

Impact du traitement du lait maternel sur la composition chimique du lait (réaction de Maillard)



Inès Birlouez (Spectralys www.spectralys.fr Romainville)

V Rigourd (Lactarium régional d'Ile de France)



Rappel: Réaction de Maillard

• Réaction de Maillard

- = brunissement non enzymatique des aliments, au cours de traitement thermique et de la conservation prolongée
- responsable de la formation de nombreux produits chimiques:
 - arômes et produits colorés = produits de réaction de Maillard (MRPs)**
exemples: mélanoidines
 - Recherché: viandes rôties, corn flakes, croute du pain, bière, cacao café torréfiés
 - Indésirable: lait et jus de fruit stérilisés et déshydratés
 - Molécules néoformées (Furane Acrylamide) à possible impact biologique

Pathol Biol (Paris), 2010 Jun;58(3):232-8. doi: 10.1016/j.patbio.2009.09.015. Epub 2009 Nov 10.

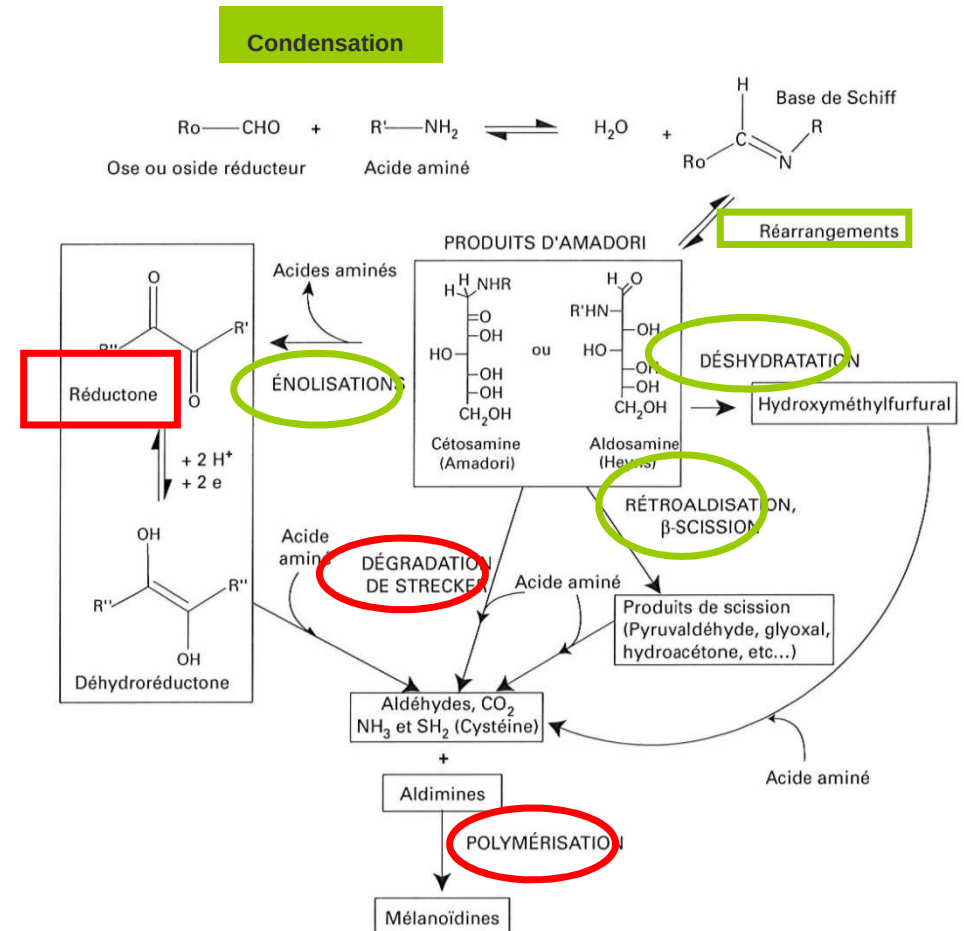
The health and technological implications of a better control of neoformed contaminants by the food industry.

Birlouez-Aragon I¹, Morales F, Fogliano V, Pain JP.

• Facteurs influençant positivement la réaction

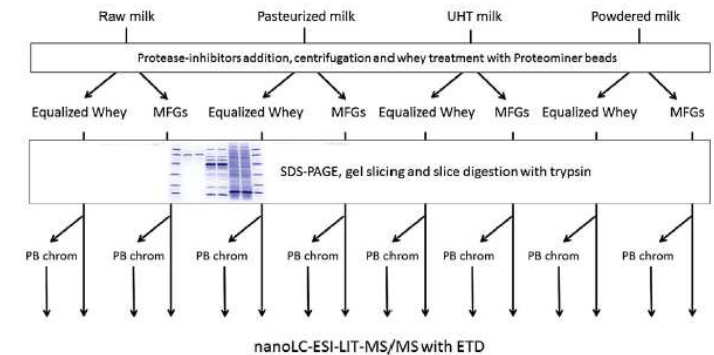
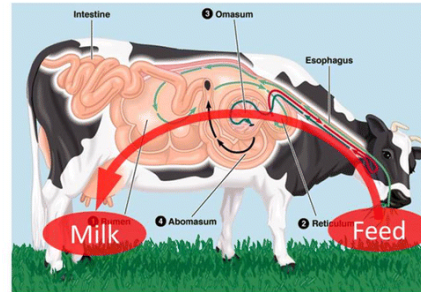
- Nature des réactifs
 - sucres réducteurs: + petits: pentose>galactose>glucose=lactose>maltose
 - Acide aminé: ++ Basiques: lys>arginine>ac glutamique>proline
- Température
 - Entre 20 et 80° C X 40000
 - Ralentie à tps <0° C
- durée du traitement thermique
- teneur en eau: aw 0,4 à 0,8
- pH

U. Richard ENSIA



Etat des lieux

- **les formules infantiles (UHT ou poudres) et les aliments pour enfant**
 - sont le siège de réactions de Maillard (Milovska-Stamenova 2016)
 - riches en MPRs entraînent une augmentation des taux circulants d'AGEs (produits avancés de la réaction de Maillard) → effets pro-inflammatoires → stress oxydant. (Ferrer et al 2000)
- MPRs pourrait affecter
 - la réponse au stress oxydatif, réponse inflammatoire, système endocrine, immuno-modulation
- Troubles du « programming » (*insulinorésistance*) et donc induire des maladies à un âge plus avancé (Mericq 2010)
- la programmation des perceptions gustatives et/ou des préférences alimentaires



• Quid du lait de femme

- Moins enclin à produire des MPRs
- Mais quel est l'impact des traitements thermiques et de la conservation?

A diet based on high-heat-treated foods promotes risk factors for diabetes mellitus and cardiovascular diseases¹⁻⁴

Inès Birlouez-Aragon, Giselle Saavedra, Frédéric J Tessier, Anne Galinier, Lamia Ait-Ameur, Florence Lacoste, Claude-Narcisse Niamba, Nadja Alt, Veronika Somoza, and Jean-Michel Lecerf

Am J Clin Nutr 2010;91:1220-6.





J Food Sci Technol (February 2015) 52(2):803–812
DOI 10.1007/s13197-013-1109-5



ORIGINAL ARTICLE

Quality assessment of baby food made of different pre-processed organic raw materials under industrial processing conditions

Kathrin Seidel • Johannes Kahl • Flavio Paoletti • Ines Birlouez • Nicolaas Busscher •
Ursula Kretschmar • Marjo Särkkä-Tirkkonen • Randi Seljåsen •
Fiorella Sinesio • Torfinn Torp • Irene Baiamonte



J. Dairy Sci. 98:6668–6677

<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9412>

© 2015, THE AUTHORS. Published by FASS and Elsevier Inc. on behalf of the American Dairy Science Association®. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>).

Amalthéys: A fluorescence-based analyzer to assess cheese milk denatured whey proteins

Pierre Lacotte,* Franck Gomez,* Floriane Bardeau,* Sabine Muller,* Abdelhaq Acharid,* Xavier Quervel,†
Philippe Trossat,† and Inès Birlouez-Aragon*¹

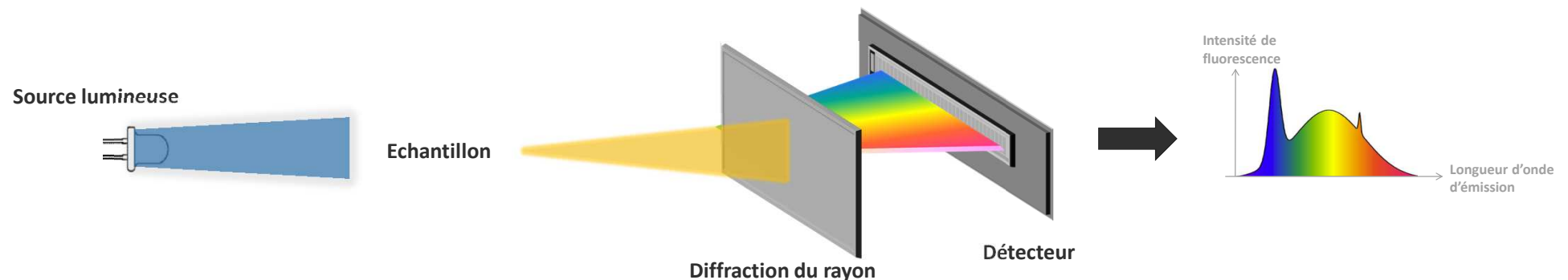
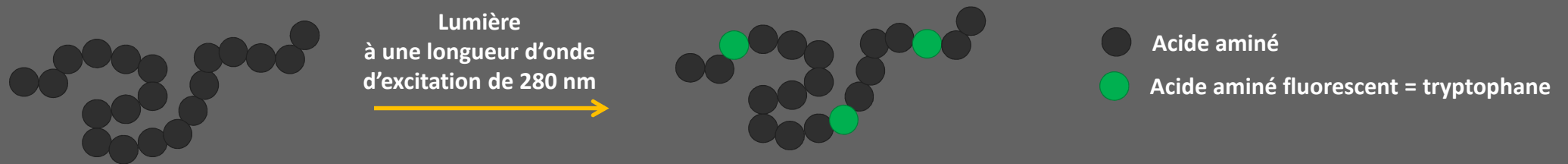
*Spectralys Innovation, 93230 Romainville, France

†ACTALIA Cevalait, 39802 Poligny, France

Technologie Amaltheys

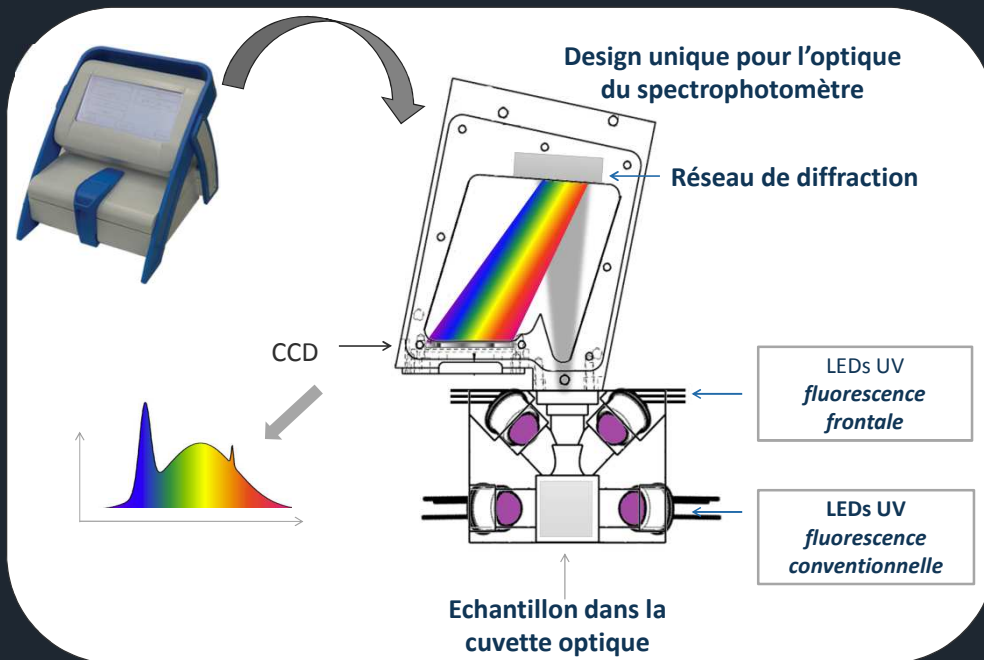
La fluorescence

L'intensité de fluorescence d'une molécule est maximale pour un couple longueur d'onde d'excitation/longueur d'onde d'émission spécifique.
L'intensité de fluorescence est proportionnelle à la concentration.



Technologie Amaltheys

Deux modes de fluorescence



CONVENTIONNELLE

- Préparation d'un surnageant transparent
- Mesure des protéines sériques solubles, de l'indice FAST et des protéines sériques dénaturées
- Quantification directe



FRONTALE

- Mesure non destructive
- Mesure sur produits liquides, visqueux ou en poudre placés directement dans une cuvette optique
- Quantification indirecte

Nahrung, 2001 Jun;45(3):201-5.

The FAST method, a rapid approach of the nutritional quality of heat-treated foods.

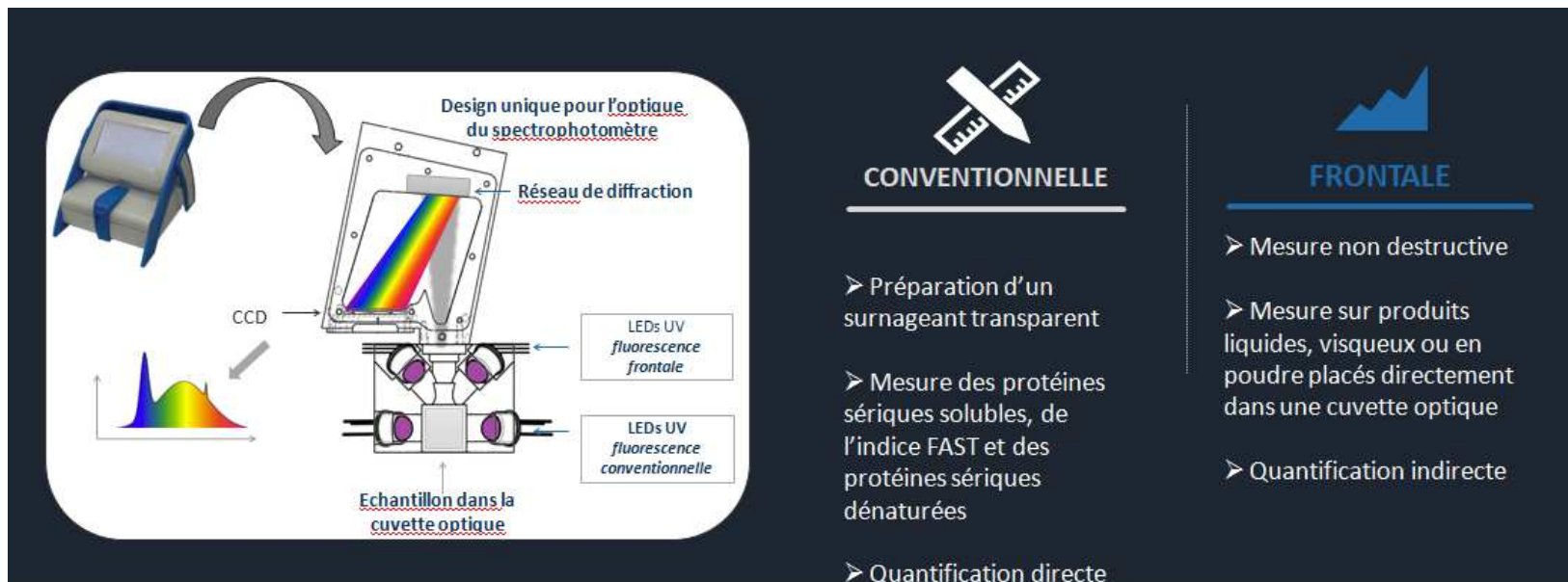
© 2018 Birlouez-Aragon I¹, Leclerc J, Quedraogo CL, Birlouez E, Grongnet JF.

n



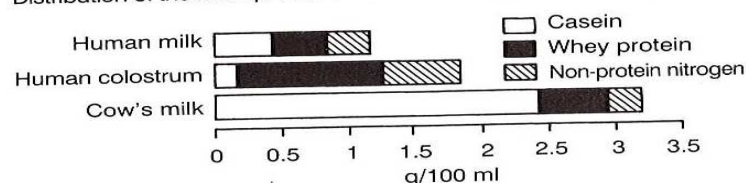
Technologie Amaltheys

7

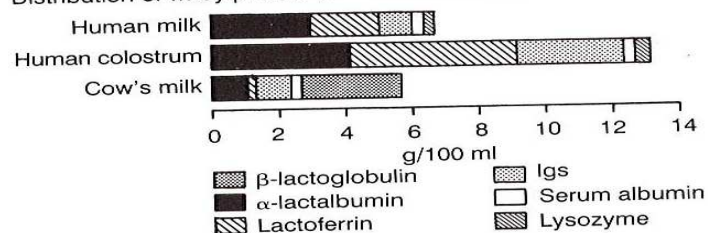


Deux modes de fluorescence

Distribution of the main protein fractions in human and bovine milks



Distribution of whey protein in human and bovine milks



Indice Fast :
produits de Maillard

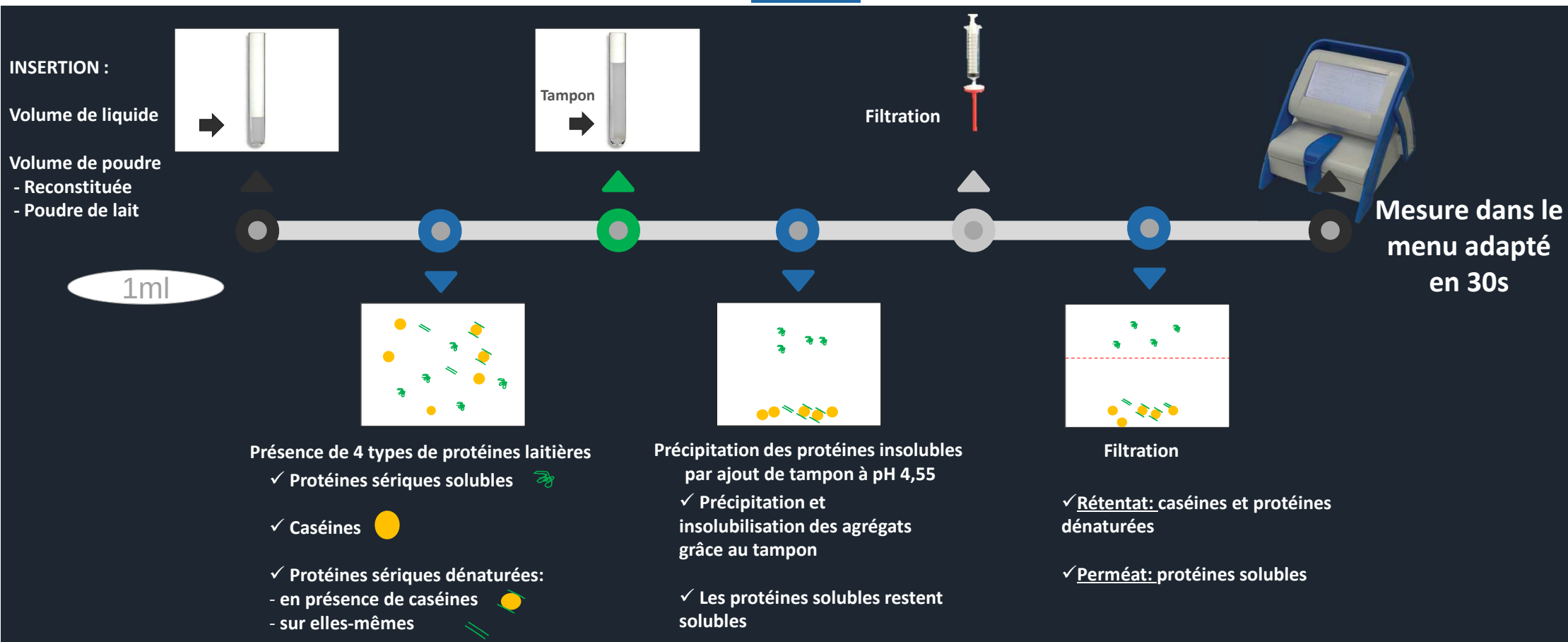
spectralys.fr

est la propriété exclusive de Spectralys Innovation



Préparation et mesures

Protéines solubles, WPNI et indice FAST



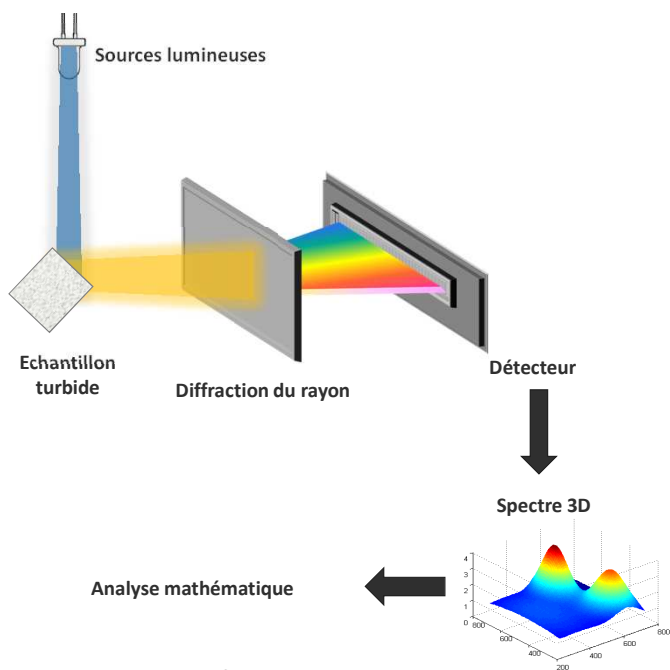
www.spectralys.fr

© 2016 Spectralys – Toutes les informations sont la propriété exclusive de Spectralys Innovation

Technologie Amaltheys

Fluorescence frontale

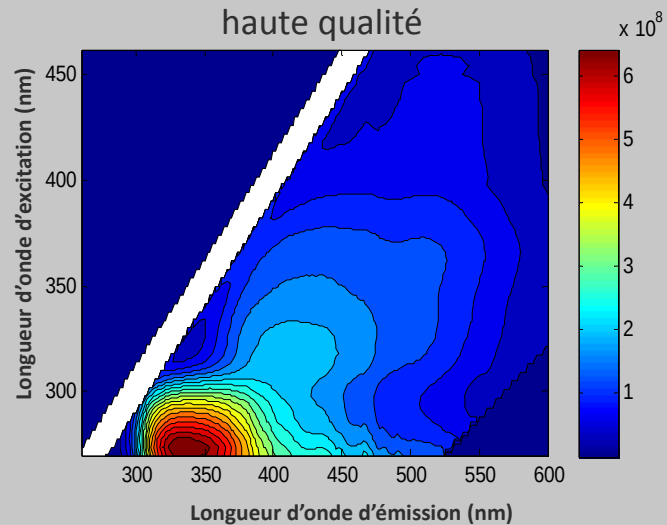
Fluorescence frontale



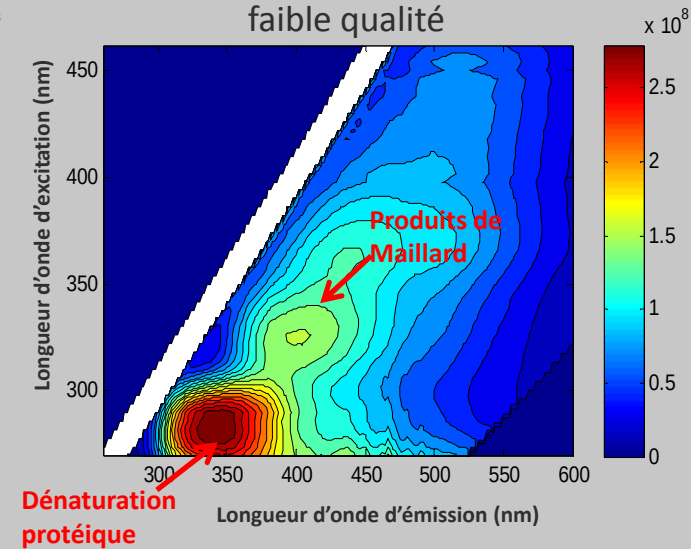
- Mesure non destructive
- Construction de modèle de calibration

Les modifications des échantillon sont visibles par fluorescence et quantifiés par des outils d'analyse du signal

Poudre de formule infantile de haute qualité



Poudre de formule infantile de faible qualité





Projet

Etudes et objectifs



Objectifs

- **Etude 1: Variabilité des laits crus**

- étudier la variabilité des laits maternels : variabilités inter mères et variabilités entre les recueils
- évaluer le potentiel de la fluorescence pour les variations de composition des laits

- **Etude 2: Impact de la pasteurisation sur les laits maternels**

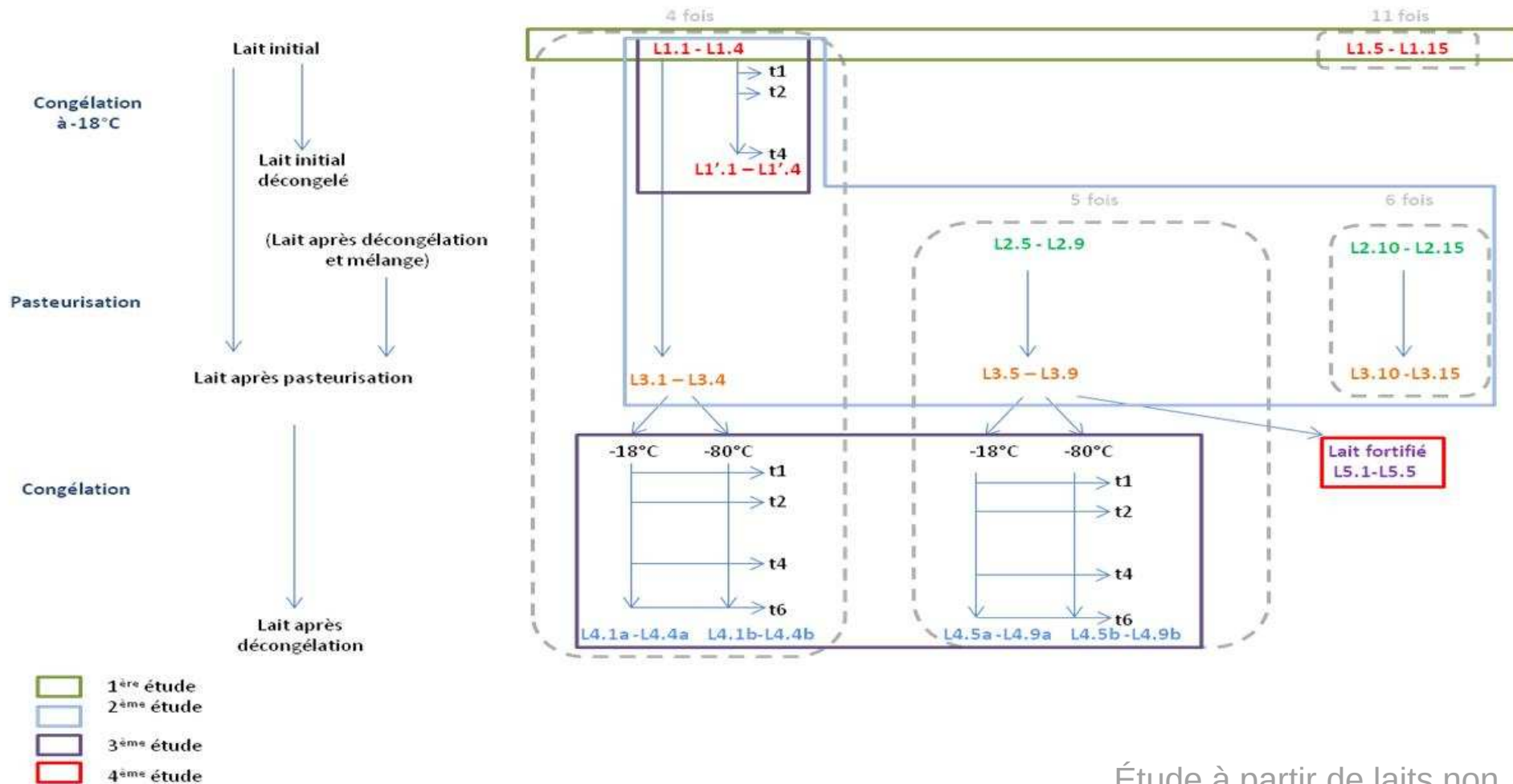
- étudier l'impact de la pasteurisation sur la dénaturation des protéines dans le lait maternel et la formation de produits de Maillard
- évaluer le potentiel de la fluorescence pour détecter des modifications plus fines, notamment au niveau des vitamines

- **Etude 3: Impact de la congélation sur les laits maternels**

- étudier l'impact de la congélation, couplée ou non à la pasteurisation sur l'image spectrale des laits



Plan de travail



Étude à partir de laits non conformes et après records des denrées





ETUDE N° 1

Variabilité des laits crus



Validation de la mesure par fluorescence

avec la méthode de référence Kjeldahl

❖ 15 laits ont été sélectionnés pour la validation Kjeldahl.

	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane
Protéines Totales* (g/L)	8	27.7	12	10.6
Protéines Solubles* (g/L)	2.9	13.8	5.7	5.5
FAST (produits de Maillard)	30.6	9.3	19.2	19.1

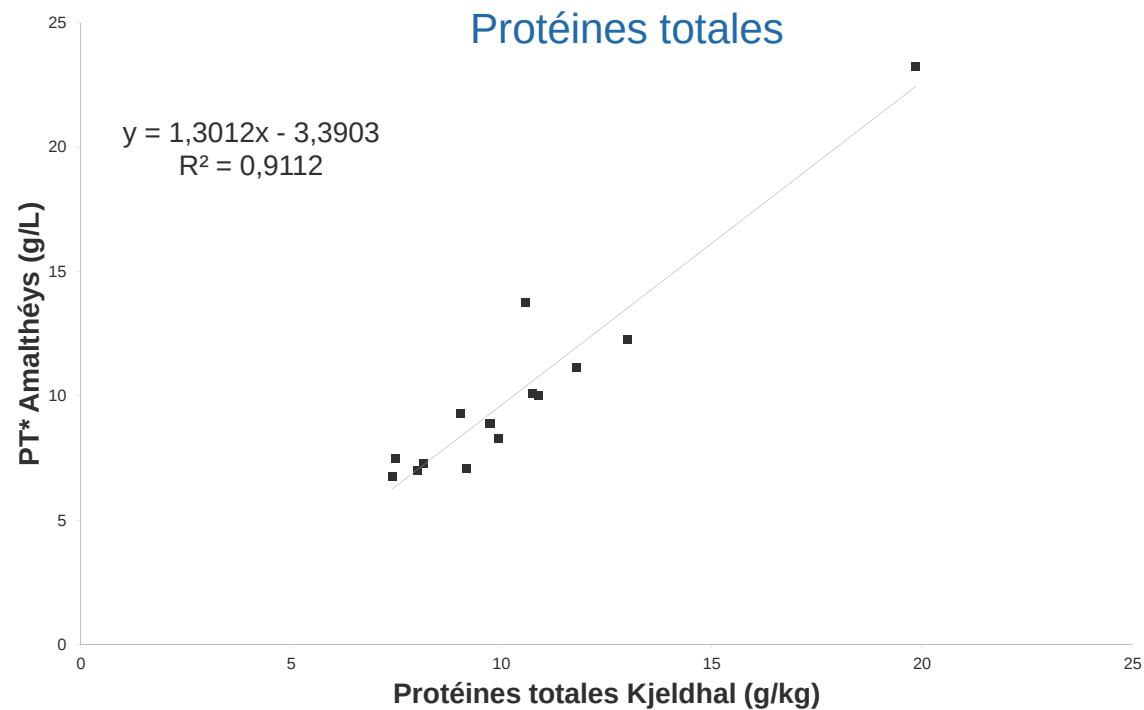
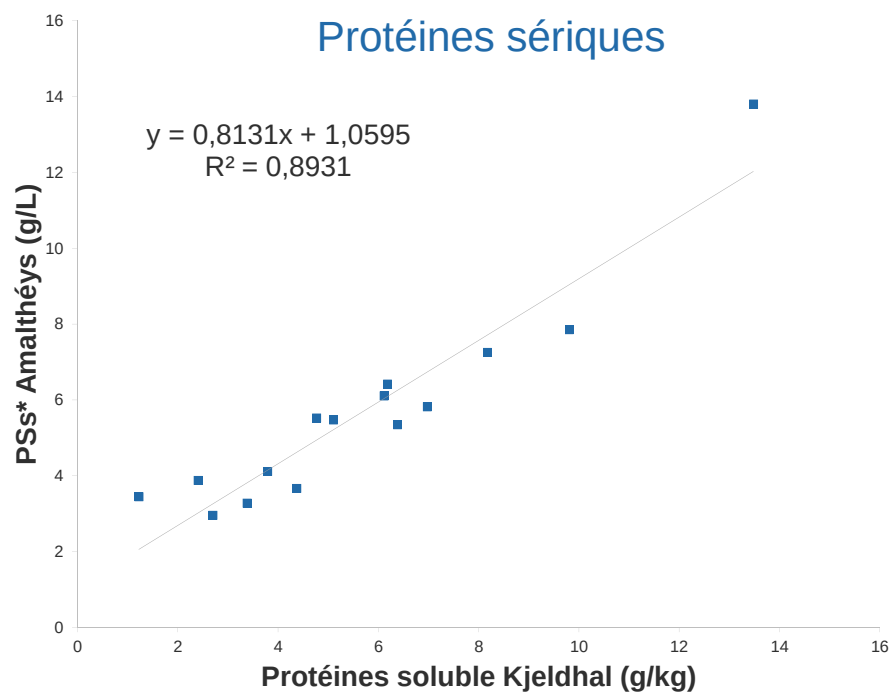
Remarque : lait artificiel FAST
20 à 100

www.spectralys.fr

© 2016 Spectralys – Toutes les informations sont la propriété exclusive de Spectralys Innovation



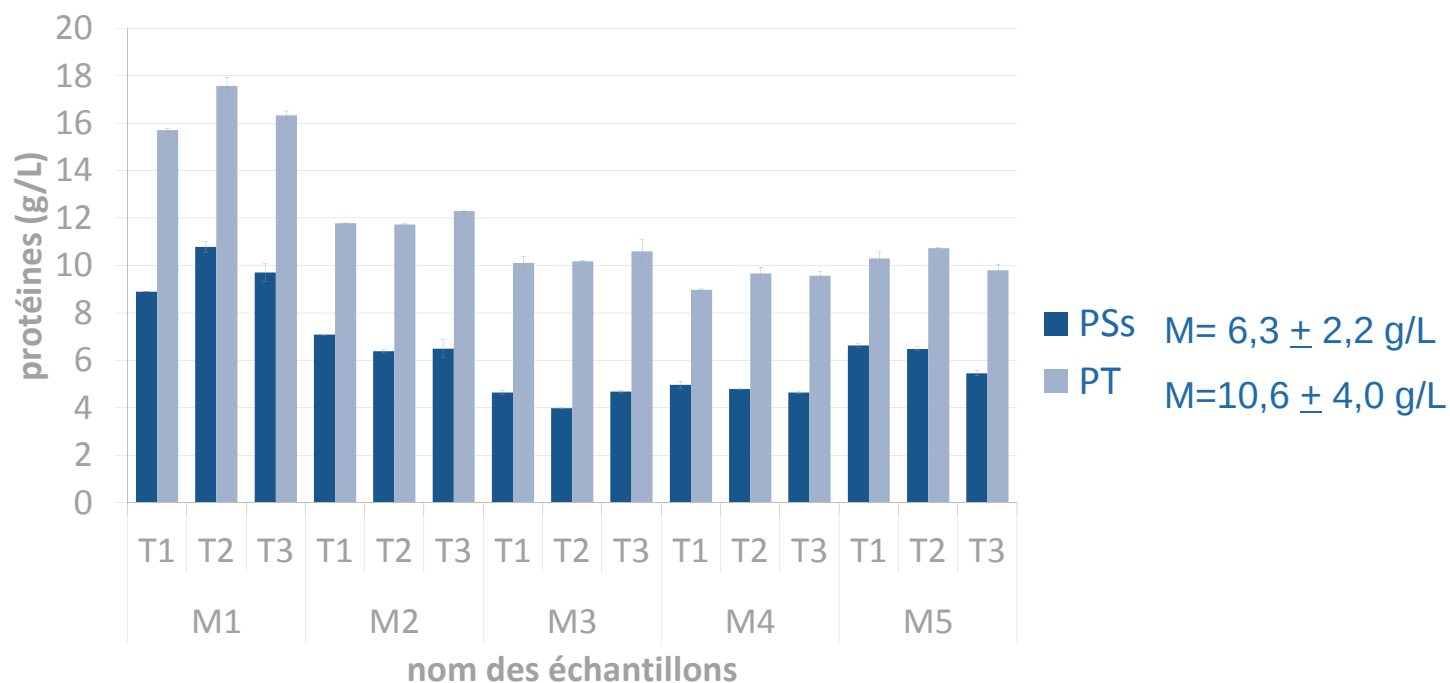
Validation Kjeldhal



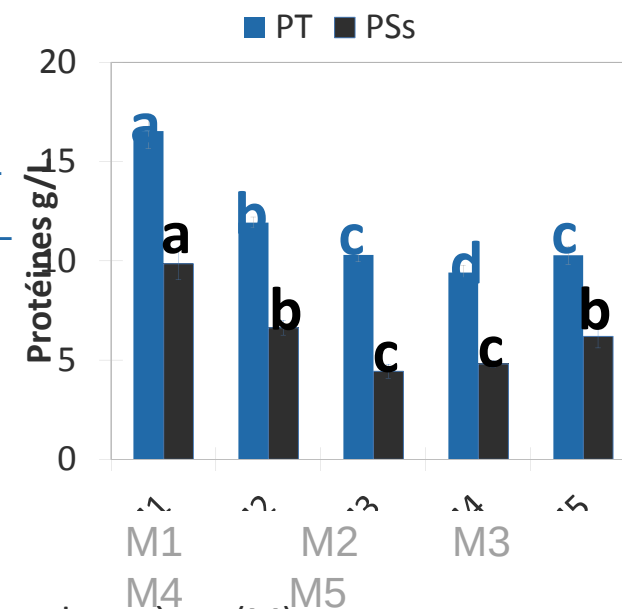
Caracterisation des laits crus

Paramètres issus de la fluorescence conventionnelle

Laits crus



Test de Newman Keuls $p < 0.05$



Variabilité dans la concentration en protéines sériques et totales entre les mères (M).

Aucune différence significative d'un recueil (T) à l'autre

www.spectralys.fr

© 2016 Spectralys – Toutes les informations sont la propriété exclusive de Spectralys Innovation





ETUDE N° 2

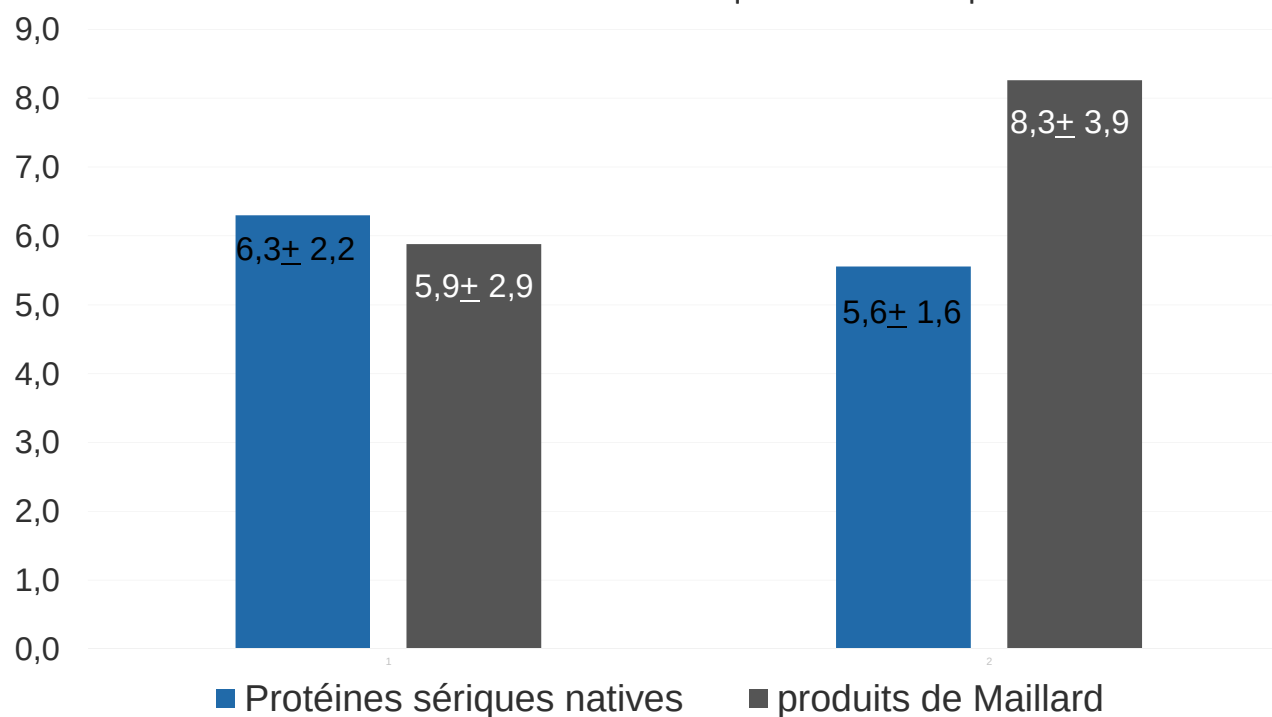
Impact de pasteurisation sur les laits



Impact de la pasteurisation

Sur la qualité des protéines du lait : N=35

Données conventionnelles: Protéines sériques solubles et produits de Maillard



Avant pasteurisation

Après pasteurisation

Une légère dénaturation des protéines de 12% ($p < 0,05$ Student t test)

Une formation de produits de Maillard de 40% ($p < 0,01$ Student t test)

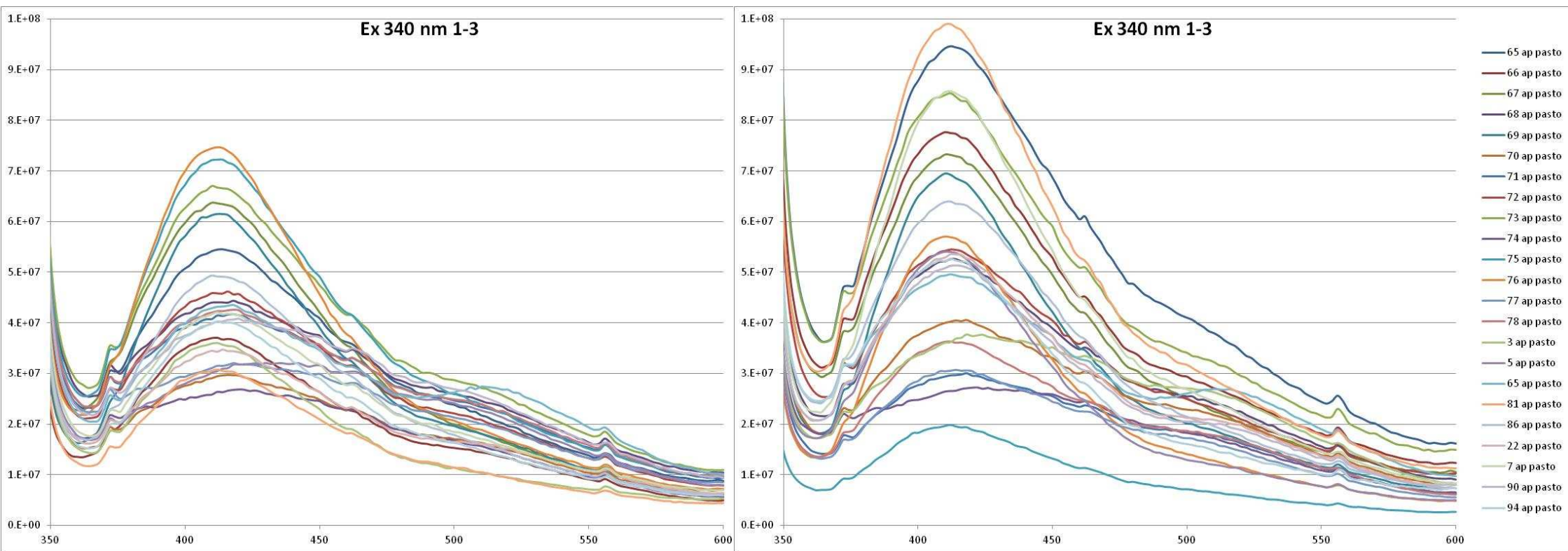


Impact de la pasteurisation

Produits de Maillard en fluorescence frontale: spectres Ex 340 nm

Avant pasteurisation

Après pasteurisation



www.spectralys.fr

© 2016 Spectralys – Toutes les informations sont la propriété exclusive de Spectralys Innovation



ETUDE N° 3

Impact de la congélation

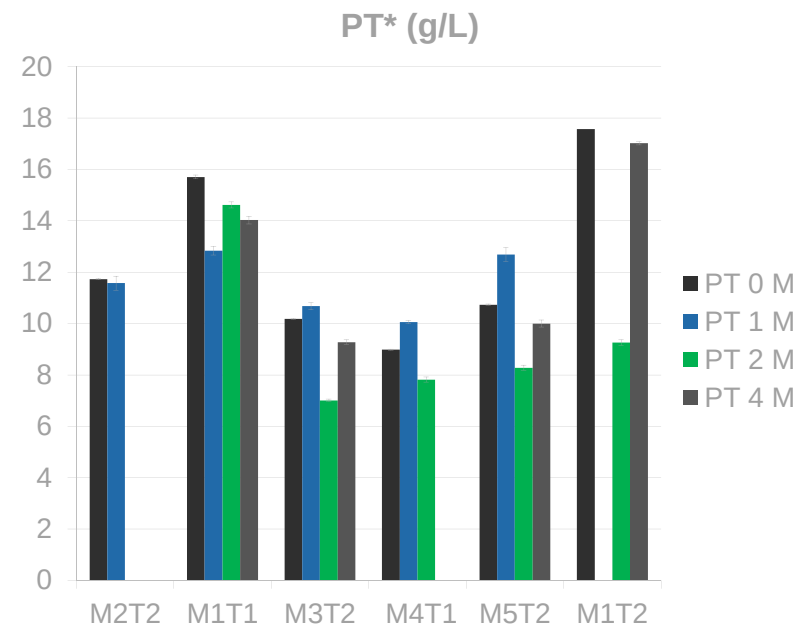
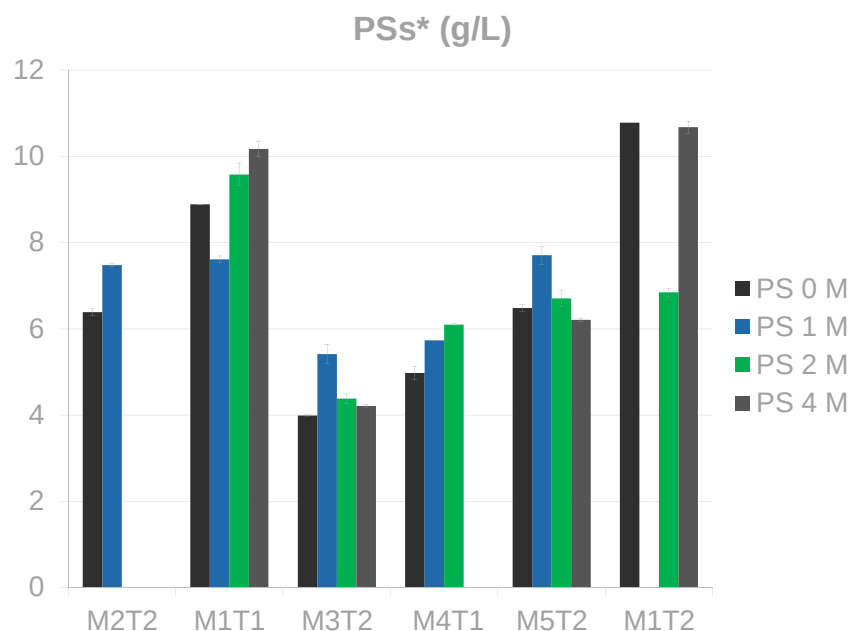


©Natacha Soury



Impact de la congélation sur les laits crus

Données conventionnelles



- Pas de tendances observées. Pas d'impact constant de la congélation
- En revanche, on observe des différences entre les différentes durées de congélations, bien supérieures à l'erreur analytiques. Problème d'homogénéisation? De contamination lors de la décongélation?

www.spectralys.fr

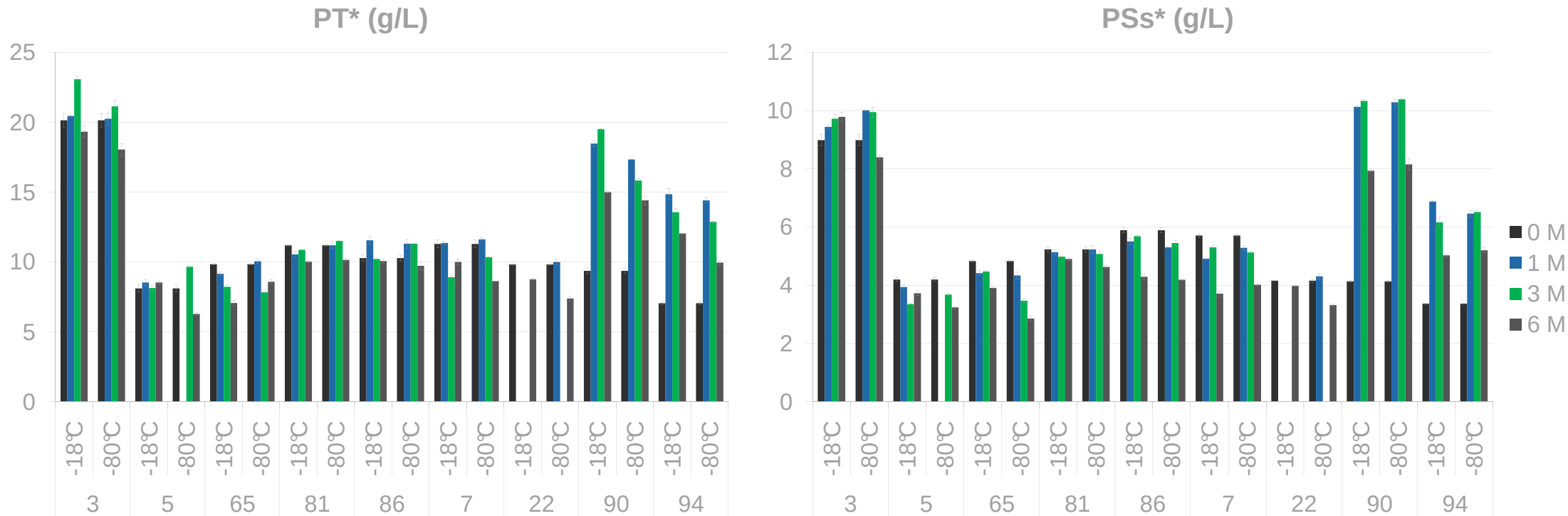
© 2016 Spectralys – Toutes les informations sont la propriété exclusive de Spectralys Innovation



Impact de la congélation sur les laits pasteurisés

22

Données conventionnelles



- Pas de tendances observées. Pas d'impact constant de la congélation
- En revanche, on observe des différences entre les différentes durées de congélations, bien supérieures à l'erreur analytiques. Problème d'homogénéisation? De contamination lors de la décongélation?

www.spectralys.fr

© 2016 Spectralys – Toutes les informations sont la propriété exclusive de Spectralys Innovation

Conclusion

- **Etude 1: variabilité des laits crus**

- Mise en évidence d'une variabilité dans la concentration et la composition (Protéines totales et sériques) de laits maternel issus de différentes mères
- Les données sur les protéines sériques affinent la qualification du lait de lactarium par rapport aux résultats apportés par les analyseurs de lait « classiques » (moyen infra rouge)

- **Etude 2 impact de la pasteurisation sur les laits maternels**

- Impact significatifs : augmentation du FAST et conséquences sur certains laits riches en protéines: légère dénaturation des protéines de 12%
- Modification de l'image spectrale des laits maternels: formation de produits de Maillards de 40%

- **Etude 3: impact de la congélation**

- Pas de tendance observée : -18° 4 mois lait cru , -18° et -80° C 6mois lait pasteurisé



Perspectives

- Etude 4 : impact de la fortification?
- Etude 5: autres traitements actuellement appliqués aux laits: lyophilisation
- Etude 6: futures techniques de sécurisation bactériologiques-virologiques du lait

Attention correspond à une facette de la caractérisation nutritionnelle, biologique et toxicologique du lait de femme et de l'impact de son traitement

pas d'extrapolation clinique hâtive

Ratons prématurés nourris avec PPFPN → modifications histologiques du tube proximal sans modification de leur fonction rénale *(Langhendries J Pediatr gastroenterol 92)*

Quantité de produits de Maillard reste très <<< laits artificiels

(Arena Food Chemistry 2017)

