



Analyse de la composition chimique des résidus agricoles de la région du Poro au nord de la Côte d'Ivoire en vue de leur intégration efficiente dans l'alimentation des ruminants

Nahoua Joël KONÉ¹, Howélé OUATTARA^{1*}, Bazoumana OUATTARA¹

¹ Laboratoire environnement, climat, santé, ingénierie et développement durable, Université Peleforo GON COULIBALY, BP 1328 Korbogo, Côte d'Ivoire

*Correspondance, courriel: ouattarahoweled@upgc.edu.ci

Mots clés : utilisation, résidus agricoles, régime alimentaire, ruminants, Côte d'Ivoire.

Keywords : utilization, agricultural by-product, diets, ruminants, Côte d'Ivoire.

Submitted 02/06/2026, Published online on 31st August 2026 in the [Journal of Animal and Plant Sciences \(J. Anim. Plant Sci.\) ISSN 2071 – 7024](#)

1 RÉSUMÉ

Afin de pallier le déficit fourrager en saison sèche, une analyse des résidus agricoles a été menée en vue de leur utilisation efficiente en alimentation des ruminants. Ces résidus, collectés, ont été séchés et broyés. Des analyses chimiques selon les normes AOAC, complétées par une caractérisation des acides gras par chromatographie en phase gazeuse des résidus à forte teneur lipidique, ont été réalisées. Enfin, ils ont été utilisés pour des alimentaires. Les résidus les plus riches en glucides ont été la paille de maïs ($85,48 \pm 0,42\%$), les peaux de manioc ($82,91 \pm 0,01\%$), les coques d'arachide ($80,12 \pm 0,90\%$) et la bagasse de pomme de cajou ($79,69 \pm 0,11\%$). Les teneurs élevées en fibres ont été observées dans le tourteau de coton ($53,33 \pm 1,53\%$) et les coques d'arachide ($50,46 \pm 0,12\%$). La teneur en protéines a été plus élevée dans la poudre de sang ($82,07 \pm 0,06\%$). Le coquillage s'est révélé être très riche en minéraux ($94,53 \pm 0,5\%$). De ces résultats, il en découle qu'il existe des résidus de sources glucidiques, protéiques, lipidiques et minérales. Quatre régimes alimentaires différents fonctionnels et un bloc multinutritionnel ont été formulés. Les résidus agricoles de la région du Poro pourraient intégrés efficacement les systèmes alimentaires des ruminants. L'impact de ces régimes sur les performances zootechniques des ruminants doit être évalué.

Chemical composition analysis of agricultural residues from the Poro region in northern Côte d'Ivoire for their efficient integrate into ruminant diets

SUMMARY

To mitigate forage deficits during the dry season, an analysis of agricultural residues was conducted in order to make their use more efficient in ruminant nutrition. Residues were collected, dried and ground. Chemical analyses were performed using AOAC methods. Fatty acids, of residues containing high proportion of lipids, were characterized using gas chromatography methods. At last, residues analyzed were used to formulate diets. Residues rich in carbohydrates were maize straw ($85.48 \pm 0.42\%$), cassava peels ($82.91 \pm 0.01\%$), peanut shells ($80.12 \pm 0.90\%$) and cashew apple bagasse ($79.69 \pm 0.11\%$). Cottonseed meal ($53.33 \pm 1.53\%$) and peanut shells ($50.46 \pm 0.12\%$) contain very high quantity of fiber. Among all



residues collected, blood powder protein content was the highest ($82.07 \pm 0.06\%$). Rejects from cashew kernels processing yielded the highest lipid content ($39.43 \pm 0.06\%$). Cis-vaccenic acid was the predominant fatty acid found in the high-lipid residues. Analysis made show that Shell powder ash content is very important ($94.53 \pm 0.5\%$). These results indicate that in Poro region we can find residues sources of carbohydrates, residues sources of proteins, residues sources of lipids, and residues sources of minerals. Four different diets were formulated, and a multi-nutritional block was constituted. Impact of these diets on the zootechnical performance of ruminants must be assessed.

2 INTRODUCTION

Les petits ruminants ne sont l'objet d'aucun préjugé ou interdit sociologique ou religieux (Missohou *et al.*, 2016). Mieux, ce sont des animaux sacrificiels. Le mouton en particulier est le seul animal exigé pour la fête de Tabaski. Les baptêmes et les mariages sont l'occasion de sacrifier un ou plusieurs moutons. Il est apparu dans les enquêtes d'opinion que la viande de mouton était la plus prisée par le consommateur ivoirien (Missohou *et al.*, 2016). Malgré ces nombreuses sollicitations, la production globale des ovins et des caprins en Côte d'Ivoire reste déficitaire (MIRAH, 2022). Elle est estimée à 25 % pour les ovins et 22 % pour les caprins (MIRAH, 2022). Selon Kouassi *et al.* (2014), ce déficit est lié au manque de systèmes alimentaires adaptés, la réduction des pâturages à cause de l'urbanisation galopante et les conflits entre agriculteurs et éleveurs. Face à ces problèmes, la valorisation des résidus agricoles, abondants

mais sous-utilisés, apparaît comme une solution prometteuse. Leur utilisation pourra non seulement améliorer l'alimentation des ovins et des caprins, mais aussi contribuer à réduire la pollution environnementale et à atteindre l'autosuffisance en viande. Cependant, l'utilisation de ces résidus de façon efficiente ne peut se faire sans une connaissance préalable de la valeur nutritive de ces différents résidus agricoles. Le présent travail vise à accroître le disponible alimentaire des ruminants de la région du Poro (Côte d'Ivoire) par la valorisation des résidus agricoles disponibles. Pour cela, il s'est agi de :

- déterminer la composition chimique des différents résidus agricoles disponibles ;
- formuler des régimes alimentaires pour ruminants respectant les besoins nutritionnels et de constituer un bloc multinutritionnel.

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 Matériel

3.1.1 Résidus d'origine végétale: Les résidus agricoles analysés sont ceux générés par les produits agricoles de la région du Poro. Ils peuvent être subdivisés en quatre groupes que sont les résidus des récoltes des céréales, les résidus des récoltes des légumineuses, les résidus des récoltes des arbres fruitiers et plantes industrielles et les résidus agricoles de plantes cultivées.

Les résidus des récoltes des céréales sont la paille de maïs, la paille de riz, le son de maïs et le son de riz ;

Les résidus des récoltes des légumineuses sont les pailles d'arachide, les coques d'arachide, les coques de haricot et le son gras d'arachide ;

Les résidus des récoltes des arbres fruitiers et plantes industrielles de la région du Poro sont la bagasse de pomme de cajou, les rejets de transformation d'amandes de noix de cajou, le tourteau de karité et le tourteau de coton ;

Les résidus agricoles de plantes cultivées dans d'autres régions du pays mais rencontrés abondamment à Korhogo sont les peaux de manioc.



3.1.2 Résidus d'origine animale : Les résidus d'origine animale analysés sont ceux disponibles dans la région du Poro. Ce sont la poudre de poisson, le sang des abattages d'animaux (bovins, ovins et caprins notamment) et la poudre de coquille.

3.2 Méthodes

3.2.1 Collecte des données: Les résidus agricoles ont été collectés soit dans les champs agricoles du nord de la Côte d'Ivoire (il s'agit de la paille de maïs, de la paille de riz, de la paille d'arachide et de la bagasse de pomme de cajou), soit dans les usines (il s'agit des rejets de transformation d'amandes de noix de cajou, du tourteau de karité et du tourteau de coton), soit encore dans les lieux de transformation des productions agro-alimentaires (il s'agit du son de maïs, du son de riz, du son gras d'arachide et des peaux de manioc). Les résidus d'origine animale ont été collectés soit à l'abattoir (il s'agit du sang des abattages) et soit sur le marché (il s'agit de la poudre de poisson et de la poudre de coquillage).

3.2.2 Traitement des données: Les différents résidus collectés ont été séchés au soleil (3 jours), broyés dans un moulin et stockés dans des sacs. Un échantillon de chaque résidu a servi pour des analyses chimiques.

3.2.3 Analyse chimique des résidus : Les résidus agricoles ont été analysés. Les teneurs en cendres, lipides, protéines et fibres ont été déterminées selon la méthode standard (AOAC, 1990). La détermination de la teneur en glucides a été réalisée selon la méthode décrite par Bertrand et Thomas (1910). La détermination du profil en acides gras des résidus à forte teneur lipidiques a été réalisée grâce à la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS).

3.2.4 Formulation de régimes alimentaires et d'un bloc multinu nutritionnel: Les résidus

analysés ont été utilisés pour la formulation de quatre régimes alimentaires et un bloc multinu nutritionnel. Les formulations ont été réalisées en tenant compte de la composition chimique des résidus afin d'obtenir des régimes alimentaires qui répondent aux besoins nutritionnels des ovins et caprins. Les formulations ont ainsi été faites de telle sorte qu'il soit intégré dans chaque régime des sources glucidiques, des sources protéiques à la fois d'origine animale et végétale, des sources lipidiques et des sources minérales.

3.2.5 Analyse chimique des régimes alimentaires: Les régimes alimentaires formulés ont été analysés. Les teneurs en eau, cendres, lipides, protéines et fibres ont été déterminées selon les méthodes standards (AOAC, 1990). La détermination de la teneur en glucides a été réalisée selon la méthode décrite par Bertrand et Thomas (1910). La valeur énergétique a été calculée en utilisant la formule suivante décrite par Osborne et Voogt (1978) :

$$\text{Valeur Énergétique (VE)} = 2,44 \times (\% \text{ protéines}) + 8,37 \times (\% \text{ lipides}) + 3,57 \times (\% \text{ glucides})$$

3.2.6 Analyses statistiques: Pour chaque paramètre, la moyenne ainsi que l'écart-type étaient calculées. Des analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel STATISTICA version 7.1. Les données obtenues ont été soumises au test non paramétrique de Kruskal-Wallis afin de comparer les moyennes calculées entre les différents échantillons. Par ailleurs, la conformité des résultats obtenus par rapport aux valeurs de la littérature était effectuée au moyen du test t de Student. Pour l'ensemble de ces analyses, le seuil de significativité était fixé à 5 %.

4 RÉSULTATS

4.1 Teneur en cendres des résidus agricoles : D'un résidu à l'autre, les teneurs en cendres étaient différentes. Le test global était significatif ($p < 0,001$). La teneur en cendres était plus élevée pour la poudre de coquillage

(RAL17 ; $94,53 \pm 0,5 \%$). Des teneurs moyennes étaient observées pour la paille d'arachide (RAL3 ; $18,33 \pm 0,58 \%$), la paille de riz (RAL2 ; 19%) et la poudre de poisson (RAL13 ; $19,57 \pm 0,15 \%$). La bagasse de pomme de cajou (RAL9 ; $2,4 \pm 0,2 \%$), les rejets de transformation des

amandes de noix de cajou (RAL10 ; $3,3 \pm 0,1$ %), les peaux de manioc (RAL11 ; $3,6$ %), la poudre de sang (RAL15 ; $4,8 \pm 0,2$ %), le son de maïs (RAL5 ; $5,03 \pm 0,21$ %), le son gras d'arachide (RAL12 ; $5,03 \pm 0,32$ %), le tourteau de karité (RAL14 ; $5,6 \pm 0,2$ %), le tourteau de coton (RAL16 ; $6,3 \pm 0,1$ %), les coques de haricot (RAL7 ; $6,47 \pm 0,31$ %), la paille de maïs (RAL1 ; $7,1 \pm 0,1$ %), le son de riz (RAL4 ; $10,2 \pm 0,2$ %), les coques d'arachide (RAL6 ; $10,73 \pm 0,12$ %) et la mélasse de canne à sucre (RAL8 ; $11,43 \pm 0,21$

%) se sont révélés contenir de faibles teneurs en cendres. La teneur en cendre de la poudre de coquillage (RAL17) était significativement plus élevée ($p < 0,05$) que celles de la bagasse de pomme de cajou (RAL9) et de la paille de maïs. Les teneurs en cendres des autres résidus agricoles n'étaient pas significativement différentes ($p > 0,05$) les uns des autres. La figure 1 présente la teneur en cendres des résidus analysés.

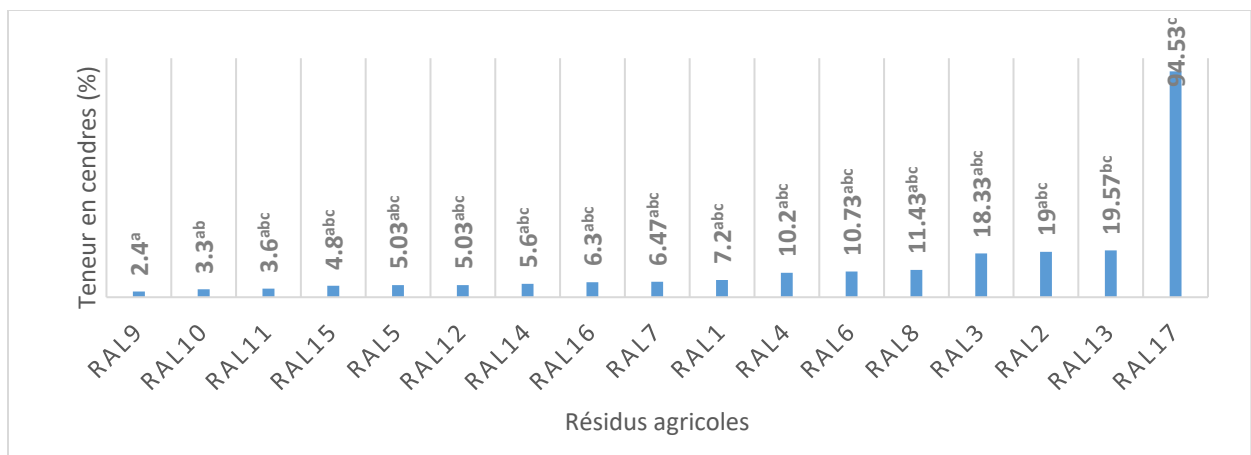


Figure 1 : Teneur en cendres (%) des résidus agricoles

Les valeurs portant les lettres différentes montrent qu'il existe une différence significative à $p < 0,05$.

RAL9 : Bagasse de pomme de cajou ; RAL10 : Rejets de transformation des amandes de noix de cajou ; RAL11 : Peau de manioc ; RAL15 : Poudre de sang ; RAL5 : Son de maïs ; RAL12 : Son gras d'arachide ; RAL14 : Tourteau de karité ; RAL16 : Tourteau de coton ; RAL7 : Coques de haricot ; RAL1 : Paille de maïs ; RAL4 : Son de riz ; RAL6 : Coques d'arachide ; RAL8 : Mélasse de canne à sucre ; RAL3 : Paille d'arachide ; RAL2 : Paille de riz ; RAL13 : Poudre de poisson ; RAL17 : Poudre de coquille.

4.2 Teneur en lipides (%) des résidus agricoles : D'un résidu à l'autre, les teneurs en lipides étaient différentes. Le test global était significatif ($p < 0,001$). La teneur en lipides était plus élevée pour le tourteau de coton (RAL16 ; $8,93 \pm 0,31$ %), la poudre de poisson (RAL13 ; $14,63 \pm 0,06$ %), le son gras d'arachide (RAL12 ; $16,2 \pm 0,1$ %), le tourteau de karité (RAL14 ; $22,6$ %) et les rejets de transformation des amandes de noix de cajou (RAL10 ; $39,43 \pm 0,06$ %). Des teneurs moyennes étaient observées pour les coques de haricot (RAL7 ; $3,1 \pm 0,3$ %), la paille d'arachide (RAL3 ; $3,7 \pm 0,3$ %), les peaux de manioc (RAL11 ; $4 \pm 0,2$ %), le son de maïs (RAL5 ; $4,2 \pm 0,1$ %), la bagasse de pomme de cajou (RAL9 ; $4,23 \pm 0,06$ %) et le son de riz

(RAL4 ; $5,97 \pm 0,21$ %). La poudre de coquillage (RAL17 ; $0,1$ %), la farine de sang (RAL5 ; $1,1 \pm 0,1$ %), la mélasse de canne à sucre (RAL8 ; $1,4 \pm 0,2$ %), la paille de maïs (RAL1 ; $1,6 \pm 0,1$ %), la paille de riz (RAL2 ; $1,9 \pm 0,1$ %) et les coques d'arachide (RAL6 ; $1,9 \pm 0,1$ %) étaient les résidus ayant les faibles teneurs en lipides. La teneur en lipides des rejets de transformation des amandes de cajou était significativement plus élevée ($p < 0,05$) que celles de la poudre de coquillage (RAL17) et de la poudre de sang (RAL15). Les teneurs en lipides des autres résidus agricoles n'étaient pas significativement différentes ($p > 0,05$) les uns des autres. La teneur en lipides des résidus agricoles est présentée dans la Figure 2.

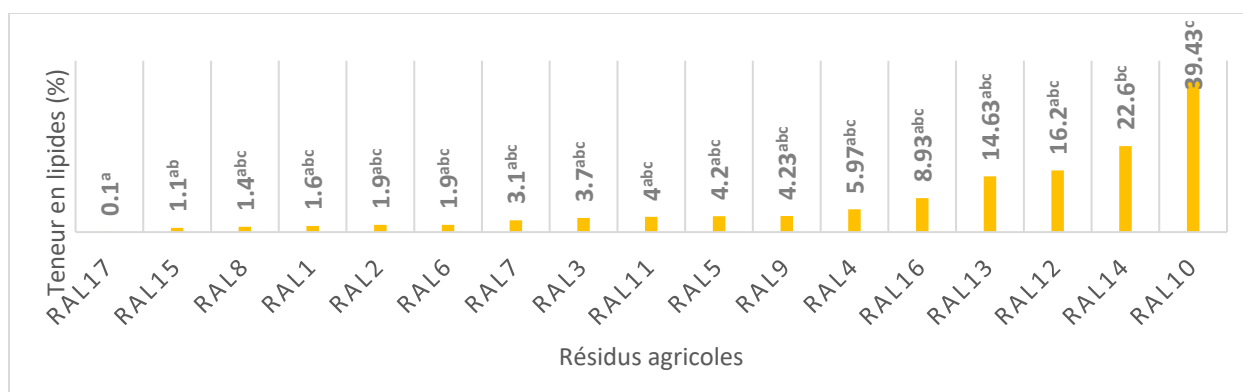


Figure 2 : Teneur en lipides (%) des résidus agricoles

Les valeurs portant les lettres différentes montrent qu'il existe une différence significative à $p < 0,05$.

RAL17 : Poudre de coquille ; RAL15 : Poudre de sang ; RAL8 : Mélasse de canne à sucre ; RAL1 : Paille de maïs ; RAL2 : Paille de riz ; RAL6 : Coques d'arachide ; RAL7 : Coques de haricot ; RAL3 : Paille d'arachide ; RAL11 : Peau de manioc ; RAL5 : Son de maïs ; RAL9 : Bagasse de pomme de cajou ; RAL4 : Son de riz ; RAL16 : Tourteau de coton ; RAL13 : Poudre de poisson ; RAL12 : Son gras d'arachide ; RAL14 : Tourteau de karité ; RAL10 : Les rejets de transformation d'amandes de noix de cajou.

4.3 Composition en acides gras des résidus agricoles : L'analyse de la composition en acides gras des rejets de transformation d'amandes de noix de cajou a révélé des concentrations variables en acides gras. L'acide cis-vaccénique, avec une valeur de 40,63 %, était le composé ayant la concentration la plus élevée.

Il était suivi par l'acide linoléique représenté à une valeur de 7,16 %. L'acide stéarique (3,15 %), (Z)-3-(8-pentadecenyl) phénol (2,99 %) et l'acide palmitique (1,35 %) étaient les composés minoritaires détectés. La Figure 3 présente la composition en acides gras des rejets de transformation des amandes de noix de cajou.

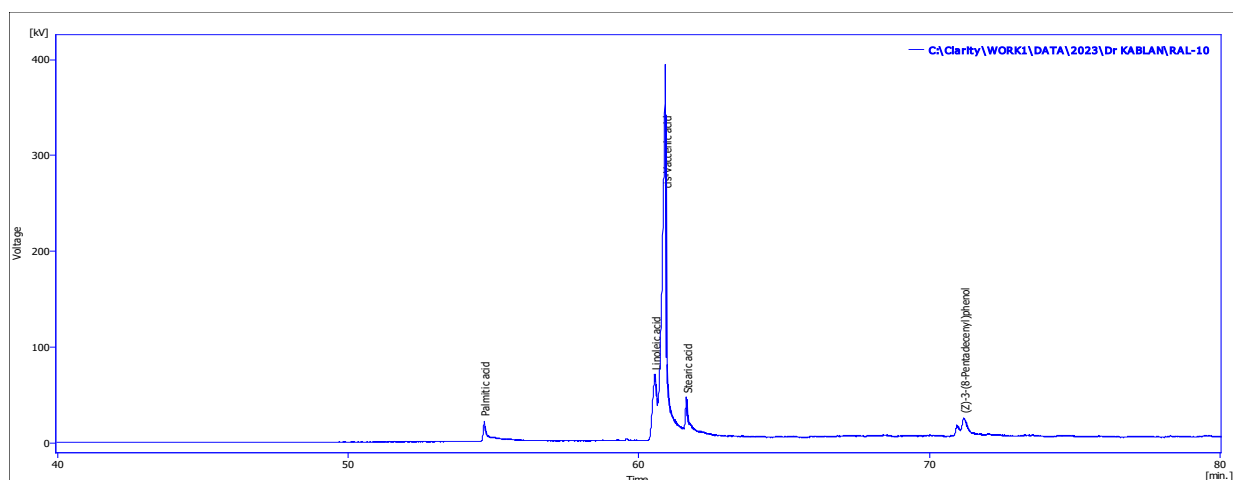


Figure 3 : Composition en acides gras des rejets de transformation d'amandes de noix de cajou

Dans le son gras d'arachide, il a été révélé des concentrations variables en acides gras. En effet, l'acide cis-vaccénique était l'acide gras le plus représenté avec une valeur de 45,95 % suivi de l'acide linoléique (11,72 %) puis de l'acide

palmitique (7,89 %). L'acide stéarique était l'acide gras minoritaire avec une valeur de 4,35 %. Le profil en acides gras du son gras d'arachide est présenté dans la Figure 4.

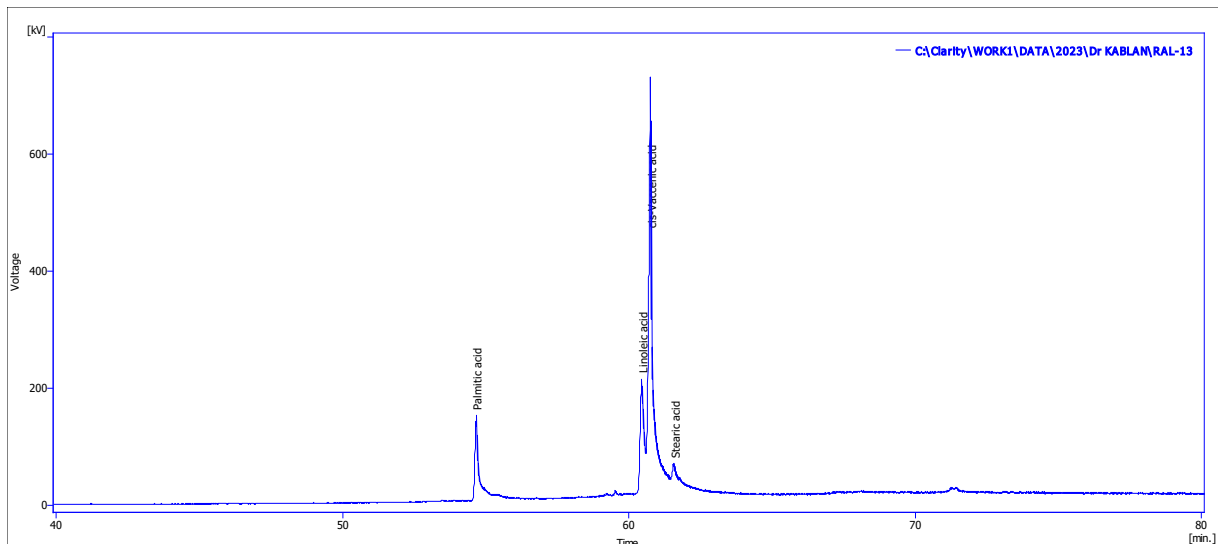


Figure 4 : Composition en acides gras du son gras d'arachide

Les concentrations en acides gras sont variables dans la poudre de poisson. L'acide cis-7-hexadécénoïque a présenté la concentration la plus élevée avec une valeur de 29,31 %. Il est suivi par l'acide palmitique (18,6 %). L'acide stéarique (7,17 %) et l'acide linoléique (5,93 %) ont

présenté des concentrations moins élevées. L'acide cis-7-hexadécénoïque (3,47 %) et l'acide myristique (0,46 %) étaient les composés minoritaires. La figure 5 présente la composition en acides gras de la poudre de poisson.

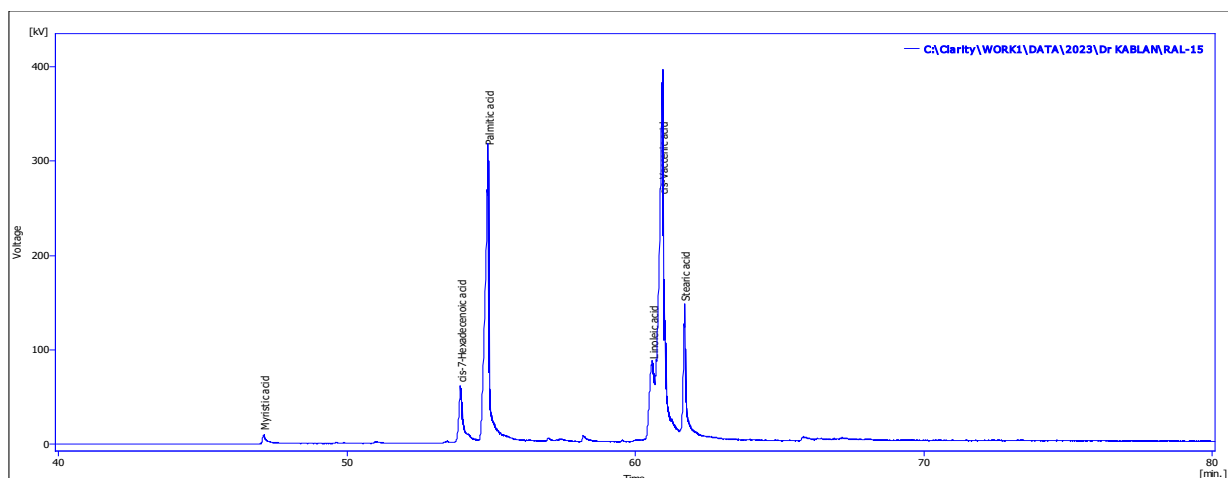


Figure 5 : Composition en acides gras de la poudre de poisson

Dans le tourteau de karité, il a été révélé des concentrations variables en acides gras. Avec 41,22 %, l'acide stéarique était le composé ayant la concentration la plus élevée. Il est suivi par

l'acide cis-vaccénique (27,35 %). L'acide palmitique (0,71 %), était le composé minoritaire. La composition en acides gras du tourteau de karité est présentée dans la Figure 6.

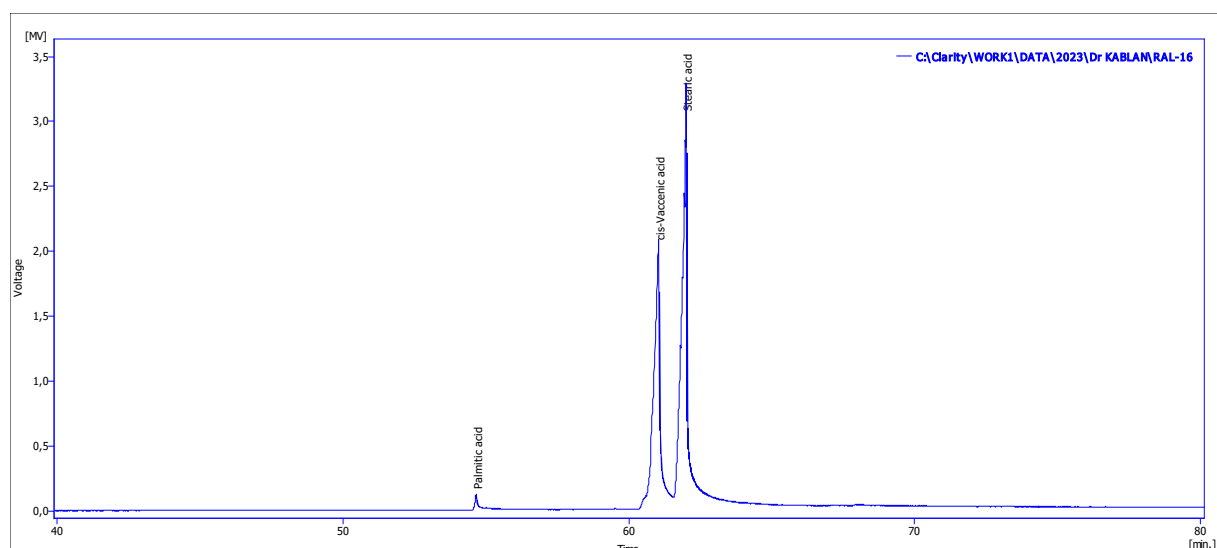


Figure 6 : Composition en acides gras du tourteau de karité

L'analyse du tourteau de coton a révélé des concentrations variables en acides gras. L'acide linoléique avec 17,71 % était le composé ayant la concentration la plus élevée. Il était suivi par l'acide palmitique et l'acide cis-vaccénique avec

12,32 % et 11,73 % respectivement. L'acide stéarique (2,09 %) était le composé minoritaire. La Figure 7 présente la composition en acides gras du tourteau de coton.

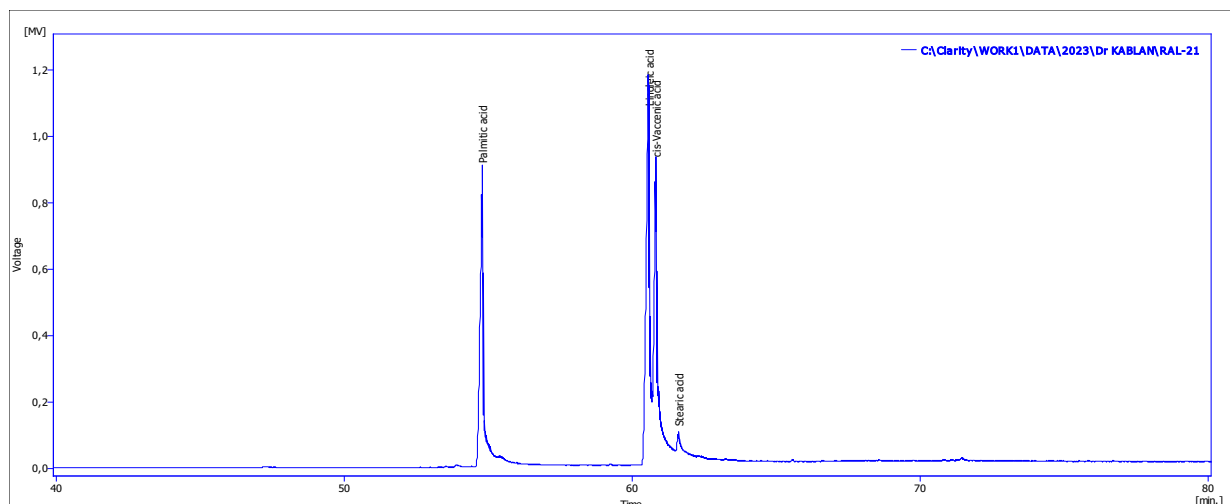


Figure 7 : Composition en acides gras du tourteau de coton

4.4 Teneur en protéines des résidus agricoles : D'un résidu à l'autre, les teneurs en protéines étaient différentes. Le test global était significatif ($p < 0,001$). La teneur en protéines était plus élevée pour la poudre de poisson (RAL13 ; $55,62 \pm 0,4$ %) et la poudre de sang (RAL15 ; $82,07 \pm 0,06$ %). Des teneurs moyennes étaient contenues dans le tourteau de karité (RAL14 ; $15,68 \pm 0,17$ %), le tourteau de

coton (RAL16 ; $18,77 \pm 0,05$ %), le son gras d'arachide (RAL12 ; $18,81 \pm 0,11$ %) et les rejets de transformation d'amandes de noix de cajou (RAL10 ; $23,8 \pm 0,11$ %). La teneur en protéines était faible pour la poudre de coquille (RAL17 ; $0,42 \pm 0,02$ %), les peaux de manioc (RAL11 ; $2,29 \pm 0,01$ %), la paille de maïs (RAL1 ; $3,12 \pm 0,02$ %), la mélasse de canne à sucre (RAL8 ; $3,51 \pm 0,06$ %), la paille de riz (RAL2 ; $4,91 \pm 0,04$ %).

%), les coques d'arachide (RAL6 ; $5,35 \pm 0,02$ %), la bagasse de pomme de cajou (RAL9 ; $6,17 \pm 0,05$ %), le son de riz (RAL4 ; $6,88 \pm 0,05$ %), les coques de haricot (RAL7 ; $9,56 \pm 0,11$ %), le son de maïs (RAL5 ; $10,72 \pm 0,08$ %) et la paille d'arachide (RAL3 ; $11,16 \pm 0,07$ %). La teneur en protéines de la poudre de sang (RAL15) était

significativement plus élevée ($p < 0,05$) que celle de la poudre de coquillage (RAL17) et des peaux de manioc. Les teneurs en protéines des autres résidus agricoles n'étaient pas significativement différentes ($p > 0,05$) les unes des autres. Les teneurs en protéines des résidus agricoles sont présentées à la Figure 8.

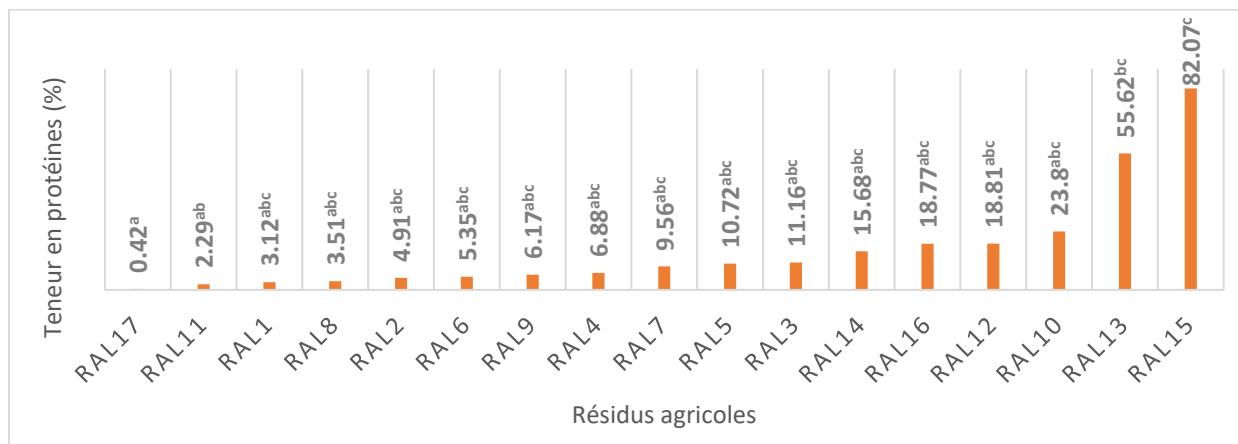


Figure 8 : Teneur en protéines (%) des résidus agricoles

Les valeurs portant les lettres différentes montrent qu'il existe une différence significative à $p < 0,05$.

RAL17 : Poudre de coquille ; RAL11 : Peau de manioc ; RAL1 : Paille de maïs ; RAL8 : Mélasse de canne à sucre ; RAL2 : Paille de riz ; RAL6 : Coques d'arachide ; RAL9 : Bagasse de pomme de cajou ; RAL4 : Son de riz ; RAL7 : Coques de haricot ; RAL5 : Son de maïs ; RAL3 : Paille d'arachide ; RAL14 : Tourteau de karité ; RAL16 : Tourteau de coton ; RAL12 : Son gras d'arachide ; RAL10 : Les rejets de transformation d'amandes de noix de cajou ; RAL13 : Poudre de poisson ; RAL15 : Farine de sang.

4.5 Teneur en fibres (%) des résidus agricoles : D'un résidu à l'autre, les teneurs en fibres étaient différentes. Le test global était significatif ($p < 0,001$). La teneur en fibres était plus élevée pour le tourteau de coton (RAL16 ; $53,33 \pm 1,53$ %) et les coques d'arachide (RAL6 ; $50,47 \pm 0,12$ %). Des teneurs moyennes étaient observées dans le son de maïs (RAL5 ; $19,5 \pm 0,16$ %), les coques de haricot (RAL7 ; $28,3 \pm 0,26$ %), le son de riz (RAL4 ; $29,53 \pm 0,06$ %), la paille de maïs (RAL1 ; $31,8 \pm 0,1$ %), la paille de riz (RAL2 ; $35,3 \pm 0,26$ %), la paille d'arachide (RAL3 ; $42,03 \pm 0,9$ %) et le son gras d'arachide (RAL12 ; $42,2 \pm 0,08$ %). Les rejets de transformation des amandes de noix de cajou (RAL10 ; $7,23 \pm 0,25$ %), la bagasse de pomme de cajou (RAL9 ; $8,5 \pm 0,5$ %), les peaux de

manioc (RAL11 ; $9,5 \pm 0,5$ %) et le tourteau de karité (RAL14 ; $9,97 \pm 0,15$ %) étaient les résidus avec les faibles teneurs en fibres. Les teneurs en fibres de la poudre de poisson (RAL13), de la poudre de sang (RAL15), de la poudre de coquillage (RAL17) et de la mélasse de canne à sucre (RAL8) quasi nuls (0,1 %). La teneur en fibres du tourteau de coton (RAL16) était significativement plus élevée ($p < 0,05$) que celles de la poudre de poisson (RAL13), la poudre de sang (RAL15), la poudre de coquillage (RAL17) et de la mélasse de canne à sucre (RAL8). Les teneurs en fibres des autres résidus agricoles n'étaient pas significativement différentes ($p > 0,05$) les unes des autres. Les teneurs en fibres des résidus agricoles analysés sont présentées à la Figure 9.

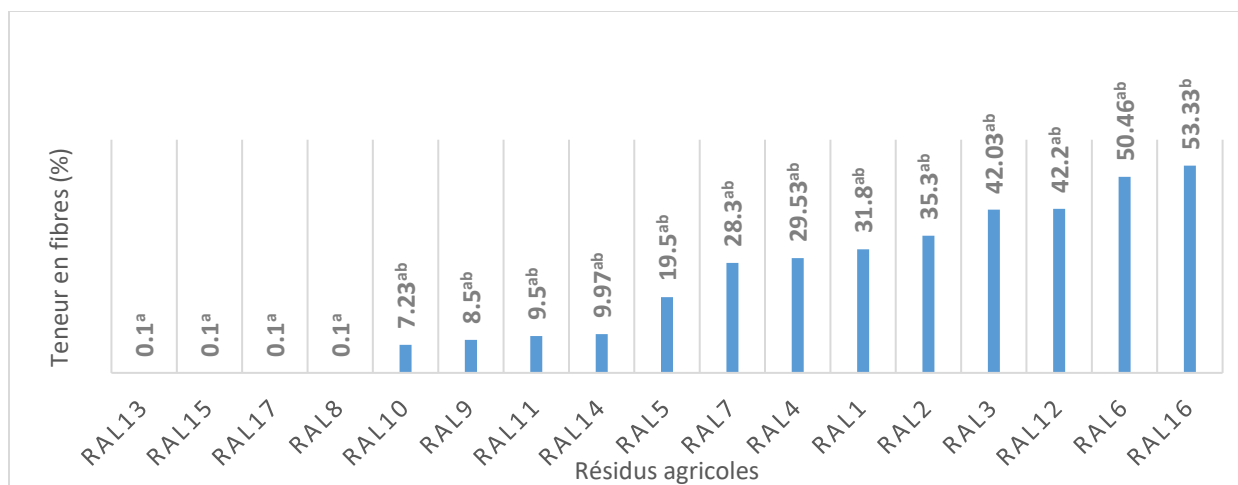


Figure 9 : Teneur en fibres (%) des résidus agricoles

Les valeurs portant les lettres différentes montrent qu'il existe une différence significative à $p < 0,05$.

RAL13 : Poudre de poisson ; RAL15 : Poudre de sang ; RAL17 : Poudre de coquillage ; RAL8 : Mélasse de canne à sucre ; RAL10 : Les rejets de transformation ; RAL9 : Bagasse de pomme de cajou ; RAL11 : Peau de manioc ; RAL14 : Tourteau de karité ; RAL5 : Son de maïs ; RAL7 : Coques de haricot ; RAL4 : Son de riz ; RAL1 : Paille de maïs ; RAL2 : Paille de riz ; RAL3 : Paille d'arachide ; RAL12 : Son gras d'arachide ; RAL6 : Coques d'arachide ; RAL16 : Tourteau de coton.

4.6 Teneur en glucides (%) des résidus agricoles

D'un résidu à l'autre, les teneurs en glucides ont été différentes. Le test global était significatif ($p < 0,001$). La teneur en glucides était élevée pour la paille de riz (RAL2 ; $69,29 \pm 0,04$ %), la mélasse de canne à sucre (RAL8 ; $69,59 \pm 0,36$ %), le son de riz (RAL4 ; $71,92 \pm 0,45$ %), le son de maïs (RAL5 ; $75,45 \pm 0,48$ %), les coques de haricot (RAL7 ; $77,04 \pm 0,91$ %), la bagasse de pomme de cajou (RAL9 ; $79,69 \pm 0,11$ %), les coques d'arachide (RAL6 ; $80,12 \pm 0,90$ %), les peaux de manioc (RAL11 ; $82,91 \pm 0,01$ %) et la paille de maïs (RAL1 ; $85,48 \pm 0,42$ %). Des teneurs moyennes étaient observées pour les rejets de transformation des amandes de noix de cajou (RAL10 ; $31,37 \pm 0,2$ %), le tourteau de karité (RAL14 ; $52,02 \pm 0,27$ %), le

son gras d'arachide (RAL12 ; $58,66 \pm 0,2$ %), la paille d'arachide (RAL3 ; $61,71 \pm 0,88$ %) et le tourteau de coton (RAL16 ; $62,6 \pm 0,65$ %). La poudre de sang (RAL15 ; $3,7 \pm 0,27$ %), la poudre de coquillage (RAL17 ; $4,35 \pm 0,43$ %) et la poudre de poisson (RAL13 ; $4,78 \pm 0,93$ %) étaient les résidus ayant des faibles teneurs en glucides. La teneur en glucides de la paille de maïs était significativement plus élevée ($p > 0,05$) que celles de la poudre de sang (RAL15), la poudre de coquillage (RAL17) et de la poudre de poisson (RAL13) ($p < 0,05$). Les teneurs en glucides des autres résidus agricoles n'étaient pas significativement différentes ($p \geq 0,05$) les uns des autres. La Figure 10 présente les teneurs en glucides des résidus agricoles analysés.



Figure 10 : Teneur en glucides (%) des résidus agricoles

Les valeurs portant les lettres différentes montrent qu'il existe une différence significative à $p < 0,05$.

RAL15 : Poudre de sang ; RAL17 : Poudre de coquillage ; RAL13 : Poudre de poisson ; RAL10 : Les rejets de transformation d'amandes de noix de cajou ; RAL14 : Tourteau de karité ; RAL12 : Son gras d'arachide ; RAL3 : Paille d'arachide ; RAL16 : Tourteau de coton ; RAL2 : Paille de riz ; RAL8 : Mélasse de canne à sucre ; RAL4 : Son de riz ; RAL5 : Son de maïs ; RAL7 : Coques de haricot ; RAL9 : Bagasse de pomme de cajou ; RAL6 : Coques d'arachide ; RAL11 : Peau de manioc ; RAL1 : Paille de maïs.

4.7 Résidus riches en plusieurs nutriments:

L'analyse des différents résidus agricoles a révélé que certains étaient riches en plusieurs nutriments. Les résidus les plus équilibrés étaient les rejets de transformation des amandes de noix de cajou (RAL10 : 39,43 % lipides, 31,37 % de glucides ; 23,80 % de protéines), le son gras d'arachide (RAL12 : 58,66 % de glucides ; 42,2 % de fibres ; 18,81 % de protéines ; 16,2 % de lipides), le tourteau de coton (RAL16 : 62,60 % de glucides ; 53,33 % de fibres ; 18,77 % de protéines) et le tourteau de karité (RAL14 : 52,02 % de glucides ; 22,6 % de lipides ; 15,68 % de protéines). Si certains résidus présentaient un profil plus équilibré, d'autres en revanche présentaient un profil moins équilibré. Ce sont la poudre de poisson (RAL13 : 55,62 % de protéines ; 19,57 % de cendres), la paille de riz (RAL2 : 35,3 % de fibres ; 19 % de cendres) et la paille d'arachide (RAL3 : 42,03 % de fibres ; 18,33 % de cendres).

4.8 Concentration centésimale des régimes alimentaires et du bloc multinutritionnel:

Quatre régimes alimentaires et un bloc multinutritionnel étaient formulés. La composition centésimale des quatre régimes alimentaires et du bloc multinutritionnel est présenté dans le tableau 1. Le régime 1 était

caractérisé par une forte incorporation des peaux de manioc (30 %) et du tourteau de coton (20 %). Il était complété par 15 % de bagasse de pomme de cajou et de coque d'arachide. La poudre de poisson était à un taux de 13 %. Le reste du régime alimentaire était constitué de poudre de coquillage (3 %) et de sel de cuisine (4 %). Les régimes 2 et 3 ont été formulés pour présenter des compositions identiques pour la majorité des composants. Le taux d'incorporation, pour ces deux régimes, de la bagasse de pomme de cajou était de 27 %, celui des rejets de transformation des amandes de cajou de 15 %, celui de coques d'arachide de 10 %, celui de la poudre de sang de 7 % et celui du son gras d'arachide de 5 %. Cependant, ces deux régimes se distinguaient par la nature du son et de la paille incorporée. Dans le régime 2 était intégré du son de maïs (15 %) et de la paille de maïs (18 %), tandis que, dans le régime 3 ces composants étaient substitués par du son de riz (15 %) et de la paille de riz (18 %). Le régime 4 était composé de bagasse de pomme de cajou (27 %), de paille d'arachide (20 %), de rejets de transformation des amandes de cajou (15 %), de coque de haricot (10 %), de tourteau de coton (10 %) et de tourteau de karité (10 %). La poudre de poisson et le sel de cuisine y étaient introduits



à des taux respectifs de 5 % et 3 %. Le bloc multinutritionnel était caractérisé par un taux d'incorporation de 27 % pour la bagasse de pomme de cajou. Il était composé également du son de maïs (10 %), du son de riz (10 %), de coque de haricot (10 %), du tourteau de karité (10 %) et de la poudre de poisson (10 %).

Contrairement aux régimes alimentaires, le bloc multinutritionnel contenait aussi de la mélasse de canne à sucre (5 %), d'argile (5 %) et du ciment (5 %). Le taux de sel de cuisine était de 5 % et celui de la poudre de coquillage de 3 %. Tous ces résultats sont consignés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition centésimale (%) des régimes alimentaires et du bloc multinutritionnel

Ingrédients	Régime 1	Régime 2	Régime 3	Régime 4	Bloc multinutritionnel
Peau de manioc	30	-	-	-	-
Bagasse pomme de cajou	15	27	27	27	27
Son de maïs	-	15	-	-	10
Son de riz	-	-	15	-	10
Son gras d'arachide	-	5	5	-	-
Rejet de transformation des amandes de cajou	-	15	15	15	-
Paille de maïs	-	18	-	-	-
Paille de riz	-	-	18	-	-
Paille d'arachide	-	-	-	20	-
Coque d'arachide	15	10	10	-	-
Coque de haricot	-	-	-	10	10
Tourteau de coton	20	-	-	10	-
Tourteau de karité	-	-	-	10	10
Poudre de poisson	13	-	-	5	10
Poudre de sang	-	7	7	-	-
Mélasse de canne à sucre	-	-	-	-	5
Poudre de coquillages	3	-	-	-	3
Argile	-	-	-	-	5
Ciment	-	-	-	-	5
Sels de cuisine	4	3	3	3	5

4.9 Composition chimique des différents régimes alimentaires : L'analyse physico-chimique révèle que tous les quatre régimes alimentaires constitués, renferment de faibles teneurs en eau. Ces teneurs sont de 7 % ; 5,8 % ; 5 % et 5,1 % respectivement pour le régime 1, le régime 2, le régime 3 et le régime 4. Tous les régimes alimentaires constitués étaient riches en éléments minéraux. Toutefois, leurs teneurs n'étaient pas identiques. Elles étaient respectivement dans l'ordre décroissant de 18,5 % , 17,8 % , 17,3 % et 13,1 % pour le régime 1, le régime 2, le régime 3 et le régime 4. A l'inverse, le régime 1 était le moins riche en lipides (2,5 %)

et les autres régimes avaient des teneurs en lipides qui n'étaient pas significativement différentes ($p > 0,05$). Les teneurs en lipides de ces trois régimes étaient respectivement de 7,4 % ; 7,5 % et 8,3 % pour le régime 2, le régime 3 et le régime 4. Les teneurs en fibres des différents régimes étaient élevées. En effet, ces teneurs étaient respectivement de 35 % ; 44 % ; 47,5 % et 50,25 % pour le régime 1, le régime 2, le régime 3 et le régime 4. Les teneurs en protéines contenues dans les différents régimes n'étaient pas statistiquement différents ($p > 0,05$). Elle était de 17,19 % pour le régime 1, de

16,49 % pour le régime 2, de 16,81 % pour le régime 3 et de 16,75 % pour le régime 4. Les valeurs énergétiques de ces quatre régimes alimentaires étaient élevées et étaient respectivement de 258,55 kcal ; 289,64 Kcal, 294,40 Kcal et 312,94 Kcal pour le régime 1, le régime 2, le régime 3 et le régime 4. Les glucides

étaient la composante majoritaire de tous ces régimes. Elle était de 54,82 % pour le régime 1, de 52,52 % pour le régime 2, de 53,4 % pour le régime 3 et de 56,75 % pour le régime 4. Ces différentes valeurs sont consignées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Composition chimique et valeur énergétique des régimes alimentaires formulés

Paramètre	Régime 1	Régime 2	Régime 3	Régime 4
Humidité (%)	7	5,8	5	5,1
Cendres (%)	18,5	17,8	17,3	13,1
Lipides (%)	2,5	7,4	7,5	8,3
Protéines (%)	17,19	16,49	16,81	16,75
Fibres (%)	35	44	47,5	50,25
Glucides (%)	54,82	52,52	53,4	56,75
Valeur énergétique (Kcal)	258,55	289,64	294,40	312,94

5 DISCUSSION

La poudre de coquillage présente la teneur la plus élevée (94,53 %) en minéraux parmi les résidus analysés. Cette forte minéralisation s'expliquerait par le fait que les mollusques utilisent les minéraux présents dans leur environnement pour construire leurs coquilles (Marin, 2009). L'utilisation de la poudre de coquillage pourrait être intéressante pour l'apport en calcium. Cependant, son emploi doit être prudent afin d'éviter tout déséquilibre minéral (Spears et Weiss, 2014). À cet effet, l'usage d'autres résidus riches en minéraux identifiés dans cette étude, tels que la paille d'arachide, la paille de riz et la poudre de poisson, pourrait compenser l'utilisation prudente de la poudre de coquillage. Dans tous les cas, Kabir *et al.* (2025) ont rapporté que l'incorporation de poudres de coquillages comme source minérale alternative dans les régimes de tilapia du Nil améliore considérablement la performance de croissance, l'efficacité alimentaire, la composition immédiate de tout le corps, la biochimie sanguine et l'histomorphologie de l'intestin moyen et du foie. La caractérisation lipidique des résidus analysés révèle des teneurs supérieures aux valeurs classiques des fourrages pour ruminants, généralement comprises entre 1 et 4

% de matière sèche (Van Soest, 2014). Les rejets de transformation des amandes de noix de cajou (39,43 %) et le tourteau de karité (22,6 %) ont présentés les teneurs élevées en lipides. Des études ont présenté des teneurs en lipides variant de 35,8 à 50,9 % pour les farines de noix de cajou et 6,25 à 36,50 % pour le tourteau de noix de karité (Abdul-Mumeen *et al.*, 2013 ; Heuzé *et al.*, 2013). Le potentiel énergétique de ces résidus montre qu'ils peuvent être utilisés comme complément alternatif aux fourrages de faible qualité pour les agneaux (Costa *et al.*, 2021). Cette richesse lipidique est également observée pour le son gras d'arachide (16,2 %) et le tourteau de coton (8,93 %). Saito *et al.* (2016) ont rapporté une teneur de 27,3 % dans la peau d'arachide. Cette valeur de 27,3 % est significativement supérieur ($p < 0,05$) à la valeur de la présente étude. Cavalcanti *et al.* (2025) ont rapporté une teneur en extrait éthéré (8,87 %) dans le tourteau de coton similaire ($p > 0,05$) à celle trouvée dans notre étude. Cependant, Heuzé *et al.* (2016) ont rapporté une teneur en lipides (2,9 %) dans le tourteau de coton ce qui est significativement inférieure ($p < 0,05$) à la valeur que nous avons obtenue. Ces variations restent tributaires des procédés de transformation (Saito *et al.*, 2016). Par ailleurs, la poudre de poisson étudié

contenait une teneur en lipides de $14,63 \pm 0,06$ %. Olivari (1933) a rapporté une teneur en matières grasses (2,32 %) dans la poudre de poisson significativement inférieure ($p < 0,001$) dans la poudre de poisson maquereau. Le tri, autant que possible, des poissons par espèce pourrait expliquer la production de poudres avec des concentrations d'huile variées. Malgré l'intérêt nutritionnel de ces résidus, leur incorporation doit respecter des seuils critiques afin de préserver l'équilibre ruminal. L'utilisation des rejets de transformation des amandes de noix cajou au-delà de 7 % de la ration mixte peut réduire la digestibilité des fibres chez les ruminants (Costa *et al.*, 2021). L'usage du tourteau de karité et du son gras d'arachide reste limité par la présence de facteurs antinutritionnels tels que les saponines, les tanins ou la théobromine (Annongu *et al.*, 1996 ; Atuahene *et al.*, 1998 ; Oddoye *et al.*, 2012). Tout comme les autres animaux, les ruminants ne peuvent pas synthétiser les acides gras essentiels. Ils doivent être apportés par la ration alimentaire (Nutrient Requirements of Dairy, 2001). Ajouter à cela, le phénomène de la biohydrogenation dans le rumen des ruminants qui conduit à l'augmentation des acides gras saturés arrivant dans l'intestin (Remy, 2023), la quantité d'acides gras essentiels de la ration devrait être plus importante pour combler les besoins. L'analyse donc de la composition en acides gras des résidus agricoles hautement lipidiques est donc une étape importante pour une utilisation plus efficiente des différents résidus à notre disposition dans la bonne formulation de régime alimentaire pour ruminants. Aussi, la présence d'acides gras à effets toxiques devrait nous permettre de limiter l'incorporation d'un résidu donné dans la formulation des rations pour ruminants. Les rejets de transformation des amandes de cajou se distinguent par une prédominance d'acides gras insaturés, notamment l'acide cis-vaccénique et l'acide linoléique. L'acide cis-vaccénique aurait un rôle potentiel dans la signalisation cellulaire et la régulation métabolique (BenchChem, 2025). Ceci montre son importance en alimentation

animale. L'acide linoléique trouve son importance nutritionnelle dans le fait qu'il est le précurseur de l'acide linoléique conjugué, un composé aux vertus anticancérogènes : sa présence dans le lait et la viande des ruminants (Grünari, 2000) serait donc bénéfique pour l'humain. La présence de l'acide palmitique et de l'acide stéarique dans ces rejets, deux acides gras peu hypercholestérolémiant, pourrait en faire un moyen d'améliorer la qualité du lait chez les ruminants (Palmquist, 2006 ; Douglas *et al.*, 2007). Le cardanol (lipides phénoliques) à des effets antioxydantes avérés. Plusieurs études ont rapporté que les composés phénoliques présentent une excellente activité antioxydante (Rice-Evans *et al.*, 1996 ; Liu et Wang, 2000). En parallèle, d'autres sources comme le son gras d'arachide, les tourteaux de coton et de karité, ou encore la poudre de poisson riches en acide myristique et cis-7-hexadécénoïque aux rôles cellulaires et anti-inflammatoires (Rioux et Legrand, 2001 ; Astudillo *et al.*, 2018), constituent des atouts pour combler les besoins nutritionnels des ruminants. L'analyse protéique révèle que la poudre de sang présente la teneur la plus élevée en protéines (82,07 %). Luthada-Raswiswi *et al.* (2021) ont confirmé une forte teneur en protéines brutes (80 %) dans les échantillons de poudre de sang. A l'inverse, la poudre de poisson a révélé une teneur en protéine de 55,62 %, une valeur légèrement inférieure aux 60 à 68 % observée par Heuzé *et al.* (2015). Ces variations s'expliquent par la variabilité des espèces et des technologies de transformation. Concernant les ressources végétales, les rejets de transformation des amandes de noix de cajou (23,8 %) présentent une teneur similaire ($p > 0,05$) aux 22,6 % rapportés par Heuzé *et al.* (2013). Le tourteau de coton, avec 18,77 % de protéines, est significativement inférieure ($p < 0,05$) à la fourchette de 30 à 50 % rapportés par Heuzé *et al.* (2019). Cela s'expliquerait par différentes méthodes d'extraction de l'huile de coton. Ce qui engendre une grande variété de poudres de graines de coton qui diffèrent par leur teneur en protéines. Quant au tourteau de karité, une



teneur en protéines de 15,68 % est obtenue dans notre étude. Abdul-Mumeen *et al.* (2013) ont rapporté une teneur en protéines variant de 10,37 à 14,99 % dans le tourteau de noix de karité. La variation des teneurs en protéines relatives pourrait s'expliquer par les différentes étapes de traitements que sont le séchage au soleil, la précuisson à l'eau, la friture à sec et l'ébullition pour écumer l'huile. Ces différentes ressources peuvent être intégrées dans l'alimentation des ruminants. Selon Storm et Ørskov (1983), la dégradation de ces protéines en peptides et ammoniac par les microorganismes fournit 50 à 80 % des protéines absorbables nécessaires à l'optimisation des performances zootechniques. Néanmoins, l'incorporation du tourteau de coton dans l'alimentation des ruminants doit être limitée à cause de la présence du gossypol. Le tourteau de coton présente une teneur en fibres élevée (53,33 %). Selon Grahovac *et al.* (2025), la teneur en fibres des graines oléagineuses peut atteindre 66 %. Diaw (2010) a rapporté une teneur en fibres de 30 % dans le tourteau de coton non décortiqué et une teneur proche de 15 % dans les tourteaux de coton déshuilés au solvant et les tourteaux de coton décortiqués. Ces fortes variations pourraient s'expliquer par le processus d'extraction de l'huile. Concernant les coques d'arachides, la teneur de 50,46 % est en adéquation avec les résultats de Heuze *et al.* (2017a) qui a rapporté une teneur en fibres variant de 43,9 à 80,5 %. Ces variations pourraient s'expliquer par la variété de l'arachide, le stade de maturité à la récolte et les conditions pédoclimatiques. Par ailleurs, le son gras d'arachide a révélé une teneur en fibres de 42,2 % dans la présente étude. Ce résultat est en accord avec les résultats de Heuze *et al.* (2017b). Ces auteurs ont rapporté des teneurs en fibres comprise entre 15 et 45 % dans les peaux d'arachide. Ces variations seraient liées à la maturité des graines, à la variété ainsi qu'au processus de blanchiment. Quant aux pailles (maïs, riz, arachide), leurs teneurs (31,8 %, 35,3 % et 42,03 % respectivement) sont conformes aux données de Heuze *et al.* (2021) qui a rapporté une teneur en fibres des pailles de céréales et de graminées

variant de 20,1 à 54,6 %, tandis que celles des légumineuses varient de 13 à 55,3 %. Le rapport feuilles/tiges, affecté par des conditions de récoltes différentes, pourrait expliquer la variation de la teneur en fibres de ces résidus. Le son de riz, avec 29,53 % de fibres, est en adéquation avec les travaux de Heuzé et Tran (2015) qui a observé une teneur en fibres variant de 20,3 à 41,3 %. Ces variations s'expliqueraient par des mélanges de sous-produits obtenus à différentes étapes du processus de mouture du riz, entraînant de grandes variations de compositions chimiques. Dans la présente étude, les coques de haricot ont révélé une teneur en fibres de 28,3 %. Cependant, Heuzé *et al.* (2015), ont rapporté une teneur en fibres de 38 à 45 % de matière sèche dans la paille de haricot (gousses et tiges séchées). Ces teneurs en fibres sont significativement supérieures ($p < 0,05$) à la teneur en fibres de la présente étude. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la présente étude a déterminé la teneur en fibres des coques de haricot alors que ces auteurs ont déterminé la teneur en fibres de la paille de haricot (gousses et tiges). Quant au son de maïs, il a présenté une teneur en fibres de 19,5 % dans la présente étude. Heuzé *et al.* (2016) ont rapporté une teneur en fibre qui varie de 5 à 20 %. Ces variations pourraient s'expliquer par la variété du maïs et des performances des unités de transformations du maïs. Au vu de ces différents résultats, ces résidus riches en fibres peuvent être incorporés dans l'alimentation des ruminants. En effet, la fermentation microbienne des fibres dans le rumen les convertit en acides gras volatils et en protéines microbiennes, fournissant ainsi la source principale d'énergie et de nutriments à l'hôte (Kansagara *et al.*, 2022). Néanmoins, l'incorporation de certaines de ces ressources, comme le tourteau de coton ou les peaux d'arachide, reste limitée par la présence de facteurs antinutritionnels. Les teneurs en glucides du tourteau de karité (52,02 %), du son gras d'arachide (58,66 %), de la paille d'arachide (61,71 %), du tourteau de coton (62,6 %), de la paille de riz (69,29 %), de la mélasse de canne à sucre (69,59 %), du son de riz (71,92 %), du son



de maïs (75,45), des coques de haricot (77,04 %), de la bagasse de pomme de cajou (79,7 %), des coques d'arachide (80,12 %), des peaux de manioc (82,91 %) et de la paille de maïs (85,48 %) sont élevées parce qu'ils proviennent de végétaux. Middelbos et Fahey (2008) ont montré que les coques issues des légumineuses sont riches en fibres alimentaires insolubles. Orororo *et al.* (2024) ont obtenu dans les épluchures de manioc, une teneur en glucides de 46,7 %, laquelle est significativement inférieure ($p < 0,05$) à celle de notre étude. Les différences de teneurs observées dans les épluchures de manioc peuvent être attribuées à la disponibilité de nombreuses variantes de manioc et à la manière dont les pelures ont été traitées avant leur analyse. Tonukari *et al.* (2023) ont évalué les épluchures de manioc comme aliment pour animaux. En effet, les épluchures de manioc ne présentent aucun danger pour l'alimentation des ruminants lorsqu'elles sont correctement détoxifiées par trempage et séchage (Olaafa et Mensah, 2006 ; Adegbeghinbe *et al.*, 2021). Les résidus de cultures mentionnés précédemment, avec des teneurs élevées en glucides, peuvent être intégrés dans l'alimentation des ruminants. L'analyse des résidus agricoles a permis de savoir que les rejets de transformation des amandes de noix de cajou, le son gras d'arachide, le tourteau de karité, la poudre de poisson, la paille de riz et la paille d'arachide sont riches en plusieurs nutriments. L'utilisation de ces résidus agricoles permettra de créer des rations équilibrées à moindre coût. Lors de la formulation, les résidus riches en glucides ont constitué la base des régimes alimentaires et du bloc multinutritionnel. En effet, l'une des fonctions des glucides est avant tout d'être un carburant énergétique majeur utilisable rapidement. De ce fait, ils sont nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme (Gaudichon, 2019). Les résidus riches en protéines y sont ajoutés en tenant compte de leurs origines (animales ou végétales) afin de créer un profil d'acides aminés plus complet et mieux équilibré. En effet, les sources

protéiques d'origine végétale sont certes plus disponibles, mais leur biodisponibilité est réduite par rapport aux sources protéiques d'origine animale (Lecerf, 2019). En revanche, les sources protéiques d'origine animale coûtent plus chères. En les associant, de manière raisonnable, on diminue le coût de l'alimentation tout en atteignant les besoins protéiques de l'animale. Les résidus riches en lipides sont ajoutés afin d'augmenter la valeur calorifique de l'alimentation et aussi satisfaire les besoins en acides gras essentiels. Enfin, l'apport en minéraux est assuré par l'incorporation de résidus riches en minéraux afin d'apporter les nutriments nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme (Dany, 2001). Le taux d'incorporation de chaque constituant est déterminé selon sa composition chimique, la présence de facteurs antinutritionnels et de sa disponibilité. Le bloc multinutritionnel se distingue des régimes alimentaires par l'ajout de la mélasse de canne à sucre afin d'améliorer l'appétibilité. L'argile et le ciment sont utilisés comme agent liant dans les aliments (Duval, 1993). L'analyse de la composition chimique des quatre régimes alimentaires révèle que la teneur en protéines varie peu entre ces régimes (16,5 % à 17,2 %). Ce qui pourrait permettre d'isoler l'effet des autres nutriments lors des évaluations nutritionnelles. Les faibles taux d'humidité (5 % à 7 %) garantissent une bonne stabilité et conservation des aliments. La teneur en fibre des différents régimes varie, passant de 35 % (régime 1) à 50,25 % (régime 4). Cette variation croissante induit une décroissance du taux de cendres (18,5 % à 13,1 %). Cependant, malgré des teneurs en fibres croissantes dans les régimes alimentaires, la valeur énergétique croît de 258,55 à 312,94 Kcal. Cette forte densité calorifique est liée à la teneur en lipides qui triple entre le régime 1 (2,5 %) et le régime 4 (8,3 %). En somme, ces quatre régimes présentent un gradient d'ingestion de fibres et d'énergie différent. Ce qui est adapté à l'évaluation des performances zootechniques des ovins et caprins.



6 CONCLUSION

Au vu des résultats obtenus, certains résidus agricoles de la région du Poro sont riches en fibres et en éléments minéraux (paille de riz et paille d'arachide), tandis que d'autres se distinguent par leurs teneurs élevées en lipides et en protéines (rejets de transformation des amandes de noix de cajou, tourteau de karité et son gras d'arachide). Enfin, certains sous-produits s'avèrent riches à la fois en glucides et

en protéines (rejets de transformation des amandes de noix de cajou et son gras d'arachide). L'utilisation de ces ressources a permis de formuler quatre régimes alimentaires et un bloc multinationnel pour les ruminants. Toutefois, l'impact de la consommation de ces régimes alimentaires et bloc multinationnel sur les performances zootechniques des ovins et caprins doit être évalué.

7 RÉFÉRENCES

- Missohou A., Nahimana G., Ayssiwe S. B., Sembene M., 2016. . Goat breeding in West Africa: A review [in French]. Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., 69 (1) : 3-18.
- MIRAH, 2022. « Politique nationale de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture (PONADEPA 2022-2026) », République de Côte d'Ivoire : <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ivc209419.pdf>
- Kouassi A.F., Koffi K.J., N'goran K.S.B., Ipou I.J. 2014 ; « Potentiel de production fourragère d'une zone pâturée menacée de destruction : cas du cordon littoral Port-Bouët et Grand-Bassam » *Journal of Applied Biosciences*, 82(1) : 7403-7410.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed, Washington DC, USA.
- Bertrand G., Thomas P. 1910. Guide pour les manipulations de Chimie Biologie. Dunod, Paris.
- Osborne D.R., Voogt P. 1978. The Analysis of Nutrients in Foods. Academic Press, London, 160-239.
- Marin F. 2009. Biominéralisation de la coquille des mollusques : origine, évolution, formation ». Mémoire présenté par Frédéric MARIN pour l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR), 257p. https://biogeosciences.ube.fr/documents/theses/2009_hdr_marin.pdf.
- Spears J. W., Weiss W. P. 2014. « Invited review: mineral and vitamin nutrition in ruminants ». *The Professional Animal Scientist*, 30(2): 180-191.
- Kabir M.A., Hussain M.A., Nandi S.K., Saha D., Begum A., Khatun S., Iqbal M.M., Kari Z.A., Eissa E.S.H., Raza M.A., Tahiluddin A.B., Azra M.N., Doan H.V. 2025. « The possibility of molluscan shell powders as organic mineral sources in Nile tilapia diets: Effects on growth and health status, body physiology and economic performance ». *Aquaculture Reports*, vol.45, 2025.
- Van Soest P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd Edition, Cornell University Press, Ithaca, 476.
- Abdul-Mumeen I., Zakpaa H. D., Mills-Robertson F. C. 2013. « Biochemical and microbiological analysis of shea nut cake : A waste product from shea butter processing ». *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*, 5(4): 61-68.
- Heuzé C., Tran G., Hassoun P., D. Bastianelli D. Lebas F. 2017. « Noix de cajou (*Anacardium occidentale*) et sous-produits » : <https://www.feedipedia.org/node/56>
- Costa J.B., Rogério M.C.P., Carneiro M.S.S., Muniz L.C., Brasil E.P., Araújo A.R., R. Fontenele R.M., Batista N.J.M. 2021. « Cashew nut meal as feed supplement for lambs », *Animal*, 15(7) : 2021.
- Saito C., Asano S., Kato C., Kobayashi S., Musha A., Kuribayashi H., Moriguchi S., Seto Y., Kawashima T., Kobayashi M., Ishizaki S., Kajikawa H. 2016. « Nutritional values and antioxidative activities of whole peanuts and peanut



- skins for ruminant feeds ». *Animal Science Journal*, 87(1):54-60.
- Cavalcanti H.S., Oliveira J.S.D., Perazzo A.F., Ramos J.P.D.F., Macêdo A.J.D.S., Justino E.D.S., Silva E.D.S.D., Gomes P.G.B., Santana L.P., Pereira A.L., Santos F.N.D.S., D. d. J. Ferreira D.D.J., Zanine A.D.M., Santos E. M. 2025. « Cottonseed cake as a feed supplement: effects on nutrient intake, digestibility, performance, nitrogen balance, and ruminal profile of lambs fed sugarcane silage-based diets ». *Fermentation*, 11(6): 2025.
- Heuzé V., Tran G., Rouillé B. 2016. « Tourteau de coton » : https://lescoproducts.fr/wp-content/uploads/2023/02/Tourteau-de-coton_2016.pdf
- Olivari C. 1933. « La farine de poisson », Revue des Travaux de l'Office des Pêches Maritimes, 6(4), p. 24.
- Annongu A.A., Termeulen U., Atteh J.O., Apata D. F. 1996. « Response of broilers to dietary treated and untreated shea butter cake supplemented with molasses ». *Landbauforschung Volkenrode, Sonderheft*, vol.169, pp. 295-300.
- Atuahene C.C, Donkoh A., Asante F. 1998. « Value of sheanut cake as a dietary ingredient for broiler chicken ». *Animal Feed Science Technology*, 72: 33-142.
- Oddoye E.O.K., Alemawor F., Agyente-Badu K., Dzogbefia V. P. 2012. « Proximate analysis of shea nut kernel cake/meal samples from industry and cottage industry and some methods of removal of anti-nutritional factors ». *International Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 1(9): 239-242.
- NRC. 2001. « Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition », The National Academies Press.
- Remy C. 2023. « Étude de la biohydrogenation des acides gras alimentaires par le microbiote ruminal ». École vétérinaire de Toulouse. Thèse de Médecine vétérinaire et santé animale, 2023.
- BenchChem T. S. T. 2025. « A comparative analysis of dietary cis-vaccenic acid from ruminant sources : a guide for researchers »:
- Griinari J.M., Corl B.A., Lacy S.H., Chouinard P.Y., Nurmela K. V., Bauman D. E. 2000. « Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta (9)-desaturase ». *The Journal of nutrition*, 130(9): 2285-2291.
- Palmquist D.L. 2006. Milk Fat: Origin of Fatty Acids and Influence of Nutritional Factors Thereon, In: P. F. Fox and P. L. H. McSweeney (eds.), *Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids*, Springer, Boston.
- Douglas G. N., Rehage J., Beaulieu A.D., Bahaa A.O., Drackley J. K. 2007. « Prepartum nutrition alters fatty acid composition in plasma, adipose tissue, and liver lipids of periparturient dairy cows ». *Journal Dairy Science*, 90: 2941-2959.
- Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G. 1996. « Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids ». *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7): 933-956.
- Ng T. B., Liu F., Wang Z.T. 2000. « Antioxidative activity of natural products from plants ». *Life Sciences*, 66(8): 709-723.
- Rioux V., Legrand P. 2001. « Metabolism and the functions of myristic acid ». OCL - Oilseeds and fats. *Crops and Lipids*, 8: 161-166.
- Astudillo A.M., Meana C., Guijas C., Pereira L., Lebrero P., Balboa M.A., Balsinde J. 2018. « Occurrence and biological activity of palmitoleic acid isomers in phagocytic cells ». *Journal of lipid research*, 59(2): 237-249.
- Luthada-Raswiswi R., Mukaratirwa S., O'Brien G. 2015. « Animal protein sources as a substitute for fishmeal in aquaculture diets: a systematic review and meta-analysis ». *Applied sciences*, vol. 11, 2021.



- Heuzé V., Tran G., Kaushik S. 2015. « Farine de poisson », 2015 : <https://feedipedia.org/node/208>
- Heuzé C., Tran G., Hassoun P., Bastianelli D., Lebas F. 2019. « Farine de graines de coton », 2019. <https://www.feedipedia.org/node/550>
- Storm E., Ørskov E. R. 1983. « The nutritive value of rumen micro-organisms in ruminants: 1. Large-scale isolation and chemical composition of rumen micro-organisms ». *British Journal of Nutrition*, 50(2): 463–470.
- Grahovac N., Aleksić M., Trajkovska B., Marjanović J.A., Nakov G. 2025. « Extraction and Valorization of Oilseed Cakes for Value-Added Food Components - A Review for a Sustainable Foodstuff Production in a Case Process Approach ». *Foods*, 14(13).
- Diaw M. T. 2010. « Valorisation des co-produits de la graine de coton exempte de glandes à gossypol en production de poulets au Sénégal ». Thèse de doctorat : Université de Liège, 2010.
- Heuzé C., Thiollot H., Tran G., Édouard N., Bastianelli D., Lebas F. 2017. « Coques d'arachide »: <https://www.feedipedia.org/node/696>
- Heuzé C., Thiollot H., Tran G., Lebas F. 2017. « Peaux d'arachide »: <https://www.feedipedia.org/node/697>
- Heuzé C., Tran G., Nozière P., Sauviant D., Lebas F. 2021. « Pailles »: <https://www.feedipedia.org/node/60>
- Heuzé V., Tran G. 2015. « Son de riz et autres sous-produits du riz »: <https://www.feedipedia.org/node/750>
- Heuzé V., Tran G., Nozière P., Lebas F. 2015. « Haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) »: <https://www.feedipedia.org/node/266>
- Heuzé C., Tran G., Sauviant D., Lebas F. 2016. « Aliments à base de son de maïs et de maïs hominy »: <https://www.feedipedia.org/node/712>
- Kansagara Y.K., Savsani H.H., Chavda M.R., Chavda J.A., Belim S.Y., Makwana K. R., Kansagar B. K. 2022. « Rumen Microbiota and Nutrient Metabolism: A Review », *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika*, 37(4): 320-327.
- Middelbos I. S., Fahey G. C. 2008. « Soybean Carbohydrates », In : A. J. Lawrence, J. W. Pamela et G. Richard (eds.), *Soybeans*, AOCS Press, 269-296.
- Orororo O.C., Tonukari N.J., Avwioroko O.J., Ezedom T. 2014. « Effect of supplementation of animal feed with dried cassava (*Manihot esculenta*) peels, and stems of *Vernonia amygdalina* and *Pennisetum purpureum* on some biochemical parameters in pigs ». *NISEB Journal*, 14(4): 177-183.
- N. J. Tonukari N. J., A. A. Anigboro A. A., O. J. Avwioroko O. J., E. O. Egbune E. O., T. Ezedom T., A. I. Ajoh A. I., U. Edema U., I. Orhonigbe I., A. Apiamu A. and E. Aganbi E. 2023. « Biochemical properties and biotechnological applications of cassava peels ». *Biotechnology and Molecular Biology Reviews*, 14(1):1-8.
- Olaafa M., Mensah G. 2006. « Complémentation alimentaire des petits ruminants avec des épluchures de racine de manioc séchées ». *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 2 : 22-31.
- Adegbekingbe K.T., Faparusi F., Adeleke B. S. 2021. « Bioethanol production from cassava peels inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* and *Zymomonas mobilis* ». *Journal of Advances in Microbiology*, 21(9) : 58-67.
- Gaudichon C.C. 2019. « Protéines animales et végétales : quelle biodisponibilité », Journées Francophones de Nutrition, Rennes, France.
- Lecerf J-M. 2019. « L'équilibre des protéines végétales et des protéines animales », *Pratiques en Nutrition : santé et alimentation*, 15 : 31-34.



Dany C-M. 2001. « Minéraux majeurs », MAPAQ/Direction des services technologiques.

Duval J. 1993. « Utilisation de la bentonite et autres argiles en alimentation animale », *Ecological Agritural Projects Publications*, 1993.

<http://www.eap.mcgill.ca/agrobio/ab37003.htm#L'ingestion%20d'argile:%20un%20ph%C3%A9nom%C3%A8ne%20naturel>