

Mardi 22 octobre 2019  
Maison du Lait, Paris

# JOURNÉE DE RESTITUTION

## « MINÉRAUX LAITIERS »

« Minéraux, cycles thermiques de faibles intensités et coagulation du lait »

Projet d'une durée d'1 an

Dimitri WANNER ([dimitri.wanner@inra.fr](mailto:dimitri.wanner@inra.fr))

Thomas CROGUENNEC ([thomas.croguennec@agrocampus-ouest.fr](mailto:thomas.croguennec@agrocampus-ouest.fr))



# « MINÉRAUX LAITIERS »

## Au menu

1. Contexte du projet
2. Questions de recherche
3. Stratégie employée lors de cette étude
4. Les cycles thermiques de faibles intensités impactent le comportement de coagulation présure
5. Les minéraux sont-ils responsables de ces variations?
6. Conclusion et perspectives



# « MINÉRAUX LAITIERS »

## 1. Contexte du projet

Les pratiques de l'industrie laitière sont:

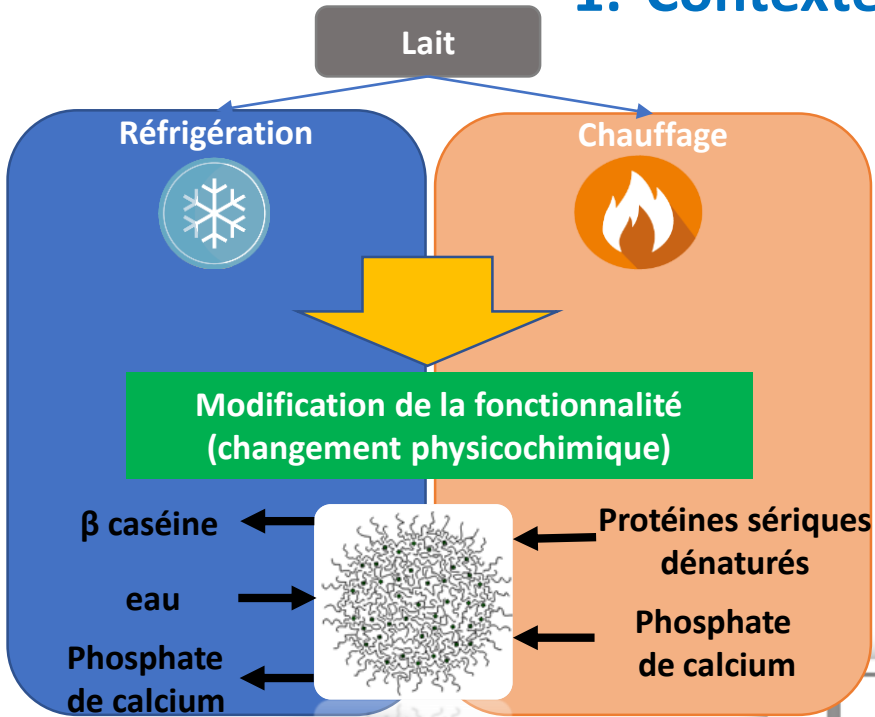


- **d'assurer la qualité sanitaire du lait**
- **d'augmenter le temps de stockage**



# « MINÉRAUX LAITIERS »

## 1. Contexte du projet



Technologie présure



Technologie lactique



Technologie Yaourt (HHT)

	Technologie présure	Technologie lactique	Technologie Yaourt (HHT)
Propriétés de coagulation	↘ ↗	?	↗
Temps de prise	↗ ↘	?	↘
Fermeté	↘ ↗	?	↗
Récupération protéique	↘ ↗	?	↗



# « MINÉRAUX LAITIERS » »

## 1. Contexte du projet

Aujourd'hui en industrie:



Adaptation du lait à la technologie  
(préparation des laits)



Le lait subi des itinéraires  
thermiques complexes



## 2. Questions de recherche

Q1 : Les itinéraires thermiques affectent-ils les propriétés fonctionnelles des laits?

Q2 : Si oui, quelles en sont les bases physicochimiques ?

Q3 : Les modifications physicochimiques et techno-fonctionnelles sont-elles réversibles et quelles sont les cinétiques de « réversibilité » ?

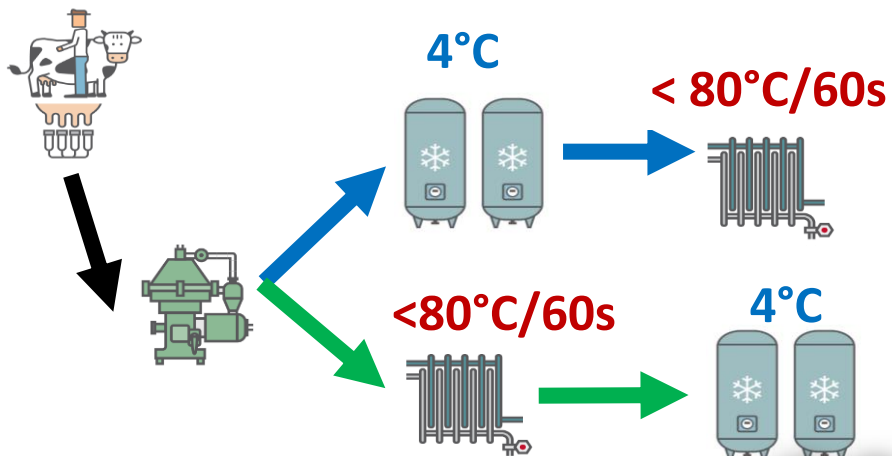


# « MINÉRAUX LAITIERS » »

## 3. Stratégie employée lors de cette étude

1

Réalisation de différents itinéraires thermiques



2

Analyse de l'aptitude à la coagulation (après remise à température) pour chaque lait par:

- Rhéologie oscillatoire (présure, yaourt)
- Texturomètre (lactique)

Séparation des différentes phases du lait (pour analyses physicochimiques)

3

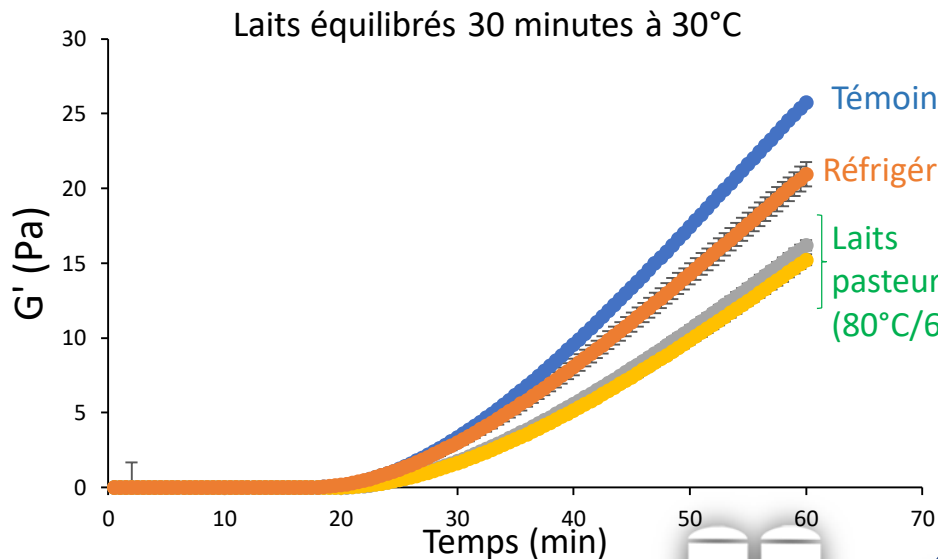
Analyses physicochimiques, si différences observées:

- Distribution phosphocalcique
- Répartition protéique



# « MINÉRAUX LAITIERS » »

## 4. Les cycles thermiques de faibles intensités impactent le comportement de coagulation présure (sans ajustement de pH)



Baisse de  
l'aptitude à la  
coagulation

Type de lait	Temps de prise (% au témoin)
Témoin	Référence
Réfrigéré	+ 18%
Pasteurisés	+ 13%

Résultats en accord avec la littérature  
(Ali et al. , 1980; Raynal et Remeuf, 2000)

Apport  
de  
l'étude

L'ordre de la pasteurisation dans  
l'itinéraire thermique **ne semble pas**  
influencer le comportement de  
coagulation





# « MINÉRAUX LAITIERS » »

## 4. Les cycles thermiques de faibles intensités impactent le comportement de coagulation présure (avec ajustement pH à 6,6 avec HCL à 1M)

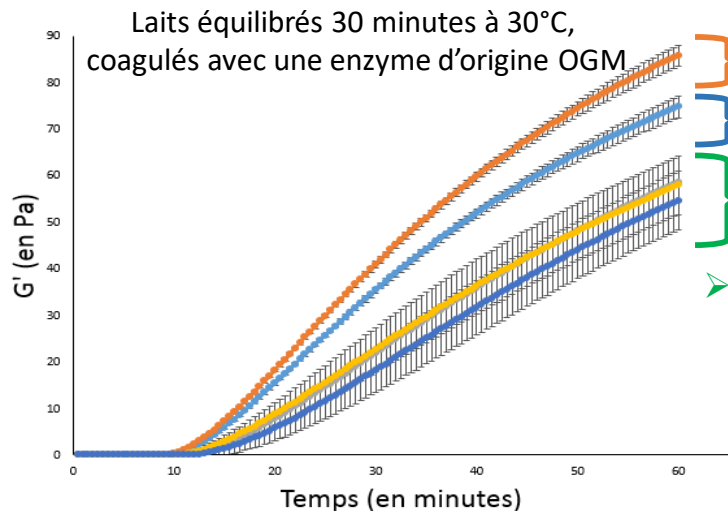
➤ En désaccord avec la littérature

Réfrigéré

Témoin

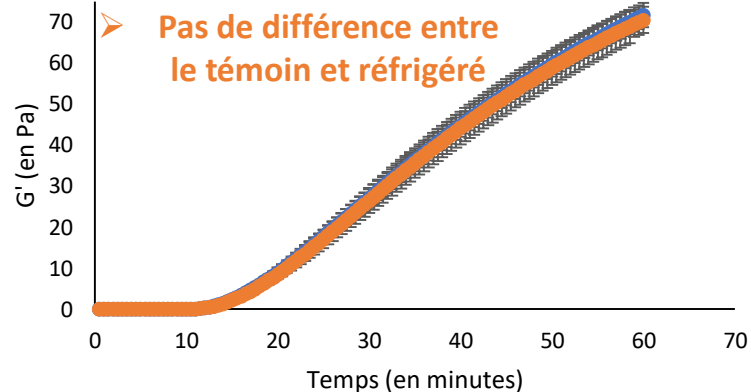
Laits pasteurisés

➤ Même tendance que sans ajustement de pH



Effet de la réfrigération sur la coagulation des laits par une enzyme d'origine fongique

➤ Pas de différence entre le témoin et réfrigéré



Apport de l'étude

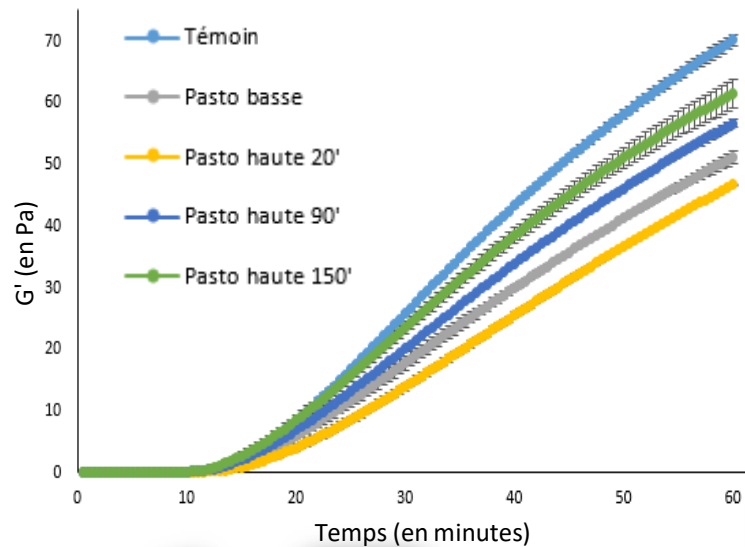
Tous les coagulants n'ont pas le même comportement sur les laits réfrigérés avec ajustement de pH (sensibilité au calcium? Action spécifique de l'enzyme?)



# « MINÉRAUX LAITIERS » »

## 4. Les cycles thermiques de faibles intensités impactent le comportement de coagulation présure: augmentation du temps de maintien à la température technologique

Aptitude des laits à la coagulation



Augmentation de l'aptitude à la coagulation en fonction de la durée d'équilibration

Apport de l'étude

Les aptitudes à la coagulation des laits traités thermiquement s'améliorent avec l'augmentation du temps de maintien à température

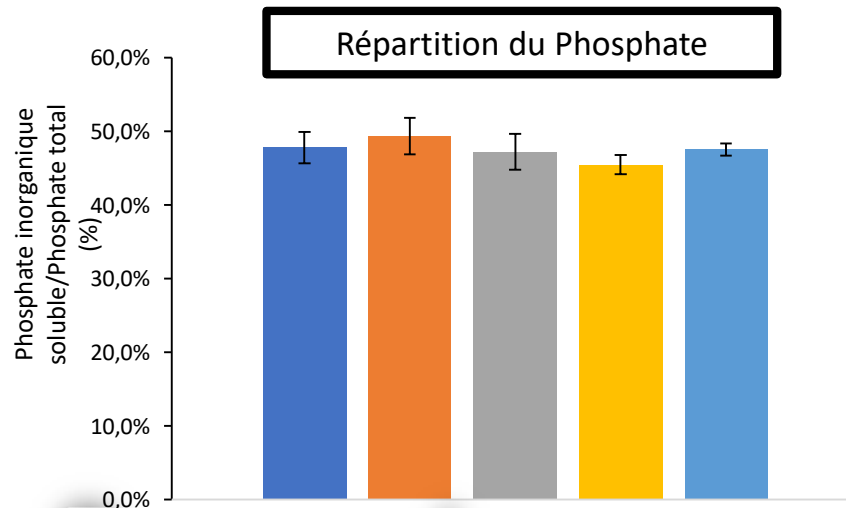
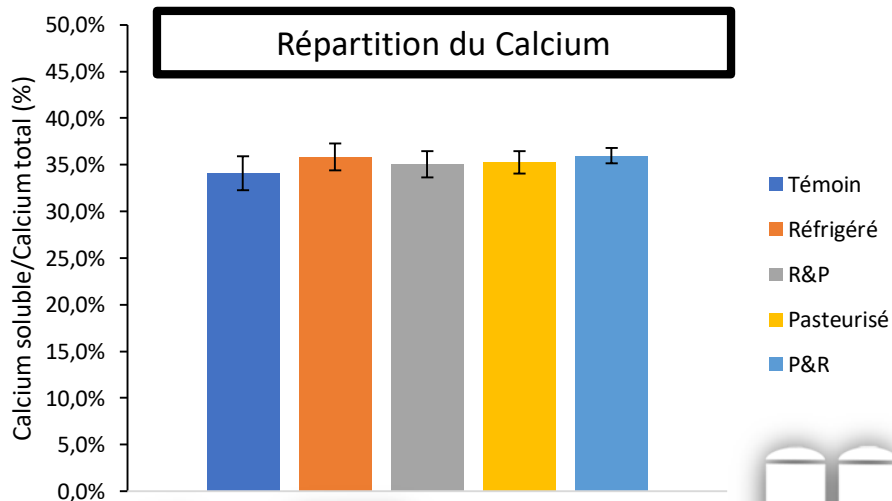
⇒ Il est préférable d'abaisser le pH et/ou augmenter la température d' emprésurage dans une application fromagère (risque phagique, coût énergétique et immobilisation du matériel)



# « MINÉRAUX LAITIERS » »

## 5. Les éléments physico-chimiques responsables de ces variations: impact des minéraux

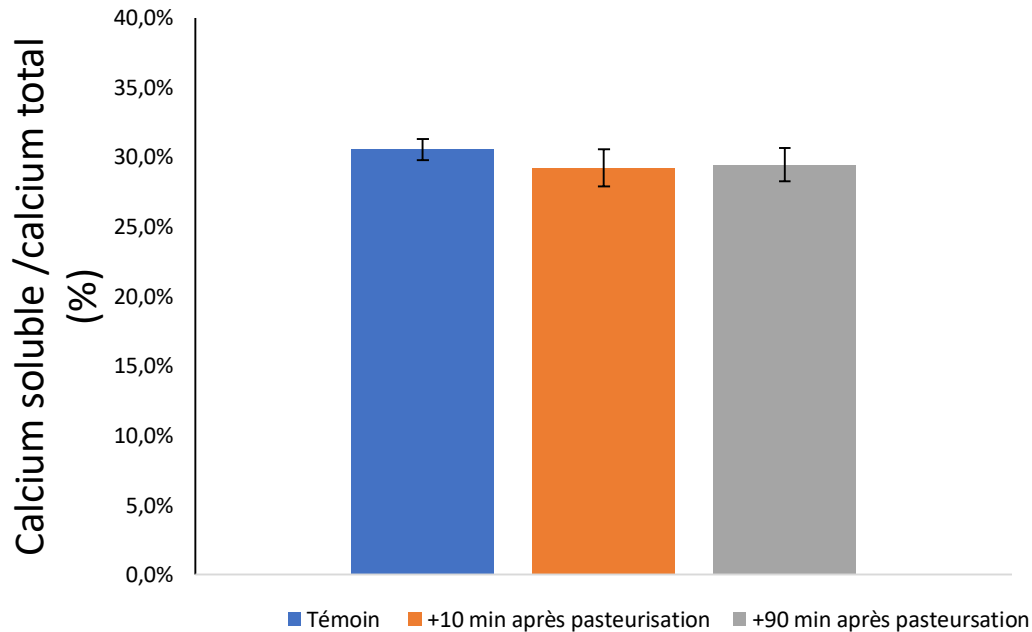
- ⇒ Les analyses ne semblent pas détecter de différence de répartition phosphocalcique entre les différents laits.
- ⇒ Si des modifications d'équilibres minéraux sont induits par les traitements, ils semblent rétablis rapidement. Résultats en accord avec la bibliographie (Pouliot, 1989; Liu 2013)
- ⇒ Quel est l'impact des cycles thermiques sur les formes minérales? Difficilement accessible...



# « MINÉRAUX LAITIERS » »

## 5. Les éléments physico-chimiques responsables de ces variations: impact du temps de maintien à la température sur l'équilibre calcique

⇒ Les équilibres minéraux semblent rétablis en moins de 10 minutes. Résultats en accord avec la bibliographie (Pouliot, 1989; Liu 2013)





## 6. Conclusions et Perspectives

- Les **cycles thermiques** peu intenses impactent uniquement la **coagulation présure du lait**.
- Un temps de maintien allongé à la température technologique permet de retrouver en partie les propriétés de coagulation des laits (**mais un levier peu adapté à la fromagerie**).
- La pasteurisation diminue l'aptitude à la coagulation des laits.
  - **Son ordre dans l'itinéraire thermique ne semble pas impacter l'aptitude à la coagulation**
- La « distribution phosphocalcique macroscopique » ne semble pas être à l'origine de ces différences
  - Est-ce que les différentes formes minérales sont rétablies?
    - ⇒ **Difficilement accessible...**



# « MINÉRAUX LAITIERS » »

Merci pour votre attention!

