

# CARACTERISATION AGRONOMIQUE, PHYSICO-CHIMIQUE ET NUTRITIONNELLE DE QUATRE VARIETES HYBRIDES DE CAROTTE (*DAUCUS CAROTA*) AU NORD DE LA COTE D'IVOIRE

L.F. COULIBALY<sup>1</sup>, A. TOURE<sup>2</sup>, A. C. S. LAOPE<sup>1</sup>, N. A. COULIBALY<sup>3</sup>, Y. R. SORO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Département de Biologie Végétale, UFR Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon Coulibaly, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Département de Biochimie-Génétique, UFR Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon Coulibaly, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

<sup>3</sup>Département de l'Agriculture, Institut de Gestion Agropastorale, Université Peleforo Gon Coulibaly, 01 BP 2486 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

<sup>4</sup>Laboratoire de Biotechnologie, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

\*Auteur correspondant E-mail : [lacicoul@yahoo.fr](mailto:lacicoul@yahoo.fr) ; Tel : +225 57 25 01 13

## RESUME

La carotte est prisée à cause de ses vertus nutritionnelles et thérapeutiques qui concourent à un régime sain et équilibré. La présente étude vise à déterminer et comparer les caractéristiques agronomiques, physico-chimiques et nutritionnelles de quatre variétés hybrides de carotte cultivées au nord de la Côte d'Ivoire. Le dispositif expérimental était composé de blocs complets randomisés, avec quatre traitements et quatre répétitions. Les écartements entre les plants ont été de 25 cm x 8 cm. Les facteurs de croissance et le rendement ont été évalués et les paramètres physico-chimiques et nutritionnels ont été dosés, à partir d'échantillons de racines des variétés. Les résultats ont montré que le témoin Amazonia est caractérisé par des taux élevés en acidité titrable et en cendre. La variété Pamela+ est caractérisée par un nombre de feuilles, un taux d'humidité, une longueur des racines et un rendement élevés. La variété Bahia est marquée par des teneurs plus élevées en protéines et en glucides. La variété Madona se distingue plutôt par un pH et des teneurs en lipides relativement plus importants. La variété Pamela+ contribuera à augmenter les revenus des producteurs et à réduire la pauvreté au nord de la Côte d'Ivoire.

**Mots-clés :** Caractéristiques, carotte, Côte d'Ivoire, hybrides, rendement.

## ABSTRACT

### **AGRONOMIC, PHYSICO-CHEMICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF FOUR HYBRIDS VARIETIES OF CARROT (*DAUCUS CAROTA*) IN NORTHERN CÔTE D'IVOIRE**

*Carrot is appraisal because of its nutritional and therapeutic virtues that contribute to a healthy and balanced diet. The current study aims to determine and compare the agronomic, physicochemical and nutritional characteristics of four hybrids varieties of carrot cultivated in northern Côte d'Ivoire. The experimental lay out was composed of randomized complete blocks with four treatments and four replicates. The spacings between seedlings were of 25 cm x 8 cm. Growth parameters and yield were assessed and physicochemical and nutritional parameters were determinate using samples of roots of the varieties. The results of study showed that the control Amazonia is characterized by high rates of titratable acidity and ash content. The variety Pamela+ is characterized by high values of leaves number, humidity rate, length and yield of roots. Bahia variety is marked by high levels of protein and carbohydrates. Madona variety distinguishes itself rather by relatively high pH and lipid contents. The variety Pamela+ will contribute to increase farmers' incomes and thus reduce poverty in northern Côte d'Ivoire.*

**Keywords :** Characteristics, carrot, Côte d'Ivoire, hybrids, yield.

## INTRODUCTION

La carotte (*Daucus carota*) est essentiellement cultivée pour sa racine pivotante comestible, comme légume, à l'état frais ou cuit. Elle est généralement de couleur orangée et riche en carotène, en vitamines, en protéines, en sucres et en sels minéraux (Le Clerc, 2001; Reduron, 2007 ; Lecomte, 2013). Elle fait partie des cultures légumières, les plus importantes, dans le monde (Rubatzky *et al.*, 1999). C'est l'espèce qui revêt la plus grande importance économique au sein de la famille des Apiacées (Rubatzky *et al.*, 1999). Sa valeur nutritionnelle, ses modes de consommation simples et variés lui ont valu d'être le légume racine, le plus consommé dans le monde (Chaux et Foury, 1994). Outre sa consommation, la carotte est également utilisée dans l'industrie cosmétique ou comme plante tinctoriale pour colorer le beurre et certains fromages (Reduron, 2007).

De nombreux cultivars de couleur orange sont apparus au fil du temps avec, en particulier, une diversification des formes de racine. Ainsi, la carotte potagère s'est diversifiée en variétés locales répondant à des modes de culture et à des situations variées (Pitrat et Foury, 2003 ; Doré et Varoquaux, 2006). Cependant, l'intérêt alimentaire de la racine porte sur son goût, sa couleur, mais aussi ses caractéristiques nutritionnelles (Aubert et Bonnet, 1977 ; Tirilly et Bourgeois, 1999).

La consommation de la carotte contribue à un régime sain et équilibré (Shankara *et al.*, 2005). La culture de la carotte s'est développée non seulement, dans les zones tempérées d'Asie et d'Europe, mais aussi, dans certaines régions tropicales d'Afrique dont la Côte d'Ivoire. L'influence négative que peuvent avoir les facteurs pédoclimatiques sur la croissance et la productivité d'un matériel végétal donné a conduit la recherche à s'orienter, de plus en plus, vers la mise au point de variétés ou de cultivars adaptés aux conditions agro-écologiques du milieu. Par ailleurs, les exigences des consommateurs commandent la mise à disposition de produits de qualité au plan nutritionnel. L'objectif de cette étude est de déterminer et de comparer les paramètres

agronomiques, physico-chimiques et nutritionnels essentiels de quatre (4) variétés hybrides de carotte cultivées au nord de la Côte d'Ivoire.

## MATERIEL ET METHODES

### PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Ce travail a été effectué dans la ville de Korhogo, précisément sur le site du carré potager de l'Université Peleforo GON COULIBALY. Korhogo est le chef-lieu de la région du Poro, au Nord de la Côte d'Ivoire. Le climat de la région, de type soudanais, est marqué par une alternance de deux saisons qui sont la saison pluvieuse et la saison sèche. Les coordonnées géographiques de cette zone sont 9° 26' de longitude nord et 5° 38' de latitude ouest. La saison des pluies, qui dure environ 6 mois, s'étend de mai à octobre, avec des précipitations moyennes annuelles de 1200 mm (SODEXAM, 2014). La saison sèche, qui est aussi longue que la saison pluvieuse, s'étale du mois de novembre à avril. Durant cette saison, il fait très chaud et les températures se situent entre 24 et 33 °C. Cette saison est également marquée par l'harmattan qui devient assez rude, entre les mois de décembre et janvier. La couverture pédologique de la région est caractérisée par la très large prédominance des sols ferrallitiques (Koffie et Yéo, 2016). Les conditions pédoclimatiques sont favorables à la mise en place de cultures maraîchères (dont la carotte) en saison pluvieuse, ou sous irrigation, en saison sèche.

### MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal est constitué de quatre (4) variétés hybrides de carotte (*Daucus carota*), qui sont toutes de type kuroda (Figure 1). Ces variétés sont connues sous leurs noms vernaculaires : Amazonia, Bahia, Madona et Pamela+. La variété Amazonia, qui est largement cultivée dans la région, a été utilisée comme témoin dans la présente étude. Quant aux autres variétés, par rapport à l'Amazonia, elles ont été plus récemment introduites au nord du pays.



**Figure 1** : Plants entiers des variétés de carotte étudiées (Echelle : 1/12).

*Whole plants of carrot varieties studied (Scale : 1/12).*

#### DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET CONDUITE DE L'ESSAI

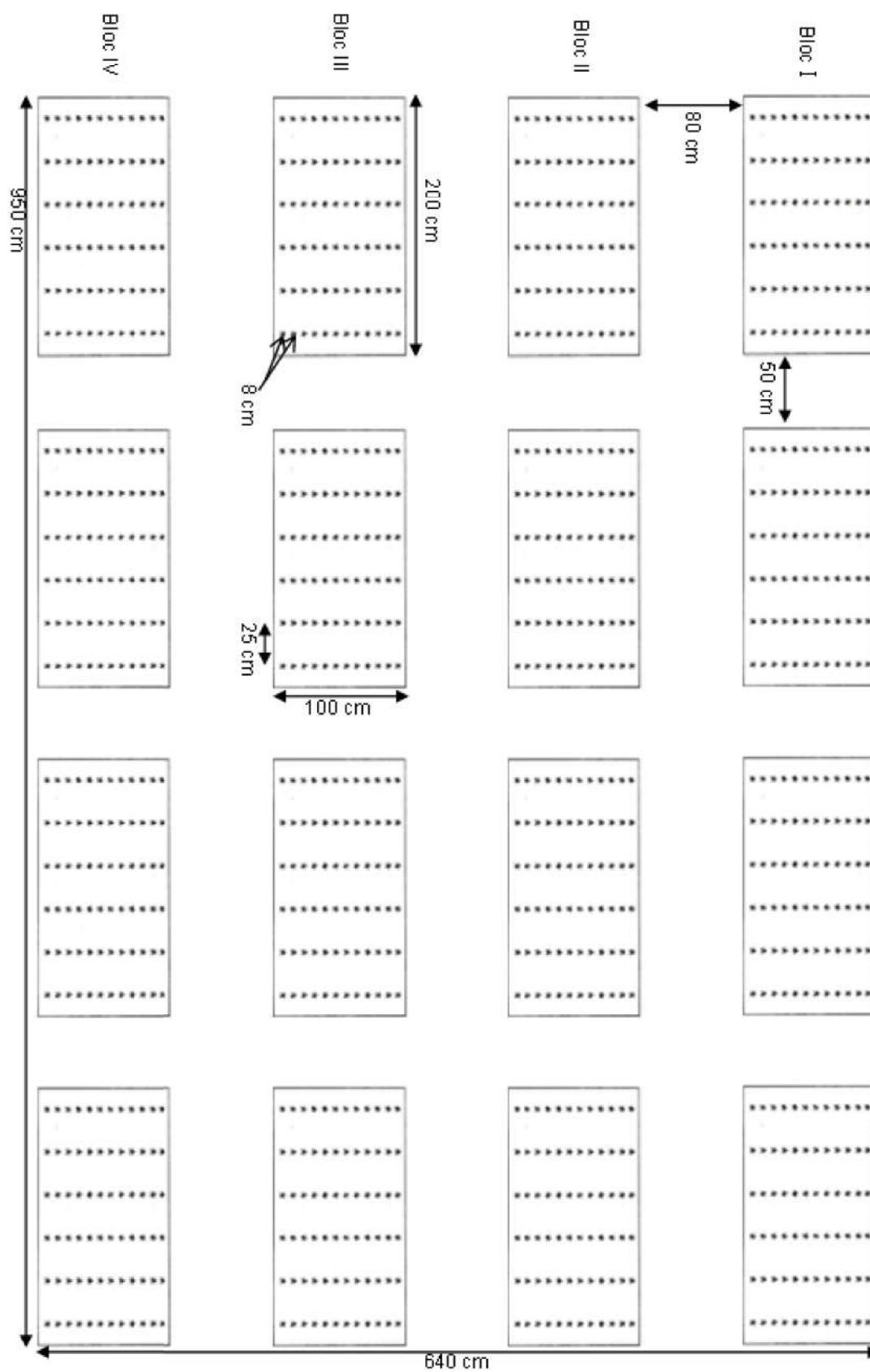
L'essai a été mis en place suivant un dispositif en blocs de Fisher complètement randomisés, comportant 4 traitements et 4 répétitions (Figure 2). Les parcelles élémentaires ont été constituées de 6 lignes, selon les écartements de 25 cm x 8 cm (soit 25 cm entre deux lignes contiguës et 8 cm entre deux plants successifs sur la même ligne). Le nombre de plants par parcelle élémentaire a été 72 sur une superficie de 2 m<sup>2</sup>. La distance entre deux parcelles voisines a été de 50 cm et celle entre deux blocs a été de 80 cm. Le nombre total de plants, toutes variétés confondues, a été de 1152, sur une superficie totale d'environ 61 m<sup>2</sup> (Figure 2).

L'essai a été conduit en saison sèche (période de contre saison). Deux (2) kilogrammes (kg) de fiente de poulet, totalement décomposée, ont été apportés, par parcelle élémentaire, comme engrais de fond, deux semaines, avant le semis de la carotte. Après le semis, le paillage des parcelles a été effectué afin de

maintenir une humidité suffisante du sol, après les opérations d'arrosage. Des éclaircissages ont été effectués respectivement aux stades 3 et 5 feuilles, soit environ 22 et 35 jours après levée (JAL). Ces opérations éclaircissages visaient à ajuster les espacements à 8 cm entre les plants sur une même ligne.

Une première fertilisation minérale a été effectuée le 46<sup>e</sup> jours après semis (JAS), avec de l'engrais minéral NPK de formule 12-11-18+2,7MgO+8S+B+Fe+Zn+Mn, à raison de 50 g par parcelle élémentaire (soit 250 kg/ha). Un second apport d'engrais minéral, de formule 15,4N+25,6CaO+0,3B, a été effectué 3 semaines, après le premier apport, à raison de 30 g par parcelle élémentaire.

Des traitements préventifs contre les insectes ont été effectués, une fois par semaine, à partir du stade 8 feuilles (66 JAS), avec le produit « Cypercal », à la dose de 1 l/ha. Cette dose correspond à un mélange de 6,6 ml du produit à 2,5 l d'eau par parcelle élémentaire. La récolte de l'ensemble des variétés a été effectuée le même jour, le 90<sup>e</sup> JAS.



**Figure 2** : Dispositif expérimental de l'étude.

*Experimental lay out of the study.*

## MESURES EFFECTUEES

Deux types de mesures ont été effectuées. Il s'agit des mesures des variables agronomiques et celles des paramètres biochimiques et nutritionnels.

### Paramètres agronomiques

Les mesures des variables agronomiques ont concerné la croissance moyenne en hauteur des plants, le nombre moyen de feuilles par plant, la longueur et le rendement moyens en racines des variétés de carotte.

La hauteur des plants, qui part du collet (ras-sol) jusqu'à l'extrémité de la feuille la plus longue, et la longueur des racines ont été mesurées, à l'aide d'une règle graduée de 50 cm. A la récolte, après l'arrachage des plants, la touffe aérienne a été sectionnée, juste au dessus des racines. Les feuilles ont ensuite été séparées puis comptées. Les feuilles sénescents ont également été comptées puisque, pendant qu'elles étaient encore fonctionnelles (état vert), en réalisant la photosynthèse, elles ont contribué au remplissage et à la croissance des tubercules de carottes. Les racines des carottes récoltées ont été pesées par plant, à l'aide d'une balance électronique de type Pioneer, model PA 413, de portée 410 g et de précision 0,001g.

### Dosages des paramètres physico-chimiques et nutritionnels

Un travail préparatoire au dosage ou l'analyse des paramètres physico-chimiques et nutritionnels a d'abord consisté à prélever des échantillons des racines des quatre variétés de carotte et à les laver à l'eau distillée. Ces racines ont ensuite été broyées à l'aide d'un broyeur mécanique de type Clatronic KM 3648 - France muni d'un disque perforé de 10 µm de diamètre. Les broyats, prêts pour les différents dosages, ont été conservés au réfrigérateur à la température de 4 °C, dans des flacons soigneusement fermés.

Le dosage proprement dit des paramètres physico-chimiques des échantillons des variétés de carotte a été effectué, selon les méthodes officielles d'analyses définies par l'AOAC (1990) :

le taux d'humidité a été déterminé par la différence de masse, avant et après déshydratation totale de 10 g d'échantillon

humide de broyat, à l'étuve (Memmert, Allemagne), à la température de 105 °C ;

le pH et l'acidité titrable ont été déterminés par homogénéisation de 10 g d'extrait dans 90 ml d'eau distillée. L'homogénéat a été filtré sur papier whatman n° 4 et le pH de ce filtrat a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre (Hanna, Espagne). Quant au paramètre de l'acidité titrable, il a été dosé par une solution de soude à 0,1 N.

Concernant l'analyse des paramètres nutritionnels, les sucres totaux ont été dosés, selon la méthode au phénol-sulfurique (Dubois *et al.*, 1956). Dans des tubes à essais en verre, 1 ml de phénol à 10 % plus 5 ml d'acide sulfurique concentré ont été ajoutés à 1 ml de chaque échantillon. Les solutions ont été homogénéisées et leurs absorbances ont été lues au spectrophotomètre à la longueur d'onde  $\lambda = 490$  nm. Les teneurs en sucres totaux des différents échantillons ont ensuite été déterminées, à partir du dosage des solutions d'une gamme étalon.

La teneur en protéines a été déterminée par la méthode de Kjeldhal. Elle consiste à détruire toute trace de matières organiques par l'acide sulfurique concentré à l'ébullition en présence d'un catalyseur avec formation de sulfate d'ammonium puis de l'ammoniaque. Ce dernier qui est déplacé par une base fixe (la lessive de soude), est entraîné par la vapeur d'eau dans une solution d'acide fort (Hamon *et al.*, 1990).

La teneur en matières grasses ou lipides a été déterminée par extraction au Soxhlet à partir de 10 g d'échantillon. L'extraction de la matière a été effectuée avec l'hexane pendant 6 h. Après l'extraction, le solvant (hexane) a été récupéré à l'aide d'un évaporateur rotatif. Le résidu de solvant a été éliminé à l'étuve à la température de 130 °C, pendant 30 min (Lecoq, 1965). La teneur en matières grasses de l'échantillon a été calculée selon l'expression suivante :

$$\% \text{ MG} = (P2 - P1) \times 100 / \text{PE}$$

avec :

MG = matière grasse ;

P2 = poids du ballon + masse de la matière grasse (g) ;

P1 = poids du ballon vide (g) ;

PE = prise d'essai = poids de l'échantillon (g).

Le taux de cendres a été obtenu par incinération de 5 g de broyat de chaque variété de carotte dans un four à moufle à la température de 550 °C pendant 24 h. Le pourcentage de résidus obtenu après incinération correspond au taux de cendres.

#### ANALYSES STATISTIQUES

Les données collectées ont été soumises à une analyse de variance à l'aide du logiciel XLSTAT version 7.5.3. Le test de Duncan, au seuil de 5 %, a été utilisé en cas de différence significative entre les moyennes. Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée afin de déterminer les variables qui caractérisent chacune des variétés étudiées.

## RESULTATS

Les résultats présentés portent sur les paramètres agronomiques et les propriétés physico-chimiques et nutritionnelles des variétés de carotte.

#### PARAMETRES AGRONOMIQUES

Les résultats rapportés sur les paramètres agronomiques (Tableau 1) ont concerné la croissance moyenne en hauteur des plants, le nombre moyen de feuilles par plant, la longueur et le rendement moyens en racines des variétés de carotte.

#### Hauteur des plants

Les variétés étudiées ont été réparties en deux groupes homogènes, au regard des valeurs des hauteurs moyennes de leurs plants (Tableau 1). Le premier groupe est constitué de la seule variété Madona dont les plants ont eu les plus faibles hauteurs (33,68 mm en moyenne). Le second groupe est composé des trois autres

variétés dont les hauteurs des plants ont varié entre 36,89 et 37,55 mm. Ces trois variétés ont été toutes statistiquement identiques, selon le test de Duncan au seuil de 5 %.

#### Nombre de feuilles

Les valeurs des nombres moyens de feuilles des différentes variétés (Tableau 1) indiquent que, seules les variétés Pamela+ et Bahia sont différentes l'une de l'autre. En effet, la variété Pamela+ a enregistré le nombre moyen le plus élevé avec 10 feuilles par plant ; tandis que Bahia a donné la plus faible valeur qui a été de 8,61 feuilles par plant. Les deux autres variétés, Madona et le témoin Amazonia, ont fourni des valeurs intermédiaires avec des moyennes respectives de 8,96 et 9,64 feuilles par plant.

#### Longueur des racines

Les résultats des longueurs moyennes de carotte (Tableau 1) ont révélé des différences significatives entre les variétés étudiées, selon le test de Duncan au seuil de 5 %. La variété Pamela+ a été caractérisée par les longueurs de carottes les plus élevées (11,57 cm). Cette variété s'est nettement distinguée des variétés Amazonia, Bahia et Madona qui ont des longueurs de carottes identiques et variant de 9,97 à 10,59 cm.

#### Rendements en racines

L'analyse des valeurs des rendements moyens en racines (Tableau 1) a montré que la variété Pamela+ a été la plus productive avec environ 25 tonnes à l'hectare. La variété témoin Amazonia a donné une production de 18 tonnes à l'hectare. Ce rendement a statistiquement été identique à ceux des variétés Madona et Bahia qui ont respectivement été d'environ 15 et 19 tonnes à l'hectare.

**Tableau 1 :** Valeurs moyennes des paramètres agronomiques en fonction des variétés étudiées.  
*Mean values of the agronomic parameters according to the studied varieties.*

Variétés	Hauteurs des plants (cm)	Nombre de feuilles	Longueurs racines (cm)	Rendements en racines (t/ha)
Amazonia	39,55 <sup>a</sup>	9,64 <sup>ab</sup>	9,97 <sup>b</sup>	18 <sup>b</sup>
Bahia	37,31 <sup>a</sup>	8,61 <sup>b</sup>	10,38 <sup>b</sup>	19 <sup>b</sup>
Madona	33,68 <sup>b</sup>	8,96 <sup>ab</sup>	10,59 <sup>b</sup>	15 <sup>b</sup>
Pamela+	36,89 <sup>a</sup>	10,00 <sup>a</sup>	11,57 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>

## PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES

Les propriétés physico-chimiques dont les résultats sont présentés ci-après (Tableau 2) concernent le taux d'humidité, le potentiel hydrogène et l'acidité titrable des carottes des différentes variétés

### Taux d'humidité

Les taux d'humidité des carottes (Tableau 2) ont dans l'ensemble varié entre 86,21 à 87,2 %. De l'analyse de ces données, il ressort que le taux d'humidité, le plus élevé (87,2 %), a été enregistré au niveau de la variété Pamela+. Cette valeur a été significativement supérieure à celles des autres variétés qui ont varié entre 86,21 et 86,69 %.

### Potentiel hydrogène (pH)

Les potentiels hydrogènes mesurés au niveau des quatre variétés étudiées ont été comprises entre 6,51 à 6,60 (Tableau 2). L'analyse de variance, selon le test de Duncan au seuil de 5 %, a révélé des différences significatives entre les variétés au regard de ces valeurs. Ainsi, deux groupes de variétés ont été distingués. Le premier groupe est constitué du témoin Amazonia et de la variété Pamela+ qui, avec des pH respectifs de 6,51 et 6,47, ont été identiques. Les pH de ces deux variétés ont statistiquement été inférieurs à ceux des variétés Bahia (6,63) et Madona (6,60) qui ont également été identiques.

### Acidité titrable

L'analyse des résultats de l'acidité titrable a montré qu'au moins deux variétés sont significativement différentes au regard de leurs valeurs respectives (Tableau 2). La valeur la plus élevée (3,01 g/l) a été enregistrée au niveau du témoin Amazonia. Cette variété diffère significativement des autres carottes qui ont des valeurs identiques comprises entre 2,44 et 2,68 g/l.

## PROPRIETES NUTRITIONNELLES

Les résultats des quatre propriétés nutritionnelles évaluées sont exposés ci-après. Il s'agit des teneurs moyennes en glucides totaux, en protéines, en lipides et en cendres.

## Teneurs en glucides totaux

Les teneurs en glucides totaux des variétés de carotte étudiées ont varié entre 5,62 % et 8,71 % (Tableau 2). Deux groupes homogènes et statistiquement distincts ont été observés, selon le test de Duncan à 5 %. Les variétés Bahia, Madona et Pamela+ ont obtenu des teneurs comprises entre 6,29 et 6,71 % et statistiquement identiques. Ces teneurs ont été supérieures à celle de la variété Amazonia (5,62 %) qui a donc été la plus faible.

## Teneurs en protéines

Les teneurs moyennes en protéines des carottes analysées ont varié entre 2,71 et 3,66 % (Tableau 2). L'analyse a montré que la teneur en protéines (2,71 %) enregistrée au niveau de la variété témoin, Amazonia, a été la plus faible. Vient ensuite la variété Madona, avec une teneur de 2,89 %. Quant aux variétés Pamela+ et Bahia, l'analyse a révélé qu'elles ont obtenu les teneurs les plus élevées qui ont respectivement été de 3,15 % et 3,66 %.

## Teneurs en lipides

Les teneurs en lipides des variétés de carottes dosées se situent entre 0,79 et 0,84 % (Tableau 2). Ces teneurs sont significativement différentes, selon le test de Duncan au seuil de 5 %. La plus faible teneur en lipides (0,79 %) a été enregistrée au niveau de la variété Pamela+. Par contre, la teneur la plus élevée (0,84 %) a été obtenue avec la variété Bahia. Les variétés Madona et Amazonia ont obtenu des teneurs (respectivement 0,83 % et 0,82 %) qui ont été statistiquement identiques. Leurs ont été intermédiaires entre celles des deux autres variétés.

## Taux de cendres

L'analyse de variance a montré qu'il existe des différences entre les valeurs des taux de cendres des variétés de carotte étudiées (Tableau 2). Les taux ont varié entre 0,89 et 1,3 % toutes variétés confondues. C'est la variété témoin Amazonia qui a enregistré le taux de cendres le plus élevé qui a été de 1,30 %. Cette valeur est significativement supérieure à celles des autres variétés. Après le témoin, vient la variété Madona avec un taux de cendres de 1,24 %. Les deux autres variétés (Bahia et Pamela+) ont enregistré les plus faibles taux (0,89 %) qui ont été exactement les mêmes.

**Tableau 2 :** Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques et nutritionnelles en fonction des variétés étudiées.

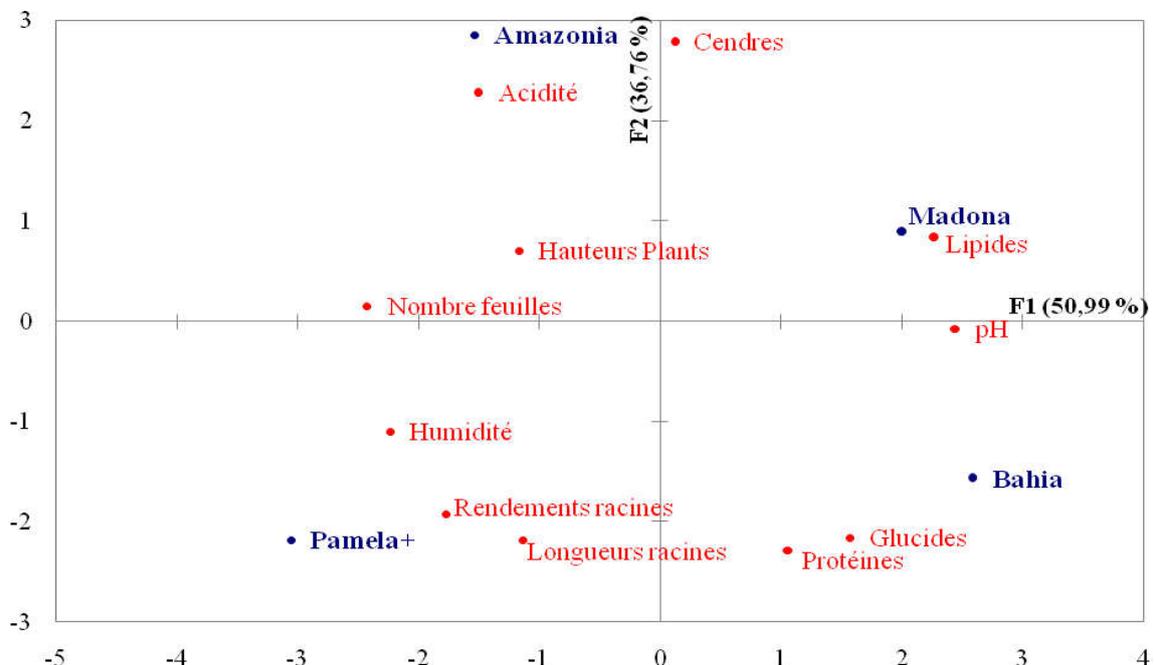
*Mean values of the physicochemical and nutritional parameters according to the studied varieties.*

Variétés	Taux d'humidité (%)	pH	Acidité titrable (g/l)	Teneurs en glucides totaux (%)	Teneurs en Protéines (%)	Teneurs en lipides (%)	Taux de cendres (%)
Amazonia	86,69 <sup>b</sup>	6,51 <sup>b</sup>	3,01 <sup>a</sup>	5,62 <sup>b</sup>	2,71 <sup>d</sup>	0,82 <sup>ab</sup>	1,30 <sup>a</sup>
Bahia	86,44 <sup>b</sup>	6,63 <sup>a</sup>	2,44 <sup>b</sup>	6,71 <sup>a</sup>	3,66 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	0,89 <sup>c</sup>
Madona	86,21 <sup>b</sup>	6,60 <sup>a</sup>	2,65 <sup>b</sup>	6,46 <sup>a</sup>	2,89 <sup>c</sup>	0,83 <sup>ab</sup>	1,24 <sup>b</sup>
Pamela+	87,20 <sup>a</sup>	6,47 <sup>b</sup>	2,68 <sup>b</sup>	6,29 <sup>a</sup>	3,15 <sup>b</sup>	0,79 <sup>b</sup>	0,89 <sup>c</sup>

### CARACTERISATION DES VARIETES ETUDIEES

Les différentes corrélations entre les paramètres étudiés et entre ceux-ci et les facteurs ont permis d'obtenir un plan de dispersion Biplot à deux principaux axes (1 et 2) qui participent à 87,75 % de la variance totale de l'essai (Figure 3). Le plan factoriel a permis de séparer les variétés en fonction des caractéristiques essentielles propres. Le témoin Amazonia se caractérise par une croissance en hauteur

relativement importante des plants et des valeurs élevées en cendres et en acidité titrable. La variété Pamela+ est plus caractérisée une abondance de feuilles mises en place, un taux d'humidité élevé, une longueur des racines et un rendement élevés. La variété Bahia diffère des autres variétés de carotte par des teneurs plus élevées en protéines et en glucides. La quatrième variété, Madona, se distingue plutôt par un pH et des teneurs en lipides élevées (Figure 3).



**Figure 3 :** Distribution des variétés et des paramètres étudiés dans le plan Biplot selon leurs corrélations avec les deux axes principaux F1 et F2 : 87,75 %.

*Distribution of the varieties and the studied parameters in the Biplot plan according to their correlations with the two main axes F1 and F2 ; 87.75 %.*

## DISCUSSION

Notre étude a montré que, pour les paramètres agronomiques évalués, la variété Pamela+ a présenté les meilleurs résultats. Il s'agit du nombre de feuilles par plant, de la longueur et du rendement en racines. En réalité, la longueur et le rendement en racines plus élevés pourraient être liés au nombre de feuilles par plant également important. Car, l'intérêt de l'abondance des organes foliaires au niveau de la variété Pamela+ semble résider dans l'accomplissement de l'activité photosynthétique qui serait plus efficace dans ces conditions. Des résultats similaires ont déjà été rapportés par Péron (2006) et Lebas (2012). Selon ces auteurs, au cours du deuxième mois de végétation, les plants de carotte développent un feuillage dont l'importance est primordiale pour l'alimentation de la racine. En effet, une surface foliaire abondante est le plus souvent à l'origine d'une activité photosynthétique importante marquée par un rendement élevé subséquent à l'accumulation des éléments nutritifs dans la racine. Les travaux de Lebas (2012) ont montré que généralement, les végétaux ne peuvent pas utiliser tous les squelettes carbonés issus la photosynthèse. Ils stockent par conséquent ces éléments carbonés comme réserves glucidiques à court ou à long terme dans leurs racines. Le témoin Amazonia et les variétés Bahia et Pamela+ ont eu des croissances en hauteur des plants supérieures à celles des plants de la variété Madona. Toutefois, cette variété (Madona) a obtenu un rendement en racines identique à ceux des autres variétés, excepté Pamela+. Ces résultats indiquent une faible incidence de la croissance en hauteur des plants sur le rendement en racines chez la variété Madona.

Les taux d'humidité compris entre 86,21 et 87,2 %, dans nos conditions expérimentales, sont conformes à ceux d'autres auteurs (Gopalan *et al.*, 1991 ; Arscot and Tanumihardio, 2010). Ces derniers ont montré que les taux d'humidité de la carotte variaient de 86 à 89 %. Cependant, les travaux de Cohen *et al.* (2009) ont révélé que la carotte a un taux d'humidité de 89 % ; tandis ceux de Holland *et al.* (1991) ont indiqué une valeur de 88,8 %.

Les carottes (racines) des variétés étudiées sont caractérisées par des pH variant de 6,51 à 6,60. Elles sont par conséquent peu acides (pH > 4,6 et < 7), selon l'échelle des potentiels hydrogènes

des produits (Anonyme, 2009). Abbas et Khoudi (2016) avaient indiqué une valeur de pH de 6,53 de la purée de carotte. Cependant, les études d'Arqha et Gavin (2016) ont révélé que la valeur moyenne du pH de la carotte est comprise entre 4,9 et 5,2. Les valeurs de l'acidité titrable ont été comprises entre 2,44 et 3,01 g/l. Mais, Abbas et Khoudi (2016), ayant travaillé sur la purée de carotte, ont rapporté une acidité titrable, de l'ordre de 0,2 g/l.

La teneur moyenne globale en sucres totaux des variétés étudiées est de 6,2 %. Cette valeur est assez proche de celle rapportée par Cohen *et al.* (2009) qui est de 6,7 %. Toutefois, les teneurs obtenues, dans nos conditions expérimentales, sont inférieures à la valeur de 10,6 % rapportée respectivement par Krishan *et al.* (2012) et Gopalan *et al.* (1989), sur d'autres variétés de carotte. Concernant les teneurs en protéines, nos résultats ont indiqué des valeurs comprises entre 2,71 et 3,65 %. Ces valeurs sont largement au-dessus de celles obtenues par de nombreux auteurs (Gopalan *et al.* (1991) ; Holland *et al.* (1991) ; Cohen *et al.* (2009)) sur d'autres variétés de carotte. Les travaux de l'ensemble de ces auteurs, ont indiqué des proportions en protéines variant de 0,7 % à 1,1 %.

Les teneurs en lipides des variétés de carotte étudiées sont plus élevées que celles obtenues par Gopalan *et al.* (1991) ; Holland *et al.* (1991) et Cohen *et al.* (2009) qui ont obtenu respectivement des teneurs en lipides de 0,2 %, 0,5 % et 0,3 %.

Le taux de cendres moyen de 1,08 % des carottes des variétés étudiées est sensiblement le même qui a été déjà rapporté par les travaux de Gopalan *et al.* (1991).

Les différences sensibles au niveau de certains paramètres évalués sont liées aux caractéristiques variétales et aux conditions de croissance des plants comme déjà montré par Anonyme (2009) et Lecomte (2013).

## CONCLUSION

L'évaluation agronomique, physico-chimique et nutritionnelle de quatre variétés de carotte au nord de la Côte d'Ivoire a montré que celles-ci sont distinctes les unes des autres par leurs caractéristiques propres. Dans nos conditions expérimentales, les variétés ont toutes eu un haut niveau de rendement et des taux d'humidité

acceptables. Elles sont riches en protéines et en lipides et elles sont caractérisées par des pH peu acides. Les variétés ont toutefois des teneurs en glucides relativement basses. Le témoin Amazonia fait partie des variétés dont la croissance en hauteur des plants est élevée. Il est aussi caractérisé par des valeurs élevées en cendres et en acidité titrable. La variété Pamela+ a présenté plus de caractéristiques qui sont : le nombre de feuilles, le taux d'humidité, la longueur et le rendement des organes souterrains. La variété Bahia diffère des autres par des teneurs plus élevées en protéines et en glucides. La quatrième variété, Madona, se distingue plutôt par un pH et des teneurs en lipides relativement plus élevées. Chacune des variétés étudiées est recommandable, selon les caractéristiques recherchées. Mais, la variété Pamela+, plus productive, contribuera, sans doute, à augmenter les revenus des producteurs et à réduire la pauvreté au nord de la Côte d'Ivoire.

## REFERENCES

- AOAC, 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists Ed., Washington DC. 684 p.
- Abbas S. et Khoudi A., 2016. Essai de formulation d'une boisson à base de fruits (orange, citron et pomme) et légumes (concombre et carotte) au niveau de NCA Rouïba. Mémoire de Master, Université M'Hamed Bougara Boumerdes, République Algérienne Démocratique et Populaire, 68p.
- Anonyme, 2009. Manuel d'inspection des produits. P. 24.
- Aubert S. et Bonnet A., 1977. Intérêt alimentaire des Ombellifères - Exemple de la carotte. In : CAUWET-MARC A.-M. et CARBONNIER J. (eds). Les Ombellifères – Contributions pluridisciplinaires à la systématique : 809 - 822. Actes du 2<sup>e</sup> symposium international sur les Ombellifères, 18 mai 1977, Perpignan, France.
- Arqha, Gavin F., 2016. Développement de l'agriculture et de l'espace rural. pH des aliments / pH-Wert von Nahrungsmitteln, 8 p.
- Arcot S. A. and Tanumihardio S. A., 2010. Carrots of many colors provide basic nutrition and bio-available phytochemicals acting as a functional food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9 (2) : 223 - 239.
- Chaux C. et Foury C., 1994. Productions légumières : Légumes feuilles, tiges, fleurs, racines, bulbes. Tome 2. Editions Technique & Documentation, Lavoisier, Paris, 639 p.
- Cohen J. H., Sánchez N. D. M., Montiel-ishino et F. D., 2009. Chapulines et choix alimentaires dans les zones rurales d'Oaxaca. *Gastronomica : Le Journal de l'Alimentation et de la Culture*, 9 (1) : 61 - 65.
- Dore C. et Varoquaux F., 2006. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Editions Quae, Versailles, 844 p.
- Dubois M., Gilles K. A., Hamilton J. K., Roben F. A. et Smith F., 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* 28, 350 - 356.
- Gopalan C., Ramasastry B. V., Balasubramanian S. C., 1991. Nutritive value of Indian foods. National Institute of Nutrition, Hyderabad, p. 47.
- Hamon M., Pellerin F., Guenet M. et Maauzier G., 1990. Abrégés chimie analytique. Méthodes spectrales et analyse organique. Tome 3. 2eme édition. Masson, Paris, pp : 232 - 233.
- Holland B., Unwin J. D., Buss D. H., 1991. Vegetables, herbs and spices : Fifth supplement to Mc Cance and Widdowson's. The composition of foods, London, 146 p.
- Koffié B. C. Y. et Yéo L., 2016. Maraîchage urbain et sécurité sanitaire des aliments à Korhogo. *Revue de géographie, d'aménagement régional et de développement des Suds*. pp. 176 - 190.
- Krishan D. S., Swati K., Narayan S. T. and Surekha A., 2012. Chemical composition, functional properties and processing of carrot. *Journal of Food Sciences and Technology*. Vol. (49) 1 : 22 - 32.
- Lebas G., 2012. Thèse de doctorat Biologie cellulaire et moléculaire spécialité biotechnologies végétales, Etude du métabolisme carboné et azoté de *Miscanthus x giganteus*. Université de Picardie Jules Verne, 218 p.
- Le Clerc V., 2001. Etude de la diversité génétique chez la carotte (*Daucus carota L.*) : mise au point de stratégies d'analyse et de régénération des ressources génétiques. Thèse de doctorat. Université d'Angers, Angers, 125 p.
- Lecomte M., 2013. Analyse des mécanismes de défense de la carotte (*Daucus carota*) face au champignon pathogène *Alternaria dauci*, responsable de l'alternariose ou brûlure foliaire. Thèse de Doctorat Biologie cellu-

- laire. Université d'Angers, France, p. 11.
- Lecoq R., 1965. Manuel d'analyse alimentaire et d'expertises usuelles. Volume 1. Editions Doin, Paris, France, 938 p.
- Peron J. Y., 2006. Références des Productions légumières : 2ème édition. Synthèse Agricole, 696 p.
- Pitrat M. et Foury C., 2003. Histoires de légumes. Des origines à l'orée du XXI<sup>ème</sup> siècle. INRA Editions, Paris, France: 410 p.
- Reduron J.-P., 2007. Ombellifères de France. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, Tome 2, 564 p.
- Rubatzky V. E., Quiros C. F. and Simon P. W. (1999). Carrots and related vegetable Umbelliferae. CABI, Wallingford, 310 p.
- Shankara N. Joep V. L., Marja D. G., Martin. H. et Barbara. V. D., 2005. La culture de la tomate, production transformation et commercialisation. *Agrodok*, N°17 : 106 p.
- SODEXAM, 2014. Données climatiques: zone de Korhogo. Base de données SODEXAM (Côte d'Ivoire), p. 2.
- Tirilly Y. et Bourgeois C.-M., 1999. Technologie des légumes. Éditions Technique & Documentation, 558 p.