HAL
open science

Influence de la texture des aliments sur la digestion des macronutriments et la libération de micronutriments: étude in vitro sur masticateur et digesteur dynamique paramétrés à partir de données in vivo

Manon Hiolle, Olivia Ménard, Jordane Ossemond, C Batisse, Marie-Agnès Peyron, Beatrice Gleize, Emmanuelle Reboul, Didier Dupont, Francoise Nau

To cite this version:

Manon Hiolle, Olivia Ménard, Jordane Ossemond, C Batisse, Marie-Agnès Peyron, et al.. Influence de la texture des aliments sur la digestion des macronutriments et la libération de micronutriments: étude in vitro sur masticateur et digesteur dynamique paramétrés à partir de données in vivo. Journées francophones de nutrition, Dec 2019, Rennes, France. , 2019. hal-02738014

HAL Id: hal-02738014

https://hal.inrae.fr/hal-02738014

Submitted on 2 Jun 2020

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.

INFLUENCE DE LA TEXTURE DES ALIMENTS SUR LA DIGESTION DES MACRONUTRIMENTS ET LA LIBÉRATION DES MICRONUTRIMENTS : ÉTUDE *IN VITRO* SUR MASTICATEUR ET DIGESTEUR DYNAMIQUE PARAMÉTRÉS À PARTIR DE DONNÉES *IN VIVO*

MANON HIOLLE *[1], OLIVIA MÉNARD [1], JORDANE OSSEMOND [1], CINDY BATISSE [2,3], MARIE-AGNÈS PEYRON [4], BÉATRICE GLEIZE [5], EMMANUELLE REBOUL [6], DIDIER DUPONT [1], FRANÇOISE NAU [1]

* manon.hiolle@inra.fr

Contexte

- La **structure des aliments** influe sur leur **désintégration au cours de la digestion**, impactant la **bioaccessibilité** et donc **l'absorption des macronutriments** tels que les protéines et les lipides.
- En ce qui concerne les **micronutriments**, les effets **composition** et **structure des aliments** sont confondus dans la plupart des études.
- La déficience en vitamine D concerne plus de **50% de la population mondiale**, alors que cette vitamine joue un rôle-clé dans de **nombreuses fonctions corporelles**. L'intérêt nutritionnel de la lutéine est avéré pour la **prévention de la dégénérescence maculaire liée à l'âge**.

OBJECTIF

Étudier spécifiquement l'**impact de la structure des aliments** sur :
1) la **libération** et l'**hydrolyse des macronutriments**
2) la **libération de micronutriments**
au cours de leur digestion *in vitro* simulée par masticateur puis digesteur dynamique

Préambule

Étude clinique sur 12 hommes sains (22,6 ± 0,4 ans) ayant consommé les 3 aliments enrichis
→ Plan expérimental randomisé, contrôlé et croisé

Récolte de données sur :
- Cinétiques d'**apparition dans le sang** des **micronutriments** (→ extrapolation du temps de demi-vidange gastrique = $t_{1/2}$)
- **Processus de mastication** des aliments solides

(2 articles en cours de publication)

Méthodes

Développement d'une gamme d'aliments

Textures variées mais composition identique

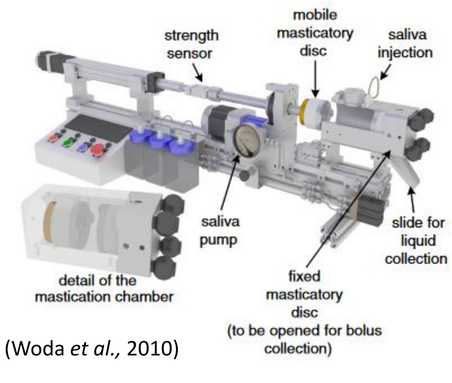
Crème → **Liquide** | Génoise → **Solide aéré** | Biscuit → **Solide dur**

- Composition **strictement identique** (sur matière sèche)
- Textures modulées par différence de teneur en eau et procédés de fabrication
- Enrichis en **vitamine D** (1,25 mg/portion consommée) et **lutéine** (20 mg/portion)

Mastication *in vitro* (AM²®)

Production de bols alimentaires à l'identique de ceux collectés *in vivo*

- Nombre de cycles de mastication
- Distribution de taille des particules (*p<0,05*)



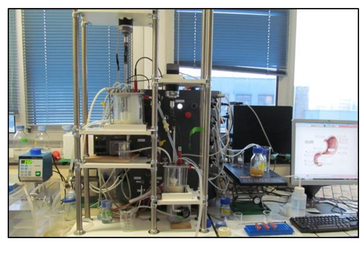
(Woda *et al.*, 2010)

Digestion *in vitro* dynamique (DIDGI®)

Paramétrage sur données de l'étude clinique ou de la littérature

Modèle dynamique simulant la **digestion humaine adulte**
Phase orale : [bol alimentaire + salive humaine + eau] → Quantité d'extrait sec **constante**
Phase gastrique : $pH = 1{,}68 + 4{,}32^{(-t/65)}$
Vidange gastrique reproduisant celle extrapolée *in vivo* :
Crème $t_{1/2}$ = **215 min**, Génoise $t_{1/2}$ = **220 min**, Biscuit $t_{1/2}$ = **242 min**
β = 2 (constant pour les trois aliments)
Phase intestinale : pH = 6,5 ; $t_{1/2}$ = 250 min ; β = 2,5
(Malagelada, *et al.*, 1976 ; Ménard *et al.*, 2014 ; Minekus *et al.*, 1995)

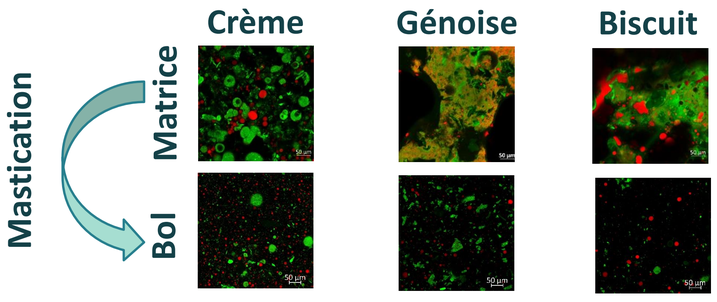
Prélèvements et analyses :
- En sortie de compartiments gastrique et intestinal
- Libération en phase soluble des macronutriments et des micronutriments (bioaccessibilité)
- Hydrolyse des macronutriments



Résultats

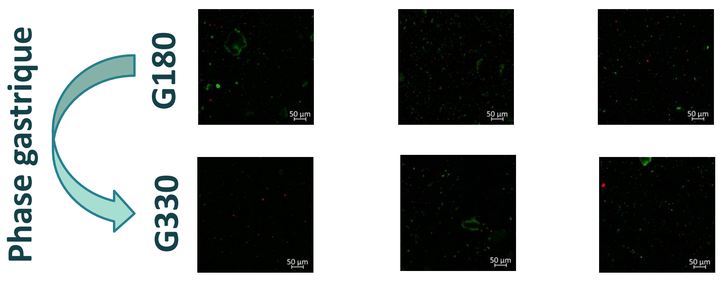
Évolution de la microstructure

Observations des matrices par **microscopie confocale** au cours de leurs processus de mastication et de digestion

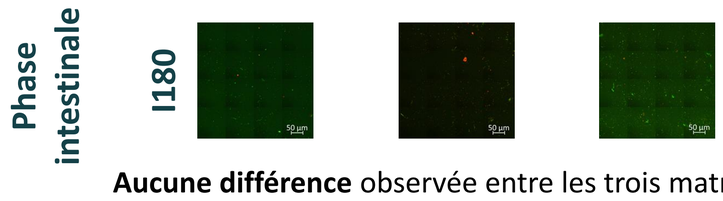


Pas de phase de mastication

Rupture du **réseau protéique**
Floculation lipidique
Particules protéiques de taille plus importante pour la Génoise



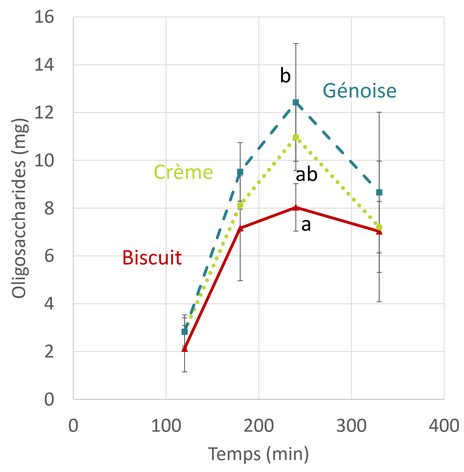
Forte dilution des digestas par les fluides gastriques
Agrégats protéiques résiduels pour la Crème
Floculation des lipides



Aucune différence observée entre les trois matrices

Légende : **Protéines** **Lipides**

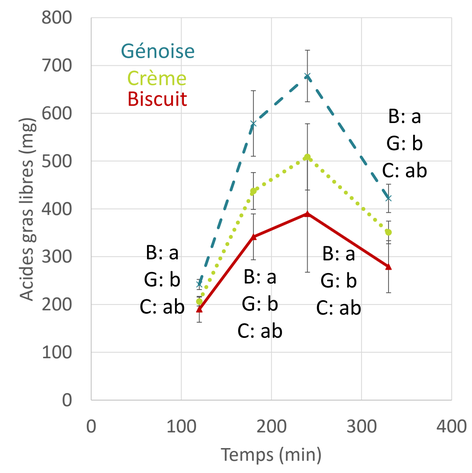
Amylolyse en phase intestinale



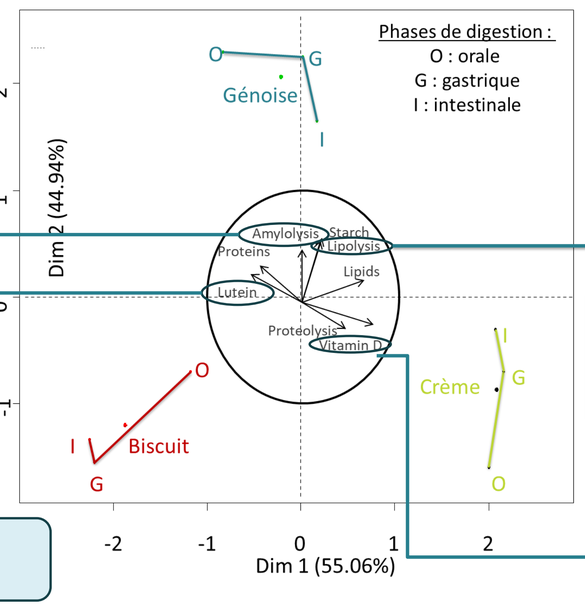
Amylolyse plus importante pour la Génoise : pourrait résulter d'une différence dans les **degrés de gélatinisation** et/ou de **rétrogradation** de l'amidon ?

Lipolyse plus importante pour la Génoise en phase intestinale : meilleure **accessibilité des lipases** ?

Lipolyse en phase intestinale

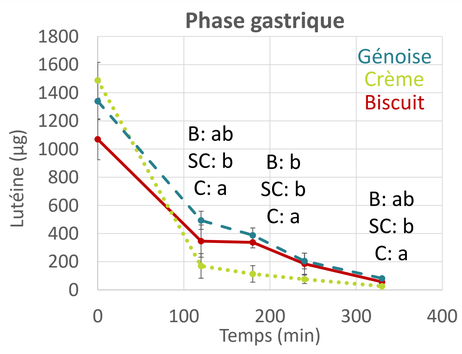


Analyse Factorielle Multiple (AFM)

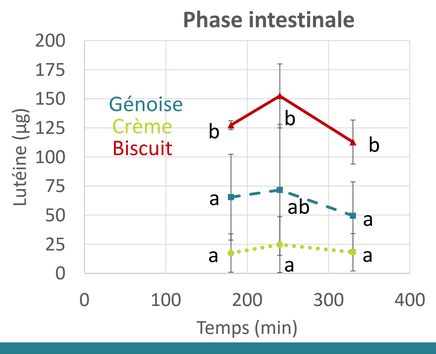


Les matrices se distinguent dès la **phase orale** (O) puis au cours des **phases gastrique** (O → G) et **intestinale** (G → I)

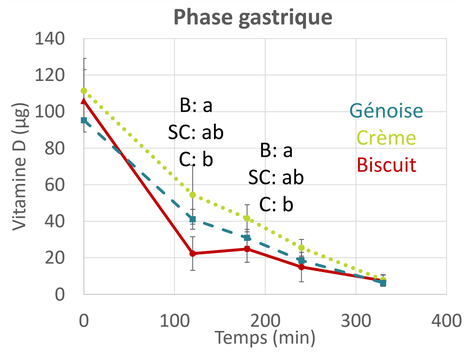
Libération de la lutéine



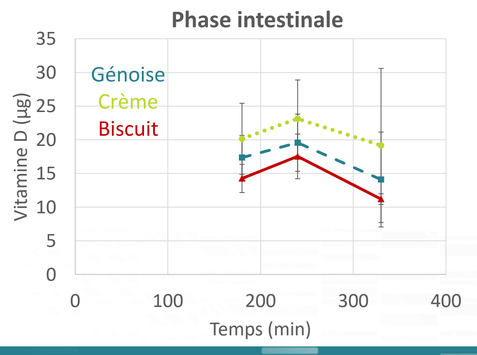
Fort impact de la structure de l'aliment sur la **libération de la lutéine**
→ ratio Biscuit/Crème en phase intestinale = 6,6



Libération de la vitamine D



Impact plus mesuré pour la **libération de la vitamine D**
→ ratio Crème/Biscuit en phase intestinale= 1,5
(pas de différence significative)



Effet de la matrice sur la libération des micronutriments :
$P < 2{,}2.10^{-16}$

Conclusion

Fort impact de la structure des aliments sur :
- les **cinétiques de dégradation** de la matrice et d'**hydrolyse des macronutriments**
- la **libération des micronutriments**

Cet impact est fortement dépendant de l'**étape de digestion** et du **nutriment** considérés.

STLO

[1] UMR 1253 STLO, INRA, Rennes
[2] CROC EA4847 Dental faculty, Université Clermont Auvergne
[3] Dental service, CHU Clermont-Ferrand
[4] UMR 1019 UNH, INRA, Clermont-Ferrand
[5] UMR 408 SQPOV, INRA, Avignon
[6] UMR 1260 NORT, Université Aix-Marseille, Marseille, France

Malagelada *et al.*, 1976. Measurement of Gastric Functions During Digestion of Ordinary Solid Meals in Man. Gastroenterology, 70(2), 203–210.
Ménard, O., Cattenoz, T., Guillemin, H., Souchon, I., Deglaire, A., Dupont, D., & Picque, D. (2014). Validation of a new in vitro dynamic system to simulate infant digestion. Food Chemistry, 145, 1039–1045.
Minekus, M., Marteau, P., Havenaar, R., & Huis in't Veld, J. H. J. (1995). A multicompartmental dynamic computer-controlled model simulating the stomach and small intestine. 23(2), 197–209.