



**HAL**  
open science

## **Impact of skim milk powder processing on casein digestion by an in vitro infant model**

Blandine Hoarau, Rachel Boutrou, Julien Jardin, Daniel Mollé, Gaëlle Tanguy-Sai,  
Frédéric Gaucheron, Pierre Schuck, Joëlle Léonil, B. Haab, Didier Dupont

### ► **To cite this version:**

Blandine Hoarau, Rachel Boutrou, Julien Jardin, Daniel Mollé, Gaëlle Tanguy-Sai, et al.. Impact of skim milk powder processing on casein digestion by an in vitro infant model. 4 th IDF Dairy Science & Technology Week, Apr 2009, Rennes, France. Dairy Science and Technology, 90 (4), 476 p., 2009, Dairy Science and Technology. <hal-01454389>

**HAL Id: hal-01454389**

**<https://hal.science/hal-01454389v1>**

Submitted on 3 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.



Copyright - All rights reserved

# Impact des procédés de fabrication des formules infantiles sur la digestion *in vitro* des caséines

Hoarau B, Boutrou R, Jardin J, Molle D, Tanguy G, Gaucheron F, Schuck P, Léonil J, Haab B\* & Dupont D

INRA – Agrocampus Ouest, UMR STLO 1253, 65 rue de St Briec 35042 Rennes FRANCE

\* VAN ANDEL Institute, 333 Bostwick NE, Grand Rapids, MI 49503, USA

**L**e traitement thermique du lait provoque des interactions entre les protéines et les autres constituants de la matrice (lipides, sucres) entraînant l'apparition d'agréats thermostables, de composés de Maillard...

La susceptibilité de ces structures néoformées à être digérées par le nourrisson et la nature des peptides bioactifs libérés au niveau intestinal par leur hydrolyse a été très peu étudiée jusqu'alors. L'objectif de ce travail était donc de déterminer l'impact de deux paramètres technologiques (couple temps / température, pourcentage d'extrait sec du lait avant traitement thermique) considérés comme essentiels dans la fabrication de formules infantiles sur la digestion des caséines et en particulier sur leur aptitude à résister au tractus digestif

## Matériel et Méthodes

Six échantillons de poudres (Fig. 1) ont été fabriqués en atelier pilote en soumettant une poudre ultra-low heat (T-) reconstituée à 25% ou 35% d'extrait sec à trois types de traitements thermiques classiquement utilisés en industrie (80°C/20s, 85°C/180s, 105°C/60s).

Les 7 échantillons (6 + T-) ont été soumis à un modèle statique *in vitro* de digestion comportant des phases gastrique, duodénale et intestinale mimant le tractus digestif d'un nourrisson (Fig. 2).

Les formules infantiles ainsi digérées ont été analysées en électrophorèse SDS-PAGE et par technique ELISA et puces à anticorps en utilisant une collection de 22 anticorps monoclonaux spécifiques de différents épitopes des caséines  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  et  $\kappa$  (Fig. 3). Les peptides générés en fin de phase duodénale et intestinale ont été identifiés par spectrométrie de masse (LC-MS-MS).

## Résultats

- Les régions  $\alpha_1$ (f133-151),  $\alpha_2$ (f185-199),  $\alpha_2$ (f16-75),  $\beta$ (1-25),  $\beta$ (76-93),  $\beta$ (133-150) et  $\kappa$ (f113-169) ont été montrées comme les plus résistantes à la digestion et ce, quel que soit le procédé de transformation utilisé (Fig. 4). Ces régions correspondent à des zones phosphorylées ou glycosylées des caséines, ou très hydrophobes au pH gastrique et donc peu accessibles aux protéases.

- Le traitement thermique G (105°C/60s) appliqué aux formules accroît la résistance de la plupart des épitopes des caséines (Fig. 4) par rapport au traitement A (80°C/20s) ou à l'échantillon témoin non chauffé (T).

- Les cinétiques d'hydrolyse des épitopes de la caséine  $\beta$  déterminées par puces à anticorps (Fig. 5) montrent une grande variabilité en fonction des épitopes étudiés. L'extrémité C-terminale semble être rapidement hydrolysée alors que l'épitope (f42-56) résiste partiellement à la phase gastrique puis disparaît en phase duodénale. Les fragments (f57-75), (f76-93) et (f133-150) résistent partiellement à la phase duodénale.

- Les zones (f1-25) et (f53-80) identifiées comme résistantes en ELISA n'ont généré aucun peptide identifiable par LC-MS-MS (Fig.6) car ils sont centrés sur des fragments plus larges non détectés en LC-MS-MS (résultats obtenus par Western-blotting non montrés). Les sites de coupure des enzymes digestives réellement hydrolysés au cours de la digestion ont pu être mis en évidence.

**C**es résultats préliminaires montrent que les procédés technologiques, en particulier les traitements thermiques, peuvent modifier la résistance à la digestion de certaines zones des caséines. Ces fragments résistants pourraient entraîner une réaction immunitaire au niveau digestif.

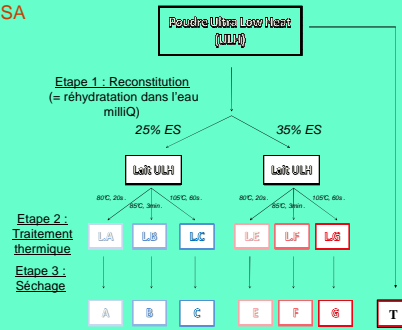


Fig. 1 Schéma de fabrication des formules infantiles

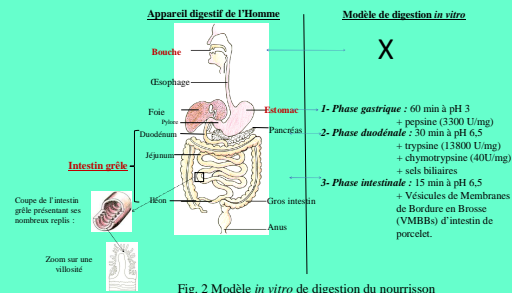


Fig. 2 Modèle *in vitro* de digestion du nourrisson

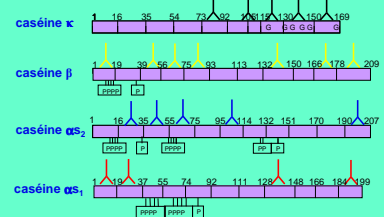


Fig. 3 Spécificité des anticorps monoclonaux anti-caséines

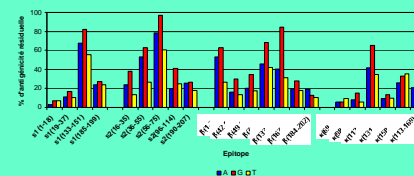


Fig.4 Antigénicité résiduelle des épitopes de caséines déterminée par ELISA sur les digestas duodénaux des échantillons A, G et T

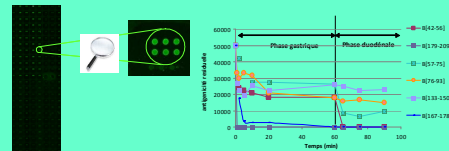


Fig.5 Cinétique de disparition des épitopes de caséine  $\beta$  déterminée par puces à anticorps sur les digestas de l'échantillon T

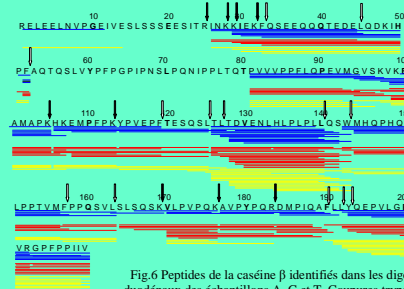


Fig.6 Peptides de la caséine  $\beta$  identifiés dans les digestas duodénaux des échantillons A, G et T. Coupures tryptiques (|) et chymotryptiques ou pepsiques (|) observées.