



**HAL**  
open science

## Intensification de l'ultrafiltration tangentielle du lait assistée par ultrasons : De l'échelle nanométrique au procédé

N. Hengl, Y. Jin, S. Baup, F. Pignon, N. Gondrexon, M. Sztucki, T. Narayanan, Geneviève Gésan-Guiziou

### ► To cite this version:

N. Hengl, Y. Jin, S. Baup, F. Pignon, N. Gondrexon, et al.. Intensification de l'ultrafiltration tangentielle du lait assistée par ultrasons : De l'échelle nanométrique au procédé. Congrès MemPro V Intégration des Membranes dans les procédés, Apr 2014, Toulouse, France. , 2014. hal-01209607

**HAL Id: hal-01209607**

**<https://hal.science/hal-01209607>**

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.

# Intensification de l'ultrafiltration tangentielle du lait assistée par ultrasons : De l'échelle nanométrique au procédé

Hengl N<sup>a\*</sup>, Jin Y<sup>a</sup>, Baup S<sup>a</sup>, Pignon F<sup>a</sup>, Gondrexon N<sup>a</sup>, Sztucki M<sup>b</sup>, Narayanan T<sup>b</sup>, Gésan-Guiziou G<sup>c</sup>

\* Auteur correspondant : nicolas.hengl@ujf-grenoble.fr

## Introduction

L'objectif de cette étude est de caractériser "in-situ" par des mesures de diffusion de rayons X aux petits angles (SAXS) les effets combinés des ultrasons (US), du débit tangentiel et de la pression transmembranaire sur l'organisation structurale de suspension de lait écrémé, au voisinage de la membrane, lors de l'ultrafiltration tangentielle.

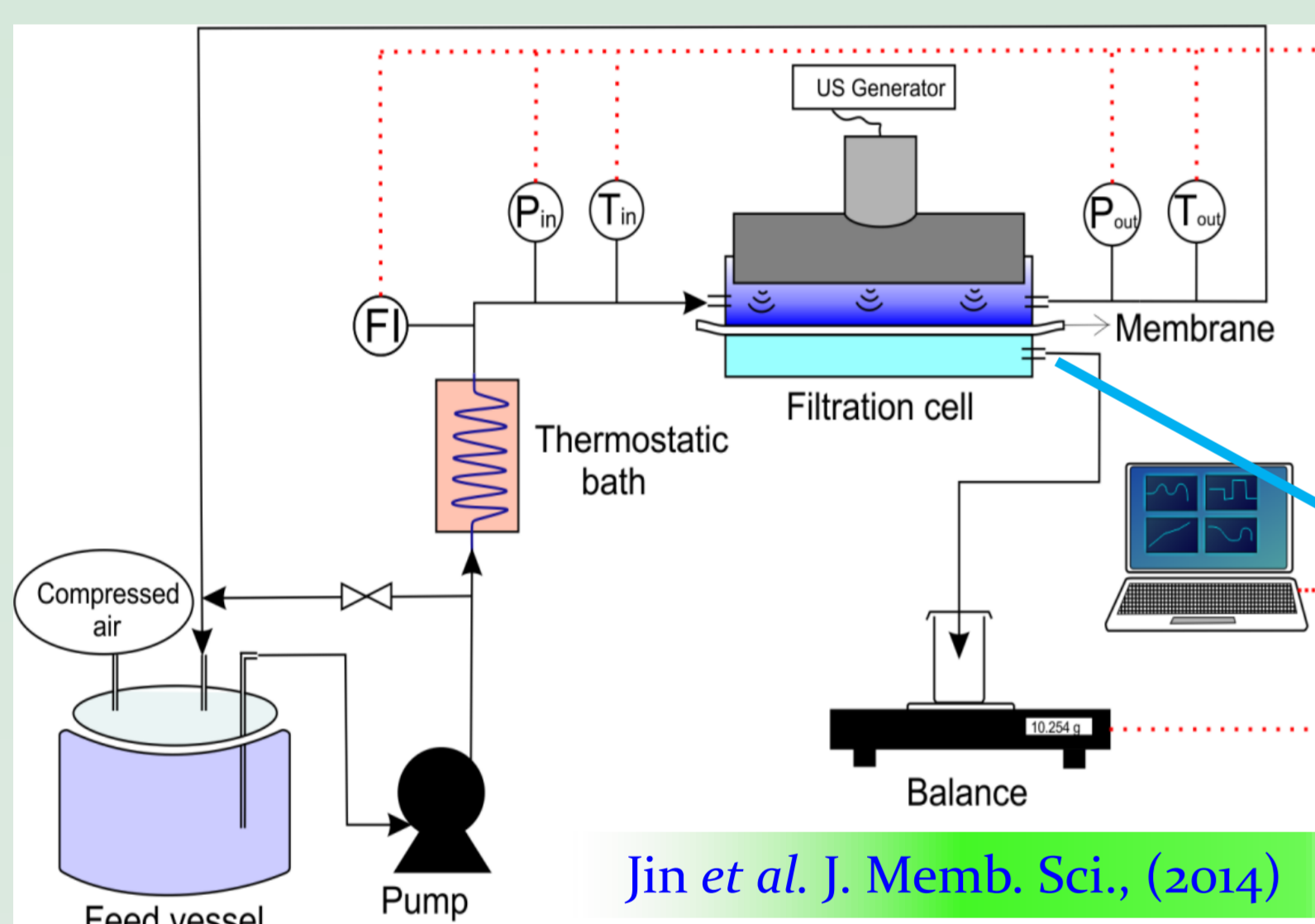
La compréhension et le contrôle de l'effet des ondes ultrasonores sur les propriétés structurales et rhéologiques du lait sont nécessaires pour le développement de procédés membranaires performants et innovants.

Le couplage des ultrasons aux procédés de séparation par membrane peut être une solution aux problèmes de colmatage rencontrés dans l'industrie laitière mais aussi agroalimentaire.

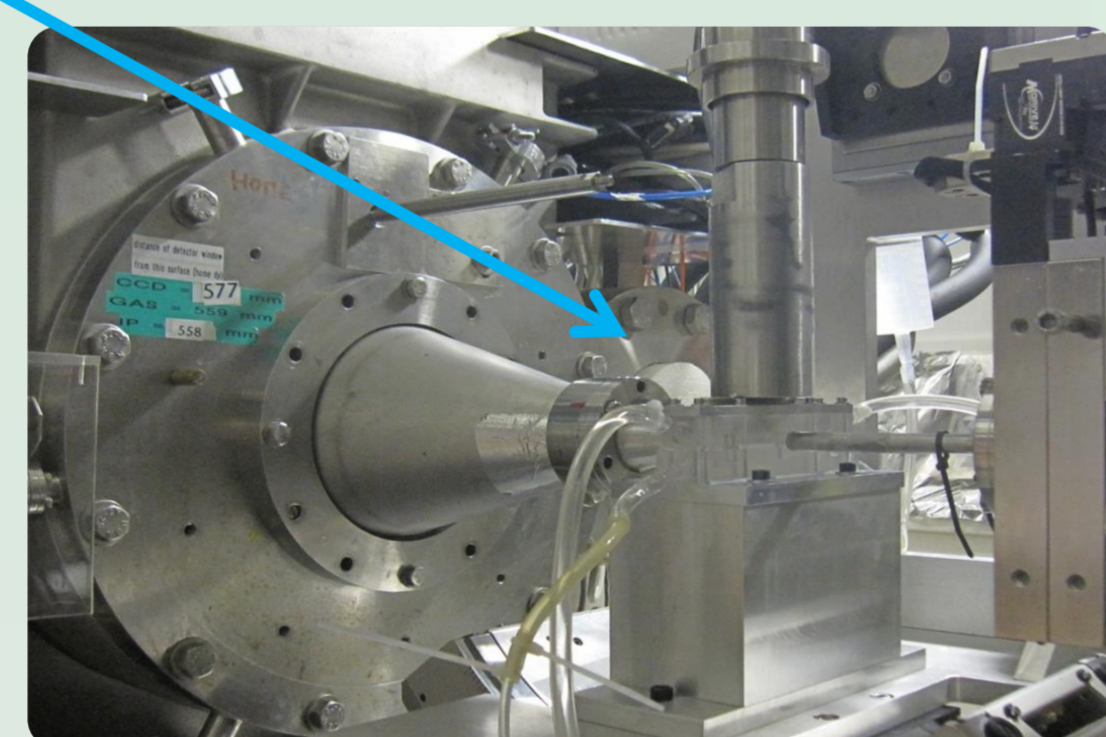
Les suspensions de lait écrémé ont été préparées à partir de poudre de lait bovine 'low heat' contenant les protéines solubles et les sels minéraux en plus des micelles de caséines. Les expériences ont été menées avec des concentrations en caséines d'un lait standard Co (=27 g.L<sup>-1</sup>) et 2\*Co.

## Matériaux and méthodes

### Aux échelles macroscopiques :



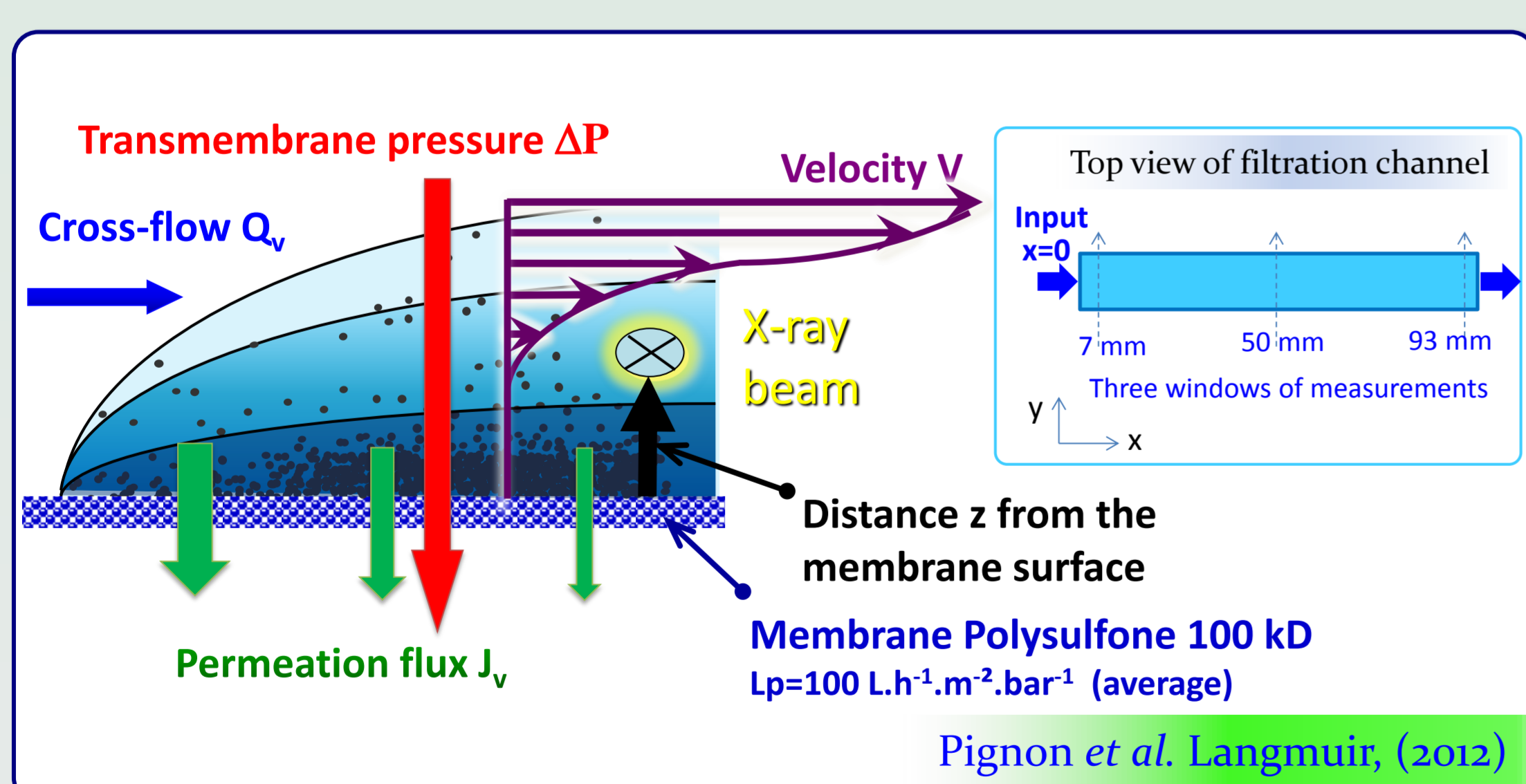
- Flux de perméation,  $J_v$
- taux de rejection:  $R=1-C_p/C_a$
- Facteur d'efficacité ultrasonore:  $E_{US}=J_{US}/J_{limit}$



Membrane PES 100kDa, Ultrasons : 20 kHz

Jin et al. J. Memb. Sci., (2014)

### Aux échelles nanométriques :



SAXS Patterns of a Laponite concentration profile

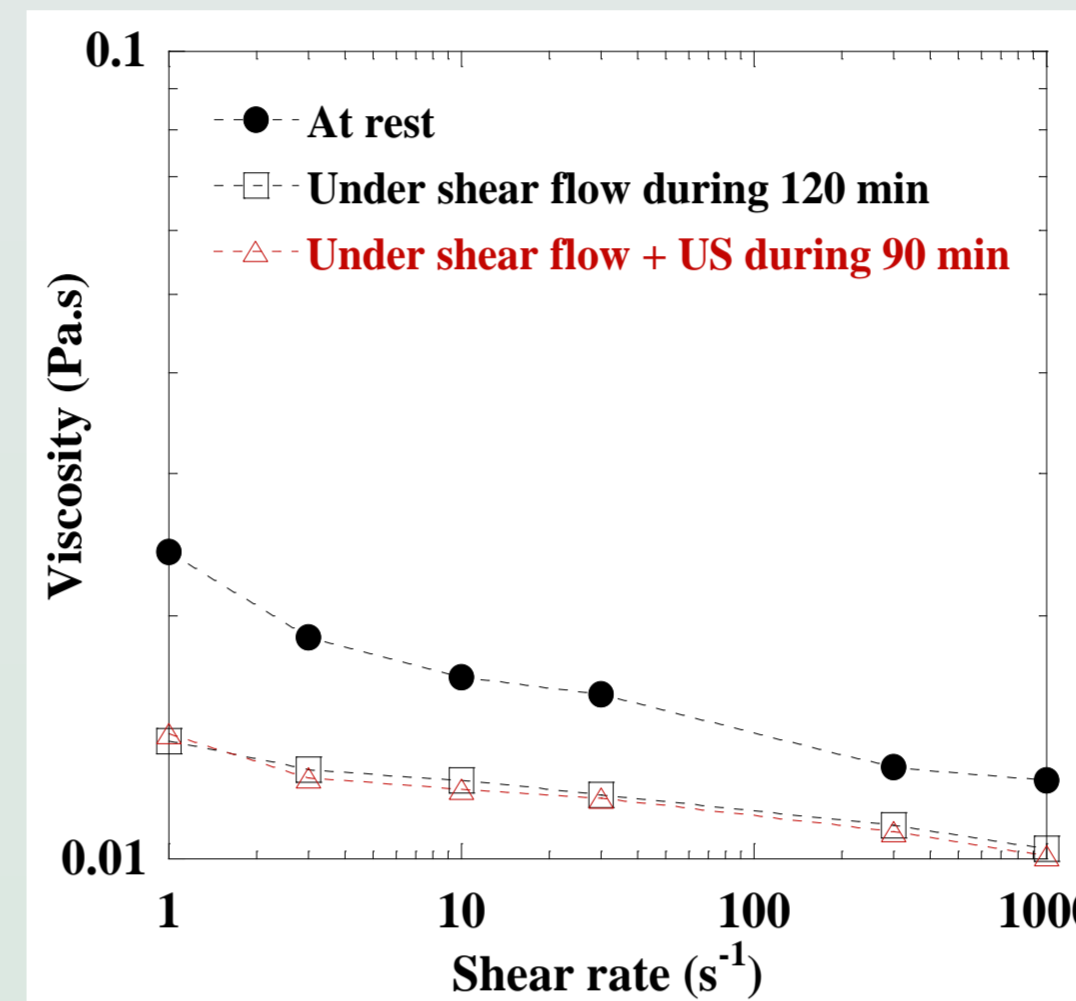
Pignon et al. Langmuir, (2012)

## Résultats

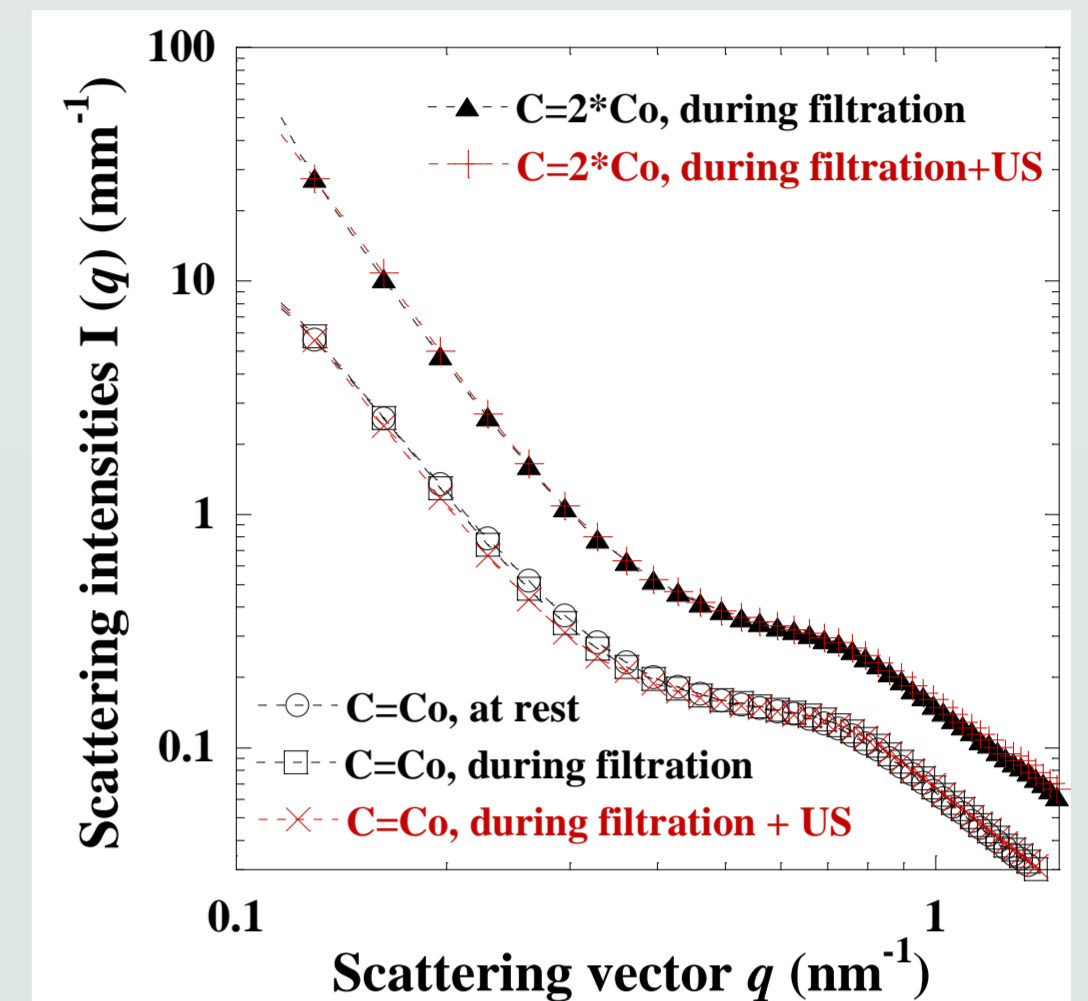
1

### Effet des US sur la structure du lait

#### Comportement rhéologique

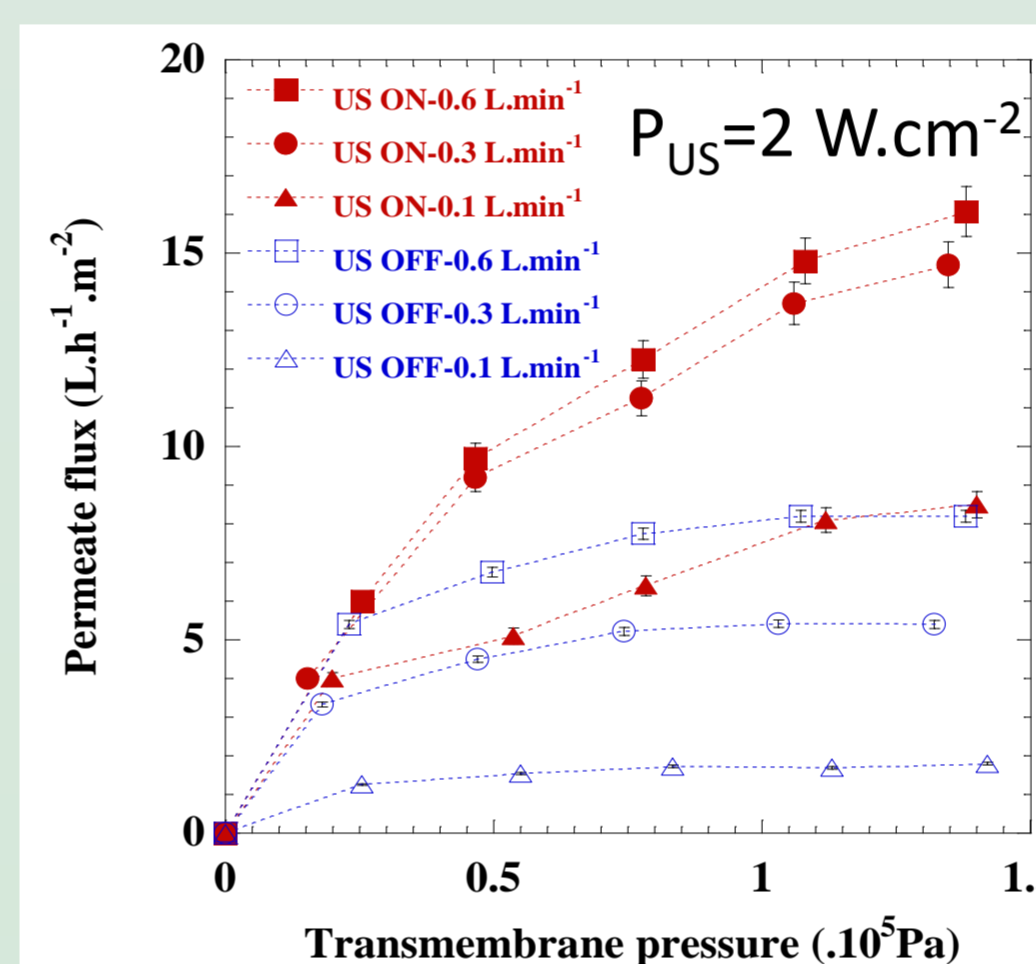


#### Intensités diffusées



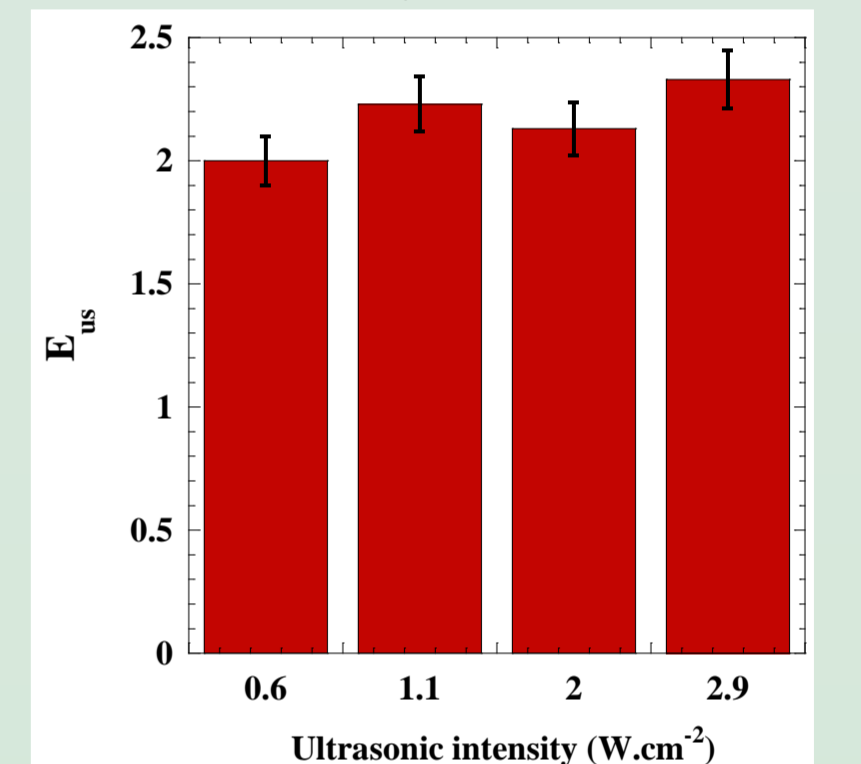
2

### Effet des US durant l'ultrafiltration du lait



Filtration	Re	Membrane permeability (10 <sup>4</sup> L.h <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> .Pa <sup>-1</sup> )		TR <sub>max</sub>
		Before UF	After UF	
US ON 0.6 L.min <sup>-1</sup>	7	92.6	81.5	99.9%
US OFF 0.6 L.min <sup>-1</sup>	902	92.6	81.5	99.7%
US ON 0.3 L.min <sup>-1</sup>	7	75.5	62.7	99.2%
US OFF 0.3 L.min <sup>-1</sup>	451	75.5	62.7	99.8%
US ON 0.1 L.min <sup>-1</sup>	7	99.7	85.2	99.8%
US OFF 0.1 L.min <sup>-1</sup>	150	99.7	85.2	99.0%

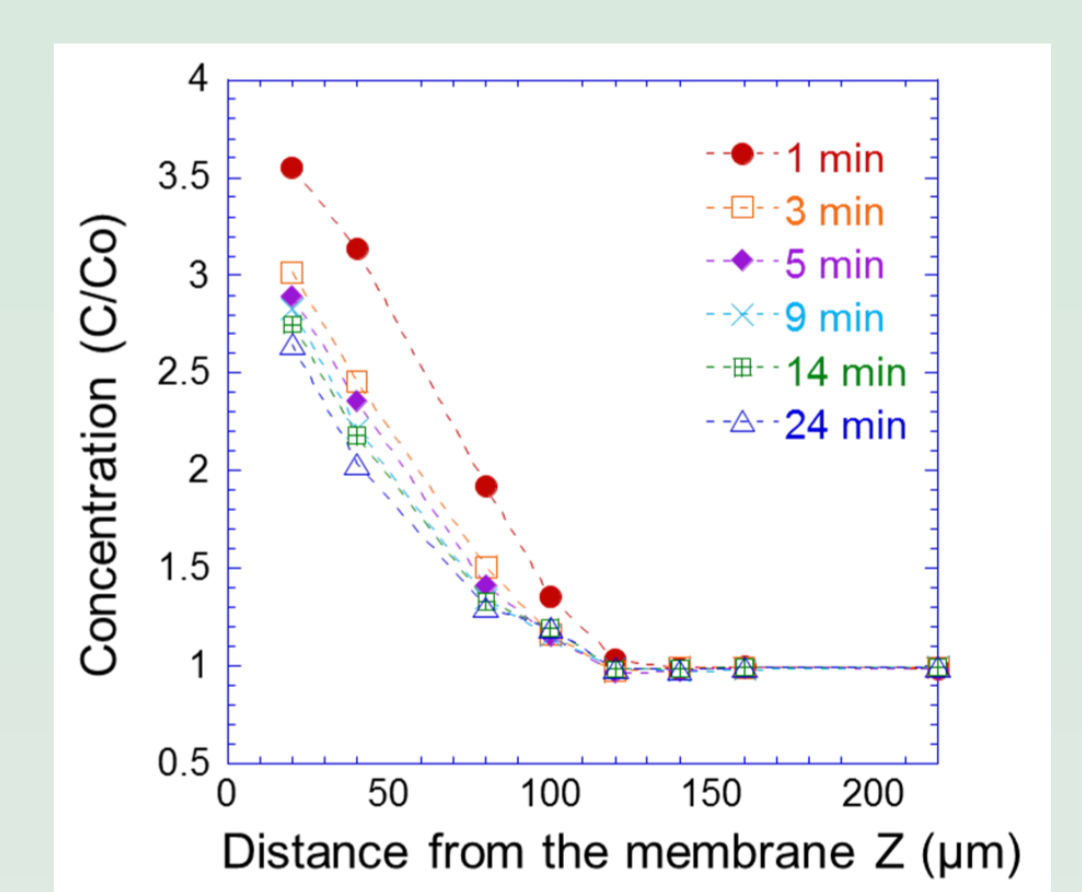
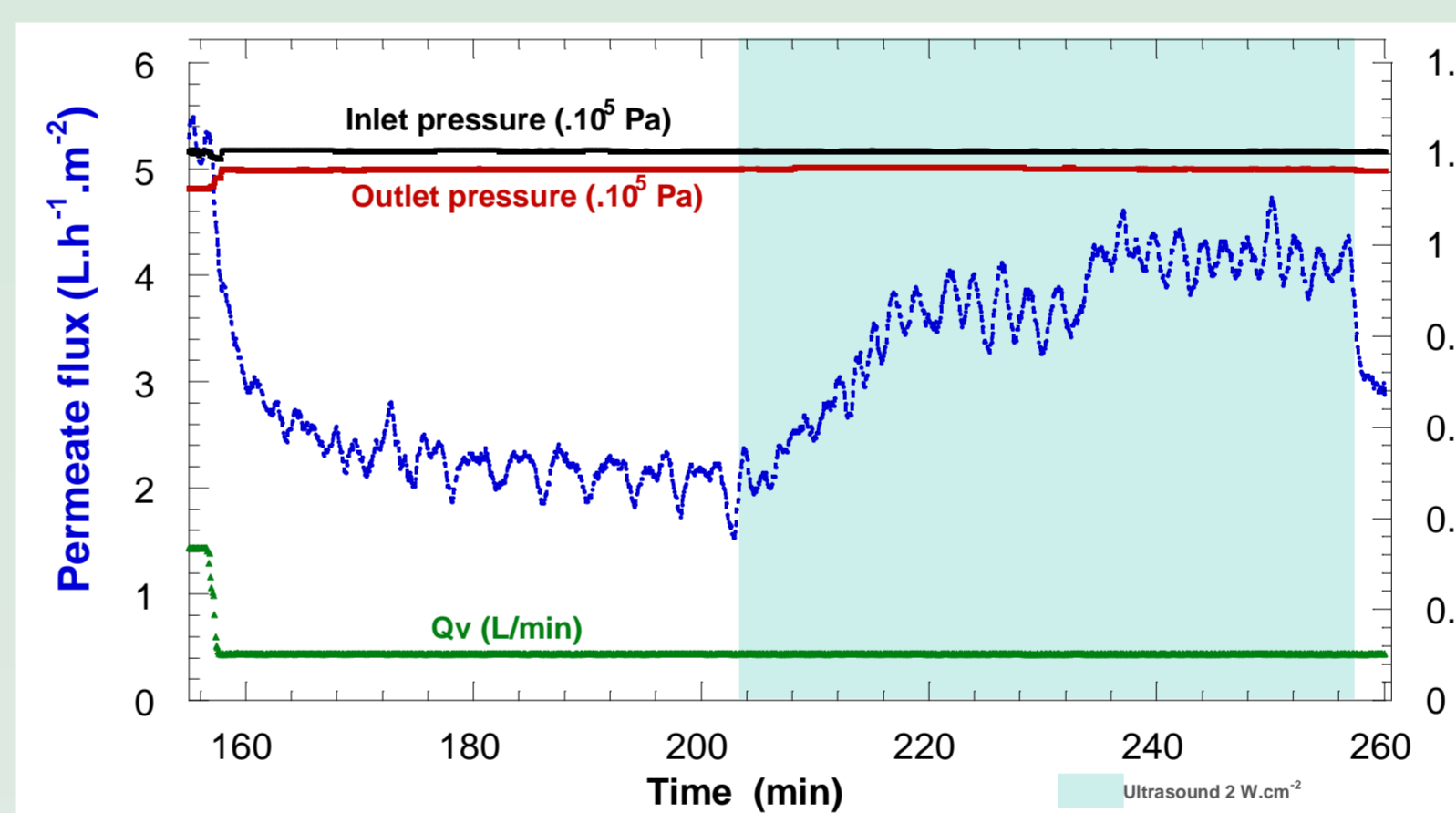
TMP = 1.1 × 10<sup>5</sup> Pa, Qv = 0.3 L.min<sup>-1</sup>.



Concentration du lait : C = Co, pH = 6.7, T = 25 ± 1°C. Ultrasons : 20 kHz

3

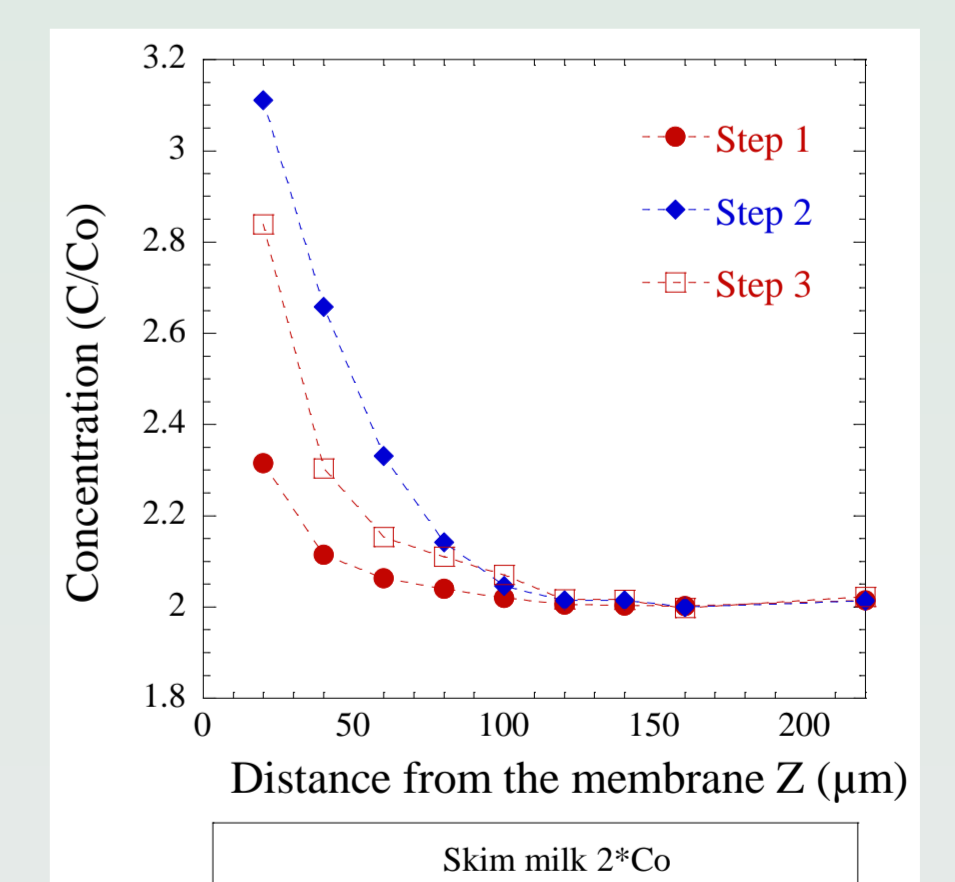
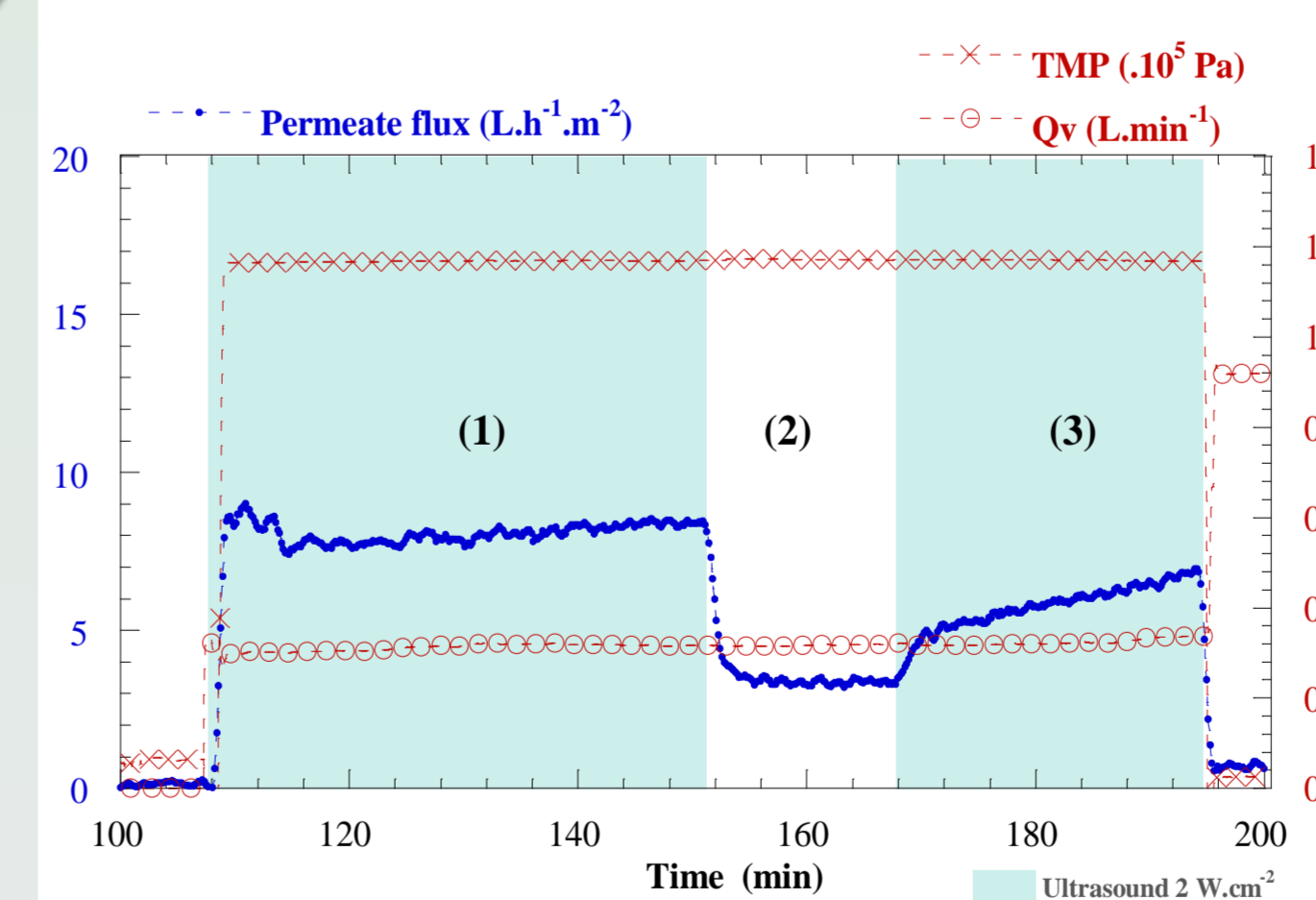
### Mesures de SAXS : effet du mode curatif



Concentration du lait : C = Co, pH = 6.7, T = 25 ± 1°C. Ultrasons : 2 W.cm<sup>-2</sup>, 20 kHz

4

### Mesures de SAXS: effet du mode préventif



Concentration du lait : C = 2\*Co, pH = 6.7, T = 25 ± 1°C. Ultrasons : 2 W.cm<sup>-2</sup>, 20 kHz

## Conclusions

- L'application des ondes ultrasonores lors de l'ultrafiltration a permis de montrer des **augmentations marquées des flux de perméation** pouvant atteindre un **facteur 2** dans les conditions choisies.
- Cette étude permet de mettre **en évidence pour la première fois** qu'une **couche concentrée de caséines** se dépose à la surface de la membrane (C<sub>max</sub> = 3.6\*Co dans nos conditions) réduisant ainsi les performances du procédé.
- Le **couplage Ultrafiltration / Ultrasons** apparaît donc comme une **configuration intéressante et efficace pour lutter contre le colmatage** des membranes dans l'industrie laitière.

## Remerciements

M. Karrouch, D. Blésès, F. Hugenell, J. Gorini