

Valeur nutritionnelle et énergétique des pommes de cajou (*Anacardium occidentale* L.) de la Casamance, Sénégal

Landing NDIAYE^{1*}, Mohamed Mahamoud CHARAHABIL¹, Lahat NIANG², Abdoulaye DIOUF³
et Nicolas Cyrille AYEISSOU²

¹ Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), UFR Sciences et Techniques, Laboratoire d'Agroforesterie et d'Écologie, (LAFE), BP 523 Ziguinchor, Sénégal

² Université Cheikh Anta DIOP, École Supérieure Polytechnique, Laboratoire Eau, Énergie, Environnement et Procédés Industriels (LE3PI), BP 5080 Dakar Fann, Sénégal

³ Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), BP 523 Ziguinchor, UFR Sciences et Techniques, Laboratoire de Mathématiques et Applications, Ziguinchor, Sénégal

(Reçu le 20 Juin 2022 ; Accepté le 1^{er} Août 2022)

* Correspondance, courriel : l.n8@zig.univ.sn

Résumé

La faim et la malnutrition demeurent un fléau mondial et affectent près de huit cents millions de personnes dont la majorité se trouve dans les pays en voie de développement. Dans ces pays, l'agriculture connaît un abaissement et l'aide alimentaire est toujours d'actualité. La valorisation des produits de l'anacardier notamment la pomme pourrait être une des voies de résilience des ménages agricoles vulnérables. L'objectif de cette étude est d'évaluer la valeur minérale et nutritionnelle du jus des pommes de cajou. Le matériel végétal, constitué de pommes de cajou, a été collecté en juin 2021 sur cent vingt anacardiens. Les protéines, les sucres réducteurs et la teneur en vitamine C ont été évalués selon les méthodes normalisées AFNOR. Le dosage du calcium, du magnésium, du fer, du sodium, du potassium et du phosphore a été réalisé par spectrophotomètre d'absorption atomique couplée avec un détecteur CCD. Les résultats montrent que la teneur en potassium du jus brut de cajou des variétés de pommes rouges, jaunes et orange varie de 1060,67 mg.100 g⁻¹ à 1492 mg.100 g⁻¹. La composition en phosphore est comprise entre 144,1 mg.100 g⁻¹ et 207,67 mg.100 g⁻¹. La quantité de magnésium contenue dans ce jus varie de 110,2 mg.100 g⁻¹ à 163 mg.100 g⁻¹. La teneur en sodium varie de 21,31 mg.100 g⁻¹ à 25,91 mg.100 g⁻¹. Le calcium contenu dans le jus brut de cajou des variétés de pommes rouges, jaunes et orange varie de 34,8 mg.100 g⁻¹ à 47 mg.100 g⁻¹. Le jus brut de cajou est très riche en fer (4,75 à 10,17 ± 0,5 mg.100 g⁻¹), en protéine (4,2 à 5,6 g.kg⁻¹) et en vitamine C (2700 ± 0,02 à 3000 ± 0,02 mg.kg⁻¹). Il présente un apport calorifique non négligeable compris entre 28,01 et 31,33 kcal.100 g⁻¹ de matières sèches. Les pommes de cajou présentent une teneur assez importante en éléments minéraux et un potentiel élevé en sucres réducteurs. Cette richesse en minéraux fait de la pomme de cajou en particulier la variété orange, un substrat privilégié pour combler certaines carences en nutriments surtout chez les enfants et les femmes allaitantes.

Mots-clés : *Anacardium occidentale* L., jus de pomme de cajou, oligoéléments, Casamance (Sénégal).

Abstract

Nutritional and energy value of cashew apples (*Anacardium occidentale* L.) from Casamance (Senegal)

Hunger and malnutrition remain a global scourge and affect nearly 800 million people, the majority of whom live in developing countries. In these countries, agriculture is declining and food aid is still relevant. The promotion of cashew products, especially apples, could be one of the ways of resilience for vulnerable agricultural households. The objective of this study is to evaluate the mineral and nutritional value of cashew apple juice. The plant material, consisting of cashew apples, was collected in June 2021 from one hundred and twenty cashew trees. Proteins, reducing sugars, energy value and vitamin C content were evaluated according to AFNOR standardized methods. The dosage of calcium, magnesium, iron, sodium, potassium and phosphorus was carried out by atomic absorption spectrophotometer coupled with a CCD detector. The potassium content of raw cashew juice from red, yellow and orange apple varieties ranges from 1060.67 mg.100 g⁻¹ to 1492 mg.100 g⁻¹. The phosphorus composition is between 144.1 mg.100 g⁻¹ and 207.67 mg.100 g⁻¹. The amount of magnesium contained in this juice varies from 110.2 mg.100 g⁻¹ to 163 mg.100 g⁻¹. The sodium content varies from 21.31 mg.100 g⁻¹ to 25.91 mg.100 g⁻¹. The calcium contained in raw cashew juice from red, yellow and orange apple varieties ranges from 34.8 mg.100 g⁻¹ to 47 mg.100 g⁻¹. Raw cashew juice is very rich in iron (4.75 to 10.17 ± 0.5 mg.100 g⁻¹), protein (4.2 to 5.6 g.kg⁻¹) and vitamins C (2700 ± 0.02 to 3000 ± 0.02 mg.kg⁻¹). It has a significant calorific intake of between 28.01 and 31.33 kcal.100 g⁻¹ of dry matter. Cashew apples have a fairly high content of mineral elements and a high sugar potential. This richness in minerals makes the cashew apple, in particular the orange variety, a privileged substrate for filling certain nutrient deficiencies, especially for children and breastfeeding women.

Keywords : *Anacardium occidentale* L., cashew apple juice, trace elements, Casamance (Senegal).

1. Introduction

Le nombre de personnes chroniquement sous-alimentées à l'échelle mondiale augmente à un rythme alarmant. Ce nombre était estimé à 842 millions de personnes entre 1999-2001, dont 798 millions vivaient dans les pays en développement [1]. L'Afrique subsaharienne, à elle seule, en comptabilise 198 millions durant cette période. Dans cette contrée de l'Afrique, la prévalence de la sous-alimentation varie de 5 % à 34 %, provoquant chez un tiers des enfants de moins de 5 ans un retard de croissance ou une insuffisance pondérale se traduisant par une émaciation cher 5 % à 15 % d'entre eux [1]. L'agriculture Sénégalaise repose essentiellement sur les cultures vivrières et des cultures de rente (Bosc *et al.*, 2014) et contribue pour 6,4 % du PIB (DPEE, 2019). L'anacardier représente, à travers ses produits et sous-produits (pommes, noix, amandes, coques, huile, écorce, feuilles, bois, fourrage), une source de revenus monétaires, d'alimentation et d'équilibre sanitaire pour les populations. Des aliments dits de disette, dont la plupart sont des fruits, sont identifiés un peu partout dans le monde tel qu'en Inde [2], en Australie [3], au Soudan [4], au Sénégal [5], en Amérique [6] et au Sahel [7]. L'anacardier, espèce dont le fruit et le pseudo fruit sont très prisés n'est pas en reste. Au Sénégal, les principales zones de production de l'anacardier sont la région naturelle de la Casamance qui couvre 90 % de la production nationale de noix brutes [8] et celle de Fatick. La prévalence de la malnutrition dans lesdites régions est largement au-dessus de la recommandation de l'OMS estimée à moins 5 %. En Casamance, zone de prédilection de la présente étude, la pomme de cajou est considérée comme un sous-produit plus ou moins négligé de la récolte des noix alors que son jus riche en sucres totaux [9, 10], en minéraux, en protéines, en caroténoïdes, en vitamine C [11, 12] et en polyphénols [13] pourrait être valorisé

dans l'amélioration de la nutrition [14]. Il n'existe cependant pas encore d'études scientifiques, à notre connaissance, portant sur sa composition nutritive et de son apport énergétique au niveau national et très peu au niveau sous régionales et mondiales. Ainsi, face au défi de la transformation de la matière première et vu les quantités importantes de ce produit détruit au détriment de la noix de cajou, une étude relative à l'impact des variations intermorphotypes sur les caractéristiques physicochimiques et biochimiques de trois morphotypes de pommes de cajou du Sénégal s'impose. C'est dans ce contexte qu'est orientée cette étude dont l'objectif est d'évaluer la valeur nutritionnelle, minérale et énergétique du jus des pommes de cajou.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel végétal

Le matériel végétal, constitué de pommes de cajou, a été collecté en juin 2021 en Casamance, au Sud du Sénégal sur cent vingt (120) pieds d'anacardiens retenus parmi 411 enrobés dans une étude agromorphométrique et génétique. Sur chaque pied, deux (2) échantillons de pommes de cajou ont été récoltés dans les orientations Est et Nord. Les pommes cajou de chaque région (Ziguinchor, Sédhiou et Kolda) ont été réparties en fonction de la couleur (rouge, jaune et orange) de la pelure en trois lots. Elles ont été séparées de leurs noix, trempées dans de l'eau de robinet puis conditionnées aux frais dans des glacières avant d'être acheminées au laboratoire Énergie, Eau, Environnement et Procédés Industriels (LE3PI) de l'École Supérieure Polytechniques (ESP) de Dakar. Les pommes ont été égouttées à l'aide d'un tamis muni en bas d'un chiffon doux aspirateur d'eau, découpées en tranches et broyées au moyen d'un mixeur afin d'assurer une bonne extraction. Le jus brut extrait de pommes cajou de la même couleur de chaque lot a été transvasé dans des flacons (*Figure 1*) et conservé au congélateur à -20°C pour les différentes analyses.

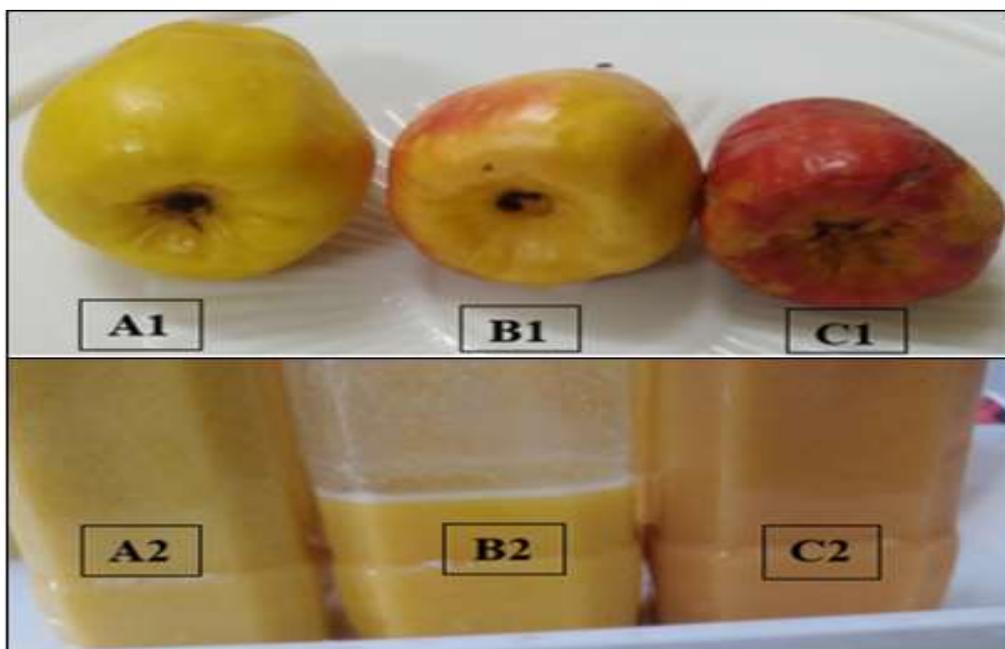


Figure 1 : *Pomme de cajou jaune (A1), jus de pomme jaune (A2) ; Pomme de cajou orange (B1), jus de pomme orange (B2) ; Pomme de cajou rouge (C1), jus de pomme rouge (C2)*

2-2. Méthodes analytiques

2-2-1. Détermination du pH

Le pH des jus bruts de cajou a été déterminé par une mesure directe selon la méthode de AFNOR [15] et à l'aide d'un pH-mètre préalablement calibré avec des solutions tampons de pH 4,0 et 7,0.

2-2-2. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable totale des jus bruts des variétés de pommes de cajou rouges, jaunes et oranges a été déterminée par titrage potentiométrie à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium (NF V 05-101) à 0,1 N, en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré selon la méthode de AFNOR [15]. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent par grammes de matière sèche.

2-2-3. Détermination de la teneur en matière sèche

La matière sèche des jus bruts de cajou est déterminée par étuvage à 105 °C jusqu'à obtention d'un poids constant [15].

2-2-4. Dosage des cendres

Les cendres totales des jus bruts des variétés de pommes de cajou ont été déterminées par incinération, après un étuvage à 105 °C pendant 24 heures des échantillons suivis par une calcination au four à moufle pendant 1 heure à 600 °C suivant la norme française NF V03-922 [15].

2-2-5. Dosage des lipides

La teneur en lipides totaux des jus bruts de cajou a été déterminée suivant la méthode de Soxhlet [15] après extraction à l'extracteur puis distillation à l'aide d'un évaporateur rotatif sous vide dans un bain-marie à 60 °C. Les résultats sont exprimés en milligramme par grammes de matière sèche.

2-2-6. Détermination de la teneur en vitamine C

La détermination de la vitamine C des jus bruts de cajou a été réalisée par un dosage en retour en présence de diode et de thiosulfate de sodium selon les méthodes normalisées AFNOR [15].

2-2-7. Dosage des sucres réducteurs

Les sucres réducteurs ont été évalués selon les méthodes normalisées AFNOR [15].

2-2-8. Dosage des protéines

Les protéines ont été évalués selon les méthodes normalisées AFNOR [15]. Les résultats sont exprimés en gramme par kilogrammes de matière sèche.

2-2-9. Détermination des propriétés énergétiques et de la densité des jus bruts

La valeur énergétique et la densité des jus bruts de cajou ont été déterminées par la méthode de calcul normalisée AFNOR [15]. Les résultats de la valeur énergétique sont exprimés en kilogramme de calorie par grammes de matière sèche.

2-2-10. Dosage des minéraux

Le dosage du calcium, du magnésium, du fer, du sodium, du potassium et du phosphore des jus bruts de cajou a été réalisé par spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA NOVAA-350, ZEENIT 700P) couplée avec un détecteur CCD (Coupled Charged Device). Les résultats sont exprimés en milligramme par grammes de matière sèche.

2-2-11. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux des jus bruts de cajou a été effectué par la méthode de Folin-Ciocalteu [16]. Le résultat, exprimé en milligramme équivalent d'acide gallique (mg EAG) par gramme de matière sèche (MS) à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

2-2-12. Dosage des antioxydants

L'activité antiradicalaire des jus bruts de cajou, exprimée en pourcentage d'inhibition (PI) a été déterminée par la méthode du 1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) [17].

2-3. Analyse statistique

Les résultats analytiques obtenus de trois essais indépendants sont soumis à l'analyse de la variance (ANOVA) avec le logiciel STATISTICA 7.1 et présentés sous forme de moyenne \pm écart type. Les différences statistiques avec une valeur de probabilité inférieure à 0,05 sont considérées comme significatives.

3. Résultats

3-1. Caractéristiques physico-chimiques des jus

Le **Tableau 1** présente les caractéristiques physico-chimiques des jus bruts des variétés de pommes rouges, jaunes et orange de la Casamance. Les trois jus bruts de cajou présentent la même densité (1,03), une acidité titrable de 5,13 mEq.100 g⁻¹ à 5,53 mEq.100 g⁻¹ et un pH de 4,52 à 4,62. La teneur en matières sèches des trois types de jus brut de cajou, exprimée en pourcentage est significativement différente au seuil de 5 %. Elle varie de 12,96 % à 14,17 %. La teneur en sucres solubles des jus bruts de cajou des variétés de pommes rouges, jaunes et orange varie de 14 °Brix à 14,70 °Brix. Les jus bruts de cajou contiennent de la cendre et du lipide. La composition en cendre de ces jus bruts est comprise entre 0,24 % et 0,35 %. La quantité de lipide contenue dans les jus bruts des variétés de pommes rouges, jaunes et orange varie de 1,31 g.100 g⁻¹ et 1,85 g.100 g⁻¹.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des jus bruts de cajou

Paramètres	PCR	PCJ	PCO
Densité	1,03 ^a	1,03 ^a	1,03 ^a
Acidité titrable (mEq.100 g ⁻¹)	5,5 ± 0,17 ^a	5,53 ± 0,43 ^a	5,13 ± 0,38 ^b
pH	4,62 ± 0,00 ^a	4,61 ± 0,00 ^a	4,52 ± 0,02 ^b
Matière sèche (%)	14,17 ± 0,02 ^a	12,84 ± 0,02 ^b	12,96 ± 0,02 ^c
Brix (°Brix)	14,70 ± 0,10 ^a	14,27 ± 0,25 ^b	14 ± 0,2 ^c
Cendres (%)	0,27 ± 0,02 ^a	0,24 ± 0,01 ^b	0,35 ± 0,01 ^c
Lipides (g.100 g ⁻¹)	1,31 ± 0,01 ^a	1,49 ± 0,01 ^b	1,85 ± 0,01 ^c

Les valeurs d'une même ligne affectées de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % selon le test de Student-Newman-Keuls. PCR = pomme de cajou rouge ; PCJ = pomme de cajou jaune ; PCO = pomme de cajou orange

3-2. Apport énergétique et en macromolécules

L'apport énergétique du jus brut de la pomme de cajou de la zone agroécologique de la Casamance présente une valeur moyenne d'environ 30 kcal.100 g⁻¹ de matière sèche, avec un minimum de 28,01 kcal.100 g⁻¹ et un maximum de 31,33 kcal.100 g⁻¹. Par ailleurs, les analyses comparatives entre les trois morphotypes de pommes ont montré que les anacardiens à pommes rouges fourniraient plus d'énergie métabolisable (31,33 kcal.100 g⁻¹) devant les pommes orange (29,66 kcal.100 g⁻¹) et jaunes (28,01 kcal.100 g⁻¹). La teneur en protéine du jus des variétés de pommes de cajou rouges, jaunes et oranges varie de 4,2 à 5,6 g.kg⁻¹. La composition protéique du jus de cajou des variétés jaune (5,6 g.kg⁻¹) est plus importante suivie de celles rouge (4,9 g.kg⁻¹) et orange (4,2 g.kg⁻¹). La concentration en glucose est comprise entre 28,39 et 43,9 g.kg⁻¹. La teneur en glucose du jus des variétés de pommes rouges (43,9 g.kg⁻¹) est plus élevée que celles jaune (30,9 g.kg⁻¹) et orange (28,39 g.kg⁻¹). La composition en sucres réducteurs des variétés de pommes de cajou jaune (20,35 ± 0,02 g.100 g⁻¹) est plus élevée que celles orange (18,69 ± 0,02 g.100 g⁻¹) et rouge (17,64 ± 0,03 g.100 g⁻¹). La quantité de vitamine C contenue dans le jus brut dans les variétés de pommes de cajou rouges, jaunes et oranges varie de 2700 à 3000 g.kg⁻¹. La concentration en vitamine C du jus des variétés de cajou orange (3000 g.kg⁻¹) est plus élevée que celles rouge (2900 g.kg⁻¹) et jaune (2700 g.kg⁻¹). Les polyphénols totaux du jus brut de cajou sont compris entre 10 mg EAG.kg⁻¹ et 30 mg EAG.kg⁻¹. Le jus brut des pommes de cajou orange (30 mg EAG.kg⁻¹) est plus riche en polyphénols totaux que ceux rouge (17 mg EAG.kg⁻¹) et orange (10 mg EAG.kg⁻¹). Le pourcentage d'inhibition du jus des pommes de cajou rouges, jaunes et oranges de la Casamance varie de 20,02 % à 48,18 %. La proportion d'inhibition des radicaux libres des variétés de pommes de cajou rouge (48,18 %) est plus élevée suivi respectivement celles jaune (38,37 %) et orange (20,02 %). Les valeurs de tous ces paramètres biochimiques mesurées (**Tableau 2**) sont significativement différentes au seuil de 5 % d'un jus à l'autre et selon les variétés de pommes de cajou rouge, jaune et orange.

Tableau 2 : Valeur protéique, énergétique et phénolique des pommes de cajou de la Casamance

Paramètres	PCR	PCJ	PCO
Valeur énergétique (Kcal .100 g ⁻¹)	31,33 ± 0,09 ^a	28,01 ± 0,01 ^b	29,66 ± 0,01 ^c
Protéines (g.kg ⁻¹)	4,9 ± 0,01 ^a	5,6 ± 0,01 ^b	4,2 ± 0,02 ^c
Glucose (g.kg ⁻¹)	43,9 ± 0,01 ^a	30,9 ± 0,01 ^b	28,39 ± 0,02 ^c
Sucres réducteurs (g.100g ⁻¹)	17,64 ± 0,03 ^a	20,35 ± 0,02 ^b	18,69 ± 0,02 ^c
Vitamine C (mg.kg ⁻¹)	2900 ± 0,02 ^a	2700 ± 0,02 ^b	3000 ± 0,01 ^c
Polyphénols totaux (mg EAG.kg ⁻¹)	17 ± 0,2 ± 2 ^a	30 ± 0,3 ^b	10 ± 0,2 ^c
Pourcentage d'inhibition (%)	48,18 ± 1,12 ^a	38,37 ± 2,55 ^b	20,02 ± 0,06 ^c

Sur une même ligne, les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. PCR = pomme de cajou rouge ; PCJ = pomme de cajou jaune ; PCO = pomme de cajou orange

3-3. Apport en éléments minéraux

Les résultats consignés dans le **Tableau 3** montrent que la concentration en potassium du jus brut des variétés de pommes rouges, jaunes et orange est comprise entre 1060,67 mg.100 g⁻¹ et 1492 mg.100 g⁻¹. Le phosphore contenu dans le jus brut des pommes de cajou varie de 144,1 mg.100 g⁻¹ à 207,67 mg.100 g⁻¹. La composition en magnésium du jus brut des variétés de pommes rouges, jaunes et oranges est estimée entre 110,2 mg.100 g⁻¹ et 163 mg.100 g⁻¹. La quantité de sodium de ce jus brut est comprise entre 21,31 mg.100 g⁻¹ et 25,91 mg.100 g⁻¹. La dose de calcium du jus brut des pommes de cajou de la Casamance varie de 34,8 mg.100 g⁻¹ à 47 mg.100 g⁻¹. La composition des jus de cajou en oligoéléments fer, zinc et cuivre sont compris respectivement entre 4,75 mg.100 g⁻¹ à 10,17 mg.100 g⁻¹ ; 0,85 mg.100 g⁻¹ à 2,2 mg.100 g⁻¹ et 1,14 mg.100 g⁻¹ à 2,14 mg.100 g⁻¹. Les meilleures teneurs en minéraux sont obtenues avec la variété de pomme de cajou orange avec des valeurs de 1492 ± 11 mg.100 g⁻¹ en phosphore, 207,67 ± 3,45 mg.100 g⁻¹ en potassium, 163 ± 2,70 mg.100 g⁻¹ en magnésium et 47.10 ± 0,60 mg.100 g⁻¹ en calcium. Il en est suivi des variétés de pommes jaunes et rouges avec des valeurs respectives de 1138,67 ± 15,5 et 1060,67 ± 15,5 mg.100 g⁻¹ en phosphore, 162,37 ± 1,25 et 144,1 ± 1,6 mg.100 g⁻¹ en potassium, 123,05 ± 1,55 et 110,20 ± 0,9 mg.100 g⁻¹ en magnésium, 42,05 ± 0,75 et 34,8 ± 1,4 mg.100 g⁻¹ en calcium. Le jus brut de cajou des variétés de pommes rouges, jaunes et orange contient des oligoéléments. Le jus contenu dans les pommes de cajou orange contient plus de sodium (25,91 ± 0,5 mg.100 g⁻¹) suivi de ceux des variétés rouges (23,07 ± 0,82 mg.100 g⁻¹) et jaunes (21,31 ± 0,02 mg.100 g⁻¹). La teneur en fer du jus de cajou de la variété orange (10,17 ± 0,5 mg.100 g⁻¹) est plus élevée que ceux des variétés jaunes (6,78 ± 0,14 mg.100 g⁻¹) et rouges (4,75 ± 0,43 mg.100 g⁻¹). Le jus cajou de la variété orange contient plus de cuivre (2,14 ± 0,08 mg.100 g⁻¹) suivi de ceux des variétés jaunes (1,45 ± 0,01 mg.100 g⁻¹) et rouges (1,14 ± 0,07 mg.100 g⁻¹). La quantité de zinc contenue dans le jus de cajou de la variété orange (2,2 ± 0,03 mg.100 g⁻¹) est plus élevée que ceux à pommes rouges (1,08 ± 0,04 mg.100 g⁻¹) et jaunes (1,45 ± 0,01 mg.100 g⁻¹). La concentration en cuivre du jus brut de cajou des variétés de pommes orange (2,14 mg.100 g⁻¹) est plus important que ceux jaunes (1,45 mg.100 g⁻¹) et rouges (1,14 mg.100 g⁻¹). Les valeurs des macros et oligoéléments obtenus (**Tableau 3**) sont significativement différentes au seuil de 5 % d'un jus à l'autre et selon les variétés de pommes de cajou rouge, jaune et orange.

Tableau 3 : Minéraux des jus extraits des variétés de pommes de cajou de la Casamance

Minéraux	PCR	PCJ	PCO
	<i>mg.100g⁻¹ MS</i>		
<i>K</i>	1060,67 ± 15,5 ^a	1138,67 ± 15,5 ^b	1492 ± 11 ^c
<i>P</i>	144,1 ± 1,6 ^a	162,37 ± 1,25 ^b	207,67 ± 3,45 ^c
<i>Mg</i>	110,2 ± 0,9 ^a	123,05 ± 1,55 ^b	163 ± 2,7 ^c
<i>Na</i>	23,07 ± 0,82 ^a	21,31 ± 0,02 ^a	25,91 ± 0,5 ^c
<i>Ca</i>	34,8 ± 1,4 ^a	42,05 ± 0,75 ^b	47 ± 0,6 ^c
<i>Fe</i>	4,75 ± 0,43 ^a	6,78 ± 0,14 ^b	10,17 ± 0,5 ^c
<i>Zn</i>	1,08 ± 0,04 ^a	0,85 ± 0,03 ^b	2,2 ± 0,03 ^c
<i>Cu</i>	1,14 ± 0,07 ^a	1,45 ± 0,01 ^b	2,14 ± 0,08 ^c

Sur une même ligne, les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. PCR = pomme de cajou rouge ; PCJ = pomme de cajou jaune ; PCO = pomme de cajou orange

4. Discussion

Les jus bruts de cajou de la zone agroécologique de la Casamance obtenue après extraction ont fait l'objet d'une quantification de la valeur protéique, énergétique, phénolique, minérale et nutritionnelle.

4-1. Apport énergétique

L'énergie métabolisable contenue dans le jus des variétés de pommes de cajou rouges, jaunes et oranges de la Casamance varie entre 28,01 kcal.100 g⁻¹ et 31,33 kcal.100 g⁻¹ de matières sèches. Au regard de ces résultats, les pommes de cajou de la Casamance sont moins énergétiques par rapport à celles de l'Inde avec 51 Kcal.100 g⁻¹ [18]. L'agroressource (pomme de cajou) orange pourrait donc constituer un apport énergétique non négligeable pour la population locale [19], surtout en période de disette. La présence des produits d'anacardiens dans les zones à faible rendement agricole dont le Sénégal pourrait participer à la diversification du régime alimentaire, à l'équilibre nutritionnel et à la sécurité alimentaire.

4-2. Apport en macromolécules

La composition en protéine du jus brut des pommes de cajou de la Casamance (de 4,9 à 5,6 g.kg⁻¹) est inférieure à celui des pommes de cajou de la Côte d'Ivoire (7,8 à 9,9 g.kg⁻¹) [20]. Concernant, la teneur en glucose, sa quantité dans le jus des variétés de pommes de cajou de la Casamance (de 30,9 à 43,9 g.kg⁻¹) est inférieure à celles de la Côte d'Ivoire (de 50,8 à 55,8 g.kg⁻¹) [20]. La composition en vitamine C du jus brut des pommes de cajou de la Côte d'Ivoire (1115 mg.kg⁻¹ à 1267 mg.kg⁻¹) est de loin inférieure à celle de la Casamance (2700 mg.kg⁻¹ à 2900 mg.kg⁻¹) [20]. Les jus de cajou bruts de la Casamance contiennent plus de vitamine C que la dose journalière recommandée pour un adulte qui est de 45 mg [21]. La teneur en polyphénols totaux du jus brut des pommes de cajou de la Casamance (17 mg EAG.kg⁻¹ à 30 mg EAG.kg⁻¹) est de loin inférieur à celle des pommes de cajou de la Côte d'Ivoire (2881 mg.kg⁻¹ à 2926 mg.kg⁻¹) [20]. Ces polyphénols sont sous formes condensées (tanins), composés responsables de l'astringence du fruit [22]. Le pourcentage d'inhibition du jus brut de cajou de la Casamance varie de 20,02 % à 48,18 %. Le jus de pomme de cajou de la Casamance a un pouvoir antioxydant inférieur à celui des pommes de cajou du Brésil (53 %) [11]. Ce jus brut est aussi riche en tanins et en polyphénols qui lui confèrent des propriétés antioxydantes et qui en font un remède efficace

contre la dysenterie chronique au Cuba et au Brésil [23]. Le pouvoir antioxydant du jus brut des pommes de cajou de la zone éco géographique de la Casamance est de très loin supérieur à ceux de certains fruits tropicaux, comparativement à sa faible teneur en polyphénols totaux. La teneur en vitamine C du jus brut de cajou de la Casamance varie de 2700 à 3000 mg.kg⁻¹. La composition en vitamine C de ce jus brut de cajou est de loin supérieur à celui obtenu cher l'oranger (450 à 563 mg.kg⁻¹) [24] et l'avocatier 79 mg.kg⁻¹ [24]. Le taux de polyphénols totaux du jus brut de cajou des variétés de pommes rouges, jaunes et oranges de la Casamance est compris entre 170 mg AG.kg⁻¹ à 300 mg AG.kg⁻¹. Le jus brut de cajou est moins riche en polyphénols totaux comparé à celui de l'oranger (772,3 mg AG.kg⁻¹) [24]. Le jus brut des pommes de cajou de la Casamance a un pouvoir antioxydant compris entre 8 200 à 19 680 μmol Trolox.kg⁻¹. Son pouvoir antioxydant est supérieur à celui de l'avocatier (1 160 μmol Trolox.kg⁻¹) [24]. La composition en vitamine C du jus brut de cajou (2700 à 3000 mg.kg⁻¹) de la Casamance est de très loin supérieure à celui de l'ananas (149,7 mg.kg⁻¹), de l'avocatier (79 mg.kg⁻¹), du bananier (45 à 127 mg.kg⁻¹), du papayer (453 à 556 mg.kg⁻¹), du manguier (340 à 440 mg.kg⁻¹) et de l'oranger (450 à 563 mg.kg⁻¹) [24, 25]. Cependant, sa teneur en polyphénols totaux (170 mg AG.kg⁻¹ à 300 mg AG.kg⁻¹) est inférieure à celle de l'ananas (940,4 mg AG.kg⁻¹), du bananier (571,3 mg AG.kg⁻¹), du manguier (370,3 mg AG.kg⁻¹), du papayer (471,3 mg AG.kg⁻¹) et de l'oranger (772,3 mg AG.kg⁻¹) [24]; en revanche, elle encadre la quantité de polyphénols totaux présents dans le fruit de l'avocat (218,6 mg AG.kg⁻¹) [24]. Le jus de cajou est généralement utilisé pour améliorer la qualité nutritionnelle des jus d'autres fruits tropicaux de faible teneur en vitamine C comme la mangue et l'ananas [26]. Dans le corps humain, l'acide ascorbique agit comme un antioxydant et facilite l'absorption du fer [23]. La vitamine C joue également un rôle dans le système immunitaire, la biosynthèse du collagène et l'inhibition de la formation des nitrosamines [23]. Le jus brut de la pomme de cajou a un potentiel antioxydant élevé. Son activité anti radicaire de (8200 à 19680 μmol Trolox.kg⁻¹) est supérieur à celui de l'ananas (5930 μmol Trolox.kg⁻¹), de l'avocatier (1160 μmol Trolox.kg⁻¹), du bananier (3440 μmol Trolox.kg⁻¹), du manguier (4010 μmol Trolox.kg⁻¹), du papayer (2920 μmol Trolox.kg⁻¹) et de l'oranger (4900 μmol Trolox.kg⁻¹) [24, 25]. La qualité organoleptique des jus constitue aussi un facteur important dans l'appréciation de la qualité marchande des jus de fruits. Les sels minéraux contribuent à la flaveur des jus de fruit [27].

Tableau 4 : Pouvoir antioxydant, teneur en vitamine C et en polyphénols totaux de quelques fruits tropicaux

Fruits	Vitamine C (mg.kg ⁻¹)	Polyphénols (mg AG.kg ⁻¹)	Pouvoir antioxydant (μmol Trolox.kg ⁻¹)	Références
Ananas	149,7 (10)	940,4 (14,7)	5 930 (50)	[24]
Avocat	79 (4)	218,6 (12,5)	1 160 (50)	[24]
Banane	45 à 127	571,3 (36,4)	3 440 (290)	[24, 25]
Mangue	340 à 440	370,3 (20,6)	4 010 (90)	[24]
Papaye	453 à 556	471,3 (20,9)	2 920 (60)	[24]
Orange	450 à 563	772,3 (0,8)	4 900 (290)	[24]
Pomme de cajou	2700 (0,02) à 3000 (0,01)	170 (0,002) à 300 (0,003)	8200 à 19 680	

4-3. L'apport en éléments minéraux de la pomme de cajou comparée à d'autres fruits tropicaux

L'ensemble des résultats des analyses biochimiques effectuées sur le jus brut des pommes de cajou, lorsque comparés à celles rapportées pour d'autres fruits de la sous-région ouest-africaine, mettent en évidence les particularités des différentes productions. L'analyse des résultats expérimentaux montre que le jus brut de

La pomme de cajou de la Casamance serait une importante source de minéraux comparée à d'autres fruits consommés en Afrique tropicale. Les teneurs en protéines du jus brut des pommes cajou de la Casamance ($0,42-0,56 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$) se rapprochent davantage de celles des fruits à noyau ($0,07$ à $0,90 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) et à baies et exotiques ($0,04$ à $0,8 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$) [28]. Cependant, sa teneur en protéine est de loin inférieure à celles des fruits à coques ($1,41$ à $3,56 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$), des légumes secs et légumineuses ($0,9$ à $4,60 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$), aux espèces *Vigna unguiculata* ($3,76 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$) et *Maerua pseudopetalosa* ($3,87 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$) [28, 29]. Le jus brut de cajou est très riche en potassium. Sa teneur en potassium ($1060,67$ à $1492 \text{ mg}/100 \text{ g}$) est supérieure à celui des fruits à coques (265 à $1020 \text{ mg}/100 \text{ g}$), des fruits à pépins (65 à $183 \text{ mg}/100 \text{ g}$), des fruits à noyau (103 à $1370 \text{ mg}/100 \text{ g}$), des fruits à baies et exotiques (59 à $782 \text{ mg}/100 \text{ g}$) et des fruits de l'espèce *Maerua pseudopetalosa* (1098 à $1342 \text{ mg}/100 \text{ g}$) [28, 29]. La composition potassique du jus brut de cajou de la Casamance est quasi égalée à celles des légumes secs et légumineuses (213 à $1546 \text{ mg}/100 \text{ g}$) et de l'espèce *Vigna unguiculata* ($1546 \text{ mg}/100 \text{ g}$) [28]. Le potassium (K) participe au maintien de l'équilibre des électrolytes dans le corps humain et prévient la déminéralisation des os en empêchant la perte de calcium dans les urines [30, 31]. C'est un hypotenseur et intervient également dans la contraction musculaire [32]. La teneur en potassium et le degré de préférence d'un jus par les consommateurs sont liés [33]. Le jus brut de cajou contient toutefois plus de potassium que la dose journalière recommandée pour un adulte qui est de 300 mg par jour [34].

La teneur en phosphore du jus des pommes de cajou ($144,1$ à $207,67 \text{ mg}/100 \text{ g}$) de la Casamance est supérieure à celui des fruits à pépins (8 à $11 \text{ mg}/100 \text{ g}$), des fruits à noyau ($9,6$ à $126 \text{ mg}/100 \text{ g}$) et des fruits à baies et fruits exotiques ($9,7$ à $110 \text{ mg}/100 \text{ g}$) [28]. Par contre, la composition phosphorique du jus brut de cajou de la Casamance est de loin inférieure à celui des légumes secs et légumineuses (91 à $427 \text{ mg}/100 \text{ g}$) [28]. Le phosphore (P) est un constituant des os et des dents où il est combiné avec des ions calcium. Il participe également à la formation des molécules de base telles que les acides nucléiques (ADN et ARN), l'adénosine triphosphate (ATP) et les phospholipides des membranes [35]. La composition en magnésium du jus brut de cajou ($110,2$ à $163 \text{ mg}/100 \text{ g}$) de la Casamance est plus élevée respectivement que ceux des fruits à pépins (4 à $4,8 \text{ mg}/100 \text{ g}$), des fruits à noyaux ($4,9$ à $54 \text{ mg}/100 \text{ g}$) et des fruits à baies et exotiques ($2,4$ à $41 \text{ mg}/100 \text{ g}$) [28]. Le magnésium joue un rôle important dans la stabilité du système nerveux. Il intervient dans la contraction musculaire notamment comme un activateur de la phosphatase alcaline [36]. Les jus de cajou bruts des variétés de pommes rouges, jaunes et orange de la Casamance contiennent toutefois moins de magnésium que la dose journalière recommandée pour un adulte qui est de 1600 mg par jour [34]. La teneur en calcium ($34,8$ à $47 \text{ mg}/100 \text{ g}$) du jus brut de cajou des variétés de pommes rouges jaunes et oranges est plus élevée que celui contenue dans les fruits à pépins (7 à $10 \text{ mg}/100 \text{ g}$) [28]. Cependant, la composition ferrique ($0,48$ à $1,08 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) du jus brut de cajou de la Casamance est de loin inférieure à ceux des fruits à coques (2 à $73 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), des fruits à noyaux ($2,5$ à $69 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), des fruits à baies et fruits exotiques ($2,4$ à $27 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) et des fruits secs et légumineux (13 à $80 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) [28].

Le fer est un composant essentiel de l'hémoglobine qui intervient dans le transport de l'oxygène. Le jus brut des pommes de cajou de la Casamance ($34,8$ à $47 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$) est plus riche en calcium que les fruits à pépins (7 à $10 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$) et le fruit de l'espèce *Maerua pseudopetalosa* (26 à $36 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Sa teneur en calcium est inférieure à celles des fruits à coques (51 à $251 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$), à noyau ($3,2$ à $82 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$), à baies et exotiques (7 à $276 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$) et de l'espèce *Vigna unguiculata* ($96 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$) [28, 29]. La composition en calcium du jus brut des pommes de cajou de la Casamance est comprise entre $34,8 \pm 1,4$ à $47 \pm 0,6 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$. La teneur en fer de ce jus brut varie de $4,75$ à $10,17 \pm 0,5 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Les quantités de calcium et de fer contenues dans le jus brut des pommes de cajou de la Casamance sont de loin supérieures aux apports journaliers recommandés pour le calcium ($0,68 \text{ mg}$) et le fer ($0,015 \text{ mg}$) [36]. Les fruits et légumes régulent la teneur en minéraux de l'organisme et réduisent le risque de maladies cardiovasculaires et de cancer [34]. Les minéraux sont des micronutriments qui jouent un rôle important dans les processus métaboliques du corps humain. Le sodium (Na) régule la pression artérielle et osmotique. C'est un cation extracellulaire important qui stabilise le fluide extracellulaire [37].

5. Conclusion

L'étude de la valeur nutritionnelle et énergétique des pommes de cajou (*Anacardium occidentale*/L.) a permis de disposer de connaissances scientifiques sur les caractéristiques physicochimiques et biochimiques du jus brut de cajou de la Casamance au Sud du Sénégal. Les variétés de pommes de cajou présentent une teneur importante en vitamine C et un potentiel élevé en sucres réducteurs. La caractérisation des minéraux dans le jus brut de cajou a montré la présence de K, P, Mg, Na, Ca, Fe, Zn et Cu avec une teneur très élevée en potassium (K), en phosphore (P) et en magnésium (Mg). Cette richesse en minéraux et en sucres réducteurs fait de ces pommes de cajou en particulier la variété orange, le substrat privilégié pour la production de confiture, de conserves au sirop, de jus de fruits et de boissons rafraîchissantes. La valorisation de la pomme de cajou permettra d'améliorer le régime alimentaire des couches vulnérables, de créer de nouvelles activités économiques génératrices d'emplois et par conséquent, de lutter contre la pauvreté et le chômage des jeunes dans le Sud du Sénégal.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un projet financé par le Fond d'Impulsion pour la Recherche Scientifique et Technologique du ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation du Sénégal (FIRST 2017). Les auteurs remercient le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation pour leur appui financier.

Références

- [1] - N. C. AYEISSOU, M. GUEYE, E. DIOH, M. KONTEYE, M. CISSE and M. DORNIER, *Fruits*, 64 (2009) 147 - 156, www.fruits-journal.org
- [2] - G. A. GAMMIE, *Ind. Bot. Surv. Rec.* 2 (1902) 171 - 196
- [3] - I. W. DADSWELL, *Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci.* 12, (1934) 13 - 18
- [4] - O. M. S. ABDELMUTI, *Biochem. Nutr., Sudan.* (1991)
- [5] - B. BECKER, *J. Arid Environ.* 11, (1986) 61 - 64
- [6] - L. G. CARR, *J. Am. Diet. Assoc.* 19, (1943) 845 - 847
- [7] - P. V. CRÉAC'H, *Éd. Harmattan, Paris, France* (1944) 1937 - 1939
- [8] - Programme d'Appui au Développement économique de la Casamance (PADEC), "Enquête sur le sous-secteur de l'anacarde au Sénégal", (2016) 23 p.
- [9] - A. D. O. JOSEPH, *Research Journal of Biological Sciences.* 5 (7), (2010) 460 - 464
- [10] - P. SIVAGURUNATHAN, S. SIVASANKARI and S. M. MUTHUKKARUPPAN, *J. Biosci. Res.*, 1(2) (2010) 101 - 107
- [11] - M. T. S. TREVISAN, B. PFUNDSTEIN, R. HAUBNER, G. WURTELE, B. SPIEGELHALDER and H. BARTSCH, *Food Chem Toxicol*, 44 (2005) 188 - 197, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.06.012>
- [12] - T. L. HONORATO and S. RODRIGUES, *Food Bioproc Technol*, 3 (2010) 105 - 110, <https://doi.org/10.1007/s11947-008-0053-2>
- [13] - E. LAUTIE, D. MANUEL, M. S. F. DOMIER and R. MAX, *Fruit*, 56(2001) 235 - 248
- [14] - I. L. GOLDMAN, A. A. KADER and C. HEINTZ, *Nutr. Rev.*, 57 (1999) 46 - 52
- [15] - AFNOR, Produits dérivés des fruits et légumes, jus de fruits, in « *Recueil de normes françaises* », Ed. AFNOR, Paris, France, 1^{re} éd, (1982) 327

- [16] - S. GEORGE, P. BRAT, P. ALTER and M. J. AMIOT, *J. Agric. Food Chem*, 53 (5) (2005) 1370 - 1373, <https://doi.org/10.1021/jf048396b>
- [17] - R. T. DE OLIVEIRA, J. M. JUNIOR, D. V. D. NASCIMENTO and R. STEFANI, *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4 (2014) 1 - 7
- [18] - S. RUNJALA and L. KELLA, *The Pharma Innovation Journal*, 6(7) (2017) 260 - 264
- [19] - ANONYME, *J. Appl. Biosci.*, (2017) 11546 - 11556
- [20] - D. SORO, " Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou : performances et impacts sur la qualité des produits". Thèse unique, Institut des Régions Chaudes Sup Agro, Montpellier (2012) 156 p.
- [21] - Food and Agriculture Organization/World Health Organization. Human vitamin and mineral requirements. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition. Rome : WHO, (2001)
- [22] - L. MICHODJEHOUN-MESTRES, "Etude des composés phénoliques de la pomme cajou (*Anacardium occidentale* L.). Biochimie, chimie et technologie alimentaire", Thèse unique Université Montpellier II, Montpellier (2009) 97 p.
- [23] - F. B. F. BOKO, " Optimisation du procédé de clarification du jus de pomme de cajou au moyen d'amidons de manioc et de riz ". Bénin, Université d'abomey-calavi, Mémoire de fin de formation, (2014) 86 p.
- [24] - L. FU, B. T. XU, X. R. XU, R.Y. GAN, Y. ZHANG, E.Q. XIA and H. B. LI, *Food Chemistry*, 129 (2) (2011) 345 - 350
- [25] - M. W. MARISA, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(5) (2006) 434 - 445
- [26] - U. TALASILA, S. K. BEEBI, and R. R. VECHALAPU, *Nutrafoods*, 16 (2017) 159 - 165
- [27] - E. S. ADJOU, H. AMAMION, F. P. TCHOBO, V. M. AISSI et M. M. SOUMANOU, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(3) (2013) 1135 - 1146, <http://indexmedicus.afro.who.int>
- [28] - S. W. SOUCI, W. FACHMANN and H. KRAUT, *MedPharm, Stuttgart, Germany*, 7 (2008) 743 - 238
- [29] - C. GROLLIER, C. DEBIEN, M. DORNIER and M. REYNES, *Fruits*, 53 (4) (1998) 271 - 280
- [30] - K. L. TUCKER, M. T. HANNAN, H. CHEN, L. A. CUPPLES, P. W. F. WILSON and D. P. KIEL, *Am. J. Clin. Nutr.*, 69 (1999) 727 - 36
- [31] - F. J. HE, G. A. MACGREGOR, *Br. Med. J.*, 323 (2001) 497 - 501
- [32] - L. J. APPEL, *Clin. Card.*, 22 (1999) 1 - 5
- [33] - J. V. LELAND, *Food Technology*, 51(1) (1997) 75 - 80
- [34] - USDA, *Hort. Sci.*, 35 (2002) 573 - 575, <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.4.573>
- [35] - B. JACOTOT and J. C. LE PARCO, *Masson : Paris* ; (2000) 311
- [36] - F. ISMAIL, M. R. ANJUM, A. N. MAMON and T. G. KAZI, *Pak. J. Nutr.*, 10 (2011) 365 - 372
- [37] - G. A. SAGNELLA, N. D. MARKANDU, M. G. BUCKLEY, M. A. MILLER, D. R. SINGER and G. A. MACGREGOR, *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 256 (1989) 1171 - 1175