



**HAL**  
open science

## Digestion statique *in vitro* des alkylglycérols sous forme pure ou diacylée en matrice lait

Francisca Ngenda Kabombo, Frédérique F. Pédrono

► **To cite this version:**

Francisca Ngenda Kabombo, Frédérique F. Pédrono. Digestion statique *in vitro* des alkylglycérols sous forme pure ou diacylée en matrice lait. Alimentation et Nutrition. 2022. hal-03711436

**HAL Id: hal-03711436**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03711436>**

Submitted on 1 Jul 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

**Master 1**  
**Mention Biologie Santé**

Mémoire  
**Stage d'introduction à la recherche**  
**Réussir son insertion professionnelle**

*Digestion statique in vitro des alkylglycérols sous forme pure ou  
diacylée en matrice lait*

**NGENDA KABOMBO Francisca**

**Parcours du M1 : Nutrition en Santé**

**Tuteur de stage : PEDRONO Frédérique**, Maître de conférences en biochimie,  
Département Production animale, Agroalimentaire, Nutrition, Institut Agro Rennes-  
Angers

**Equipe d'accueil : Bioactivité et Nutrition, INRAE UMR STLO, Rennes**

## Remerciements

Je tiens à remercier l'INRAE Centre Bretagne-Normandie pour m'avoir permis de passer mon stage dans ses laboratoires de recherche situés à Rennes. Je remercie l'UMR STLO Rennes, particulièrement l'équipe Bioactivité et Nutrition pour m'avoir accueillie et accompagnée durant toute la période de stage. Enfin, j'exprime ma gratitude envers mon tuteur de stage, Madame Frédérique PEDRONO, pour la formation reçue sous sa supervision.

## Table des matières

<b>Remerciements</b> .....	1
Résumé .....	1
1. Introduction .....	1
2. Matériels et méthodes .....	3
2.1. Produits chimiques, réactifs et petits matériels .....	3
2.2. Digestion statique <i>in vitro</i> .....	3
2.3. Extraction des lipides totaux .....	3
2.4. Chromatographie sur couche mince .....	4
2.5. Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse .....	4
2.5.1. Profils des alkylglycérols .....	4
2.5.2. Profils des acides gras .....	4
2.6. Analyse statistique .....	5
3. Résultats .....	5
3.1. Caractérisation des repas .....	5
3.2. Effet du pH .....	6
3.3. Effet des enzymes de digestion .....	7
4. Discussions .....	8
5. Conclusion .....	9
Références .....	9

## Résumé

Les alkylglycérols (AKG) correspondent à la structure de base des étherlipides, avec une liaison éther en position *sn*-1 à la place d'une liaison ester classique. Ils sont connus pour leurs multiples effets physiologiques mais peu dans le cadre de la lactation alors qu'ils sont présents dans le lait maternel. Pour étudier les AKG, la forme de l'apport alimentaire doit être optimisée pour une meilleure biodisponibilité. Plusieurs études ont étudié l'effet catalytique des enzymes de digestion sur les AKG mais les résultats sont controversés. Le présent travail porte sur la digestion *in vitro* du lait enrichi en AKG selon le protocole standardisé d'Infogest. Au cours de la digestion, plusieurs espèces lipidiques sont identifiées par CCM suite à l'impureté des échantillons de départ. Par GC-MS, les espèces d'AKG identifiées semblent non hydrolysées ni par le pH 3 de la phase gastrique, ni par les enzymes de digestion car leurs concentrations moyennes à G0, G60, G120, I60 et I120 présentent des différences non significatives. Toutefois, en phase intestinale, une tendance à la diminution des concentrations totales d'AKG est observée. En conclusion, d'autres essais doivent être réalisés pour augmenter l'échantillonnage et vérifier la tendance observée. Par la suite, les AKG seront apportés sous la forme diacylée afin de choisir la meilleure forme d'apport en AKG pour une digestibilité optimale.

### 1. Introduction

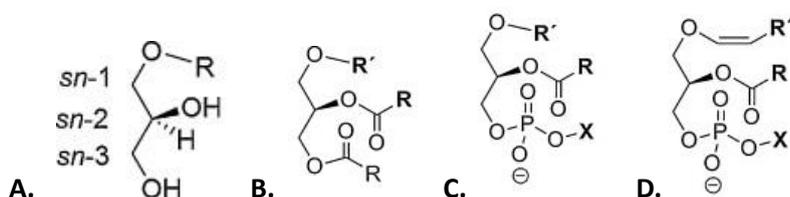
La santé est liée à la consommation alimentaire et la digestion des aliments en est un déterminant essentiel. L'étude de la bioaccessibilité et de la biodisponibilité des nutriments des aliments est un facteur clé pour la nutrition et une meilleure santé (2,4). C'est dans la thématique «étude des nutriments du lait» de l'équipe «Bioactivité et Nutrition» de l'UMR STLO que s'inscrit ce travail qui étudie les AKG du lait maternel.

Les AKG sont des étherlipides possédant une liaison éther en position *sn*-1 (Figure n°1) et sont majoritaires dans l'huile de foie de requin, jusqu'à 80% dans les lipides totaux (3,9,17,15). Dans la nature, ils sont soit sous forme d'un groupement *O*-alkyle attaché au glycérol en position *sn*-1, soit sous forme diacylée avec deux acyles gras en position *sn*-2 et *sn*-3 (les 1-*O*-alkyl-2,3-diacyl-*sn*-glycérols), soit sous forme phospholipidique avec un acide gras en position *sn*-2 et une tête polaire liée au phosphodiester (l'éthanolamine ou de la choline pour les plus abondants) en position *sn*-3 (Figure 1) (9).

Chez le mammifère, la biosynthèse *de novo* des étherlipides prend place dans le peroxysome par liaison d'un alcool gras avec le dihydroxyacétone phosphate (DHAP), formant ainsi l'alkyl-DHAP, précurseur de dérivés étherlipidiques (15). Elle peut aussi avoir lieu lorsque les AKG sont apportés dans l'alimentation. Dans ce cas, ils intègrent le métabolisme des étherlipides après phosphorylation du glycérol en *sn*-3.

Les AKG étudiés lors de suppléments alimentaires montrent de multiples effets biologiques. Ils activent le système immunitaire, participent à la différenciation cellulaire, inhibent la croissance tumorale, stimulent l'hématopoïèse et améliorent la motilité des spermatozoïdes (3,13). Administrés par voie orale, ils échappent en partie à l'action des enzymes digestives. En effet, après absorption, ils se retrouvent sous forme

d'AKG, ou d'AKG estérifiés par des acides gras afin de former des AKG diacylés, ou encore hydrolysés avec libération de la chaîne alkyle sous forme d'acide gras (1). D'autres travaux beaucoup plus récents montrent que dans un système de délivrance à base de lipides (LDS), les AKG diacylés sont beaucoup moins digestibles que les triacylglycérols (TAG) du fait que les enzymes pancréatiques les hydrolysent différemment des TAG et pendant un temps beaucoup plus long : leur hydrolyse libère les AKG monoacylés comme produit lipidique principal, suivi des AKG (3,5,6). Néanmoins dans ces études, certains biais expérimentaux (pas de phase gastrique, huile complexe...) ne permettent pas de conclure sur la digestion des AKG purs. A ce jour, seule l'alkylglycérol monoxygénase cellulaire est connue pour son action catalytique effective sur l'hydrolyse de la liaison éther des AKG (16). Le gène de cette enzyme est identifié chez divers poissons et mammifères y compris l'Homme (12).



**Figure n°1.** A. Structure biochimique d'AKG pur. B. Structure biochimique d'AKG diacylé. C. Structure biochimique de plasmanyl-phospholipide. D. Structure biochimique de plasmalogène.

Les AKG, qui font l'objet d'un plus vaste projet sur la lactation dans l'équipe, peuvent être apportés sous différentes formes : huile d'AKG purs ou huile d'AKG diacylés. Selon la forme d'apport, la bioaccessibilité ainsi que la biodisponibilité des AKG peuvent être modifiées, et par conséquent les effets biologiques observés également. Afin de trouver la meilleure forme d'apport alimentaire, différentes huiles d'AKG sont soumises à des tests de digestion selon les protocoles internationaux. Seuls les résultats sur une huile d'AKG purs sont présentés dans le rapport.

L'objectif de cette étude est de savoir si le pH gastrique et les enzymes de digestion coupent les liaisons éthers en position *sn-1* des AKG. En effet, les lipases sont connues pour hydrolyser la liaison ester des lipides neutres acylés en position *sn-1* et *sn-3*, alors que les études sur les étherlipides, particulièrement sur les AKG restent anciennes ou moins bien décrites par rapport à ceux des glycérides (14). Pour ce faire, une digestion gastro-intestinale *in vitro* en modèle statique des AKG dans une matrice lait a été réalisée selon le protocole standard COST Action Infogest (11). Les espèces lipidiques ont ensuite été caractérisées par chromatographie sur couche mince (CCM) et les profils d'AKG et d'acides gras ont été réalisés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS).

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Produits chimiques, réactifs et petits matériels

Les AKG purs sont fournis par Polaris (Quimper, France). Le lait écrémé 0% de matière grasse provient de Agrilait (Rennes, France). L'extrait gastrique de lapin est de Lipolytech (Marseille, France). Le chloroforme, le méthanol, l'hexane, le diéthyl éther et le pentane sont de Carlo Erba Reagents S.A.S (Val de Reuil, France). Le chlorure de sodium est de VWR Chemicals (Rosny-sous-Bois, France). Les standards de lipides sont de Larodan (Paris, France).

La pepsine porcine, la bile bovine, la pancréatine porcine, les réactifs lipochimiques, les filtres 1PS et les plaques de silice sont de Sigma-Aldrich (Saint-Quentin Fallavier, France).

### 2.2. Digestion statique *in vitro*

Le protocole utilisé pour la digestion statique *in vitro* est le protocole standardisé du consensus international développé par le réseau COST Action Infogest (11), avec quelques modifications pour l'optimisation des résultats. Seules les phases gastrique et intestinale sont prises en compte dans ce travail.

Le repas de 5mL est constitué de 4,770 mL de lait écrémé et 230  $\mu$ L d'huile d'AKG pour une concentration en lipides de 40 mg/mL. L'huile d'AKG est émulsionnée dans le lait écrémé avec un «Ultra-Turrax® IKA-Werke» pendant 1 min et 30 sec et l'émulsion obtenue est incubée à 37 °C sous agitation magnétique. Le repas est ensuite dilué avec 4 mL de fluide gastrique simulé (SGF) et le pH est ajusté à 3. La digestion gastrique démarre à l'ajout de la pepsine et du RGE (activité lipasique de 2 000 U/mL pour un volume final de 10 mL). Au bout de deux heures, la phase gastrique est diluée avec 4,25 mL de fluide intestinal simulé (SIF) et le pH est ajusté à 7. L'activité enzymatique de la phase intestinale débute par l'ajout de Bile (10 mmol/L) et de pancréatine (activité lipasique de 623 U/mL pour un volume final de 20 mL). La digestion dure deux heures à chaque phase. Des prélèvements d'échantillons sont réalisés au cours de la phase gastrique (G0, G60 et G120) et intestinale (I60 et I120). Pour chacun d'eux, l'activité enzymatique est arrêtée dans la glace, avec une solution d'acide boronique. Le profil lipidique des échantillons de digestion est ensuite déterminé. La matrice lait, le repas de lait enrichi en huile d'AKG et les blancs (échantillons de digestion sans repas) sont également caractérisés.

### 2.3. Extraction des lipides totaux

Les lipides totaux sont extraits par la méthode de Folch pour l'identification de leurs espèces (7). Brièvement, les échantillons sont extraits avec 10 mL de chloroforme : méthanol 2 : 1 (v/v) en présence de standards internes (2 mg de TAG 17:0 et 2 mg d'AKG 12:0). Du chlorure de sodium 9‰ (2 mL) est ajouté, puis les échantillons sont centrifugés pendant 10 min à 563 rcf. La phase chloroformique contenant les lipides totaux est filtrée sur du papier filtre 1PS et les lipides totaux sont repris dans 400  $\mu$ L de chloroforme pour les

échantillons de phase gastrique et ceux de laits, et dans 200 µL de chloroforme pour les échantillons de phase intestinale.

#### 2.4. Chromatographie sur couche mince

Les espèces lipidiques des échantillons sont séparées par CCM (10) afin de réaliser les profils d'AKG et les profils d'acides gras. Brièvement, 10 µL d'échantillon sont déposés sur une plaque de silice et les espèces lipidiques sont entraînées par une phase mobile hexane : diéthyl éther : acide acétique glacial 60 : 40 : 1 (v/v/v). Après révélation à la primuline sous UV, les bandes correspondant aux AKG, aux acides gras libres (AGL) et aux TAG sont grattées.

#### 2.5. Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

##### 2.5.1. Profils des alkylglycérols

La détermination des profils des AKG consiste à identifier par GC-MS les différentes espèces d'AKG des échantillons, c'est-à-dire la nature de la chaîne alkyle en *sn*-1 (8). Pour cela, les AKG subissent une acétolyse. Brièvement, la silice contenant les AKG est incubée avec 600 µL d'acide acétique glacial et 400 µL de d'anhydride acétique à 150 °C pendant 5 h. Les AKG diacétylés sont extraits en mélange chloroforme : méthanol 2 : 1 (v/v, 1,8 mL) et eau (900 µL). Les échantillons sont centrifugés à 563 rcf pendant 5 min et la phase chloroformique est filtrée sur papier filtre 1PS. Les AKG sont repris dans 50 µL de chloroforme. Une deuxième CCM est faite dans les mêmes conditions citées précédemment en déposant les 50 µL d'échantillon. Après révélation à la primuline, les bandes d'AKG diacétylés sont grattées. Ces AKG sont extraits de la silice par agitation douce dans du chloroforme et sont repris dans 100 µL de chloroforme. Le profil des AKG est analysé par un chromatographe en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse QP 2010-SE (Shimadzu, Marne-La-Vallée, France), comprenant une colonne CP-Sil5CB (longueur de 25 m, diamètre interne de 0,25 mm, film de 0,25 µm, Agilent Technologies, Les Ulis, France). La séparation des molécules est réalisée selon la rampe de température de 180 °C à 280 °C à raison de 4 °C/min. Les AKG sont identifiés en utilisant la banque de données de masses spectrales National Institute of Standards and Technology (NIST, version 2.01) et des standards synthétisés par Paul Mosset (Université de Rennes I). Les concentrations sont déterminées en utilisant l'étalon interne 12:0 et les courbes de calibration réalisées avec un mélange d'AKG de synthèse.

##### 2.5.2. Profils des acides gras

La détermination des profils en acides gras consiste à identifier les acides gras issus des différentes espèces de TAG et d'AGL par GC-MS (8). Pour cela, les lipides sont saponifiés puis dérivés par méthylation. Ainsi, la silice contenant les TAG ou les AGL est incubée avec 500 µL de NaOH méthanolique (0.5 mol/L) à 70°C pendant 20 min, puis avec 500 µL de BF<sub>3</sub> méthanolique à 70 °C pendant 10 min. Les esters méthyliques d'acides gras (EMAG) sont extraits en mélange pentane (2 mL) et chlorure de sodium 9‰ (2 mL). Après centrifugation

pendant 5 min à 563 rcf, la phase pentane est récupérée puis évaporée. Les EMAG sont repris dans 100 µL d'hexane. Les profils des acides gras sont réalisés avec un GC-MS QP 2010-SE (Shimadzu) comprenant une colonne BPX70 (longueur de 120 m, diamètre interne de 0,25 mm, film de 0,25 µm, Thermo Fisher Scientific, Illkirch-Graffenstaden, France). Les acides gras sont identifiés en utilisant la banque de données de masses spectrales NIST (version 2.01) et des standards commerciaux. Les concentrations sont déterminées en utilisant l'étalon interne 17:0 et les courbes de calibration réalisées avec un mélange d'acides gras commerciaux.

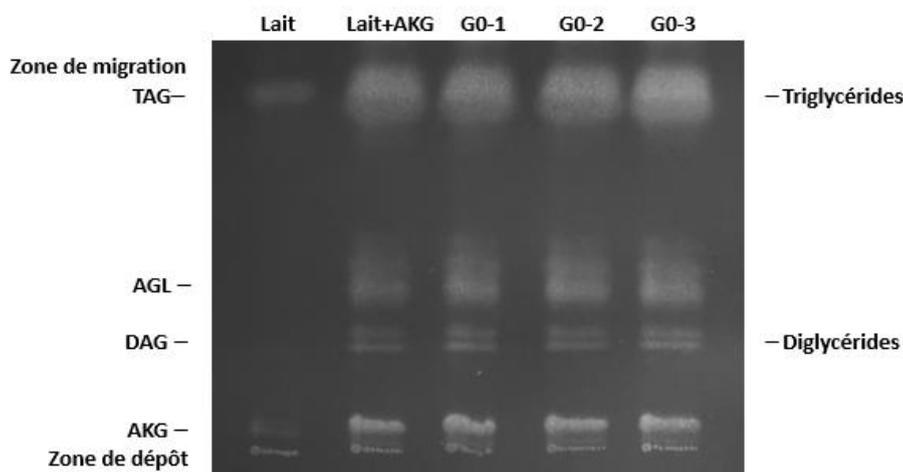
## 2.6. Analyse statistique

Pour interpréter les résultats, les données recueillies (n=3) sont exprimées en moyenne ± SD et traitées avec le logiciel Graph Pad Prism (version 7.0). Le test non paramétrique de Mann et Whitney sur données non appariées a été réalisé pour comparer les phases de digestion avec le repas à G0.

## 3. Résultats

### 3.1. Caractérisation des repas

Les espèces lipidiques du repas sont dans un premier temps, caractérisées par CCM. Les résultats montrent que le lait écrémé utilisé comme matrice alimentaire contient un peu de TAG mais pas d'AKG (Figure n°2). Lorsque l'huile d'AKG est ajoutée au lait, le profil chromatographique est plus complexe. Les espèces lipidiques identifiées dans le lait enrichi en AKG sont les AKG et probablement des AGL, mais aussi des diglycérides et des triglycérides, la présence de liaison éther n'étant pas démontrée.

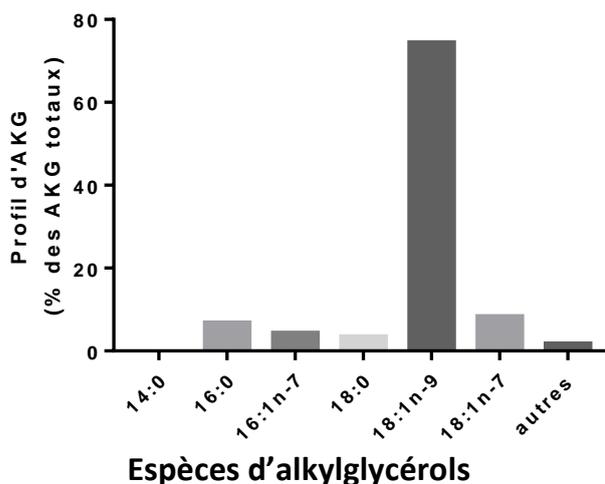


**Figure n°2.** Espèces lipidiques du lait, du lait enrichi en alkylglycérols (repas) et du repas à G0.

Les lipides totaux sont extraits par la méthode de Folch puis séparés par CCM. La migration se fait dans un éluant constitué du mélange hexane : diéthyl éther : acide acétique glacial 60 : 40 : 1 (v/v/v). La révélation des espèces lipidiques est faite à la primuline sous UV et l'identification est réalisée grâce à des standards déposés en parallèle. G0-1, G0-2 et G0-3 correspondent aux trois répétitions du repas en phase gastrique à t0.

L'huile d'AKG utilisée dans l'étude est dérivée d'une huile de requin contenant des AKG diacylés. Il s'agit d'un mélange d'AKG naturels caractérisés par un profil particulier des chaînes alkyles en *sn*-1. L'analyse du profil d'AKG montre que le repas contient 74% d'AKG 18:1n-9, espèce majoritaire, suivie par les AKG 18:1n-7

(8,5%), les AKG 16:0 (6,9%) et les AKG 16:1n-7 (4.5%) (Figure n°3).

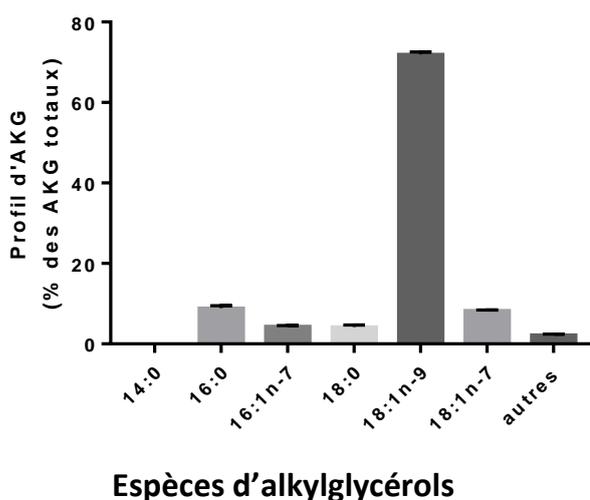


**Figure n°3.** Profil des espèces d'AKG du repas de lait enrichi en AKG.

Les lipides totaux du repas (lait+AKG) sont extraits puis séparés par CCM. Les AKG sont grattés puis acétylés pour l'analyse des espèces d'AKG par GC-MS.

### 3.2. Effet du pH

La première étape de digestion en phase gastrique modifie drastiquement le pH (pH3) des échantillons. Avant d'analyser les effets de la digestion enzymatique, l'effet du pH a dans un premier temps été évalué. Les résultats de CCM sur les espèces lipidiques présentes dans les échantillons à G0 (Figure n°2) ne montrent pas de différence avec le profil de lait+AKG : le pH ne modifierait pas la structure des AKG. Lorsqu'on observe le profil des AKG de ces mêmes échantillons, les espèces d'AKG identifiées à l'initiation de la phase gastrique sont identiques à celles du repas (Figure n°4). Les AKG en C18 sont prédominants (84,5%), suivis par les AKG en C16 (13,3%), comme observé dans le repas initial.



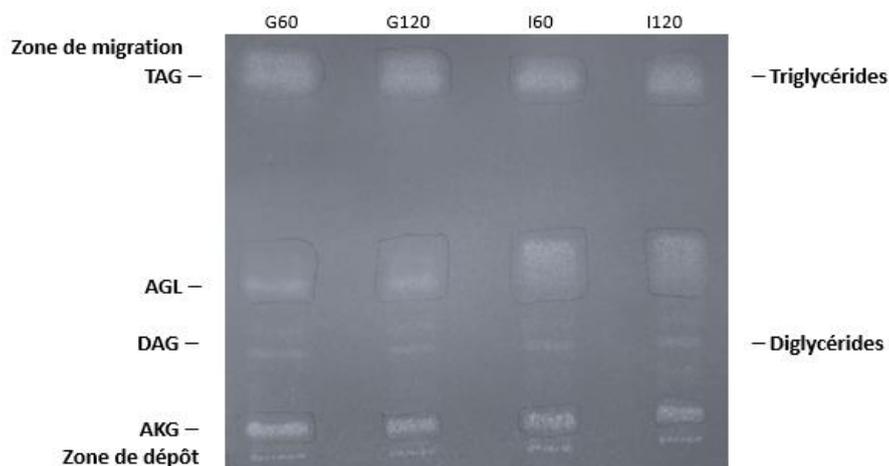
**Figure n°4.** Profil des espèces d'alkylglycérols du repas à G0.

Les lipides totaux de la phase gastrique (G0) sont extraits puis séparés par CCM. Les AKG sont récupérés, acétylés et purifiés par une nouvelle CCM, pour l'analyse des espèces d'AKG par GC-MS.

### 3.3. Effet des enzymes de digestion

Les lipides des différentes phases de digestion sont analysés d’abord par CCM puis par GC-MS. Seuls les profils d’AKG sont présentés dans le rapport, ceux des acides gras sont en cours d’analyse.

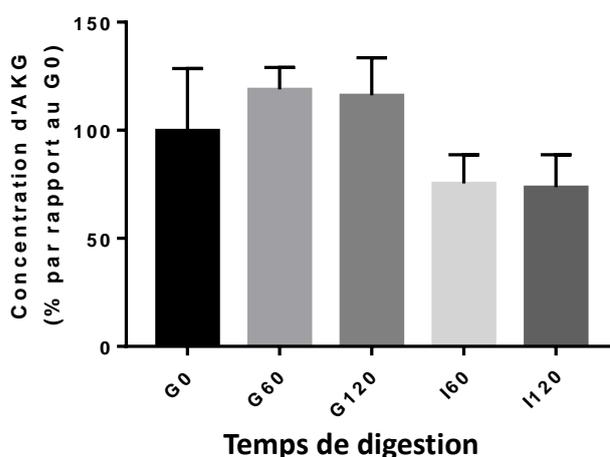
Au cours de la digestion, on observe l’hydrolyse des TAG avec libération d’AGL en phase intestinale (Figure n°5). Les autres espèces lipidiques du repas présentent des profils chromatographiques semblables entre G60 et I120. La bande correspondant aux AKG paraît identique à celle de G0.



**Figure n°5.** Espèces lipidiques du repas au cours de la digestion.

Les lipides totaux des digestats sont extraits et séparés par CCM. La migration se fait dans un éluant constitué du mélange hexane : diéthyl éther : acide acétique glacial 60 : 40 : 1 (v/v/v). La révélation des espèces lipidiques est faite à la primuline sous UV et l’identification est réalisée grâce à des standards déposés en parallèle.

Toutefois, lorsqu’on analyse plus précisément le profil d’AKG en GC-MS, on observe des différences entre les phases de digestion (Figure n°6). Au cours de la phase intestinale, la concentration d’AKG tend à diminuer d’environ 25% par rapport à G0, l’effet étant non significatif.



**Figure n°6.** Concentrations en alkylglycérols totaux au cours de la digestion.

Les lipides totaux des digestats sont extraits puis séparés sur CCM. Les AKG sont grattés, acétylés puis purifiés par CCM pour une analyse en GC-MS.

En parallèle, les résultats montrent que le profil des AKG n'est pas modifié au cours de la digestion parce que les concentrations en espèces d'AKG (non présentées) sont identiques à celles de l'échantillon initial.

#### 4. Discussions

L'étude a porté sur la digestion d'une huile d'AKG naturels afin de savoir si la liaison éther est hydrolysée au cours des phases digestives. Pour répondre à cette question, un protocole de digestion statique issu d'un consensus international (Infogest) a été appliqué mais sans la phase salivaire dépourvue d'enzymes de digestion lipidique. Nos résultats montrent que le pH acide de la phase gastrique ne modifie pas la structure des AKG. La lipase gastrique n'hydrolyse pas non plus les AKG. En revanche, la lipase intestinale semble les hydrolyser puisque les résultats montrent une réduction des concentrations en AKG dans la phase intestinale, bien que l'effet ne soit pas significatif. Ces résultats sont en accord avec l'étude de Blomstrand et Ahrens (1) qui ont observé une hydrolyse partielle de l'alcool chimylique (AKG 16:0) avec libération de la chaîne alkyle sous forme d'acide palmitique (16:0). Cette étude n'a été réalisée que sur deux patients avec des lipides radioactifs et date de 1959, mais les auteurs ont obtenu des résultats similaires sur modèle rat. Ensuite en 2011, Martin *et al.* (10) ont étudié la digestion d'AKG diacylés avec l'acide butyrique, sans faire mention de l'hydrolyse des AKG, l'étude portant davantage sur la libération d'acide butyrique au niveau intestinal. La digestibilité des AKG diacylée est de nouveau étudiée en 2016 et 2020 (5,6) mais les huiles choisies ne sont pas pures et l'étude ne permet pas de conclure sur l'hydrolyse de la liaison éther. Afin de valider l'hypothèse d'une hydrolyse intestinale, il nous sera nécessaire de répéter l'expérience pour augmenter le nombre de digestats. En effet, pour chaque répétition, trois échantillons sont réalisés (un pour G0, un pour G60-G120 et un pour I60-I120) ce qui augmente les biais expérimentaux. L'échantillonnage est aussi un point critique puisque la digestion de la matrice lait provoque la coagulation des protéines ce qui peut gêner le prélèvement.

Suite à la caractérisation du repas de lait enrichi en AKG, il s'est avéré que le lait écrémé n'est pas à 0% de matière grasse. En effet, ce lait contient des acides gras sous forme triglycéridique puisqu'une tolérance est accordée au fabricant jusqu'à 0,5% de lipides. Le profil en acides gras est donc en cours d'analyse pour discriminer la digestion des AKG avec libération d'acides gras et la digestion des TAG du lait. Il en est de même pour les extraits enzymatiques (blancs) utilisés dans le protocole de digestion.

Les AKG utilisés au cours de cette étude ne sont également pas purs, car par CCM, dans le repas de lait enrichi en AKG, on observe la présence de plusieurs espèces lipidiques, comme probablement les AKDAG ou le squalène, alors que d'autres restent non identifiées. Une quantification des acides gras est en cours afin de différencier les acides gras initialement présents de ceux libérés au cours de la digestion.

Enfin, l'étude sur la digestion d'AKG peut être approfondie en utilisant une huile d'AKG pure. Cela peut être réalisé avec des AKG synthétisés chimiquement. Si l'hydrolyse de la liaison éther des AKG naturels est confirmée en doublant l'échantillonnage, alors l'effet de la chaîne alkyle pourra être spécifiquement

recherchée avec l'étude de chaque espèce d'AKG majoritaire de l'huile naturelle : AKG 18:1n-9, AKG 18:1n-7, AKG 16:0 et AKG 16:1n-7. L'étude peut également être enrichie en apportant les AKG sous la forme diacylée, forme naturellement présente, car les enzymes de digestion peuvent agir différemment sur les AKG selon leur structure biochimique modifiant ainsi leur bioaccessibilité comme l'a démontré Corzo-Martinez et al (5,6), et peut-être leur biodisponibilité. Pour conclure, ce travail aura permis de mettre au point la méthode d'analyse de digestion des AKG. D'autres expériences sont en cours ou programmées en vue de formuler les apports alimentaires en AKG de manière optimale.

## 5. Conclusion

Ce travail a porté sur les AKG, composés bioactifs présents dans le lait maternel. Afin d'identifier la forme adaptée à leur apport par l'alimentation, pour une meilleure bioaccessibilité et une biodisponibilité optimale, l'objectif du travail a été celui d'analyser les effets du pH gastrique (pH3) et des enzymes digestives sur l'hydrolyse de la liaison éther en position *sn*-1. A l'issue d'une digestion statique *in vitro*, les profils des AKG ne sont pas modifiés par le pH gastrique, ni par les enzymes de digestion. Cependant, une tendance à la diminution des concentrations d'AKG en phase intestinale suggère l'existence d'une action catalytique de la pancréatine contenant la lipase intestinale. Les résultats obtenus feront l'objet de vérifications en prenant en compte un plus grand nombre d'échantillons. La forme d'apport alimentaire choisie conditionnera à terme le design expérimental afin d'étudier l'impact des AKG en cours de lactation, en présence d'huile d'AKG purs ou diacylés.

## Références

1. Blomstrand R, Ahrens Eh J. Absorption of chymyl alcohol in man. *Proc Soc Exp Biol Med*. 1959;100(4):802-805. doi:10.3181/00379727-100-24783.
2. Boland M. Human digestion--a processing perspective. *J Sci Food Agric*. 2016;96(7):2275-2283. doi:10.1002/jsfa.7601.
3. Brands M, Gutbrod P, Dörmann P. Lipid Analysis by Gas Chromatography and Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Methods Mol Biol*. 2021;2295:43-57. doi:10.1007/978-1-0716-1362-7\_4.
4. Colombo R, Ferron L, Frosi I, Papetti A. Advances in static *in vitro* digestion models after the COST action Infogest consensus protocol. *Food Funct*. 2021;12(17):7619-7636. doi:10.1039/d1fo01089a.
5. Corzo-Martínez M, Bañares C, Díaz A, Vázquez L, Reglero G, Torres CF. *In vitro* digestibility and bioaccessibility of lipid-based delivery systems obtained via enzymatic glycerolysis: a case study of rosemary extract bioaccessibility. *Food Funct*. 2020;11(1):813-823. doi:10.1039/c9fo01981b.
6. Corzo-Martínez M, Vázquez L, Arranz-Martínez P, Menéndez N, Reglero G, Torres C. Production of a bioactive lipid-based delivery system from ratfish liver oil by enzymatic glycerolysis. *Food and Bioprocess Processing*. 2016;100(A):311-322. doi:10.1016/j.fbp.2016.08.003.

7. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem.* 1957;226(1):497-509.
8. Hölzl G, Dörmann P. Thin-Layer Chromatography. *Methods Mol Biol.* 2021;2295:29-41. doi:10.1007/978-1-0716-1362-7\_3.
9. Magnusson CD, Haraldsson GG. Ether lipids. *Chem Phys Lipids.* 2011;164(5):315-340. doi:10.1016/j.chemphyslip.2011.04.010.
10. Martín D, Morán-Valero MI, Señoráns FJ, Reglero G, Torres CF. *In vitro* intestinal bioaccessibility of alkylglycerols versus triacylglycerols as vehicles of butyric acid. *Lipids.* 2011;46(3):277-285. doi:10.1007/s11745-010-3520-2.
11. Minekus M, Alminger M, Alvito P, et al. A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food - an international consensus. *Food Funct.* 2014;5(6):1113-1124. doi:10.1039/c3fo60702j.
12. Mu H, Høy CE. The digestion of dietary triacylglycerols. *Prog Lipid Res.* 2004;43(2):105-133. doi:10.1016/s0163-7827(03)00050-x.
13. Oh SY, Jadhav LS. Effects of dietary alkylglycerols in lactating rats on immune responses in pups. *Pediatr Res.* 1994;36(3):300-305. doi:10.1203/00006450-199409000-00006.
14. Pfleger RC, Piantadosi C, Snyder F. The biocleavage of isomeric glyceryl ethers by soluble liver enzymes in a variety of species. *Biochim Biophys Acta.* 1967;144(3):633-648. doi:10.1016/0005-2760(67)90052-5.
15. Rangholia N, Leisner TM, Holly SP. Bioactive Ether Lipids: Primordial Modulators of Cellular Signaling. *Metabolites.* 2021;11(1):41. Published 2021 Jan 8. doi:10.3390/metabo11010041.
16. Watschinger K, Werner ER. Alkylglycerol monooxygenase. *IUBMB Life.* 2013;65(4):366-372. doi:10.1002/iub.1143.
17. Yu H, Dilbaz S, Coßmann J, et al. Breast milk alkylglycerols sustain beige adipocytes through adipose tissue macrophages. *J Clin Invest.* 2019;129(6):2485-2499. Published 2019 May 13. doi:10.1172/JCI125646.

## Francisca NGENDA KABOMBO

6, rue Louis Arretche E 63

35 700 Rennes

06 56 82 53 37

[franciscangenda@gmail.com](mailto:franciscangenda@gmail.com)

23 ans



## Étudiante en Master 1 Biologie Santé, parcours Nutrition en santé

### Formation :

- 2021-2022 : **Master 1 Biologie Santé, parcours Nutrition en Santé**, Université de Rennes 1 (formation en cours)
- 2016-2019 : **Licence Sciences et Technologies Alimentaires**, Université Nouveaux Horizons, Lubumbashi, RD Congo
- 2015-2016 : **Baccalauréat section Scientifique, option Chimie Biologie**, Complexe Scolaire Anuarite, Lubumbashi, RD Congo

### Expérience professionnelle :

- 2019-2021 : **Chargée de la Pratique Professionnelle**, Université Nouveaux Horizons, Lubumbashi, RD Congo

### Stages :

- Mai-Juillet 2022 : Stage d'insertion à la vie professionnelle, **Digestion statique in vitro des alkylglycérols sous forme pure ou diacylée en matrice lait**, INRAE UMR STLO, Rennes, France
- Juillet 2019 : Projet de fin de cycle de Licence, **Fabrication jus des mangues associées aux *Matungulu pori***, Office Congolais de Contrôle, Lubumbashi, RD Congo
- Avril 2019 : Stage professionnel de fin d'études II, **Fabrication et analyses de l'eau minérale et des jus de fruits**, Usine Dasani/Rani, Lubumbashi, RD Congo
- Décembre 2018 : Stage professionnel de fin d'études I, **Analyses des process de fabrication de bière et des boissons gazeuses**, BRALIMA, Lubumbashi RD Congo
- Août 2018 : Stage technicien, **Fabrication de la bière et des boissons gazeuses**, Brasserie Simba, Lubumbashi RD Congo

### Compétences :

- Bureautiques : **Word, PowerPoint, Excel**
- Linguistiques : **Français** (niveau C1), **Anglais** (niveau scolaire)

### Centres d'intérêt :

- Danse salsa
- Bénévolat (association Entourage)