeyrie V, Sawadogo N 2013. Variation de caractères agromorphologiques et du Brix d'une collection de sorghos à tige sucrée du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(5): 1919-1928. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i5.12>
- N'zué B, Okoma MP, Kouakou AM, Dibi KEB, Zohouri GP, Essis BS, Dansi AA. 2014. Morphological characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) accessions collected in the Centre-west, South-west and West of Côte d'Ivoire. *Greener J. Agric. Sci.*, **4**(6): 220-231.
- DOI:  
<http://dx.doi.org/10.15580/GJAS.2014.6.050614224>.
- Sawadogo M, Ouedraogo J, Tignegré JB, Drabo I, Balma D. 2010. Caractérisation agromorphologique et moléculaire de cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata*) du Burkina Faso. *Cameroon Journal of Experimental Biology*, **6**(1): 31-40.
- Zinga I, Nguimalet CR, Lakouetene DP, Konateg, Kosh Komba E, Semballa S. 2008. Les effets de la mosaïque africaine du manioc en République Centrafricaine. *Geo- Eco-Trop.*, **32** :47-60.