



HAL
open science

Agrégation protéique et propriétés gélifiantes et moussantes des protéines laitières ; Quoi de neuf sur le plan des connaissances ?

Marie-Hélène Famelart, Fanny Guyomarc'H, Marion Morand, Bruno Novales

► To cite this version:

Marie-Hélène Famelart, Fanny Guyomarc'H, Marion Morand, Bruno Novales. Agrégation protéique et propriétés gélifiantes et moussantes des protéines laitières ; Quoi de neuf sur le plan des connaissances ?. Carrefours de l'innovation agronomique Colloque -Protéines laitières : aspects nutritionnels, Apr 2011, Rennes, France. 162 p., 2011. hal-01454238

HAL Id: hal-01454238

<https://hal.science/hal-01454238>

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.

1

Carrefours

de l'innovation
agronomique
2011



Protéines lactières
aspects nutritionnels et fonctionnels,
de la préparation à l'utilisation

Mardi 5 avril 2011



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Carrefours

de l'innovation
agronomique
2011

**Agrégation protéique et propriétés gélifiantes
et moussantes des protéines laitières ;
Quoi de neuf sur le plan des connaissances ?**

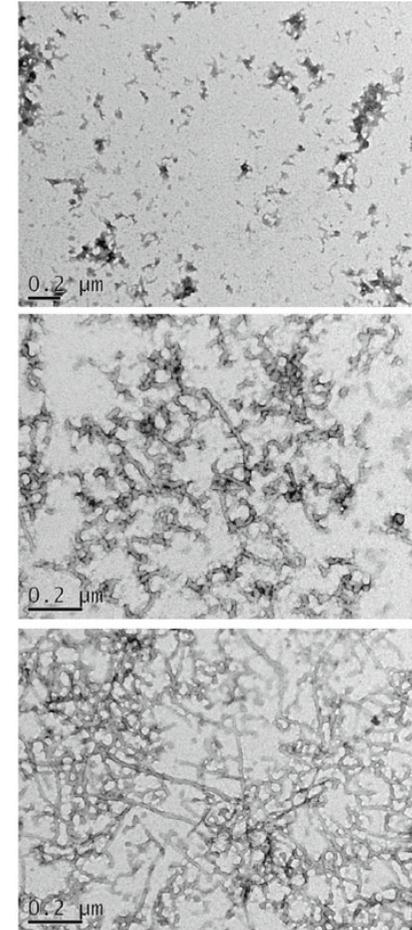
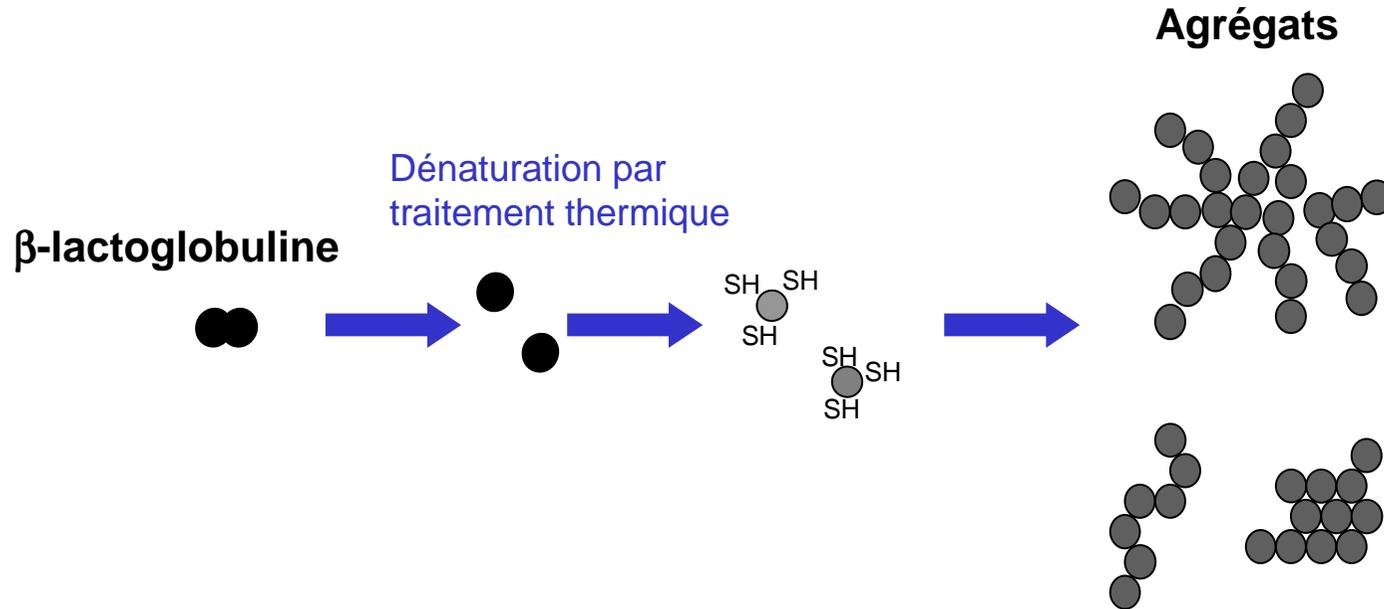
M.H. Famelart, F. Guyomarc'h, M. Morand
UMR-STLO Rennes / B. Novales BIA Nantes



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Les agrégats de protéines lactières



4 Les propriétés fonctionnelles des agrégats de protéines laitières



Crèmes dessert



Crème glacée

Mousses



Propriétés moussantes



Yaourts brassés
Fromages blancs...



Propriétés gélifiantes



Angel cakes
Crème fouettée



Yaourts fermes

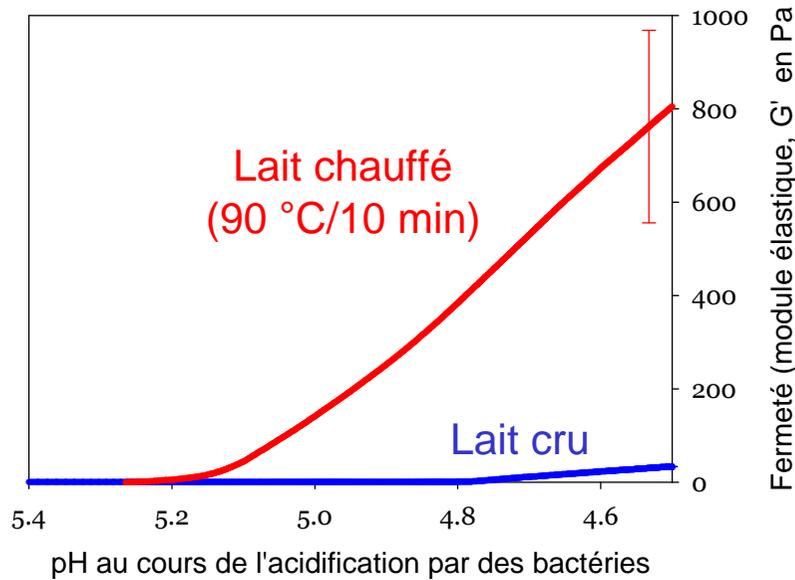




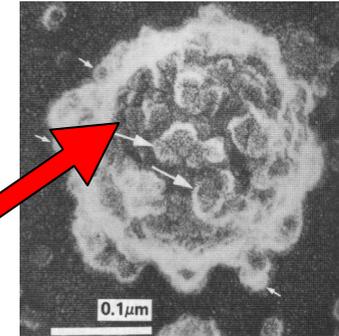
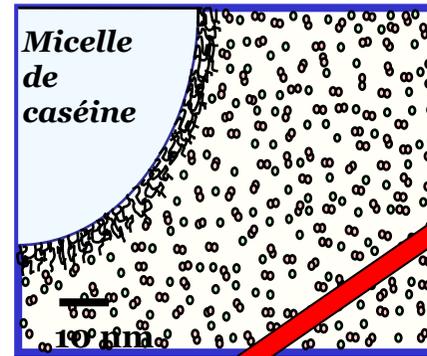
Agrégats de protéines lactières et propriétés gélifiantes

6

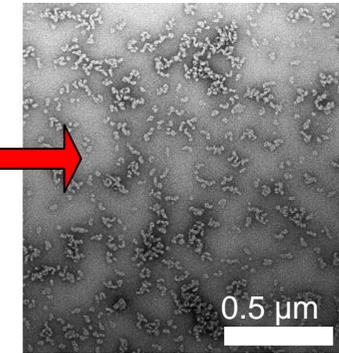
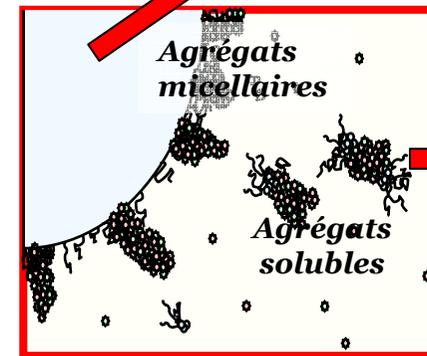
Les propriétés de gélification acide du lait – le yaourt



La gélification a lieu plus rapidement et à un pH plus haut et le gel est beaucoup plus ferme après un traitement thermique à 90°C pendant 10 min. Ce chauffage est une pratique courante dans la fabrication des yaourts.



Micelle de lait chauffé



Agréats solubles :
Nanoparticules protéiques
Diamètre environ 100 nm,
Charge de surface -17 mV,
Point isoélectrique à 4.5

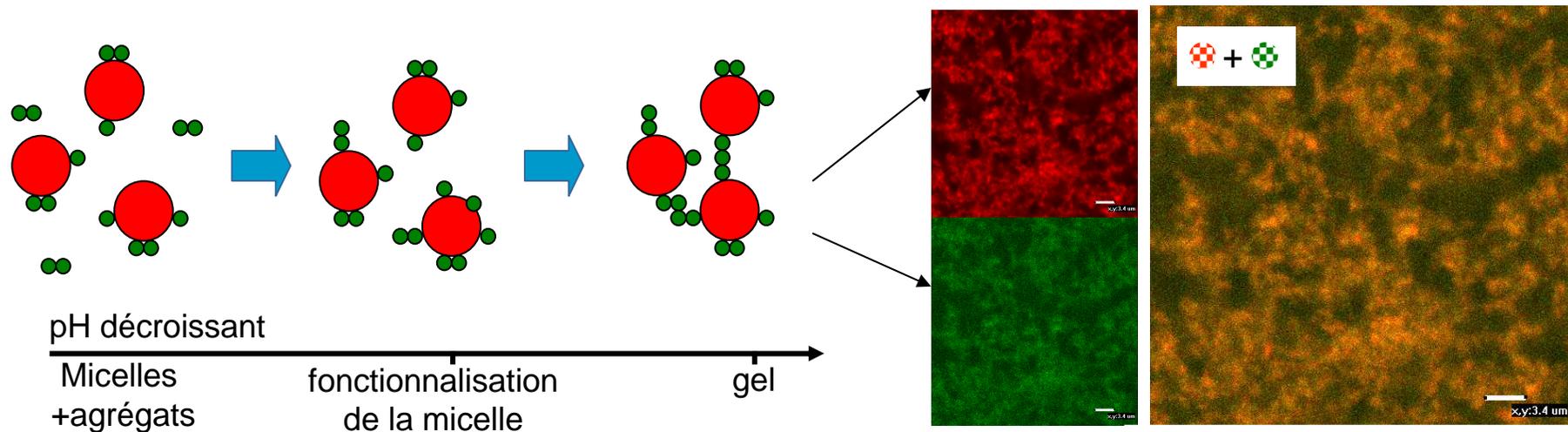
7

La fonctionnalisation de la micelle de caséine par les agrégats thermo-induits

Les agrégats solubles s'associent aux micelles dès le début de l'acidification (Guyomarc'h et al., 2009; Alexander & Dalgleish, 2005; Donato et al., 2007)

⇒ Fonctionnalisation de la micelle de caséine

⇒ Déstabilisation précoce de la micelle et formation d'un gel ferme



Hypothèse de la séquence des interactions survenant entre les micelles de caséines ● et les complexes de PS/caséine κ ● dans le lait écrémé chauffé

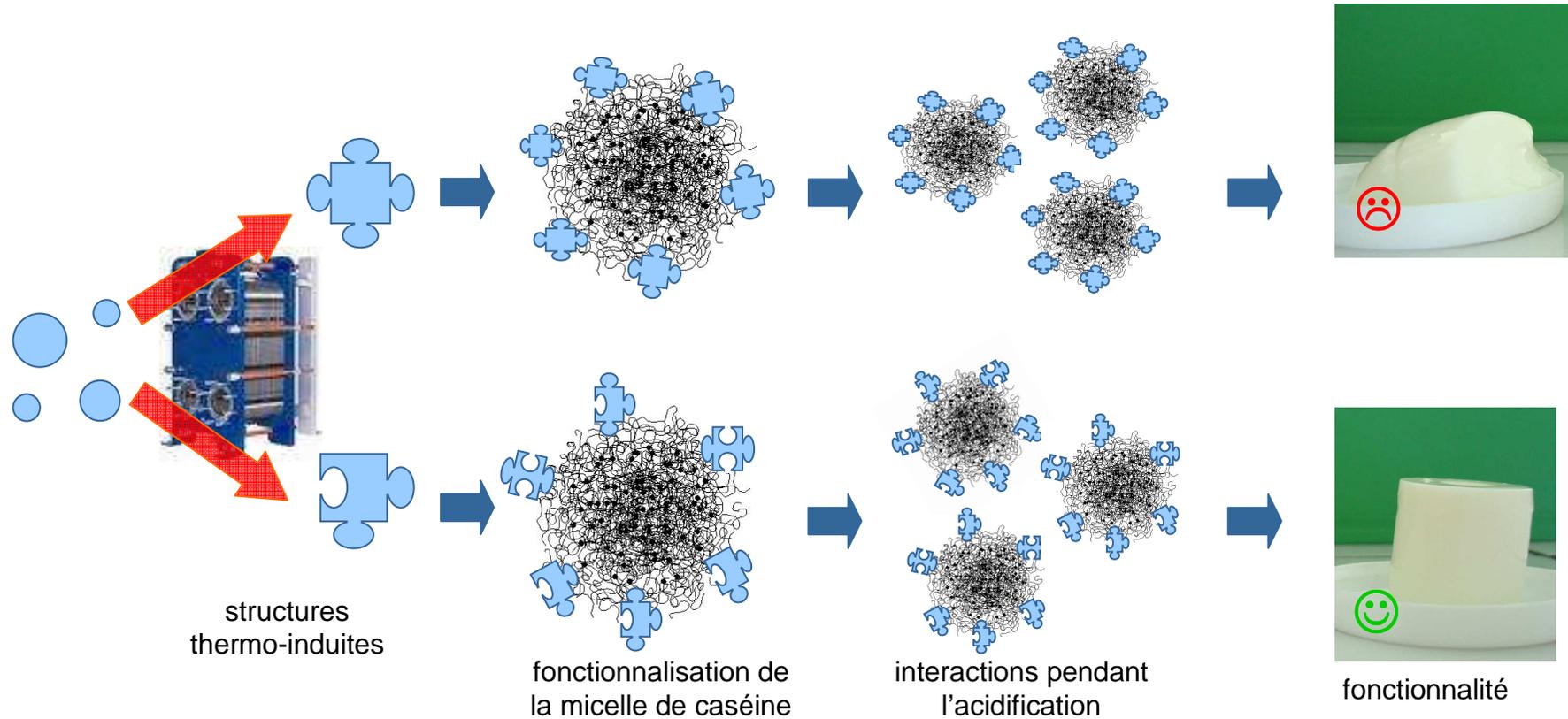
Images en microscopie confocale d'un gel acide de lait écrémé chauffé dans lequel les micelles sont marquées à la RITC (●) et les complexes solubles à la FITC (●). Les zones où les deux éléments sont colocalisés apparaissent à droite en jaune (●).

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

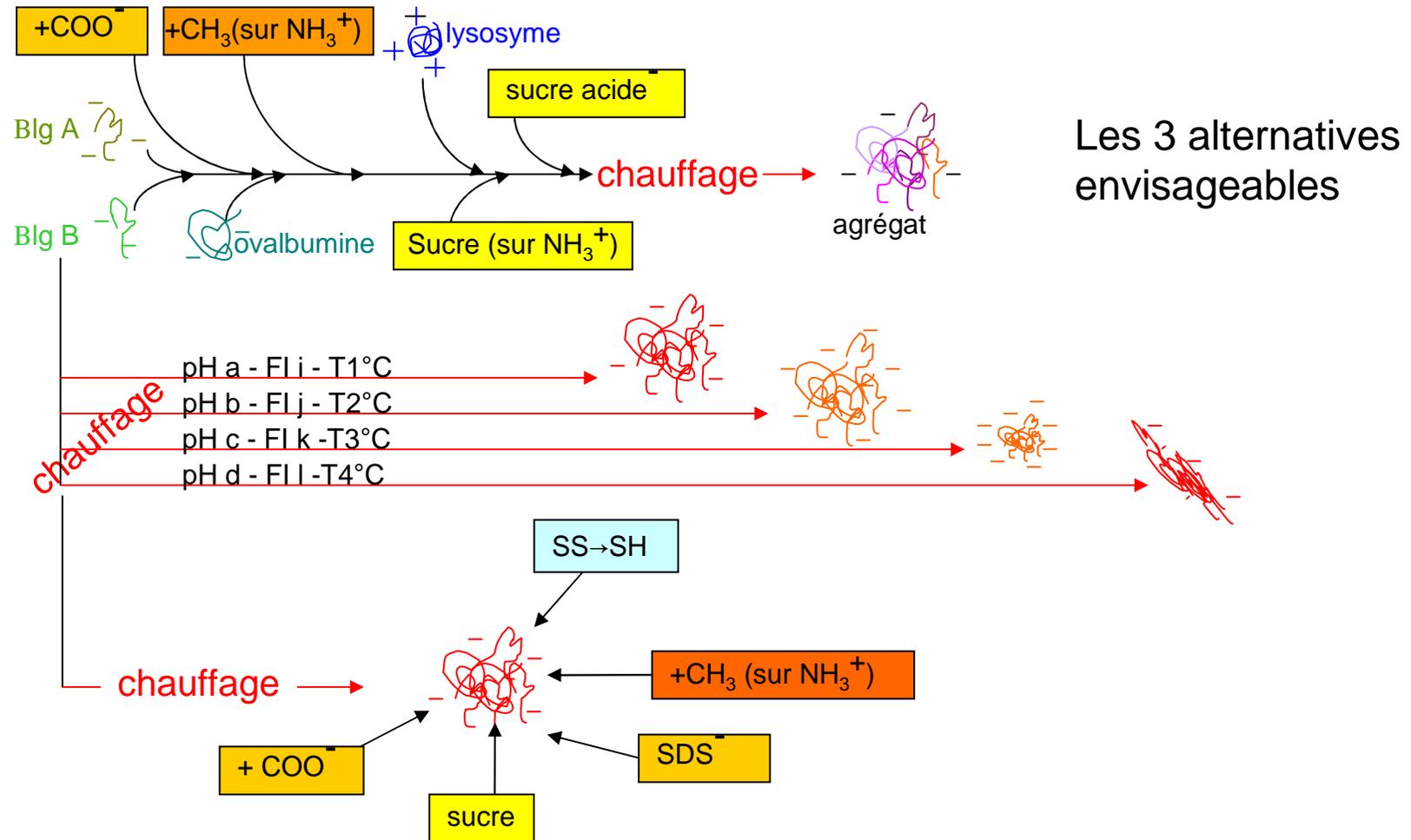
INRA

8

L'ingénierie des agrégats thermo-induits pour la gélification acide du lait



L'ingénierie des agrégats thermo-induits



Les 3 alternatives envisageables

Quelles propriétés modifier et quels moyens ?

Morand, Guyomarc'h, Famelart dans Dairy Science and Technology, 2011
 DOI 10.1007/s13594-011-0013-x
<http://springerlink.metapress.com/content/041w0859t6714428/fulltext.pdf>

pH de déstabilisation de la micelle de caséine

Propriété	Moyens scientifiques	Moyens alimentaires
Présence de caséine κ comme point d'ancrage	- protéines purifiées	- cracking du lait
Point isoélectrique	- greffage chimique - ligands ioniques	- addition de protéines globulaires de pI variables - provoquer la réaction de Maillard - déglycosylation de la caséine κ
Hydrophobie de surface	- greffage chimique - ligands non-ioniques	- contrôle de la dénaturation - emprésurage

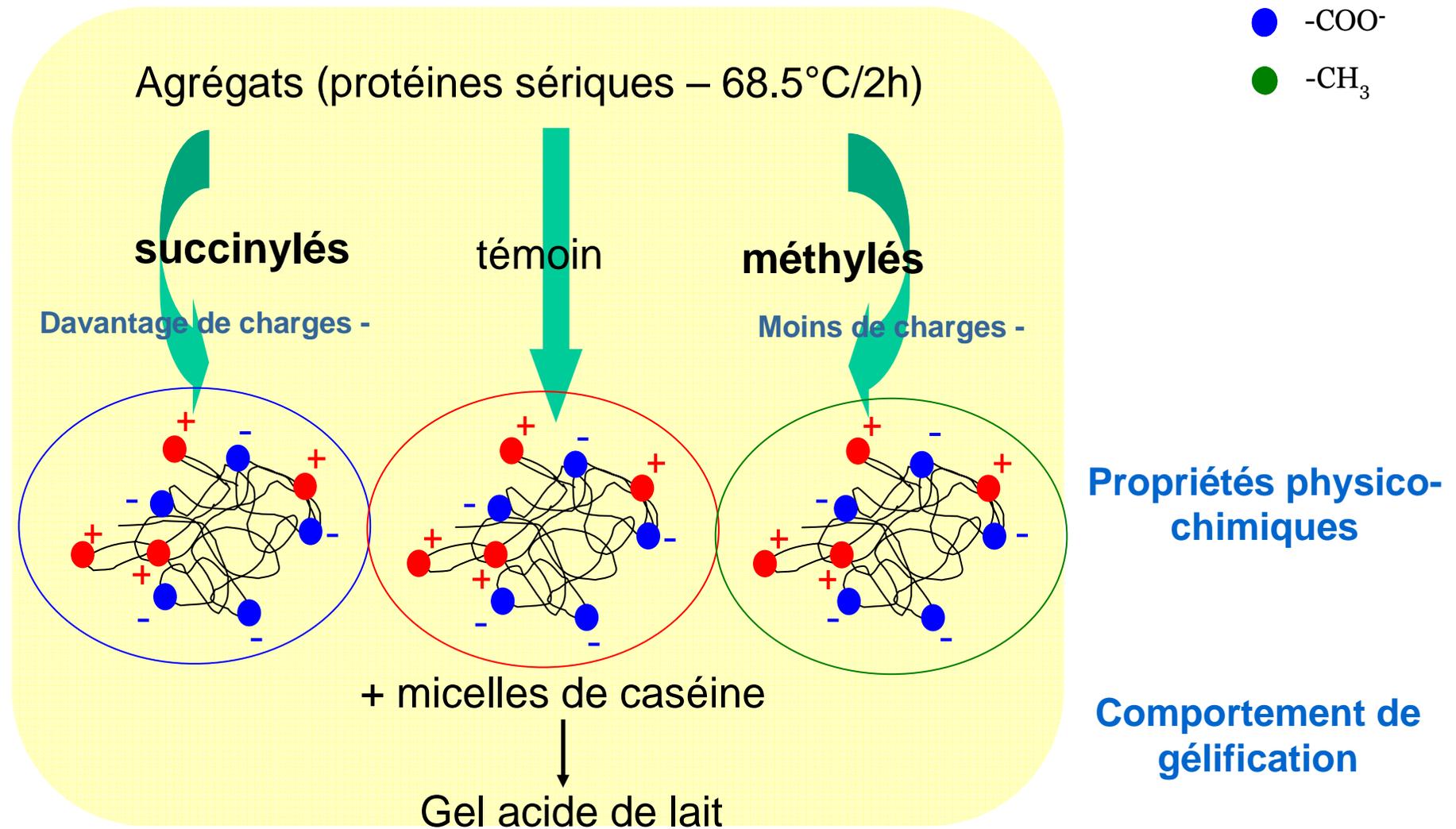
Quelles propriétés modifier et quels moyens ?

Aptitude de la micelle de caséine à former un gel ferme

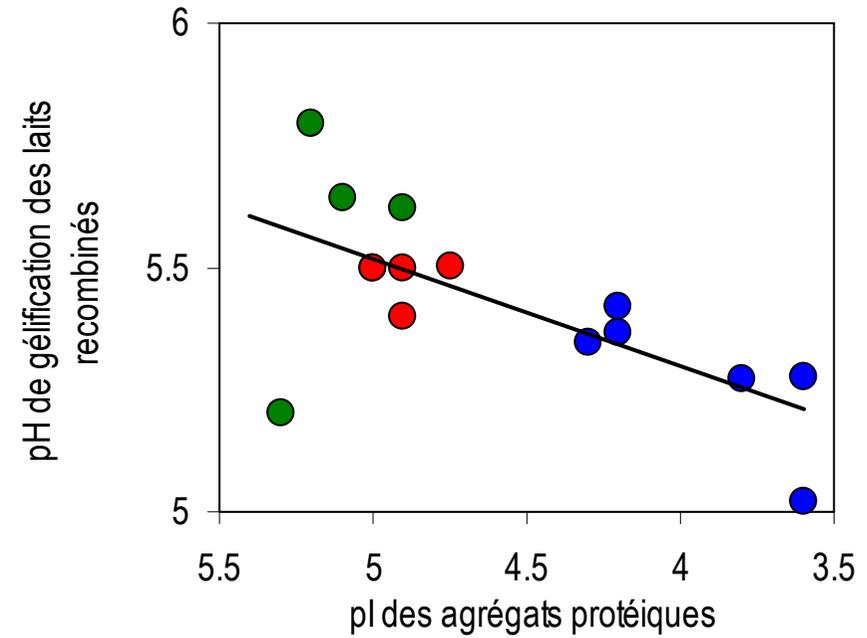
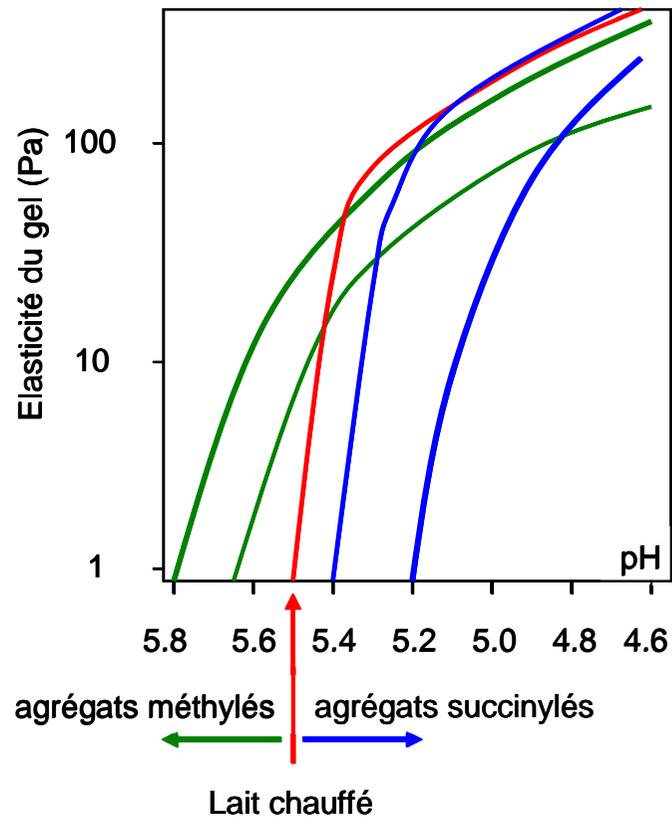
Propriété	Moyens scientifiques	Moyens alimentaires
Pontages disulfures inter et intra	<ul style="list-style-type: none"> - réduction/oxydation chimique du thiol - greffage ou masquage chimique de thiols - génie génétique 	<ul style="list-style-type: none"> - conditions redox - électroréduction - pH - addition de protéines riches en SH et/ou en SS
Taille	<ul style="list-style-type: none"> - minéraux et force ionique - ligands 	<ul style="list-style-type: none"> - pH - ratio caséine/protéines de lactosérum - concentration en protéines - lactose et ions
Forme	<ul style="list-style-type: none"> - protéines purifiées - greffage (carboxymethylation des caséines κ) 	<ul style="list-style-type: none"> - pH - ratio caséine/ protéines de lactosérum

12 Un exemple, la charge électrique des agrégats

- ⁺ -NH₃⁺
- ⁻ -COO⁻
- -CH₃



Un résultat : l'effet de la charge électrique des agrégats



Perspectives

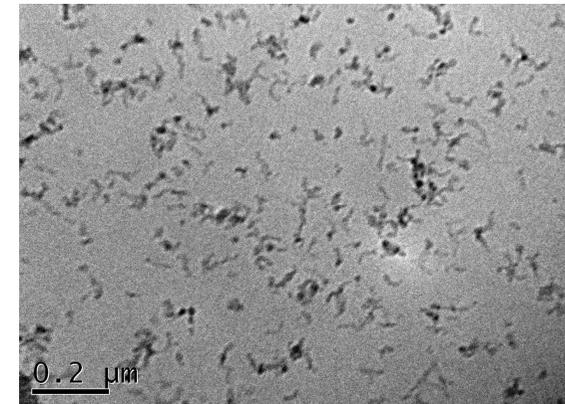
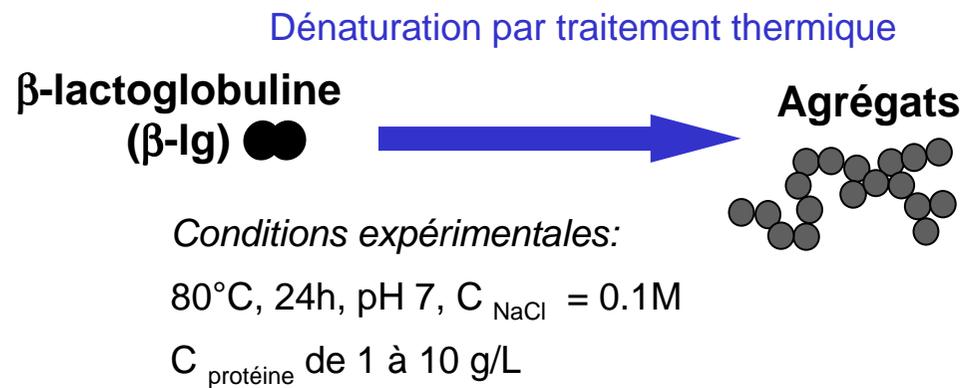
- à court-terme : Le volet consacré à l'étude du rôle des propriétés hydrophobes de surface des agrégats est en cours d'étude
- à moyen-terme : Thèse Marion Morand (financements Région Bretagne) qui finit 2011. Marion Morand est disponible pour poursuivre cette thématique. Par ailleurs, un profil de thèse a été déposé à l'Ecole Doctorale de Rennes (VAS)
- à plus long-terme : lorsque les propriétés physico-chimiques et structurales des agrégats thermo-induits « positives » seront clairement établies, il faudra trouver des moyens « food-grade » et transférables à l'industrie de les conférer à ces agrégats et valider sur yaourts modèles, puis réels...



Agrégats de protéines lactières et propriétés moussantes

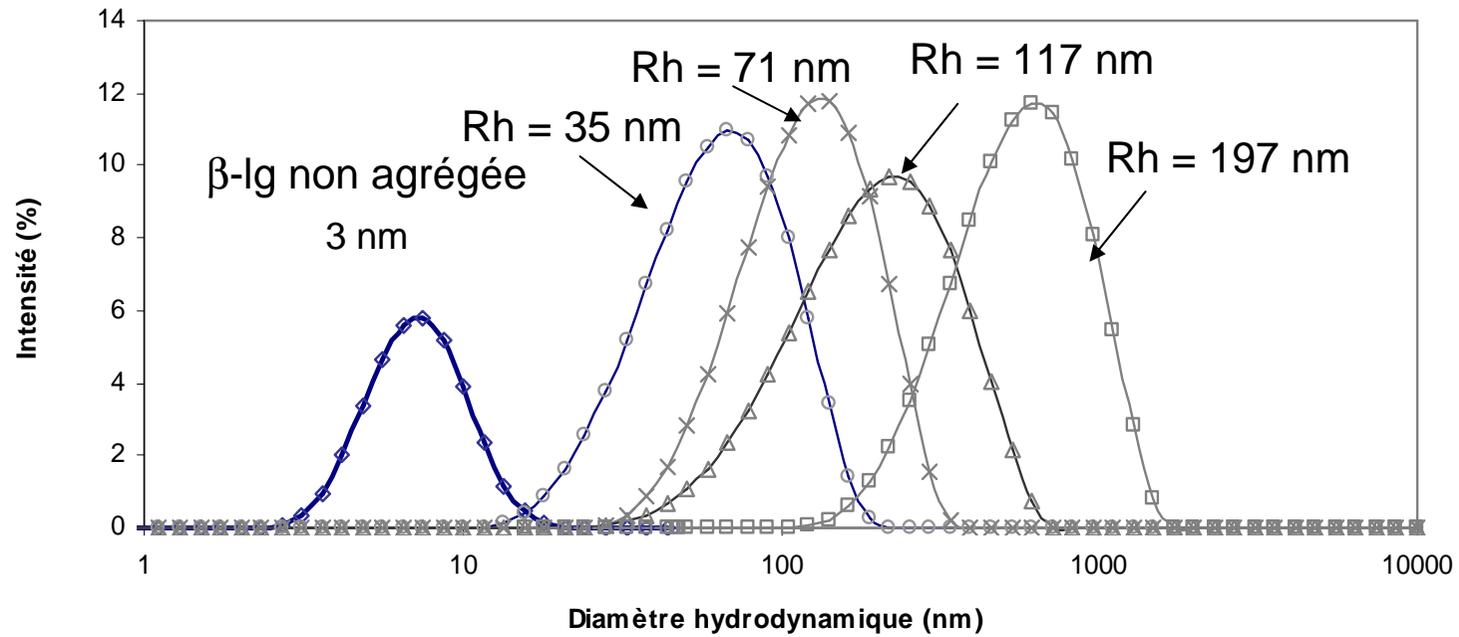


β -lactoglobuline non agrégée et agrégats formation et caractérisation



Photographies Cryo-TEM
Cédric Gaillard INRA

Caractérisation des agrégats de protéines

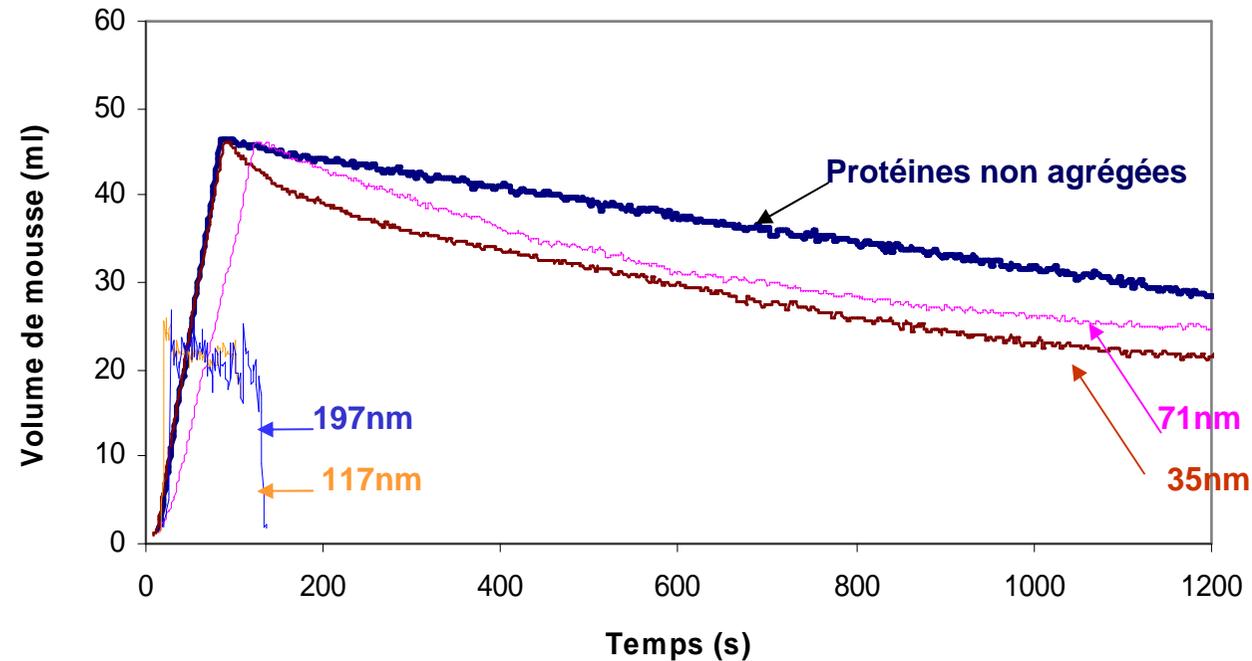


Propriétés moussantes des agrégats

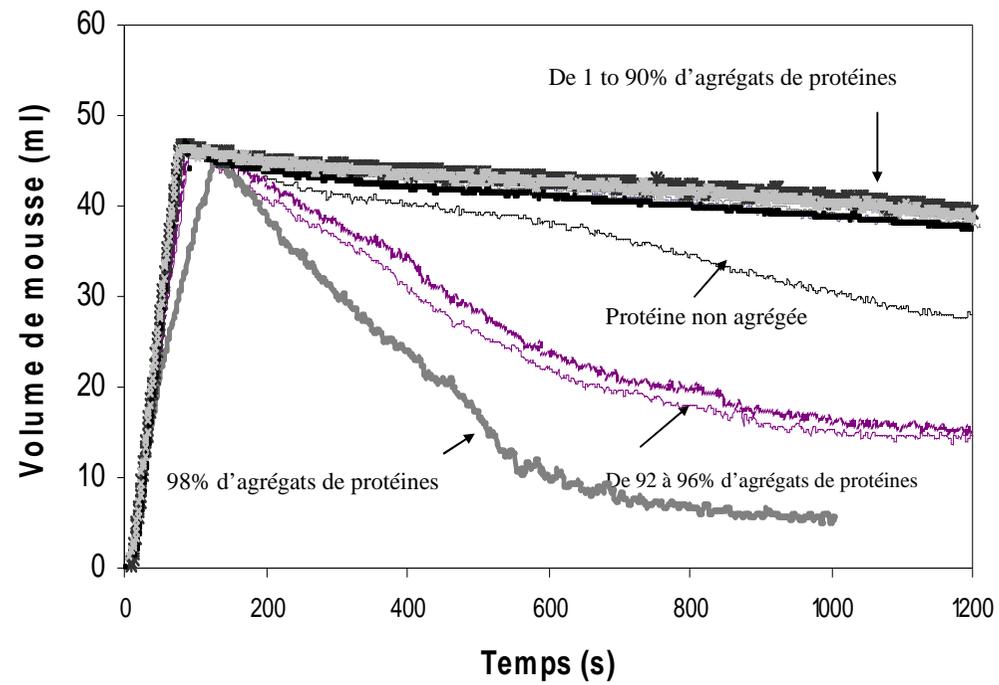
Formation de la mousse

Stabilité de la mousse

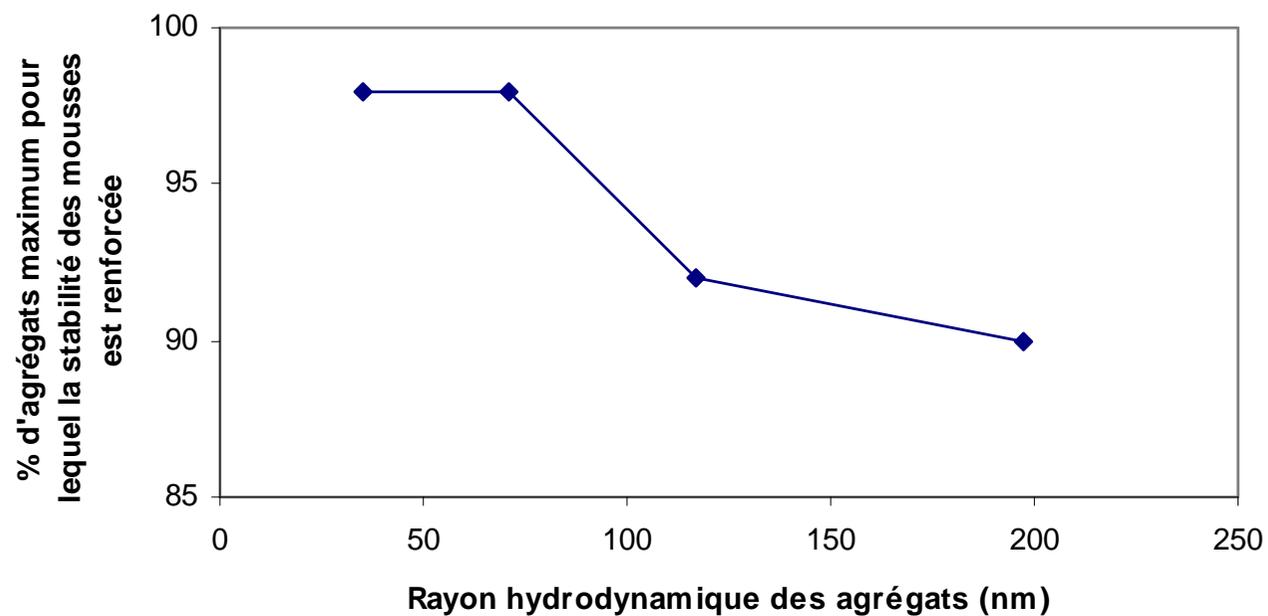
	Temps de formation de la mousse (s)
β -lg	82 +/- 2
Agrégats Rh 35 nm	92 +/- 4
Agrégats Rh 71 nm	120 +/- 1
Agrégats Rh 117 nm	Pas de mousse
Agrégats Rh 197 nm	Pas de mousse



Propriétés moussantes des agrégats en présence de protéines non agrégées

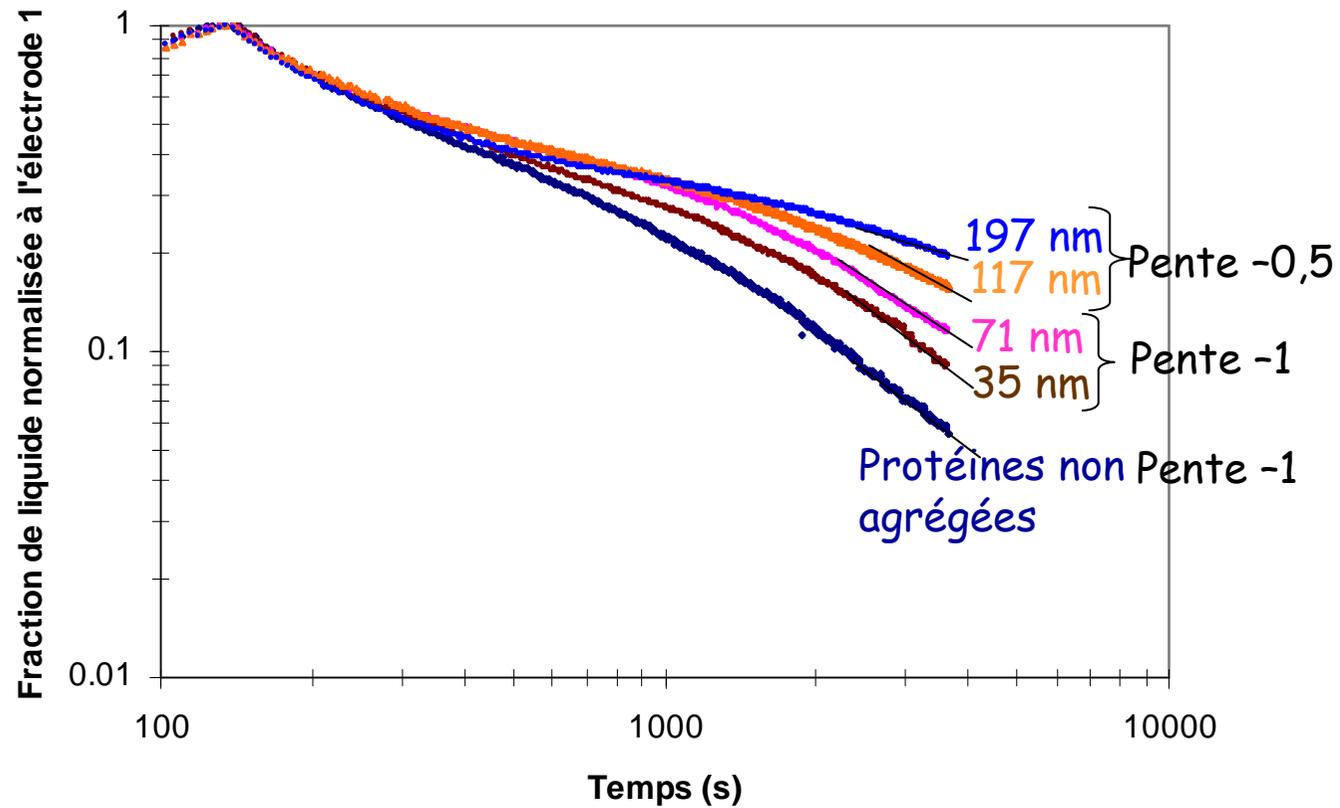


Taille des agrégats et stabilité des mousses

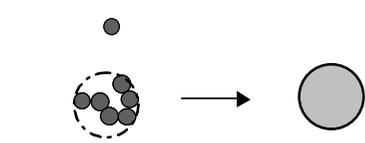


Drainage des mousses

Mousse contenant 10% d'agrégats

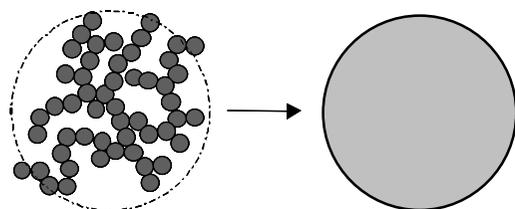


Couches adsorbées aux interfaces

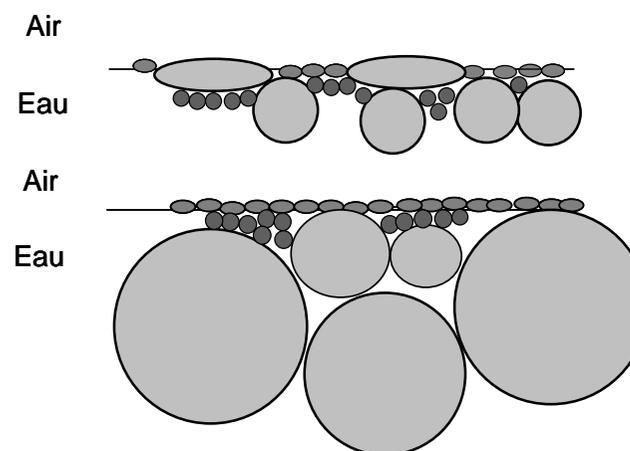


Protéines non agrégées

Petits agrégats de protéines
($R_h \sim 35\text{nm}$)



Larges agrégats de protéines
($R_h \sim 200\text{ nm}$) avec une distribution
en taille relativement large

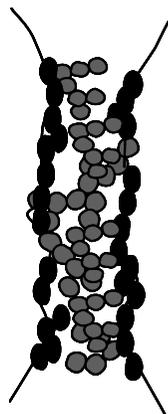


Stabilisation des films de mousse

Analogie avec les mousses de particules

Stabilisation des films de mousse

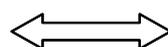
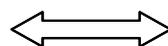
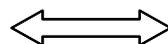
...par les agrégats de protéines



Couverture par
les protéines non
agrégées

Formation d'un
réseau de type gel

Stabilisation dépendante
de la taille et de la
quantité d'agrégats



...par les particules

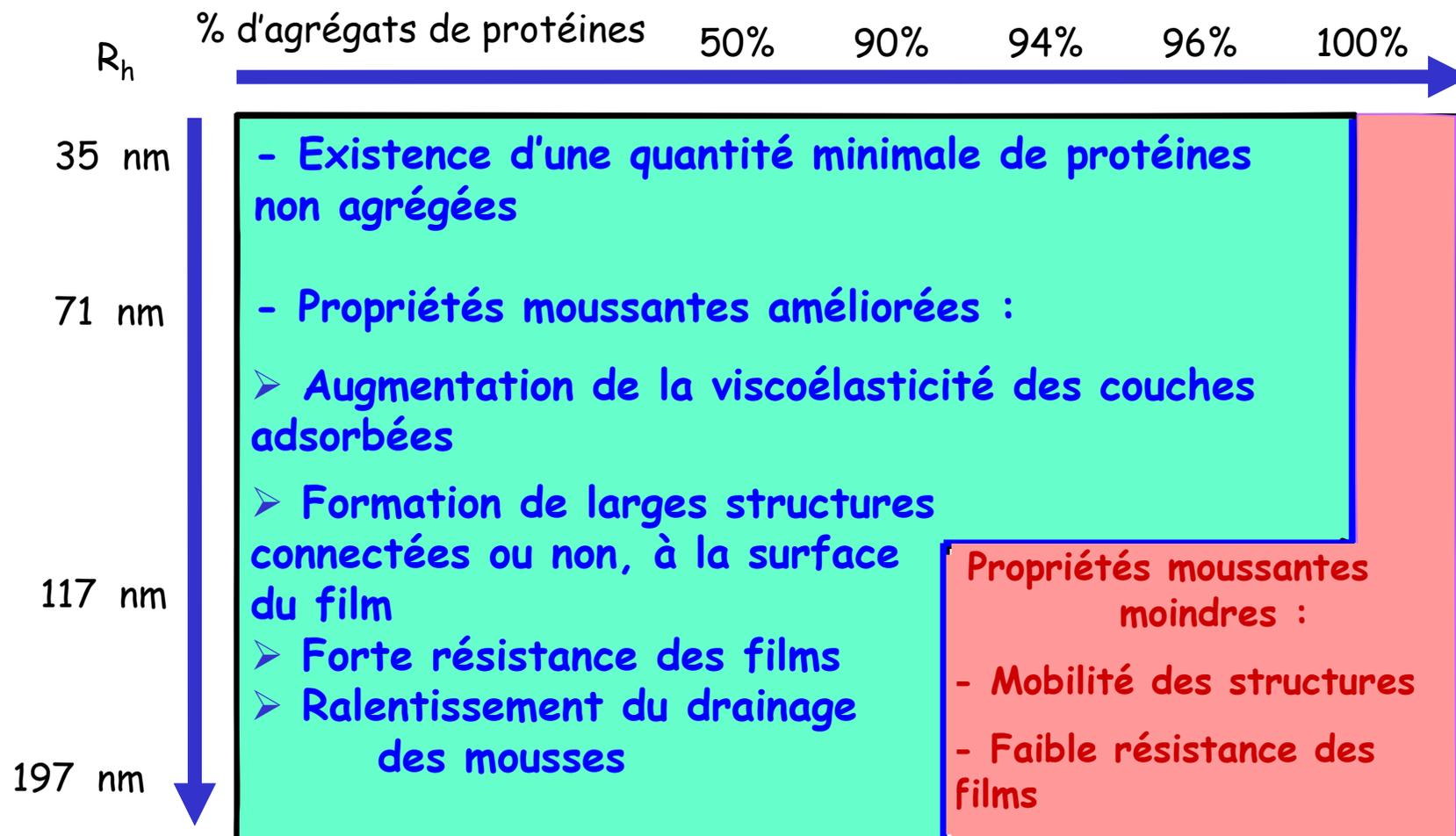
Formation d'une
couche dense autour
des bulles de gaz

Formation d'un
réseau de type gel

Stabilisation dépendante de
la taille et de la
concentration des particules



Corrélation interface/mousse/films



Ingénierie moléculaire

- Obtenir des agrégats aux propriétés contrôlées (structure, surface) pour une fonctionnalité ciblée
- Formulation de systèmes aux propriétés gélifiantes ou moussantes contrôlées (exemple de systèmes pré-enrichis en agrégats)