



HAL
open science

La plasticité des protéines du lait Un atout majeur pour concevoir des assemblages fonctionnels

Elise Schong

► To cite this version:

Elise Schong. La plasticité des protéines du lait Un atout majeur pour concevoir des assemblages fonctionnels. Journée PROFIL - La plasticité des protéines du lait : un atout majeur pour concevoir des assemblages fonctionnels, Institut National de Recherche Agronomique (INRA). UMR UMR INRA / AgroCampus Rennes : Science et Technologie du Lait et de l'uf (1253)., Sep 2017, Rennes, France. hal-01595719

HAL Id: hal-01595719

<https://hal.science/hal-01595719>

Submitted on 5 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.



Journée PROFIL

La plasticité des protéines du lait

Un atout majeur pour concevoir des assemblages fonctionnels



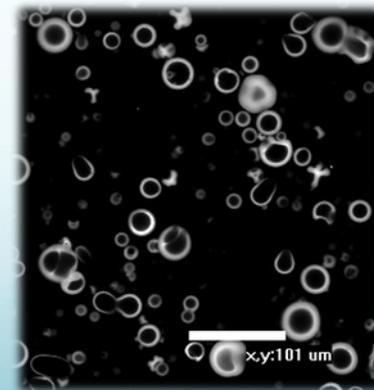
21 septembre 2017 à Agrocampus Ouest de Rennes



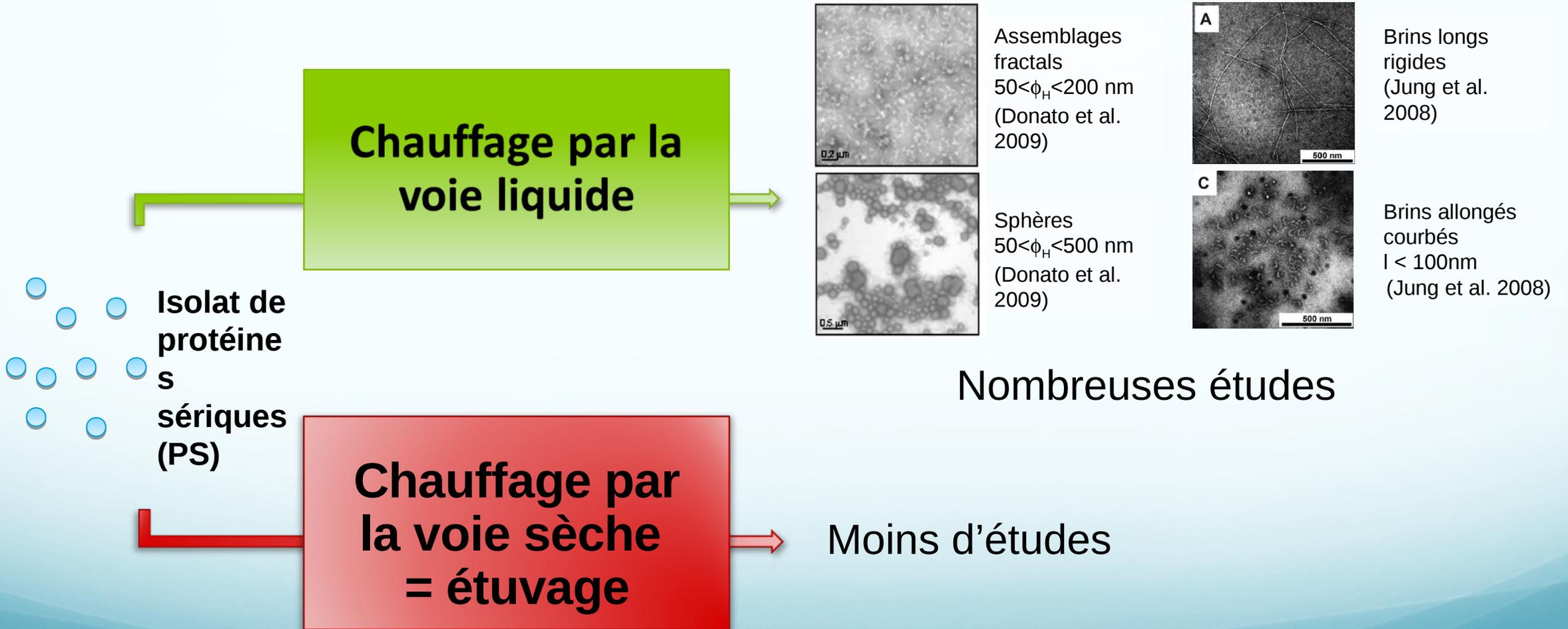


« Une voie originale de formation de particules fonctionnelles par chauffage de poudres de protéines sériques »

Elise Schong, INRA UMR STLO



Deux voies de formation des assemblages de PS



Etuvage de la poudre de blanc d'oeuf

- Couramment utilisé pour la pasteurisation du blanc d'œuf (55-65 °C; 3-5 j) :
 - chauffage blanc d'œuf à l'état liquide → déstabilisation
 - chauffage de la poudre de blanc d'œuf → ~~déstabilisation~~
- Amélioration des propriétés fonctionnelles des protéines du blanc d'oeuf (Kato et al., 1989) avec une dénaturation limitée des protéines
- Principalement appliqué à température et à humidité relative (HR) contrôlées afin de limiter la diminution d'humidité des poudres

La réaction de Maillard

→ favorisée lors du chauffage à l'état sec et à pH alcalin

3 étapes principales :

1) **Glycation** : groupement carbonyle d'un sucre + groupement NH₂ d'une protéine

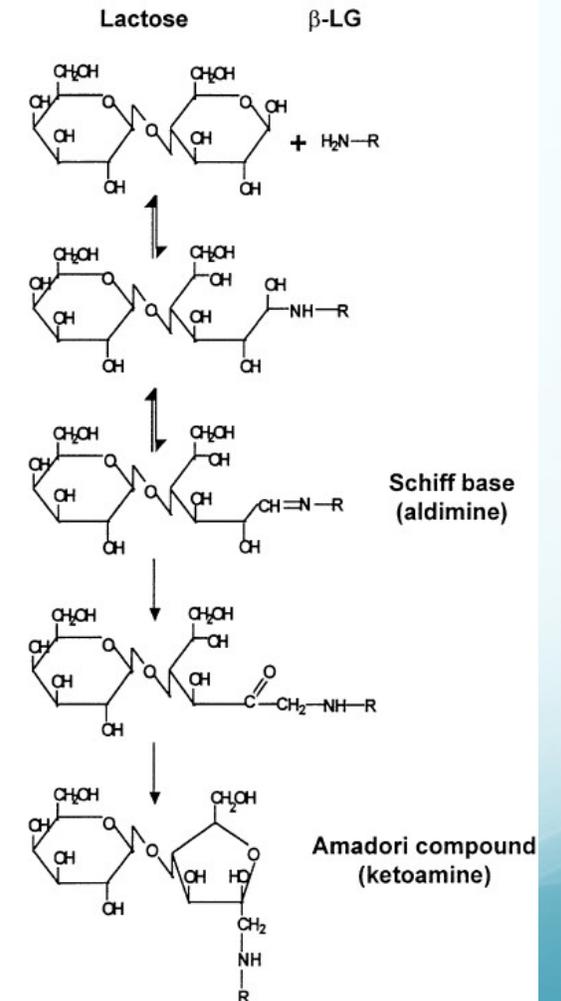
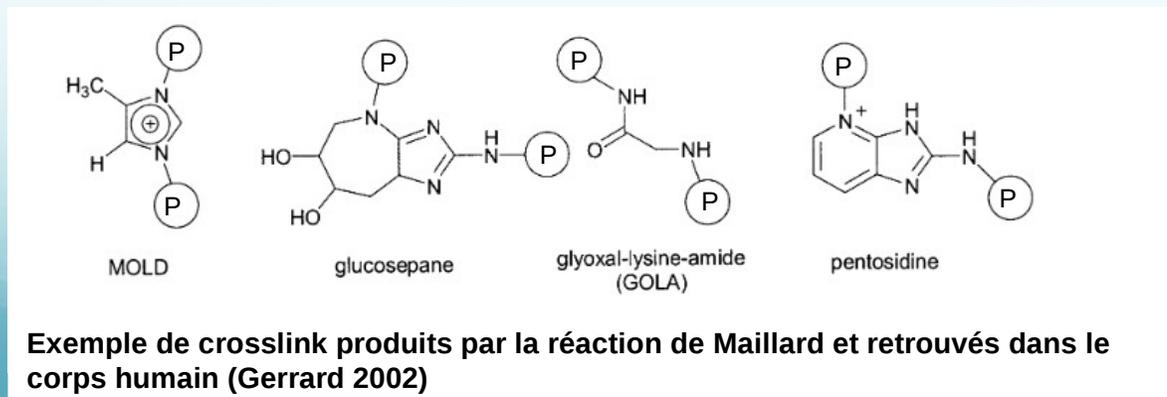
→ Composé d'Amadori

2) Réactions d'énolisations et de déshydratations

- Dégradation de Strecker

→ Conduit à la formation de composés hétérocycliques et d'aldéhydes responsables des odeurs

3) Polymérisation d'intermédiaires réactionnels produits lors de la deuxième étape. Elle produit des **mélanoïdines = pigments bruns** et des produits volatils et odorants



Etuvage des protéines sériques

Etuvage des protéines sérique en présence de sucre → 1) glycation des protéines

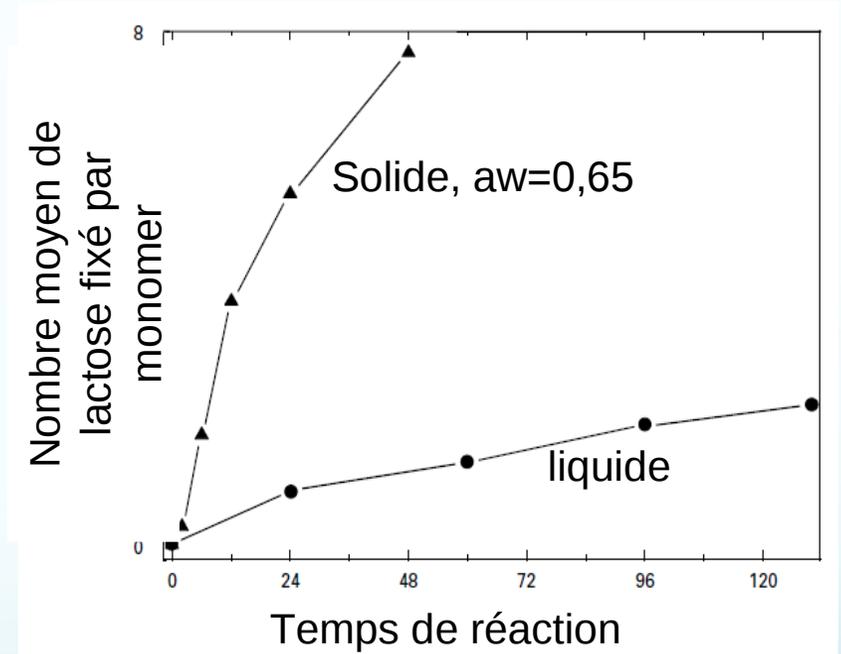
Conditions de glycation ou lactosylation (Morgan et al., 1998 ; 1999)

T°C faibles : $50\text{ °C} < T\text{°C} < 60\text{ °C}$

a_w élevées : $0,44 < a_w < 0,65$

Durées chauffage : 48 h-7 j

Lactose/ β lg : 100/1 mol/mol



	Voie sèche	Voie liquide
Lactosylation	+++	+
Changements structuraux	+	+++
Polymérisation	+	+++

Etuvage des protéines sériques :

Etuvage des protéines sérique en présence de sucre → 2) agrégation des protéines

Conditions d'agrégation (Norwood et al., 2016)

T°C : 20 - 40 °C

Durées chauffage plus longue : 3-15 mois



- À 40 °C :

++ brunissement des poudres

++ lactosylation

++ agrégation

- Les produits de la réaction de Maillard pourraient participer à la réaction d'agrégation des protéines

Conditions d'agrégation (Liu et al., 1991)

βlg, BSA

T°C : 4 et 37 °C

Durées chauffage : 2-24 h

Addition de 1 à 20 μL de phase aqueuse à 10 mg de poudre de βlg ou BSA



- ↗ temps de chauffage et ↗ température → ↗ agrégation

- Agrégats = Liaisons non covalentes + liaisons SS

- ↗ pH → ↗ agrégation BSA

Etuvage des protéines sériques :

Etuvage des protéines sérique en présence de sucre → 2) agrégation des protéines

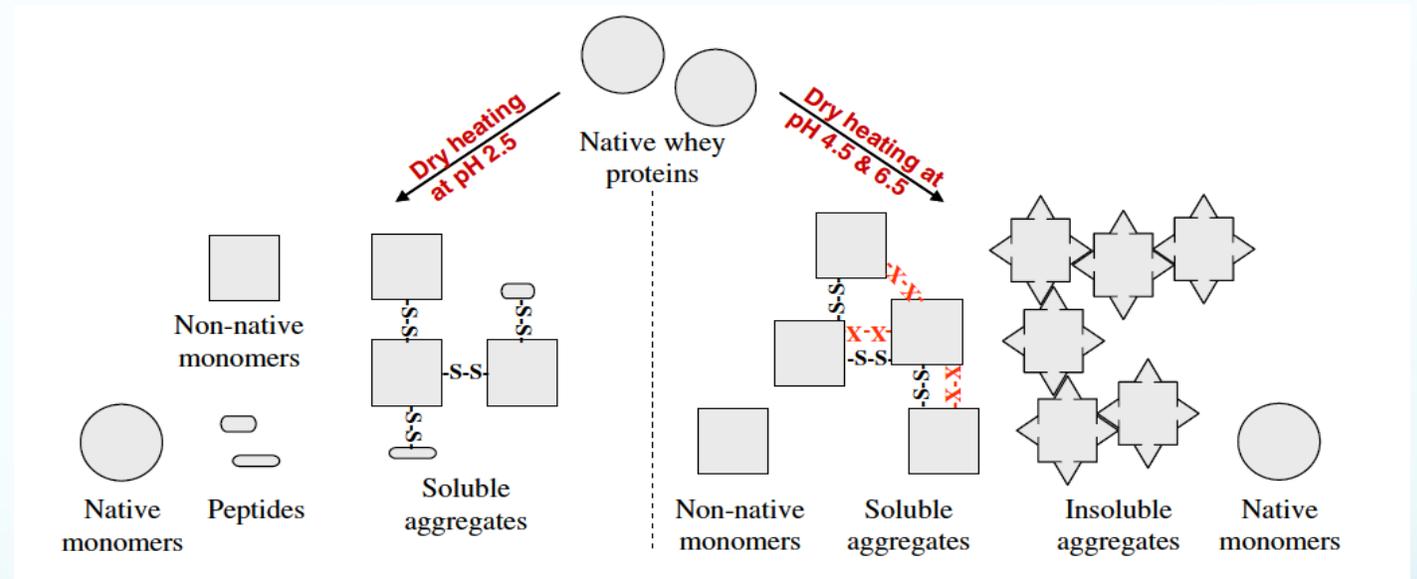
Conditions d'agrégation (Gulzar et al., 2011)

T°C plus élevées : 80 - 100 - 120 °C

a_w plus faibles : 0,23 - 0,32 - 0,52

pH : 2,5 - 4,5 - 6,5

Durées chauffage : 3 h-6 j



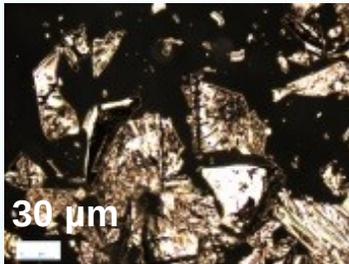
-S-S-, pont disulfure; -X-X- (présent dans les agrégats solubles à pH 6.5), liaison covalentes autre que des ponts disulfure

- Davantage d'agrégation à pH 4,5 et 6,5
- pH 2,5 : liaisons de type SS
- pH 4,5 et 6,5 : liaisons de type SS + autres types de liaisons covalentes

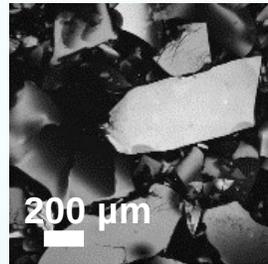
Etuvage des protéines sériques à pH 9,5

➔ A pH 9,5: formation d'**assemblages microniques ou AMI** de taille et de forme corrélée à celles des particules de poudre

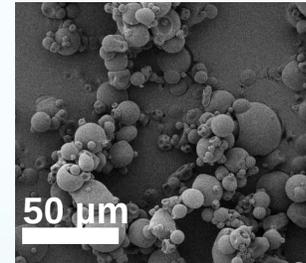
Lyophilisation



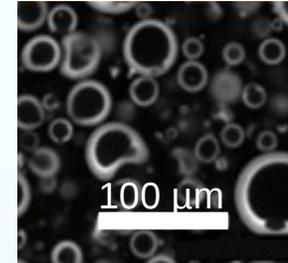
Particules de poudre AMI en suspension
 $D[4,3] \sim 700 \mu\text{m}$



Pulvérisation



Particules de poudre AMI en suspension
 $D[4,3] \sim 17 \mu\text{m}$



Particules de poudre AMI en suspension
 $D[4,3] \sim 70 \mu\text{m}$

Résultat original

Objectifs :

1) Comprendre

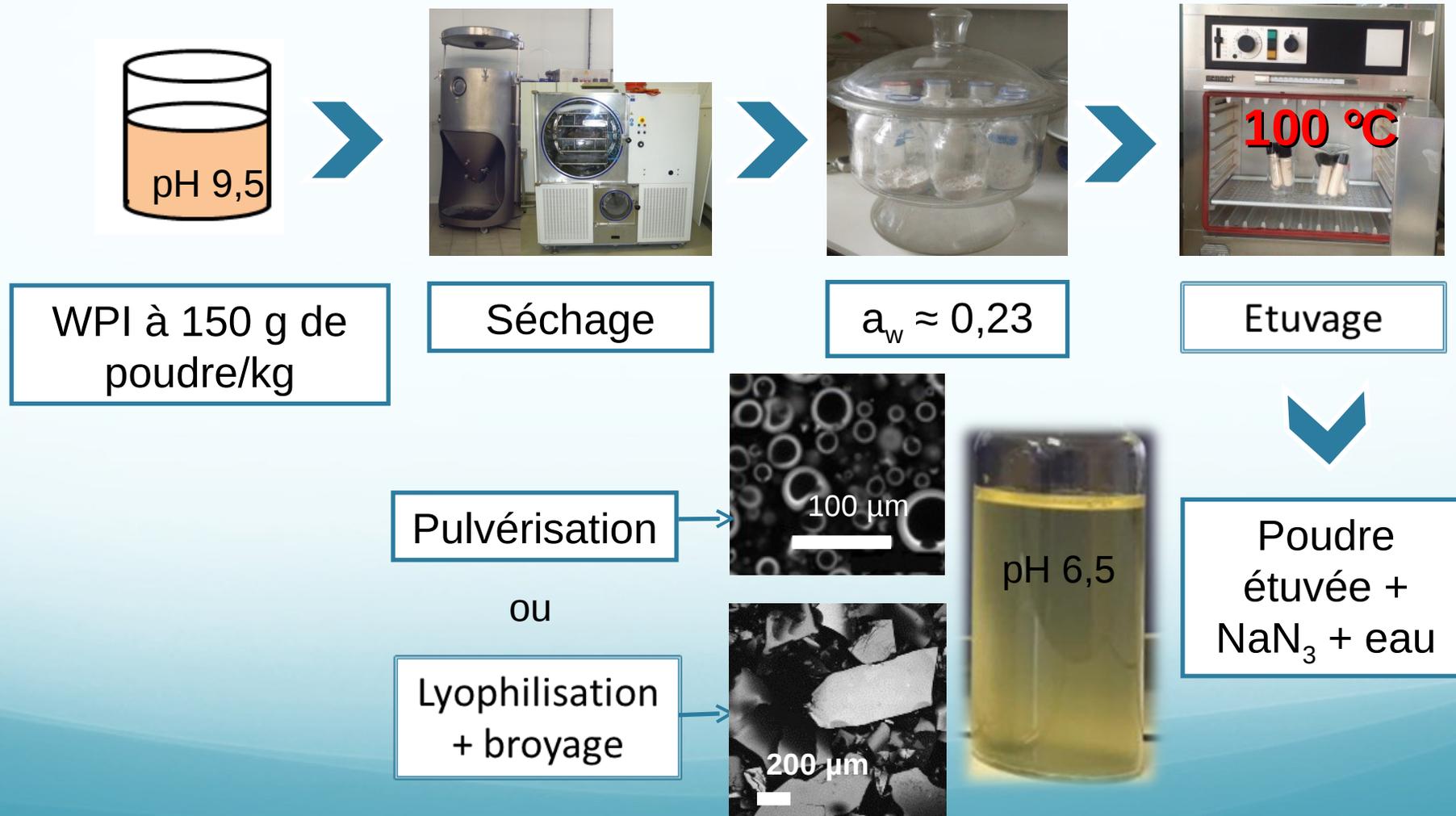
- Les mécanismes de formation des AMI en déterminant le rôle des constituants de la poudre autres que PS : lactose, sels et caséine résiduels
- Les propriétés physico-chimiques des AMI (taille, morphologie, structure,...)

2) Produire les AMI et caractériser leurs propriétés fonctionnelles

3) Comprendre les relations procédé/structure/ fonctions afin de concevoir des pistes d'innovation dans l'univers des produits laitiers

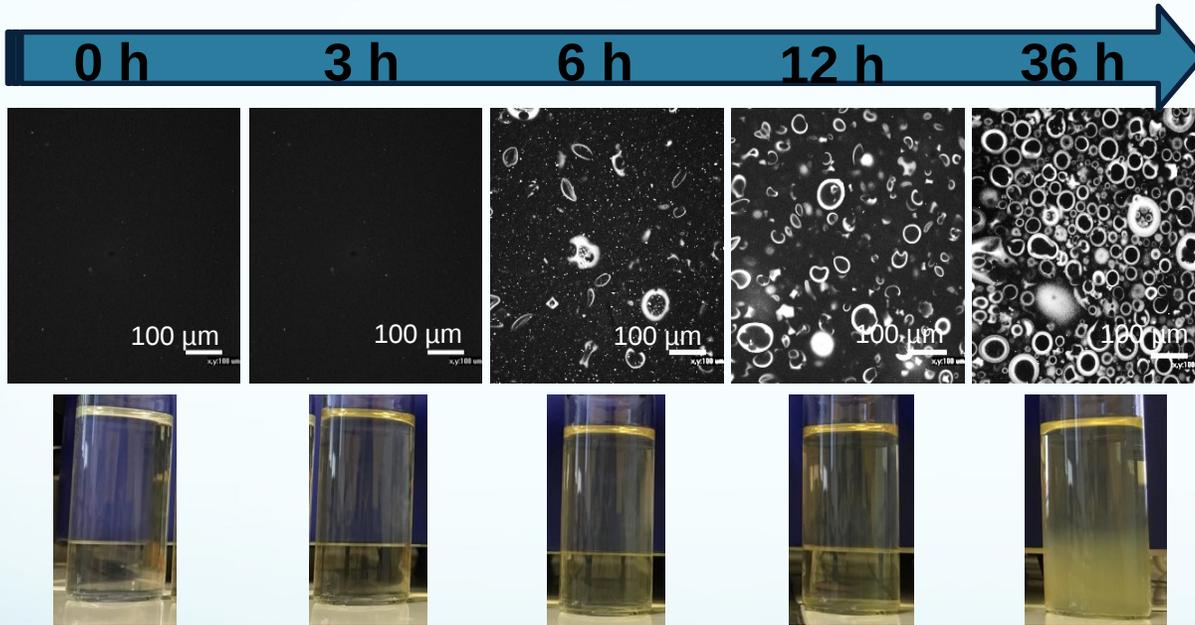
Procédé de fabrication des AMI

- Etuvage d'une poudre d'isolat de protéines sériques (WPI) à pH 9.5 :

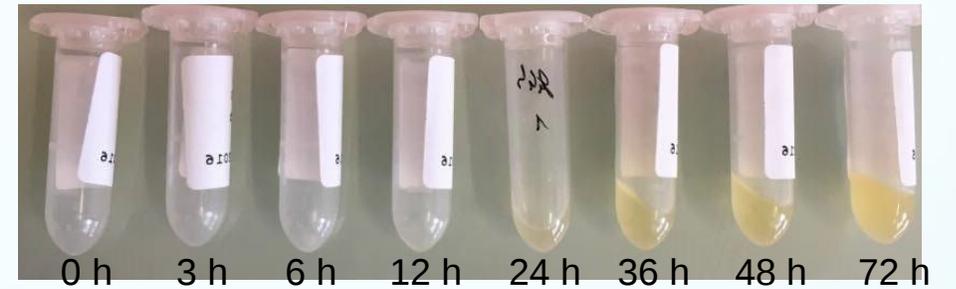


Les AMI

Temps d'étuvage



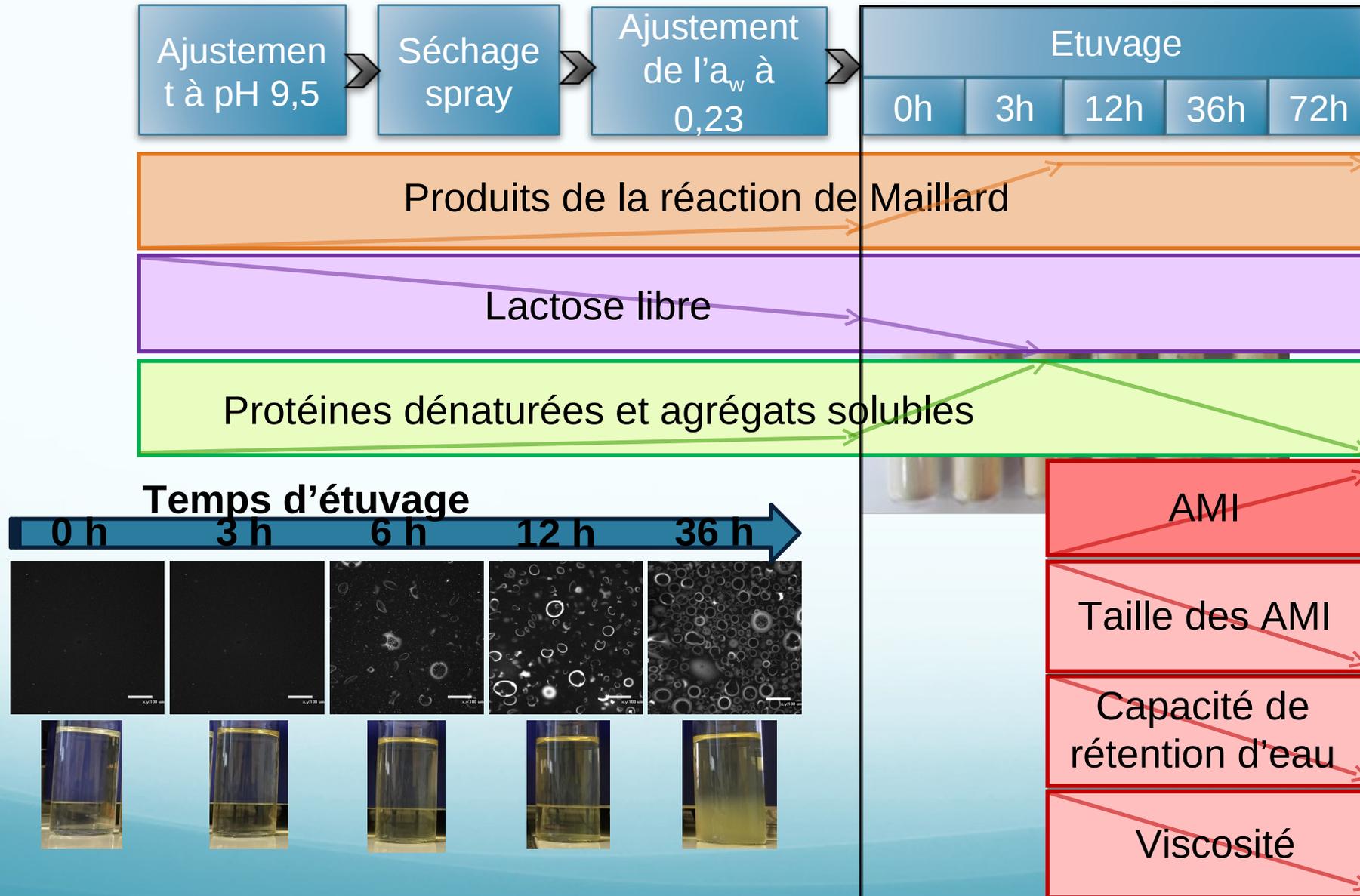
2 g de suspension = 20 mg poudre



AMI retiennent jusqu'à 66 x leur poids en eau

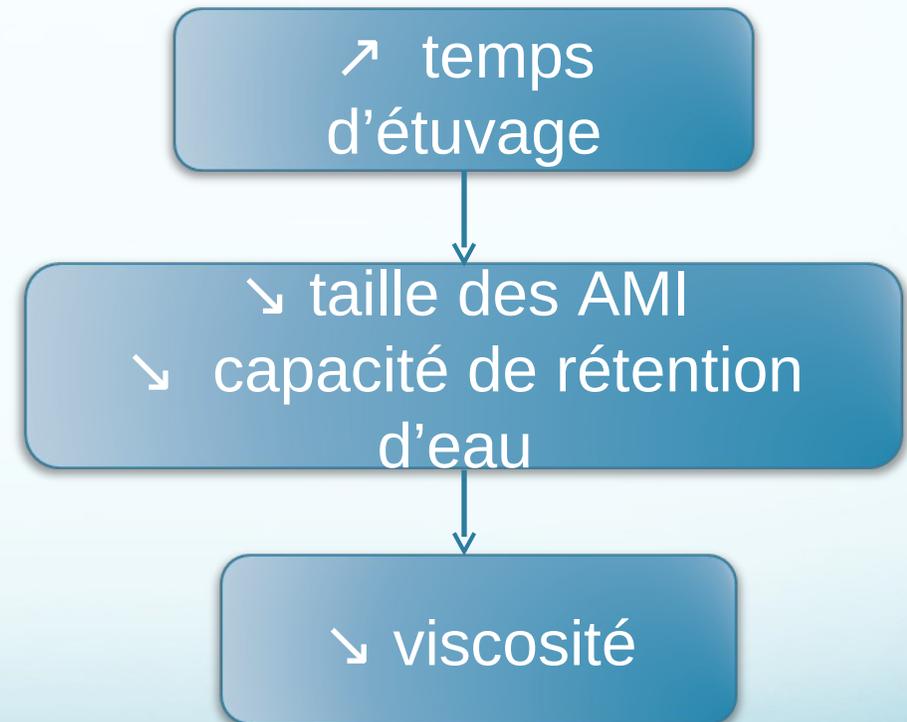
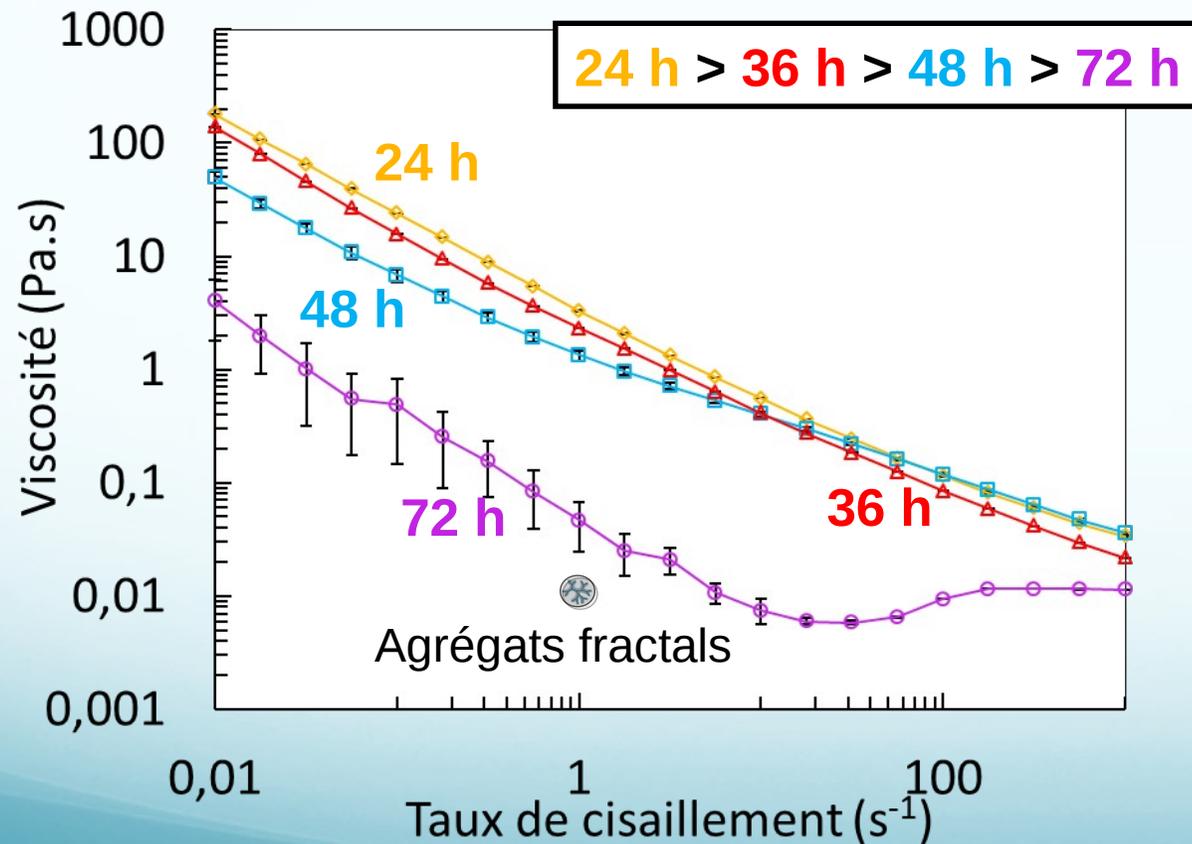
- ↗ temps d'étuvage → ↗ Volume du culot et ↗ poids d'AMI
- Les AMI sont stables au moins 2 semaines
- Les AMI décantent lentement au cours du temps de stockage
- À 36-72 h d'étuvage : le culot ~ $\frac{1}{4}$ du volume de la suspension

Résultats



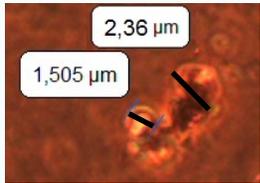
Propriété viscosifiante des AMI

- Ecoulement des suspensions d'AMI concentrés à 23 g/kg

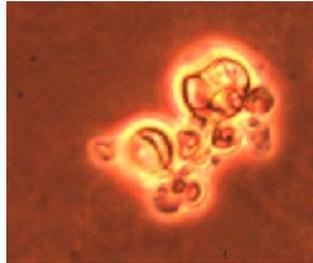


Gonflement des grains de poudre

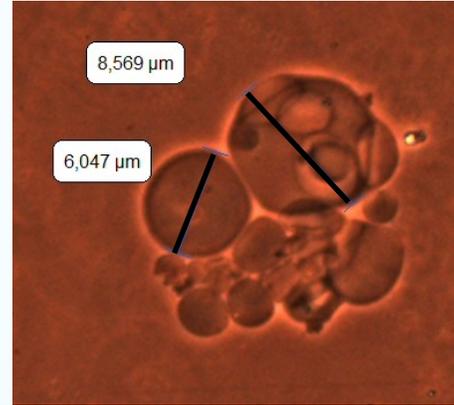
Gonflement des grains de poudre



Grains de poudre étuvée 72 h



+ eau

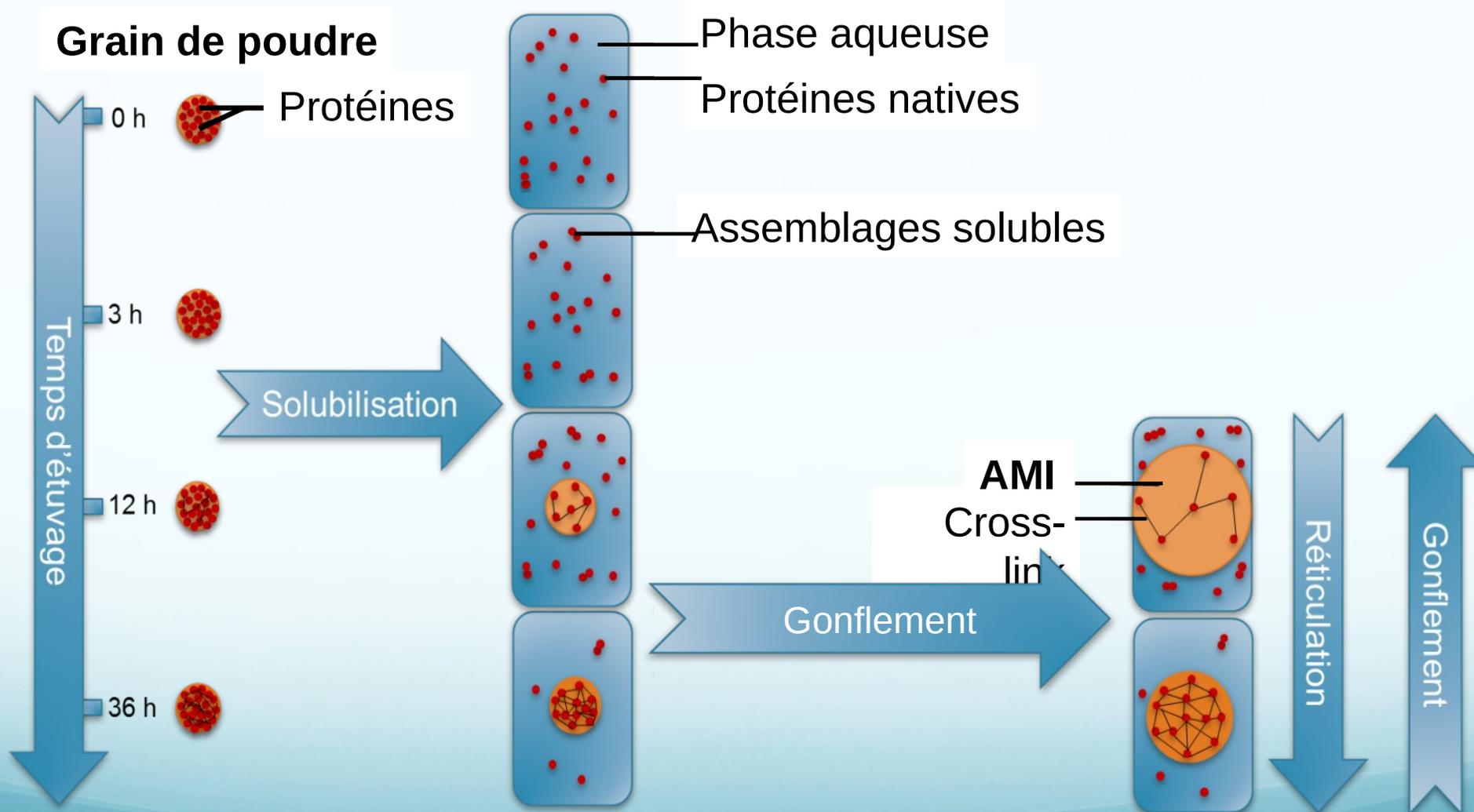


AMI en suspension dans l'eau

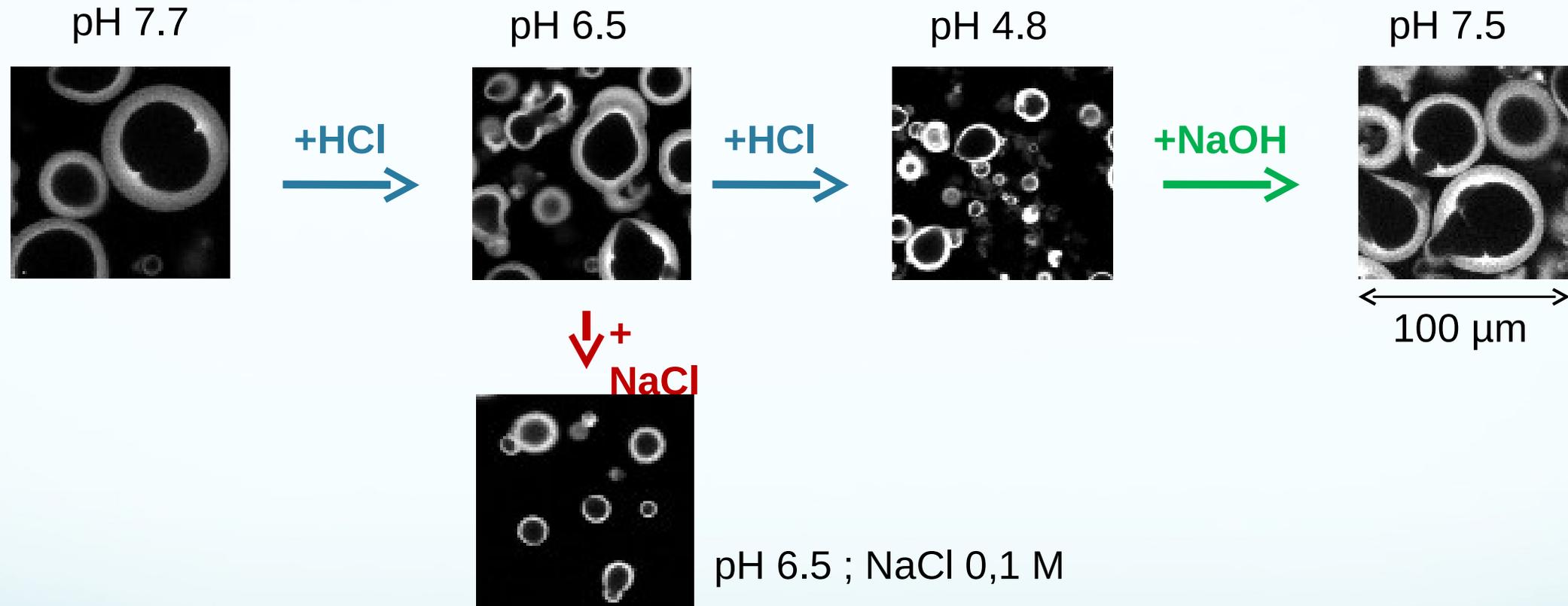
Les AMI = grains de poudre rendus insolubles par l'étuvage à pH 9,5

Hypothèse du mécanisme de formation des

AMI



Effet du pH et NaCl sur la microstructure des AMI

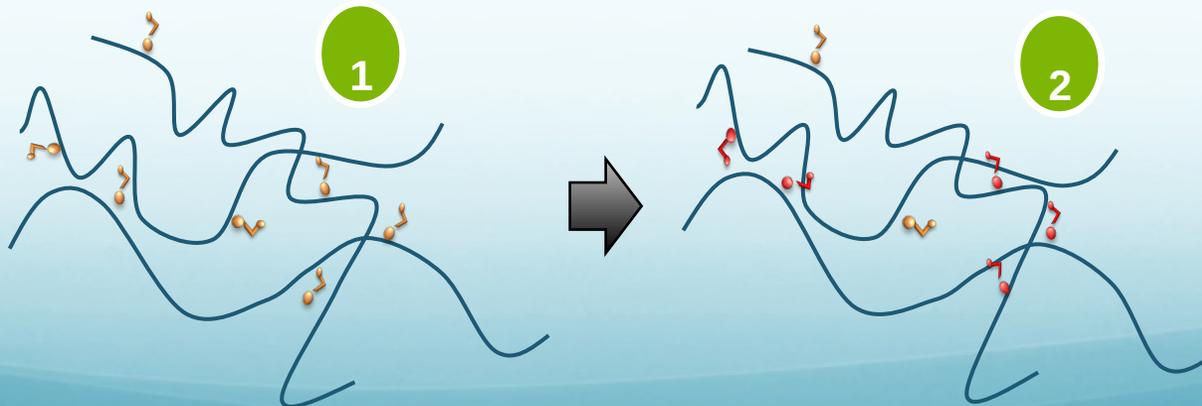


- \searrow pH \rightarrow \searrow taille AMI, effet réversible
- \nearrow Force ionique \rightarrow \searrow taille AMI

Mécanisme de la polymérisation ?

Maillard intervient surtout entre 0 et 3 h d'étuvage de la poudre, mais les AMI commencent à se former après 6 h d'étuvage.

- Cho & Kato, 1984 : étuvage du lysosyme à 50 °C, avec une HR = 75 %
- 1) en présence de glucose pendant 10 j → *formation de groupements fonctionnels sur les protéines ?*
 - 2) Etuvage pendant 10 j supplémentaires après avoir retiré le glucose → polymérisation



Perspectives

- ❖ Compréhension formation des AMI : *en cours*
 - Lactose vis-à-vis des pH alcalins et de la réaction de Maillard ?
 - pH alcalins ? Dénaturation des protéines sériques ?

- ❖ Fonctionnalités dans des aliments modèles : *en cours*

Remerciements

Je remercie les conseils régionaux de Bretagne (subvention N°13008651) et Pays de la Loire (subvention n°2014-07081) pour le soutien financier, l'INRA pour la coordination scientifique (J. Leonil) du projet interrégional PROFIL, géré par Association industrielle de Bba.

Je remercie également M. Pasco, P. Hamon, F. Rousseau et G. Henry (STLO) pour leur aide technique en HPLC, analyses rhéologiques et analyse d'acides aminés, F. Tessier (Univ. Lille) pour la détermination des CML dans les poudres, B. Payre (Univ. Toulouse) pour la microscopie électronique à balayage et B. Robert (STLO) pour le séchage par pulvérisation.

- ❖ Intitulé de la thèse : « Assemblages microniques de protéines sériques produits par étuvage à pH 9.5 : mécanismes de formation et propriétés physico-chimiques et fonctionnelles »
- ❖ Date de la soutenance : **jeudi 23 novembre 2017 à 9h30**
- ❖ Lieu : à définir

Merci de votre attention.