



THESE: Etude des aspects bio, physico-chimique, technologique et organoleptique des caillés obtenus par coagulation du lait avec des extraits de *Calotropis procera*

Caractérisation physico-chimique des caillés obtenus en utilisant un extrait de *Calotropis procera* et comparaison avec une coagulation par la chymosine

Auteurs: Issa Ado Rayanatonou, ElHadji Gounga Mahamadou, Gilles Garric, Marielle Harel-Oger, Arlette Leduc, Julien Jardin, Valérie Briard-Bion, Chantal Cauty, Hassane Adakal, Jean François Grongnet, Frédéric Gaucheron.





PLAN DE LA PRESENTATION

- I. INTRODUCTION
- II. QUESTIONS DE RECHERCHE
- III. STRATEGIE EXPERIMENTALE
- IV. RESULTATS ET DISCUSSION
- V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

I. INTRODUCTION

- La chymosine est l'enzyme communément utilisée pour coaguler le lait en fromagerie mais des coagulants d'origine microbienne et végétale existent aussi. Ces derniers présentent l'avantage d'être accessibles et faciles d'utilisation même à l'échelle artisanale.
- En Afrique de l'Ouest, les feuilles et tiges de l'arbuste *Calotropis procera* sont utilisées dans la fabrication d'un fromage traditionnel appelé « wagashi » qui signifie en langue peulh « gâteau de lait ».



Fromage peul
wagashi

Calotropis procera
Pommier de Sodome
Arbre à soie
Plante à lait

- Ce fromage est utilisé en remplacement de la viande ou du poisson dans nombre de mets traditionnels. L'importance de sa consommation incite à mener des travaux dans le but d'améliorer la qualité du produit.

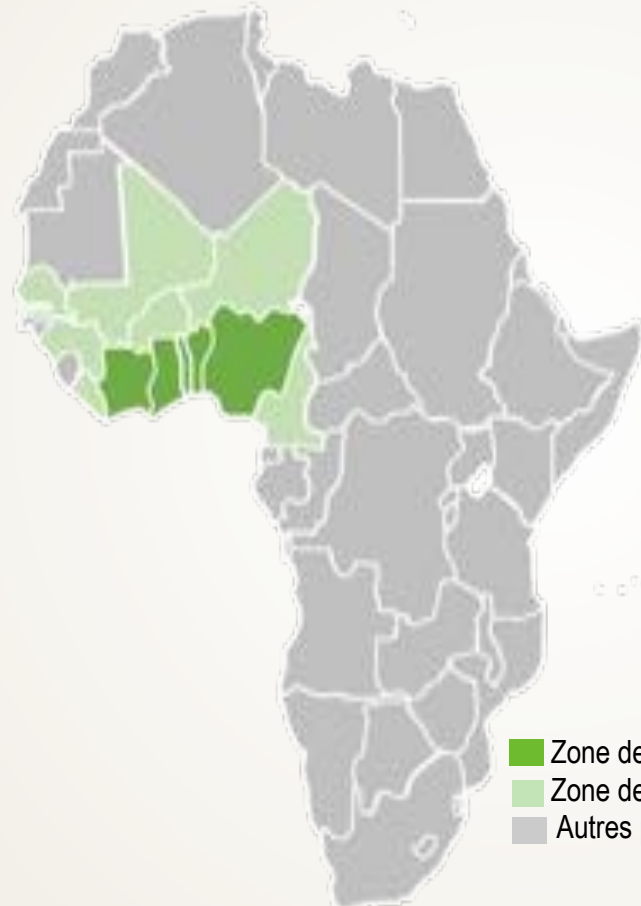
« Wagachi », le fromage Ouest Africain



Fromage frais



Fromage cuit



■ Zone de production
■ Zone de disponibilité
■ Autres pays

Zones de production et de commercialisation du Wagachi

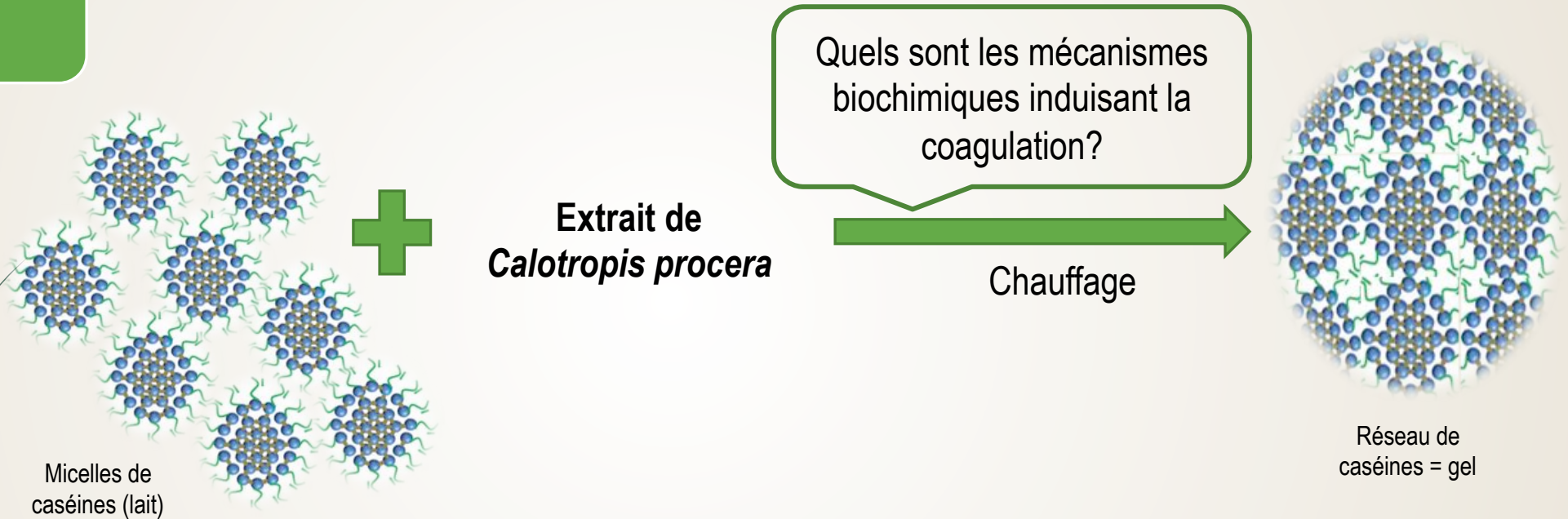
PROTÉASES

1- Calotropain A: cystein proteinase, 25KDa, pH 8, température > 70°C (O. C. Aworh, 1986; O. C. Aworh, 1994; O. A. Oseni, 2013)

2- Calotropain B: cystein proteinase, 30KDa, pH 6-8, température > 70°C mais aussi entre 40 et 60°C (O. C. Aworh, 1986; O. C. Aworh, 1994; Dubey V. K. 2003; A. N. Singh, 2010; O. A. Oseni, 2013)

II. QUESTIONS DE RECHERCHE

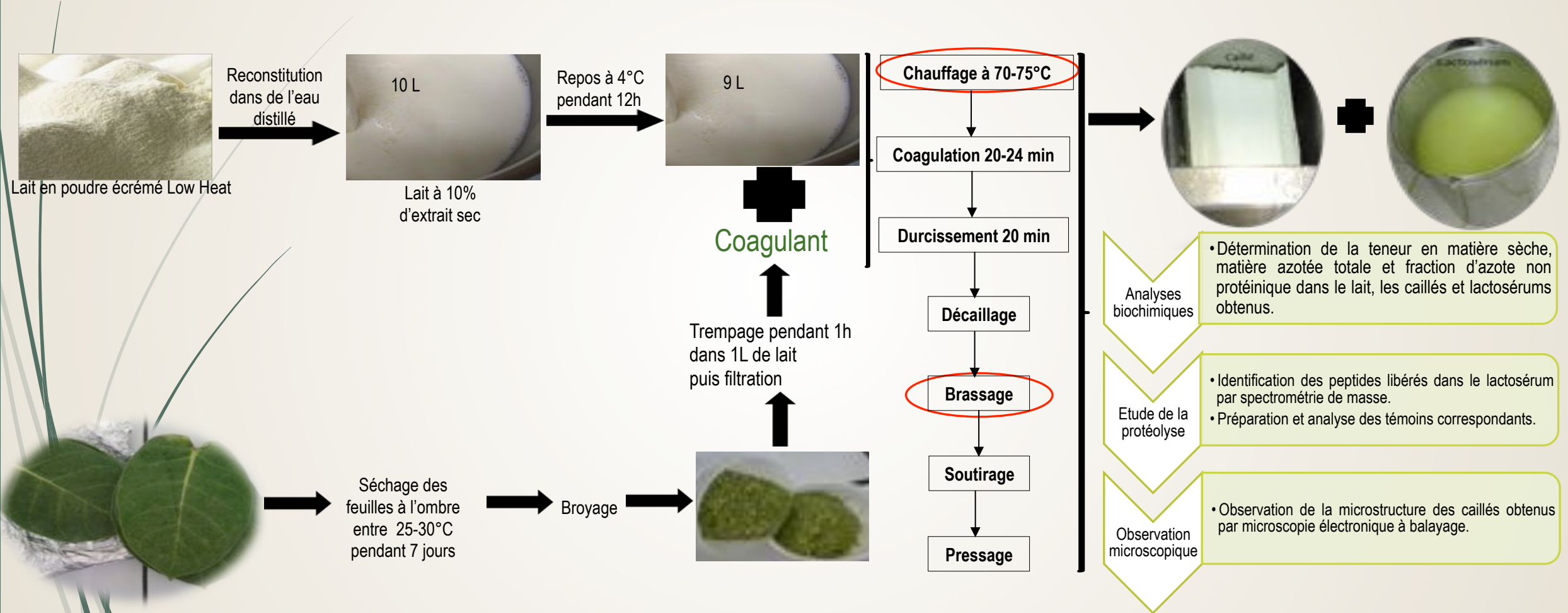
1



2

- Quels sont les caractéristiques biochimiques et structurales du caillé obtenu par coagulation du lait avec un extrait de *Calotropis procera* en comparaison avec un caillé présure?

Protocole de fabrication



Le même protocole de fabrication utilisé avec la chymosine en ajustant la température (30°C) et le temps de repos sous sérum.

III. STRATEGIE EXPERIMENTALE

Caractéristiques biochimiques des laits utilisés et caillés/sérums obtenus après coagulation par l'extrait de *Calotropis procera* et la chymosine. Moyennes de 4 fabrications par coagulant.

Extrait de <i>Calotropis procera</i>					
	pH (à 20°C)	Masse Sèche (g/Kg)	Cendres (g/Kg)	Azote Total (g/Kg)	Azote Non Protéique (g/Kg)
Lait	6.76 ± 0.02	100.60 ± 2.62	8.10 ± 0.10	32.07 ± 1.28	2.39 ± 0.09
Caillé	6.52 ± 0.06	310.91 ± 16.14	31.1 ± 0.3	231.91 ± 2.59	3.10 ± 0.49
Sérum	6.34 ± 0.15	76.33 ± 0.70	6.17 ± 0.05	7.51 ± 0.29	4.14 ± 0.30
Chymosine					
Lait	6.73 ± 0.04	100.97 ± 0.20	8.15 ± 0.20	33.50 ± 0.89	2.16 ± 0.06
Caillé	6.69 ± 0.04	305.75 ± 9.31	25.52 ± 1.25	207.84 ± 16.81	1.83 ± 0.28
Sérum	6.59 ± 0.06	72.40 ± 1.79	6.20 ± 0.10	9.37 ± 0.37	2.72 ± 0.24

- Le caillé *Calotropis procera* présente des teneurs en matière sèche, cendre et azote légèrement supérieures à celle du caillé chymosine.
- Au-delà de ces différences, les deux caillés peuvent être considérés comme des caillés présure fortement minéralisés.

IV. RESULTATS ET DISCUSSION

Rendement brut $\frac{m \text{ caillé (Kg)} \times 100}{m \text{ lait (Kg)}}$

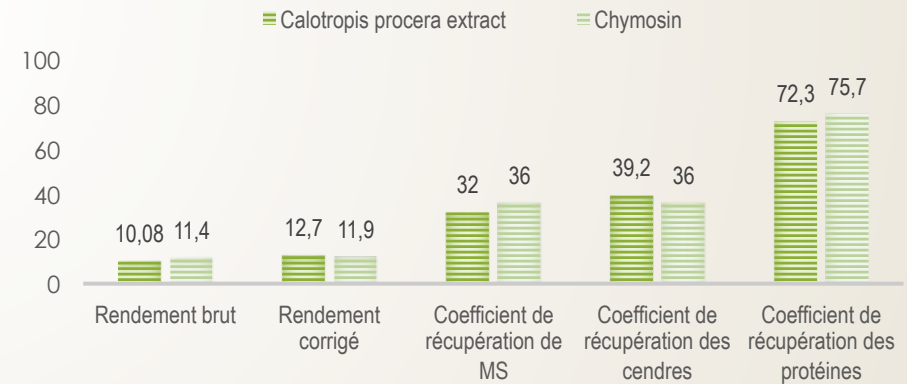
Rendement corrigé $\frac{(\text{EST lait (Kg)} - \text{EST lactosérum (Kg)}) \times 100}{\text{EST caillé (Kg)} - \text{EST lactosérum (Kg)}}$

Coefficient de récupération $\frac{m \text{ élément dans le caillé (Kg)} \times 100}{m \text{ élément dans le lait (Kg)}}$

Les rendements de fabrication sont similaires dans les deux types de fabrications.

➔ L'extrait de *Calotropis procera* peut être utilisé comme coagulant en fabrication fromagère.

RENDEMENTS ET COEFFICIENTS DE RÉCUPÉRATION DE MATIÈRE

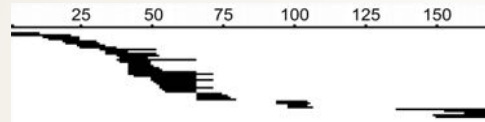


Rendements de fabrication (bruts et corrigés) et coefficients de récupération de matière dans les fabrications *Calotropis procera* et chymosine

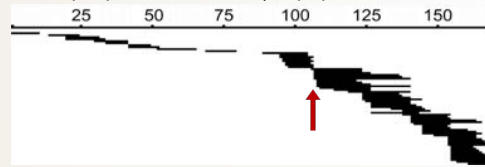
Compréhension de la coagulation

Les lactosérums sont collectés puis filtrés et analysés par chromatographie liquide en phase inversée couplée à une spectrométrie de masse. Les surnageants d'ultracentrifugation des laits utilisés sont pris pour témoins.

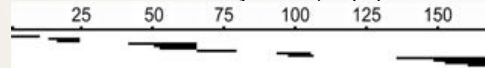
A. Peptides in ultracentrifugation supernatant of control milk heated at 75°C without *Calotropis Procera* extract (43 peptides from κ -CN A)



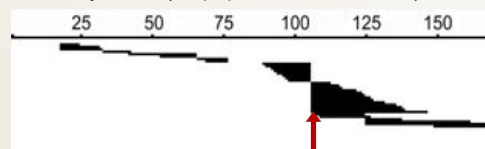
B. Peptides in whey after milk coagulation at 75°C with *Calotropis procera* extract (69 peptides from κ -CN A)



C. Peptides in ultracentrifugation supernatant of control milk heated at 30°C without chymosin (13 peptides from κ -CN A)



D. Peptides in whey after milk coagulation at 30°C with chymosin (35 peptides from κ -CN A)



Peptides identified coming from casein- κ in curds and equivalent controls

Les peptides identifiés dans le lactosérum *Calotropis procera* (69) sont plus nombreux que ceux identifiés dans le témoin correspondant (43), ce qui confirme l'hypothèse de la protéolyse des micelles de caséine et spécialement la caséine- κ .

Les peptides identifiés dans le lactosérum *Calotropis procera* sont aussi plus nombreux que ceux identifiés dans le lactosérum présure (35) ce qui suggère une protéolyse plus importante quand l'extrait de *Calotropis procera* est utilisé comme coagulant.

Le site de coupure 105-106 est identifiable dans la protéolyse chymosine mais on le retrouve aussi dans le cas du *Calotropis procera* en plus des autres sites de coupure non spécifiques.

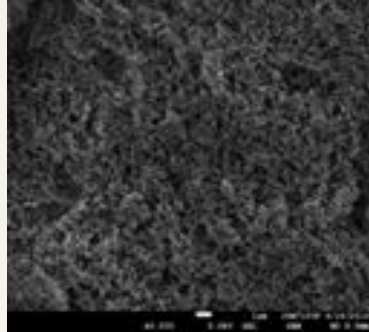
Microstructure des caillés

Caillé présure

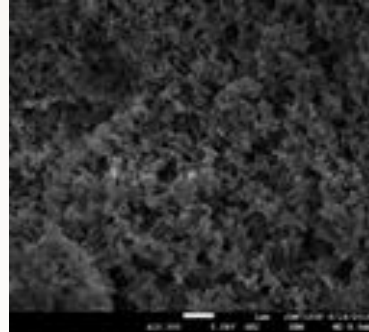
Observation visuelle



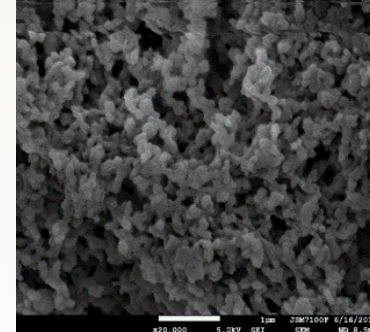
X 5000



X 10000



X 20000



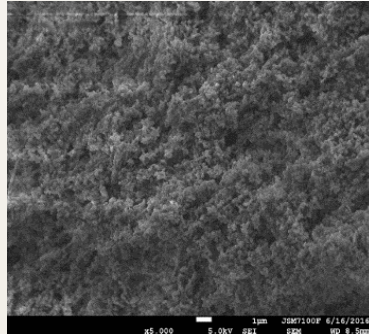
A fort grossissement, des particules de 200nm de diamètre (taille d'une micelle de caséine) sont identifiées dans les deux caillés. La protéolyse ne correspond donc pas à une destruction des micelles mais plutôt leur réorganisation pour former un réseau.

Caillé *C. procera*

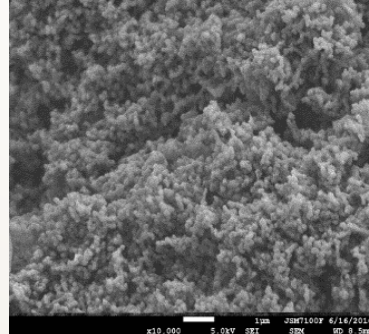
Observation visuelle



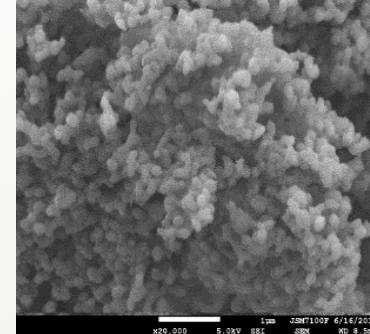
X 5000



X 10000



X 20000



Le réseau protéique, constitué d'amas de caséines, est plus dense dans le caillé obtenu par coagulation du lait avec l'extrait de *Calotropis procera*. Il est plus structuré et moins dense.

Images des caillés présure et *Calotropis procera* en microscopie électronique à balayage à différents grossissements: 5000, 10000 et 20000.



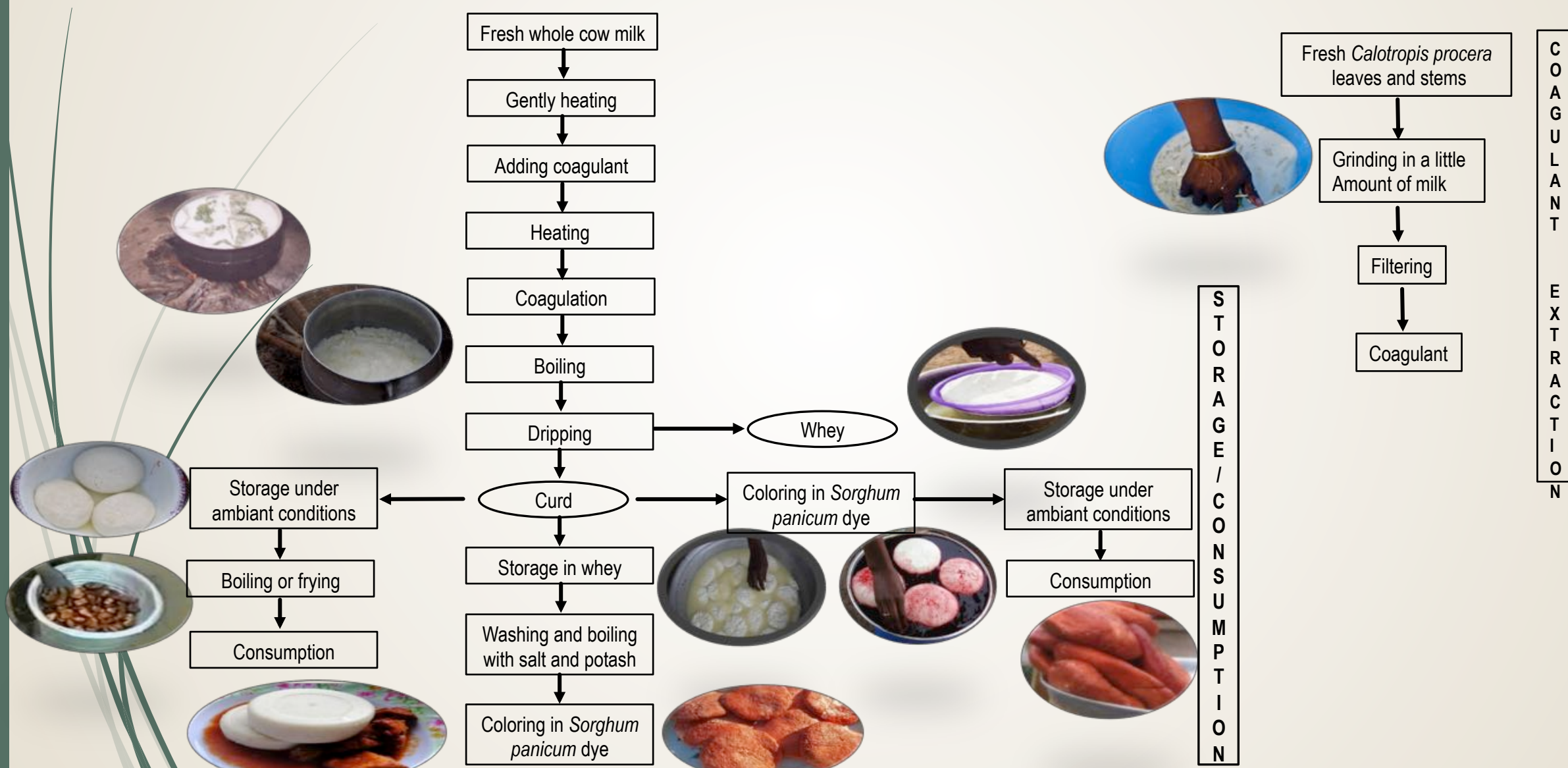
V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

- L'hydrolyse de la caséine- κ est probablement à l'origine de la coagulation observée lorsqu'un extrait de *Calotropis procera* est ajouté au lait.
- L'extrait de feuilles séchées de *Calotropis procera* fournit un caillé comparable à un caillé présure avec les mêmes rendements et coefficients de récupération de matière au cours de la fabrication.



MERCI POUR VOTRE AIMABLE ATTENTION

Fabrication traditionnelle et usages



COAGULANT EXTRACTION

STORAGE / CONSUMPTION