



HAL
open science

**Plateforme LAIT UMR Science et Technologie du Lait
et de l'OEuf, 65 rue de saint Briec, 35042 Rennes**

Frédéric Gaucheron, Gaëlle Tanguy-Sai

► **To cite this version:**

Frédéric Gaucheron, Gaëlle Tanguy-Sai. Plateforme LAIT UMR Science et Technologie du Lait et de l'OEuf, 65 rue de saint Briec, 35042 Rennes. Workshop Franco-Brésilien Science et Technologie du lait et de ses dérivés, Apr 2011, Vicosa Minas Gerais, Brésil. hal-01454315

HAL Id: hal-01454315

<https://hal.science/hal-01454315v1>

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.

Plateforme LAIT

UMR Science et Technologie du Lait et de l'Œuf,
65 rue de saint Briec, 35042 Rennes

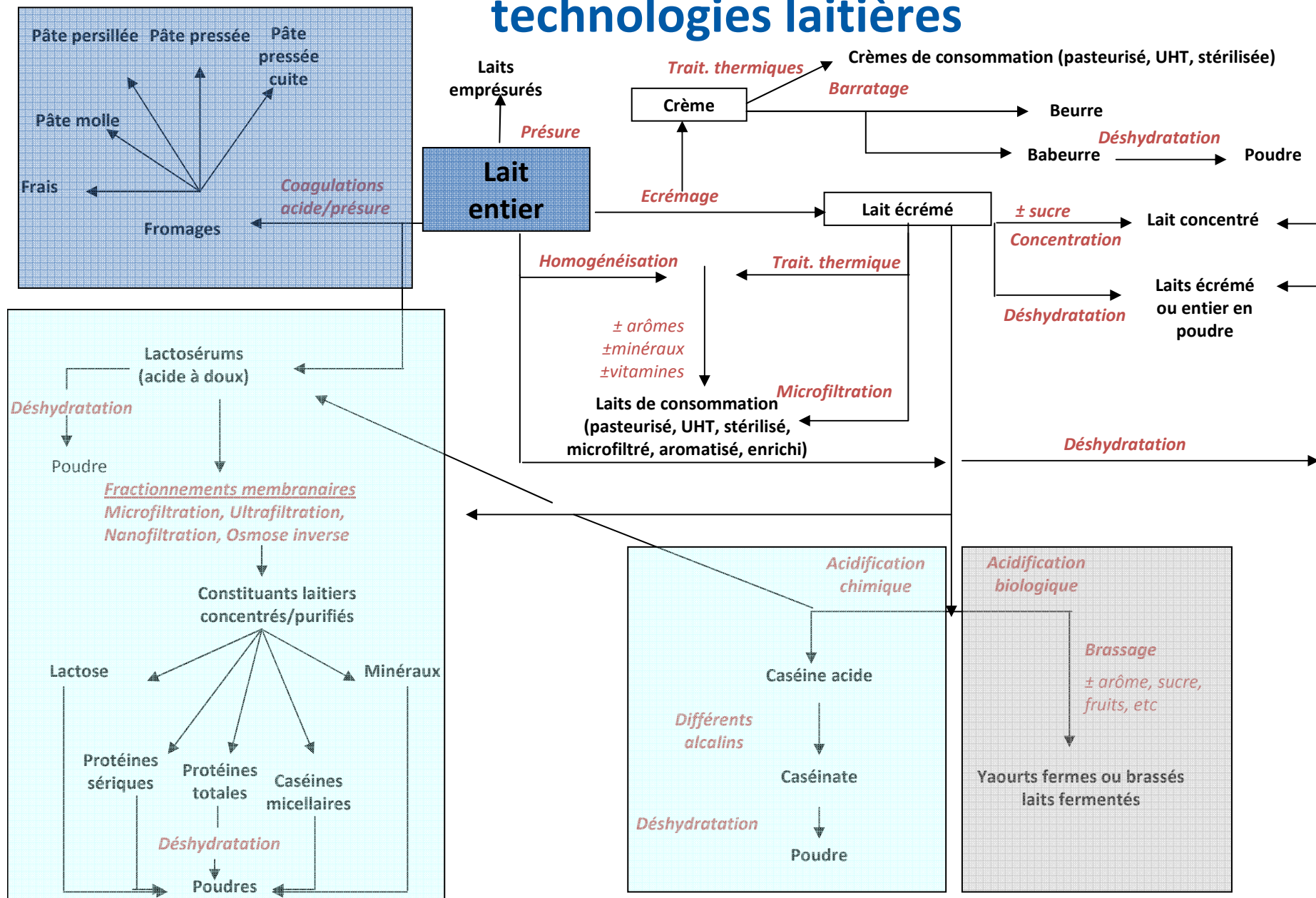
Animateurs : F. Gaucheron & G. Tanguy

Frederic.gaucheron@rennes.inra.fr

Gaelle.tanguy@rennes.inra.fr



Positionnement de la plateforme au sein des technologies laitières



La Plateforme LAIT

- Plateforme expérimentale de recherche / lait et dérivés qui fait partie de l'UMR Science et Technologie du Lait et de l'Œuf
- Opérations technologiques de l'industrie laitière
- Différentes matières premières : lait, babeurre, colostrum, ...
- A l'échelle pilote (diversité et flexibilité des équipements)

Fractionnement
par membranes

Traitement
thermique

Technologie
fromagère

Séchage

Localisation sur le même site



Rôles de la plateforme Lait

Acquisition de connaissances
(fondamentales et appliquées)

Interface

Transfert - développement

- Carrefour des connaissances
- Intégration de l'amont et de l'aval
- Preuves de concept
- Proposer des itinéraires technologiques
- Connaissances du monde industriel et proche du développement
- Transposition process/produit en respectant les contraintes (économie, faisabilité, consommateur,....)

Equipements de la Plateforme LAIT sur 800 m² de surface

- **Équipements de préparation du lait**

- ↳ Écrémage, homogénéisation, traitements thermiques



- **Pilotes de séparation membranaire**

- ↳ (De la microfiltration à l'osmose inverse)



- **Chaîne de transformation fromagère**

- ↳ Chaînes pâte pressée et pâte molle, salle de saumurage, hâloirs

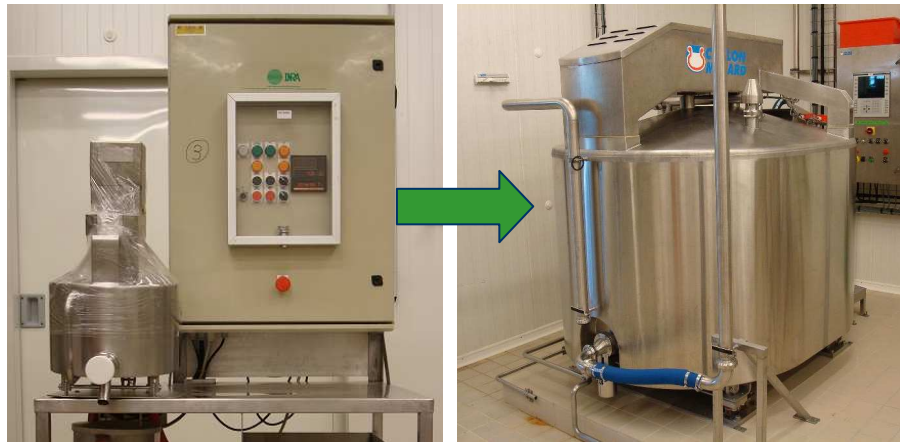
- **Pilote de séchage par atomisation**

- Laits modifiés
- Fractions de lait : phosphocaséinate natif, concentré de protéines, fractions grasses...
 - Matrices fromagères
 - Poudres lactières



Spécificités de la Plateforme LAIT

- **Diversité** des équipements en termes d'opérations unitaires et d'échelles d'étude



Cuve PPC 10 L

1000 L



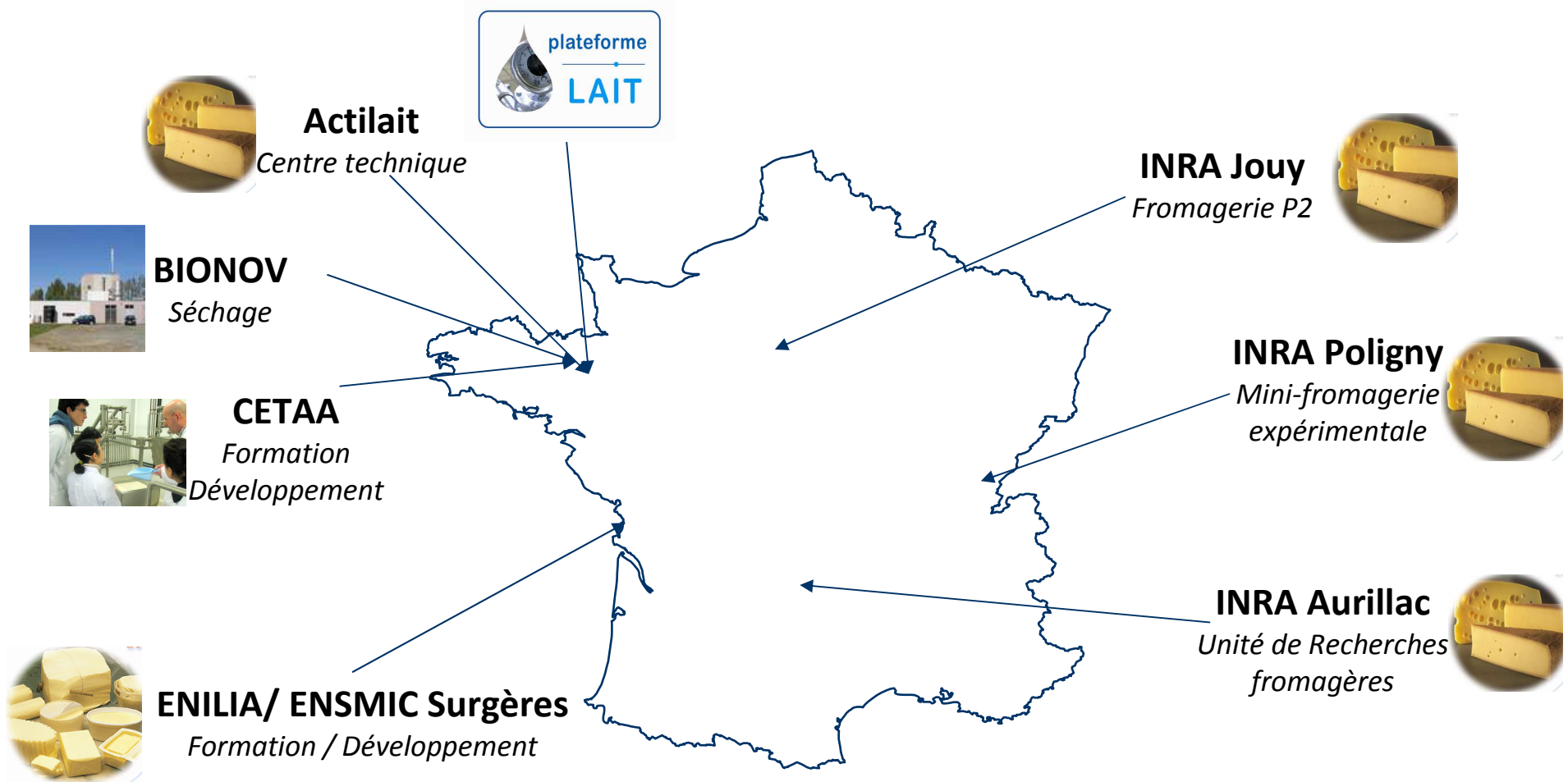
5 litres

2000 litres et +

- **Modularité/flexibilité** des équipements
 - Fonctionnement repose sur des cuves (fixes et mobiles) et bacs tampon
 - Nombreuses possibilités de schémas/procédés technologiques innovants et de mise en cascade d'opérations unitaires



Positionnement de la Plateforme LAIT/installations



En Europe: plateformes du Nizo (Pays-bas) et de Moorepark (Irlande):
« mini-usines » orientées développement / transfert

Les ressources humaines actuelles de la Plateforme LAIT



Corps	Effectif 2011
DR • PR	
CR • MC	1 (HDR)
IR	
IE	3
AI	1,5
TR	1
AJT	1
Total	7,5 ETP
1 ETP scientifique	

8 permanents

- Préparation du lait: B. Robert
- Traitement thermique: G.Tanguy (resp.technique)
- Technologies membranaires: N. Leconte et J. Fauquant
- Technologies fromagères: B. Camier (resp. qualité) et J.Y Gassi
- Analyses physicochimiques: E. Beaucher
- Physicochimie et technologies: F. Gaucheron (resp. scientifique)

Doctorants

- F. Baglinières (CNIEL)
- N. Nogueira Silva (Région Bretagne, Brésil)

CDD

- O. Mekmene (CNIEL jusqu'en février 2011)
- A. Jimenez-Lopez (IMV, Région Normandie)
- C. Sinet (Entreprise)

Le fonctionnement interne de Plateforme LAIT

**Certifiée ISO 9001 depuis Mars 2010
(Système de Management par la
Qualité)**



**Amélioration en continu du système avec recherche de la
satisfaction du partenaire**

- élaboration et réalisation de projets de recherche**
- mise à disposition de matériels**

(H.C.I, Actilait, Sodiaal, United Pharmaceutical)

- Gestion par projets (traçabilité, ...)
- Gestion des ressources (matérielles et humaines)

La Plateforme LAIT au sein de l'UMR STLO



Expertise technologique



Expertise chercheurs STLO



Soutien analytique STLO



Le partenariat de la Plateforme LAIT

Recherche collaborative

- **National** (CNIEL, BBA, Universités Nancy et Caen, INSERM, ENITAC, HN, IMV, Sodiaal, Danone, Laiterie Gillot, ...)
- **International** (université de Faisalabad, de Vicoso, DSM)

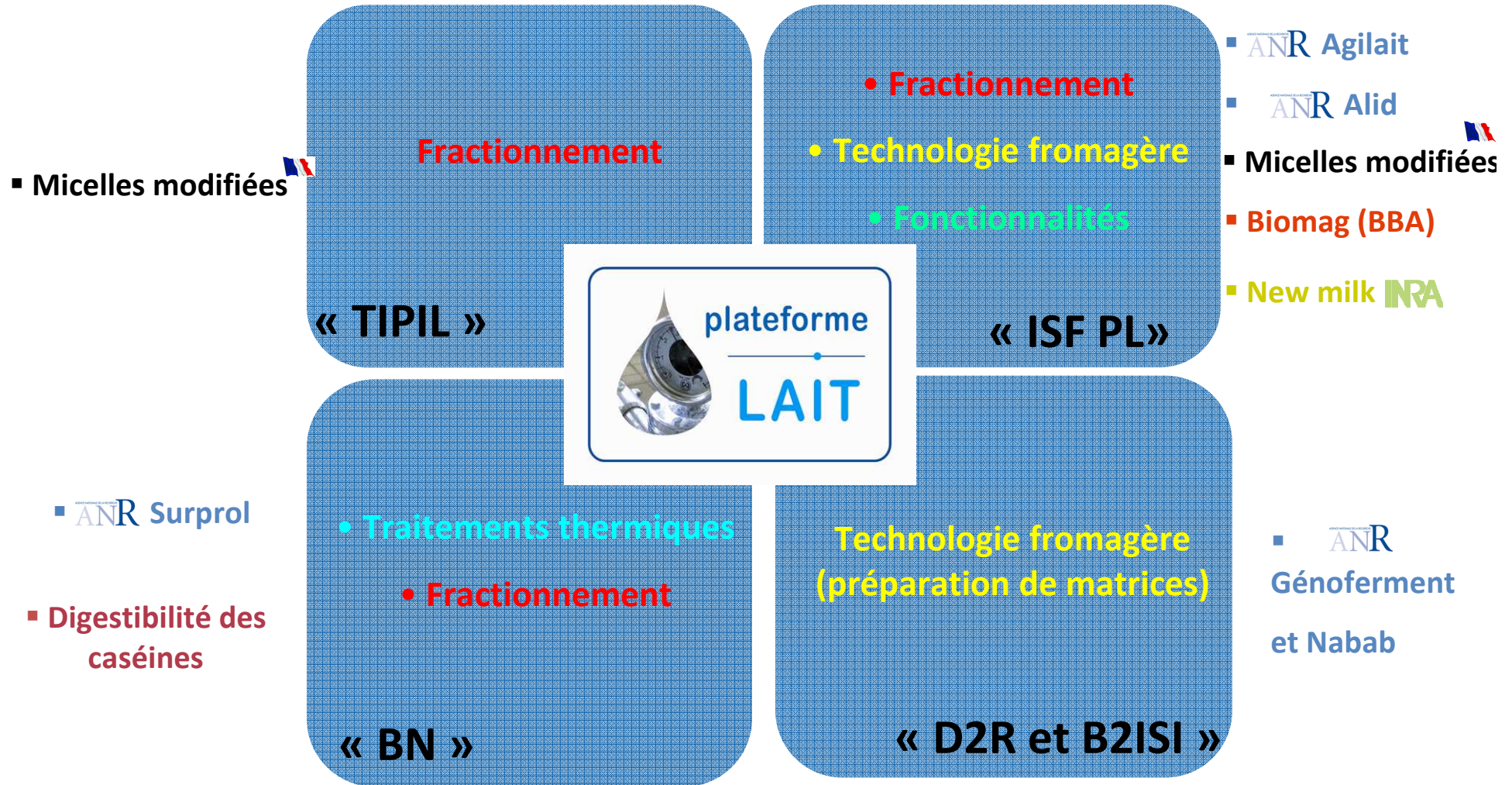


Mise à disposition d'outils

- Actilait
- HCI
- United Pharmaceutical

Prestations de service

La plateforme LAIT = partenaire de nombreux projets en apportant son expertise technologique



Deux questions de recherche posées au sein de la Plateforme LAIT

Peux-t-on purifier/enrichir des fractions laitières d'intérêt nutrition-santé comme les Ig et lipides polaires à partir de colostrum et babeurre ?

- Stratégie : utiliser les technologies membranaires en combinaisons avec des changements physico-chimiques

- Retombées appliquées :

Ingrédients à fonctionnalité nutrition-santé

- Partenaires :



ANR Alid / Valobab



Peux-t-on créer de nouvelles techno-fonctionnalités caséiniques ?

- Stratégie : modifier les micelles de caséines par les voies physico-chimiques et/ou enzymatiques

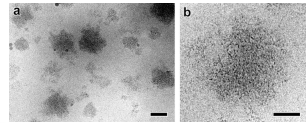
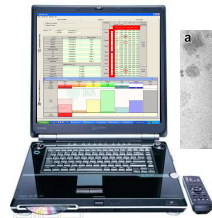
- Retombées appliquées :

Ingrédients techno-fonctionnels

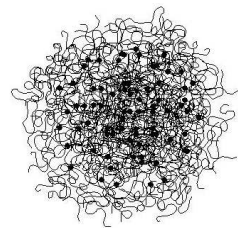
Projet "micelles"



Un projet de recherche technologique fédérateur de la Plateforme LAIT « *Micelles* » en collaboration avec STLO



Expertise « STLO » importante
(structure, espèces, aptitudes technologiques)



- 80 % des protéines de lait
- Suprastructure complexe
- A la base d'une grande partie des produits laitiers

Déstabilisation, déséquilibre, changements organisationnels

Enzymatiques

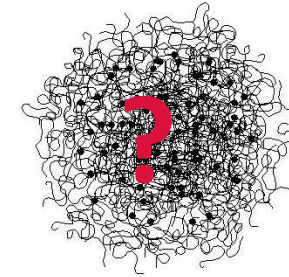
(Protéases de *Pseudomonas*,
phosphatase,
transglutaminase, ...)

Chimiques

(pH, environ^t minéral)

Physiques

(Traitements thermiques)



Nouveaux itinéraires technologiques

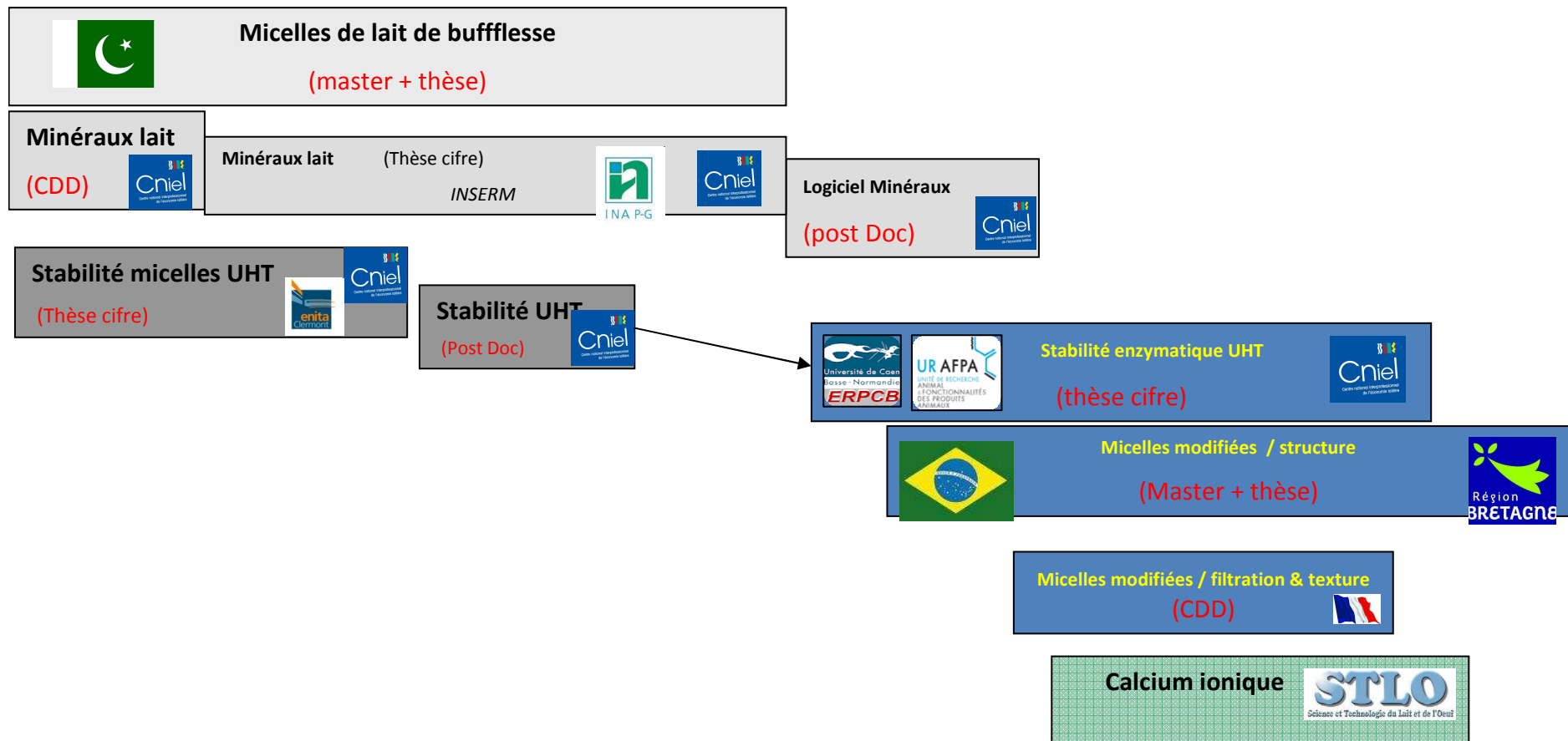
Connaissances sur les possibles nouvelles structures de la micelle de caséines (plasticité micellaire)

Création de nouvelles propriétés et fonctionnalités (propriétés gélifiantes, moussantes, émulsifiantes,...)
↳ **nouveaux ingrédients**

L'organisation du projet « *Micelles* » de la plateforme LAIT

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
------	------	------	------	------	------	------	------

Travaux sur la micelle de caséines (F Gaucheron, J Léonil, G Gésan, Schuck, Famelart et al.)

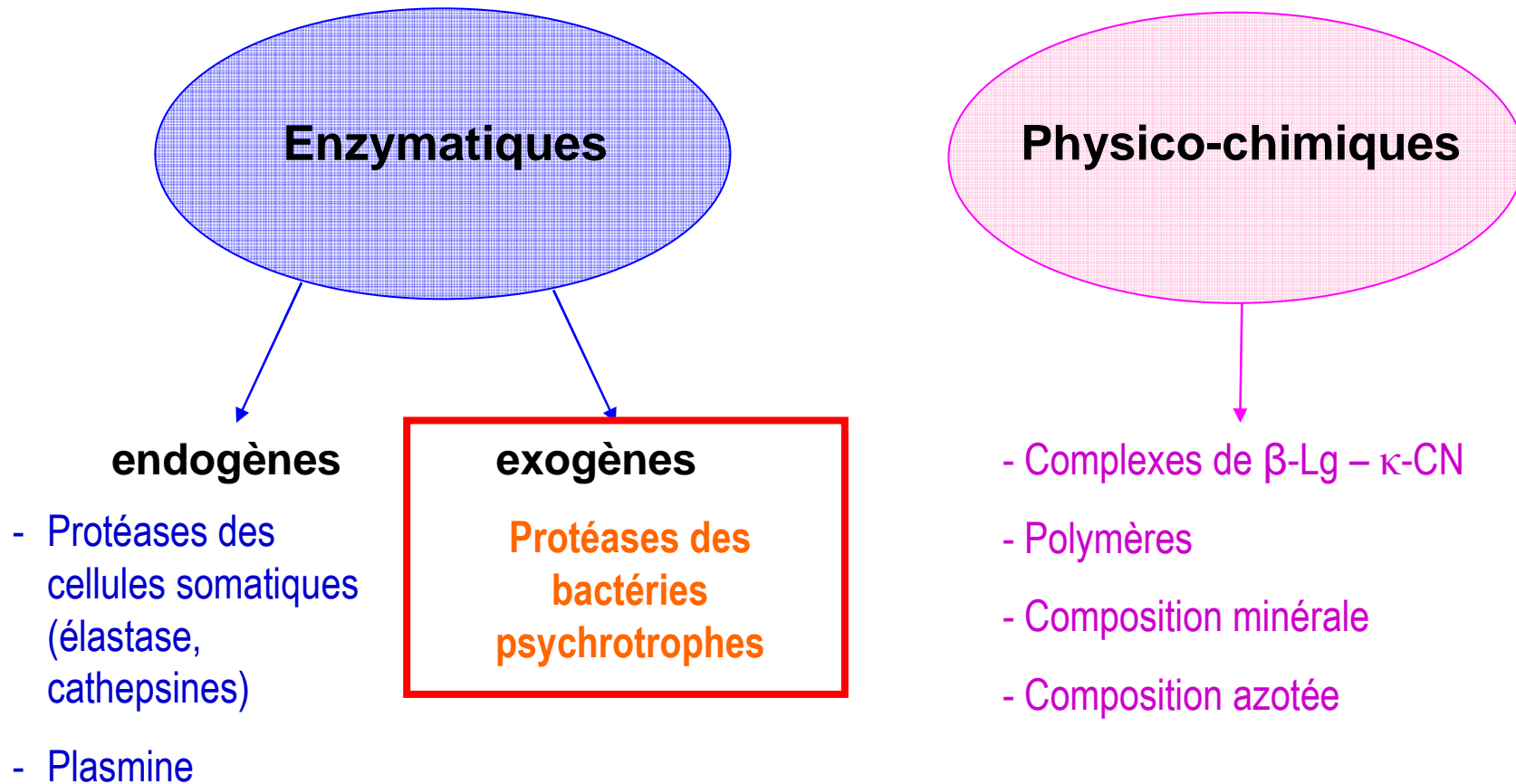




Stabilité des laits UHT au cours de leur stockage

F Gaucheron, I Gaucher, G Tanguy, J Fauquant, F Rousseau, E
Beaucher, B Robert, MN Madec, D Mollé, J Jardin

Causes possibles de la déstabilisation



Contexte scientifique du projet

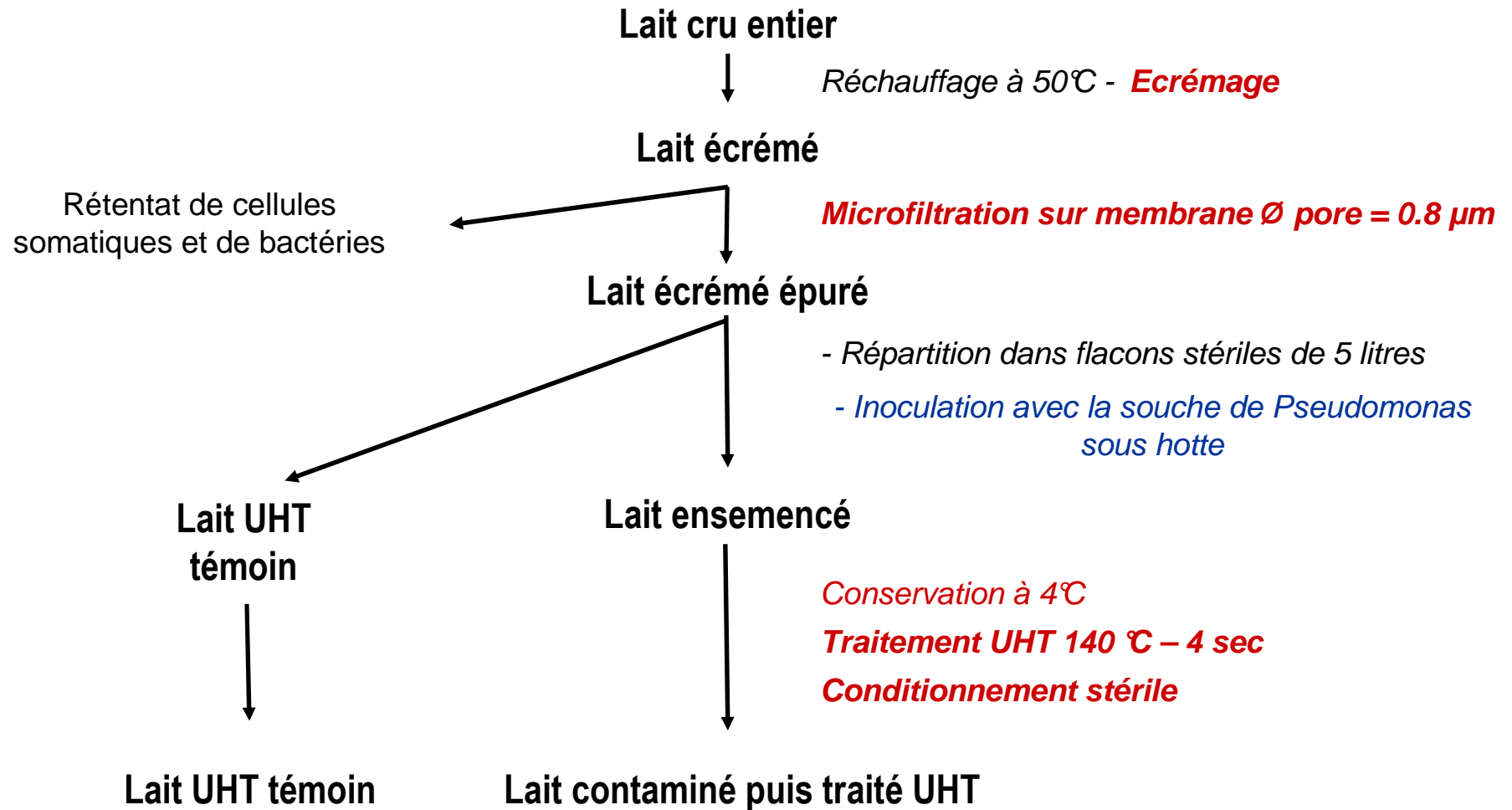
➤ Objectif et question posée :

Quels sont les effets macroscopique, supramoléculaire et moléculaire de l'action de bactéries psychrotrophes sur les protéines laitières et notamment les micelles de caséines pouvant expliquer cette déstabilisation ?

➤ Stratégie :

- Disposer de souche *Pseudomonas* isolée de produits laitiers (CIRM de Rennes) et qui était très protéolytique ↪ *Pseudomonas fluorescens* CNRZ 798
- Equipements technologiques de la plateforme
 - Outils analytiques de l'UMR STLO

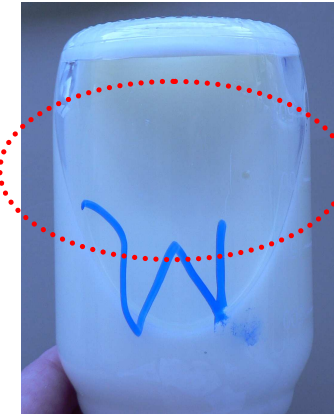
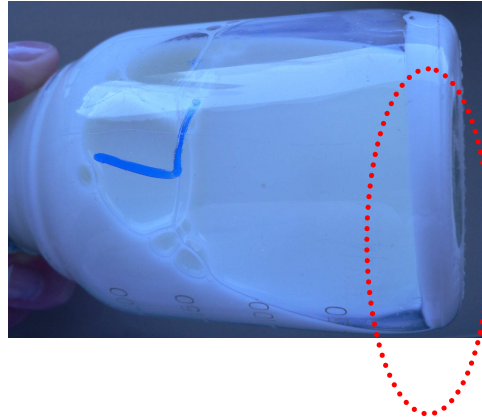
Matériels et méthodes utilisés



Analyses physico-chimiques au cours du stockage

Observation d'une déstabilisation après 92 jours et plus de stockage à 20°C

92
jours



154
jours



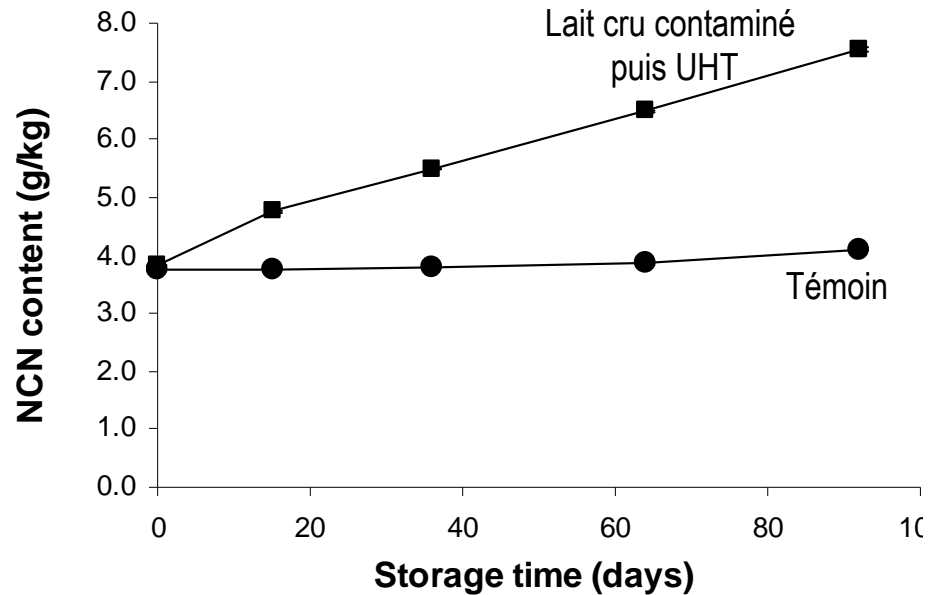
Tous les
laits
étaient
stériles
avec des
pH
normaux

Caractérisation des particules micellaires : taille, charge et hydratation après 92 jours de stockage

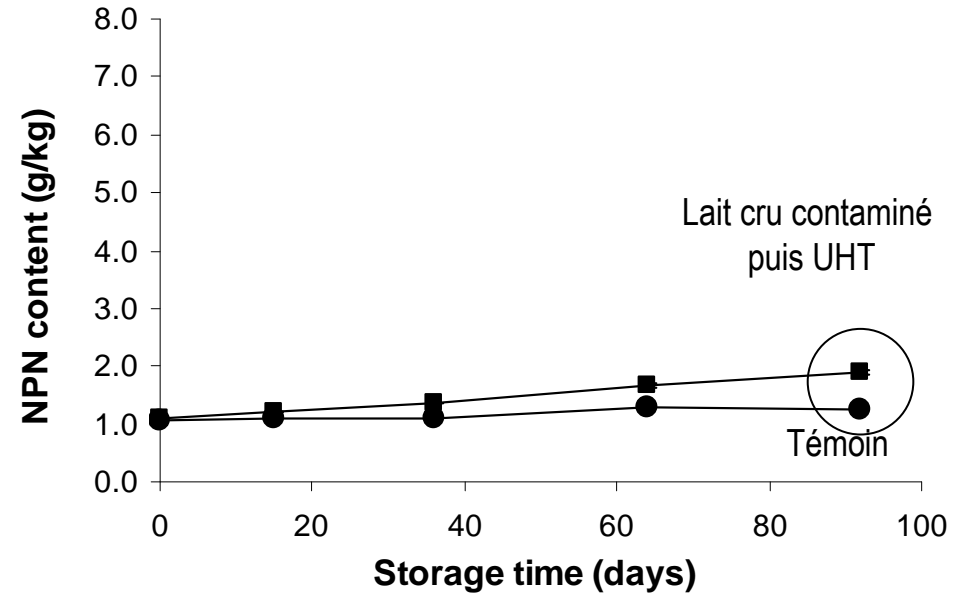
	Lait témoin UHT	Lait contaminé puis traité UHT
Taille micellaire (nm)	205	> 330
Potentiel zéta (mV)	~ -17	≤ 14
Hydratation (g d'eau/g de culot sec)	2,1	1,6

Paramètres physico-chimiques en relation avec la protéolyse

Azote non caséinique (soluble à pH 4,6)

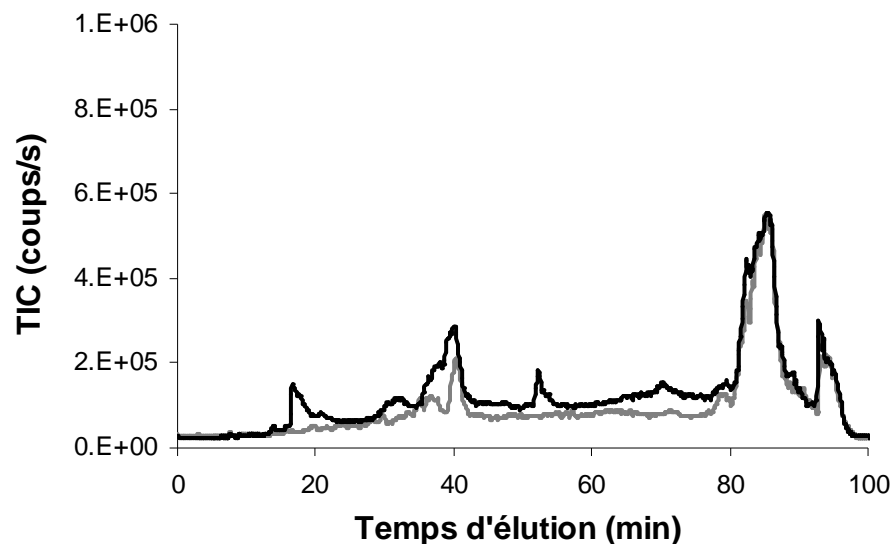


Azote non protéique (soluble dans TCA 12%)

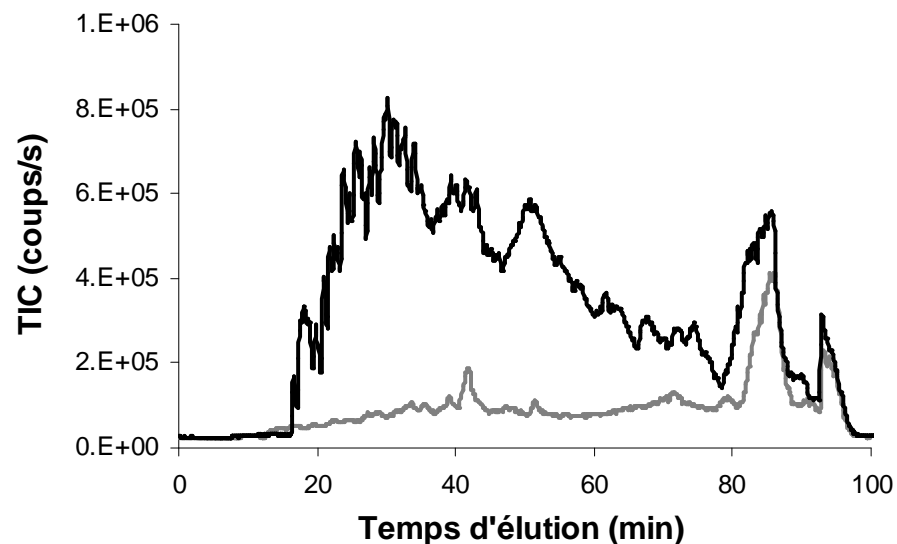


Profils chromatographique couplée à ESI-MS/MS des laits témoin et contaminé puis UHT après 92 j de stockage

Lait témoin

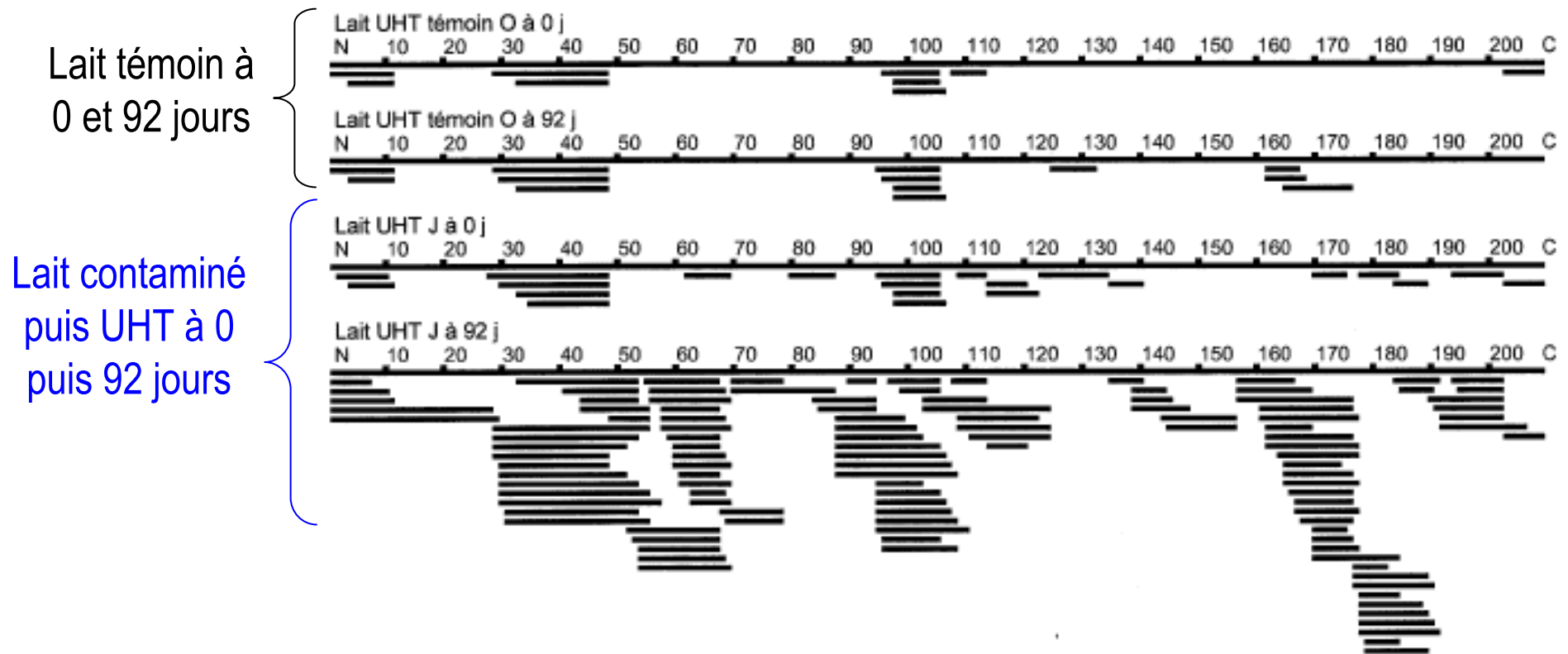


Lait contaminé
puis traité UHT



En gris : 0 j ; en noir : 92 j)

Identification des peptides libérés de la caséine β (dans la fraction NPN)

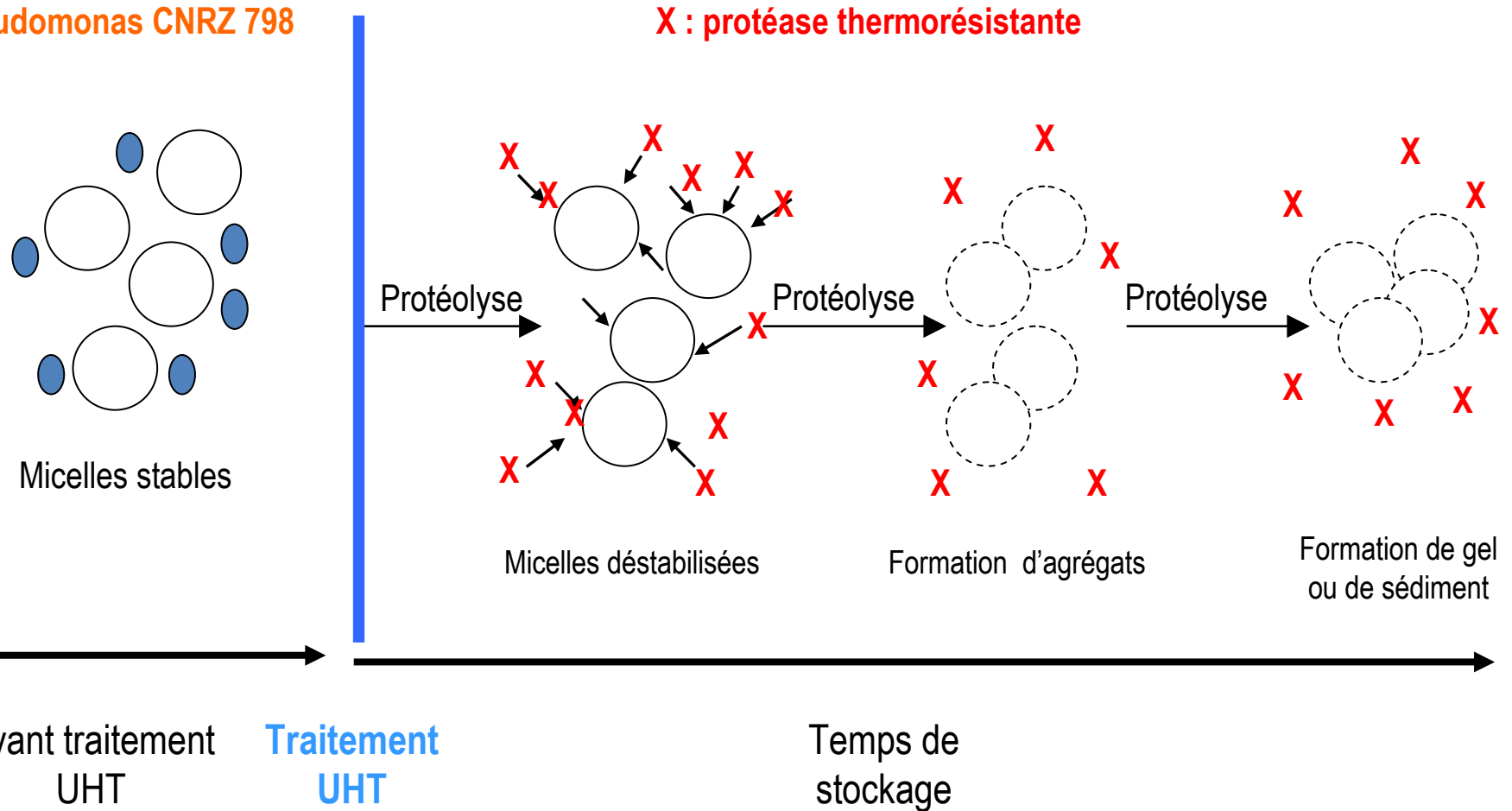


Nombre de peptides présents dans la fraction NPN pour chaque caséine

		Lait UHT témoin		Lait contaminé puis traité UHT	
Jours de stockage	0	92		0	92
Caséine β	9	13		22	118
Caséine α_{s1}	18	11		19	22
Caséine α_{s2}	10	9		6	4
Caséine κ	1	2		4	9
Total	38	35		51	153

Mécanisme proposé : Implication d'enzyme(s) thermorésistantes

Pseudomonas CNRZ 798



Conclusions et perspectives

➤ Déstabilisation des laits UHT au cours du stockage ↪ en relation avec qualité microbiologique et notamment la présence de *Pseudomonas* dans les laits crus

➤ Question posée : toutes les souches de *Pseudomonas* ont-elles le même potentiel ??

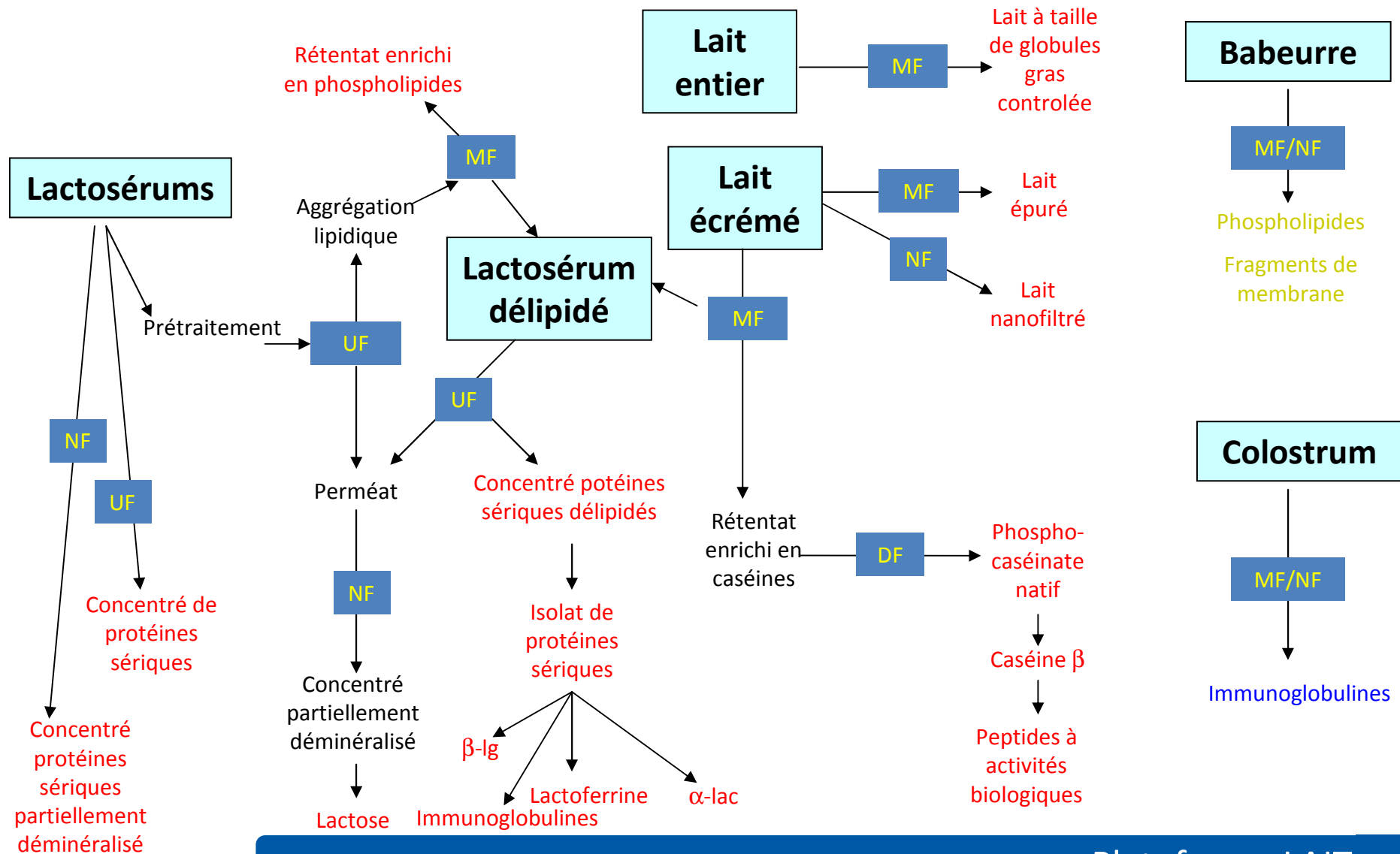
➤ Stratégie : identifier et tester différentes souches sur leur capacité à déstabiliser les micelles de caséines ↪ enzyme responsable

➤ Poursuite de cette approche par thèse Cifre avec le CNIEL « Impacts des souches du genre *Pseudomonas* sur la stabilité des produits laitiers transformés » en collaboration avec l'équipe de Nancy et l'équipe de Caen

Le fractionnement des protéines natives du lait

J. Fauquant, N. Leconte, B. Robert, E. Beaucher, M. Piot, G. Henry, M.N.
Madec, J. Léonil, J.L. Maubois

Les technologies membranaires dans l'industrie laitière (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration)



Rappel des techniques disponibles pour fractionner sur membranes les constituants natifs du lait

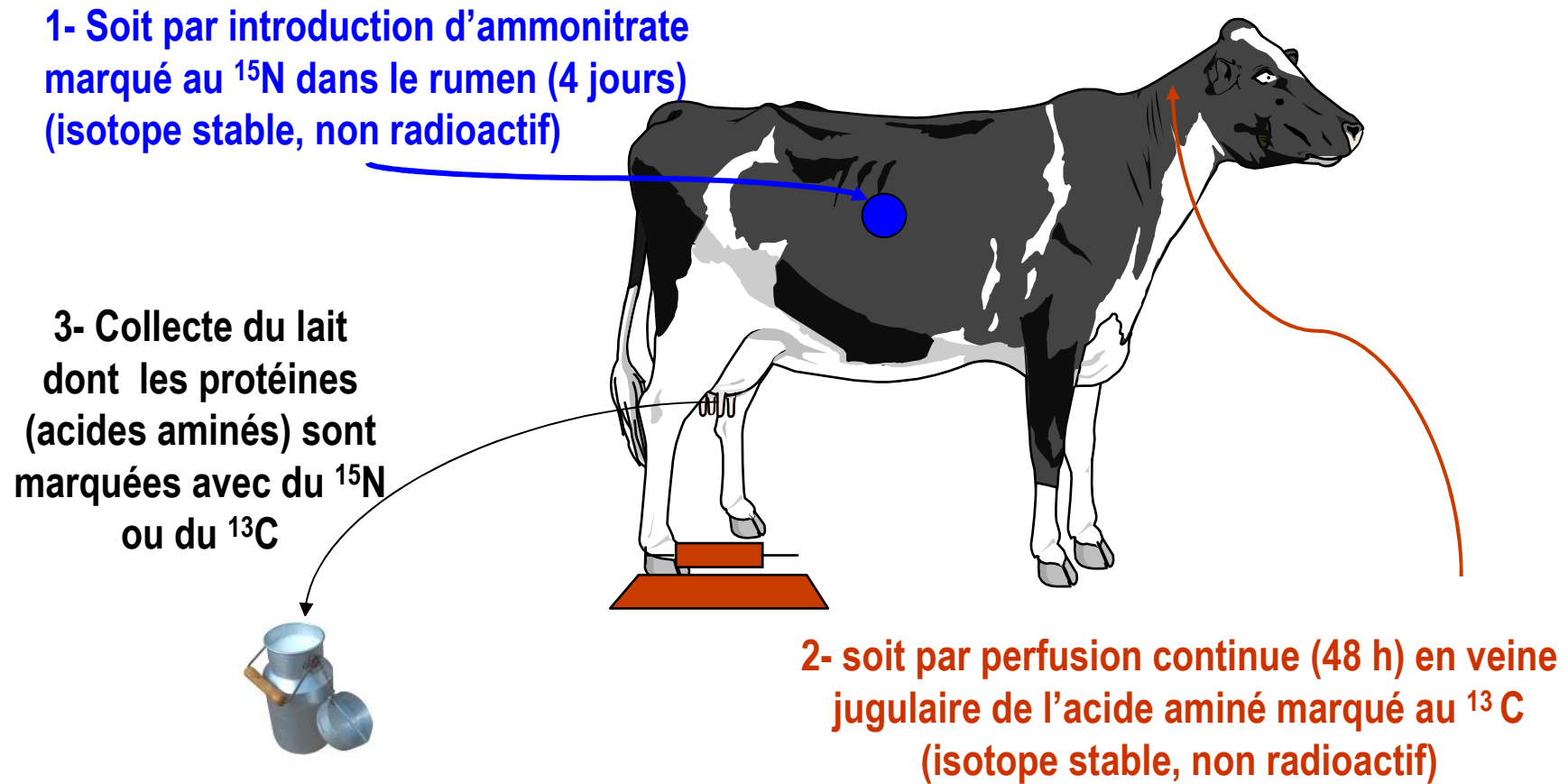
- **L'ultrafiltration (UF)**
 - Concentration différentielle des protéines laitières sur membranes minérales ou organiques de 5 à 10 kDa
- **La microfiltration tangentielle (MF)**
 - Epuration bactérienne du lait écrémé sur membrane minérale de 1,4 μm , 35-40°C avec un facteur de concentration volumique de 20 à 200
 - Séparation de la caséine micellaire sur membrane minérale de 0,1 μm

1^{er} exemple : conservation du sperme équin

Travaux réalisés avec l'équipe « Reproduction équine » l'Inra de Nouzilly-Tours, les haras nationaux et la société IMV-Technologies

- L'objectif : identifier la fraction protectrice des spermatozoïdes
- La stratégie : le lait est fractionné (caséines micellaires, PS, β -Lg, α -la)
- **Le résultat :**
 - la fraction α -lactalbumine est la plus spermicide,
 - la fraction caséine micellaire native s'est avérée hautement protectrice
- Application : 2 milieux de conservation du sperme d'étalon
 - ⇒ INRA 96 et INRA Freeze
- Valorisation : 2 brevets INRA
- Transfert technologique de la Plateforme Lait vers l'industrie

2nd exemple : préparation de protéines marquées



Etre présent à la traite et refroidir le lait dans l'heure qui suit.

2nd exemple : préparation de protéines marquées

Utilisation de technologies séparatives à membrane de la plateforme

- Précautions particulières : toute la plateforme et ses équipements sont réservés à la réalisation de cette préparation
- Surveillance accrue du process car coût élevé de l'expérimentation > 100 k€
- Epuration du lait écrémé, diafiltration du rétentat bactérien, concentration de protéines micellaires et sériques.

Applications réalisées en collaboration avec des nutritionnistes

- Les produits obtenus sont de qualité pour étude sur l'animal et l'Homme
- Produits conservés sous forme lyophilisée jusqu'à reconstitution pour ingestion.

Avancées scientifiques obtenues avec les protéines marquées

- **Etudes en nutrition, chez l'Homme**
 - Après l'ingestion par des volontaires, le suivi des protéines marquées dans les différentes parties du système digestif, le sang, et divers organes , ainsi que des bilans azotés étaient réalisés.
 - ↪ **La production des protéines marquées (Boirie et al. J. Nutrition, 1995), l'utilisation de protéines marquées a permis de définir le concept des protéines lentes et des protéines rapides (Boirie et al. 1996 et 1997, PNAS et Nature)**
 - ↪ **L'utilisation post-prandiale des protéines est affectée par le traitement UHT mais ne l'est pas par la pasteurisation. (Lacroix et al., Am. J. Clin. Nutr. 2006)**
 - ↪ **La digestion et l'absorption d'un hydrolysate de protéines sont plus rapides que celles de protéines entières correspondantes (Koopman et al. 2009) (collaboration avec DSM Food specialties, Pays-Bas).**

La plateforme LAIT contribue aux avancées scientifiques et technologiques

- **Publications scientifiques, brevet, logiciel**

↪ une dizaine par an



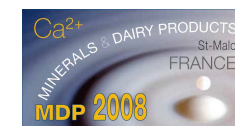
- **Articles de vulgarisation**



- **Communication / transfert / formation :**

- Site web (anglais et français)
- Plaquettes (anglais et français)
- Symposium (2008) et journée thématique (2010)
- Transfert des connaissances et formation

↪ professionnels et étudiants



Travail en collaboration avec le Brésil ??

- Technologies innovantes (hautes pressions, champs électriques pulsés, lumière pulsée,...)
- Fabrications fromagères
- Traitements thermiques

- Qualité microbiologiques des laits crus – conséquences sur la qualité des produits finis (laits UHT, laits fermentés, fromages,...)
- Gestion des laits avant transformation

Nos mots clés



Merci de votre attention

