



**HAL**  
open science

## Synthèse et caractérisation d'hydrogels de chitosane pour l'adsorption de virus dans les eaux usées

Clément Gibeaux, Laurent Duclaux, Laurence Reinert, Doriane Delafosse,  
Dominique Fontvieille

► **To cite this version:**

Clément Gibeaux, Laurent Duclaux, Laurence Reinert, Doriane Delafosse, Dominique Fontvieille.  
Synthèse et caractérisation d'hydrogels de chitosane pour l'adsorption de virus dans les eaux usées.  
Matériaux 2022, Oct 2022, Lille, France. . hal-03886111

**HAL Id: hal-03886111**

**<https://hal.science/hal-03886111>**

Submitted on 6 Dec 2022

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

# Synthèse et caractérisation d'hydrogels de chitosane pour l'adsorption de virus dans les eaux usées

Clément Gibeaux<sup>1,2</sup>, Laurent Duclaux<sup>1</sup>, Laurence Reinert<sup>1</sup>, Doriane Delafosse<sup>2</sup>, Dominique Fontvieille<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université Savoie Mont Blanc, CNRS, EDYTEM, 73000, Chambéry, France

<sup>2</sup> Laboratoire Abiolab-Asposan, 38330, Montbonnot-Saint-Martin, France

E-mail : clement.gibeaux@univ-smb.fr

## Contexte

- Virus entériques responsables de la gastroentérite présents dans les eaux usées (2 millions de décès par an)
- L'analyse des norovirus dans les eaux usées est un outil utile aux épidémiologistes pour surveiller la dissémination parmi les populations

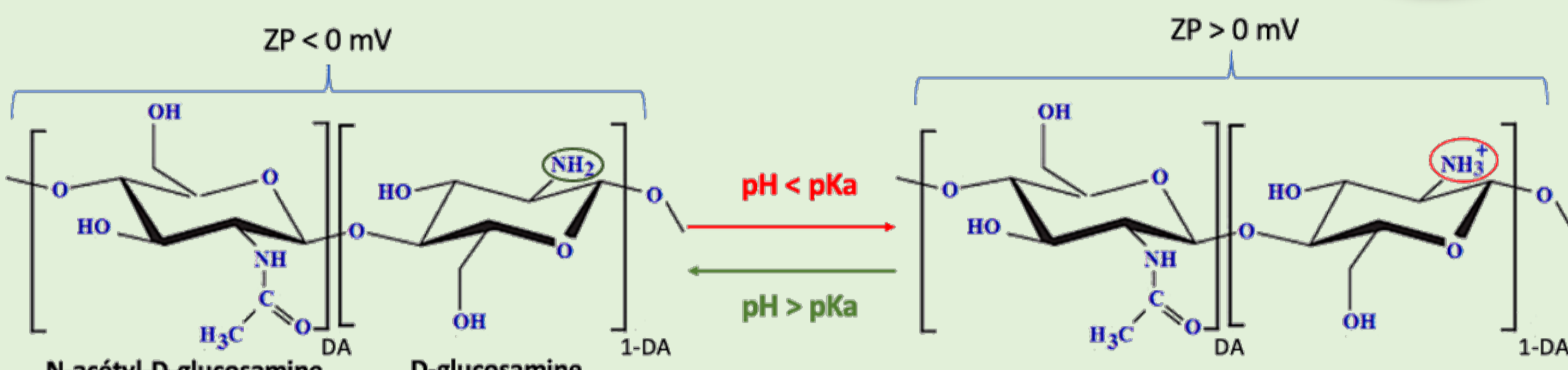
## Objectifs

- Concevoir des matériaux poreux capables d'adsorber les virus entériques
- Étudier les phénomènes d'adsorption des norovirus et leur analyse par RT-qPCR (Quantitative Reverse Transcription – Polymerase Chain Reaction)
- Mettre au point un échantillonneur passif basé sur des matériaux adsorbants à porosité contrôlée<sup>[1]</sup>

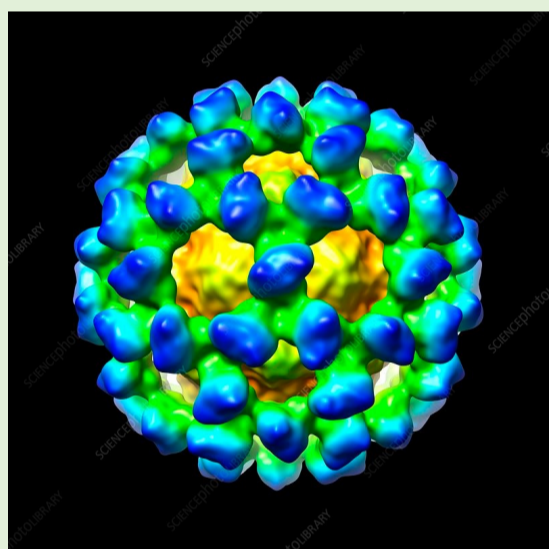
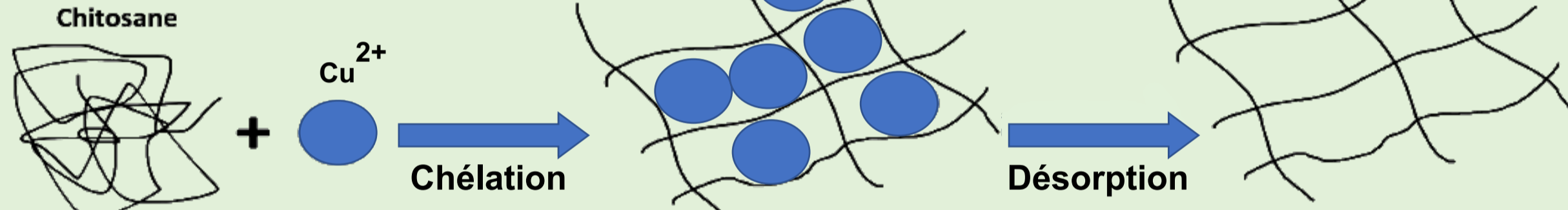
## Matériels et méthodes

### Chitosane (AOXIN®)

Masse moléculaire en masse : 193 400 g.mol<sup>-1</sup>  
Degré d'acétylation (DA) : 9,84 %



### Principe de l'impression ionique



Norovirus Murin MNV1  
Virus modèle du norovirus Humain

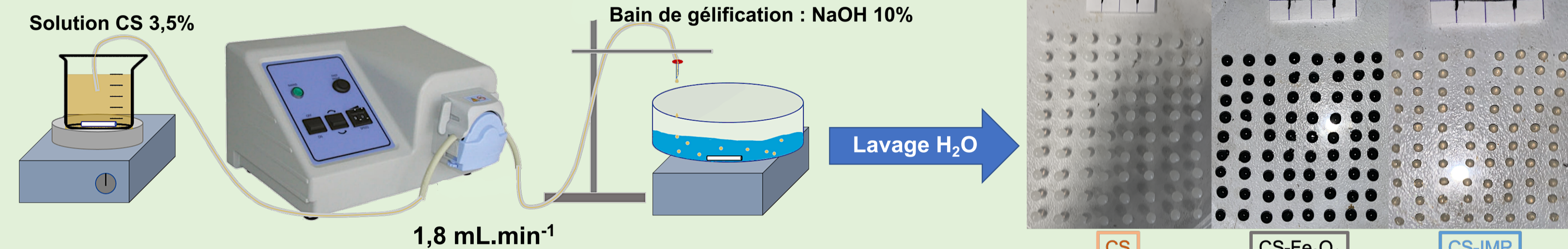
- Diamètre : 28-35 nm
- Capside : icosaédrique
- Enveloppe : aucune = virus nu
- Charge<sup>[2]</sup> : négative à pH > 4
- Cultivé en laboratoire

### 3 solutions initiales

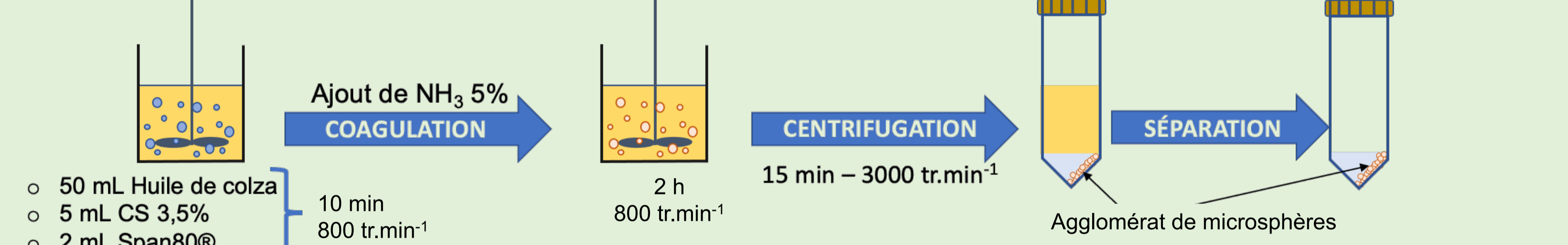
CH<sub>3</sub>COOH 0,5 mol.L<sup>-1</sup>

- + Chitosane (CS)
- + Chitosane + nanoparticules Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (50-100 nm) (CS-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)
- + Chitosane impression ionique (CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) + désorption par Na<sub>2</sub>EDTA (CS-IMP)

### Billes millimétriques de chitosane<sup>[3]</sup>



### Microsphères de chitosane par émulsion inverse (eau dans huile)

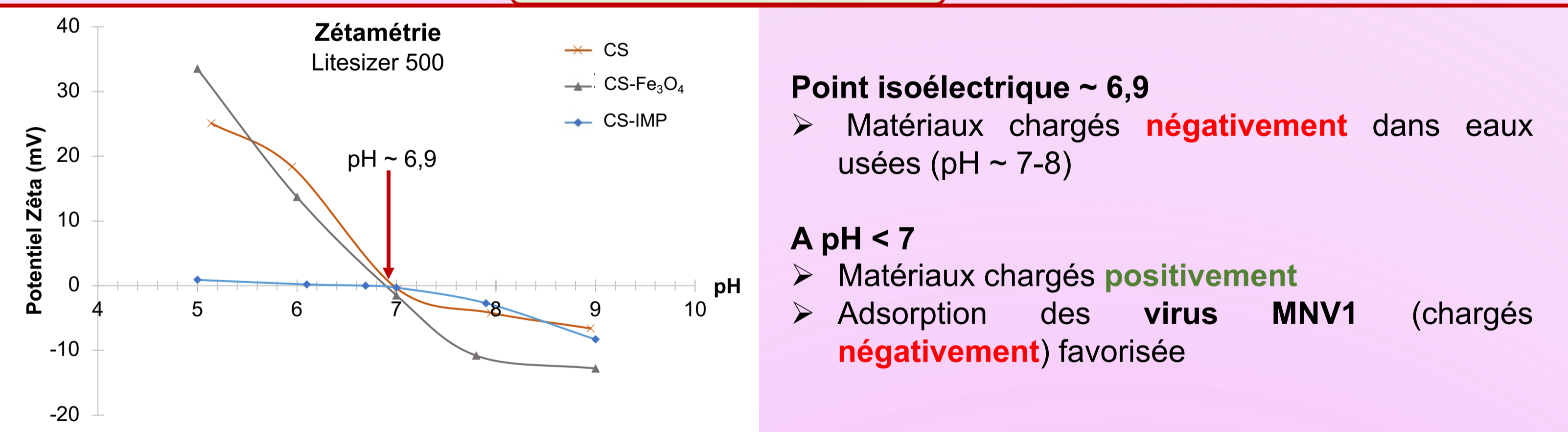


## MEB-FEG (ZEISS Ultra55)

Échantillons lyophilisés 48 h à P = 1,65 mbar et T = -54,6°C

## Résultats

### Billes millimétriques



**Isothermes type II avec faible hystérésis**

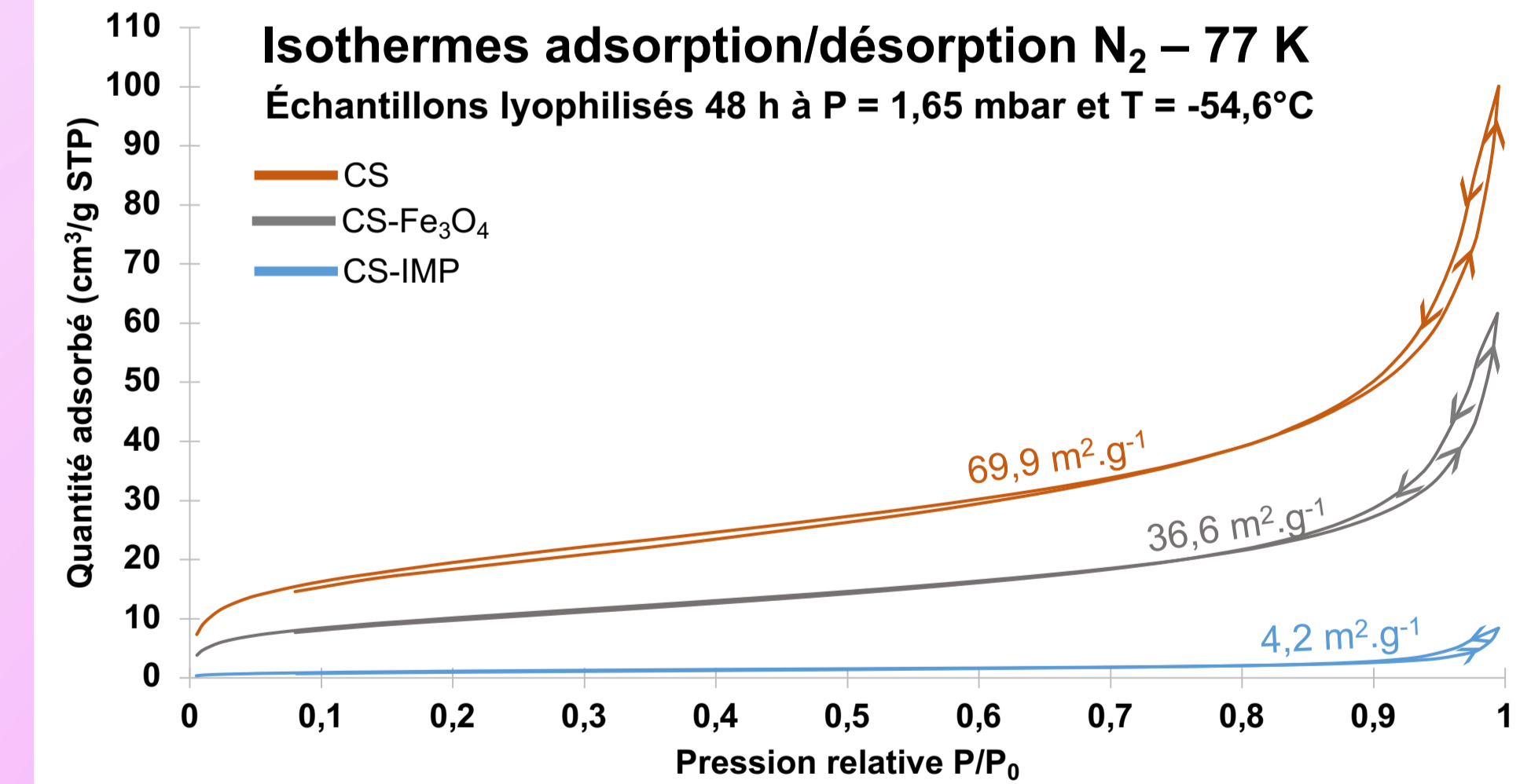
- Matériaux principalement macroporeux et faiblement mésoporeux

**Surface spécifique BET CS-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> < CS**

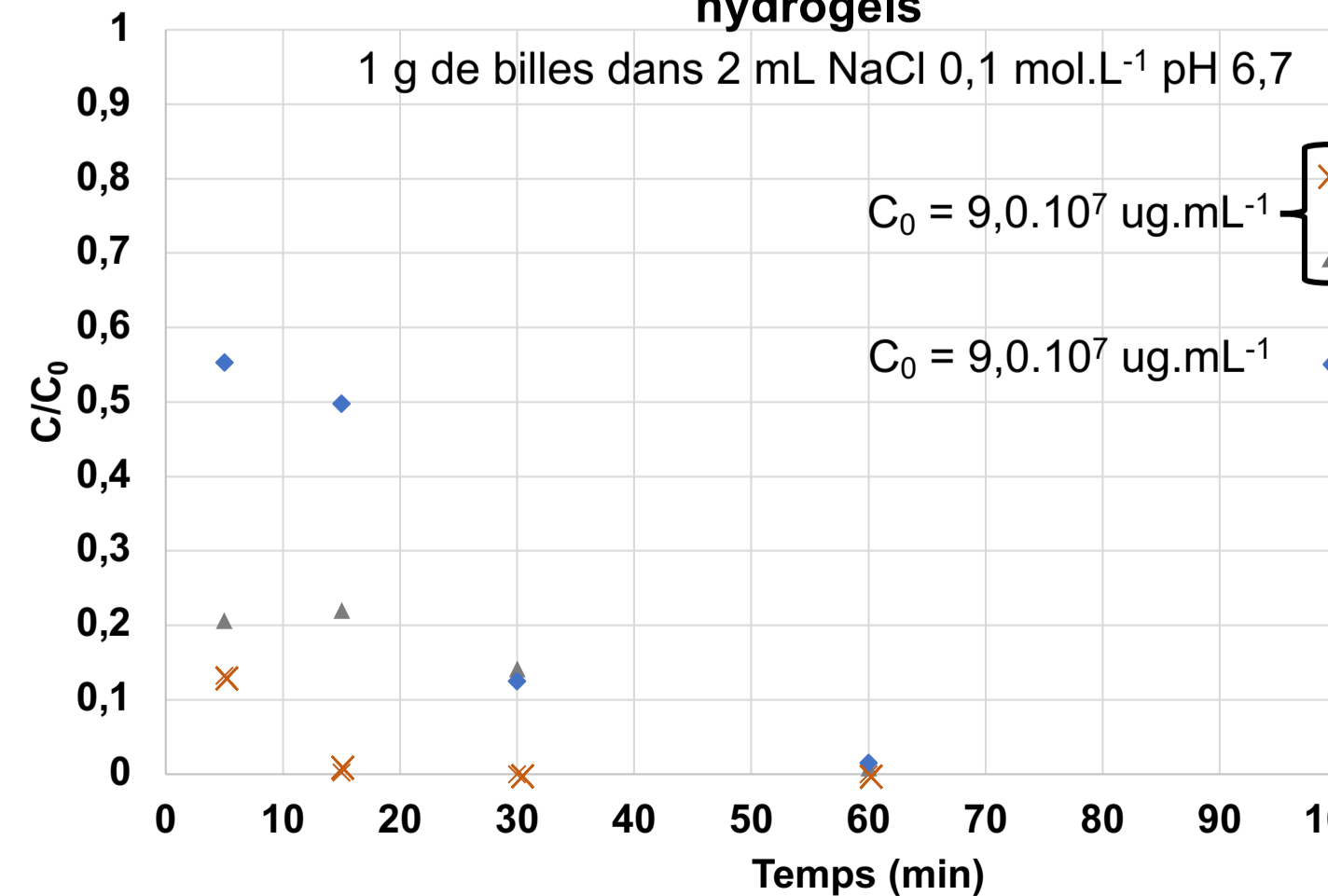
- Obstruction de la porosité par nanoparticules de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

**S<sub>BET</sub> CS-IMP très faible (4,2 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>)**

- Impression ionique rend le matériau plus compact
- Peut être effet de la lyophilisation



### Cinétiques d'adsorption de virus MNV1 sur les hydrogels



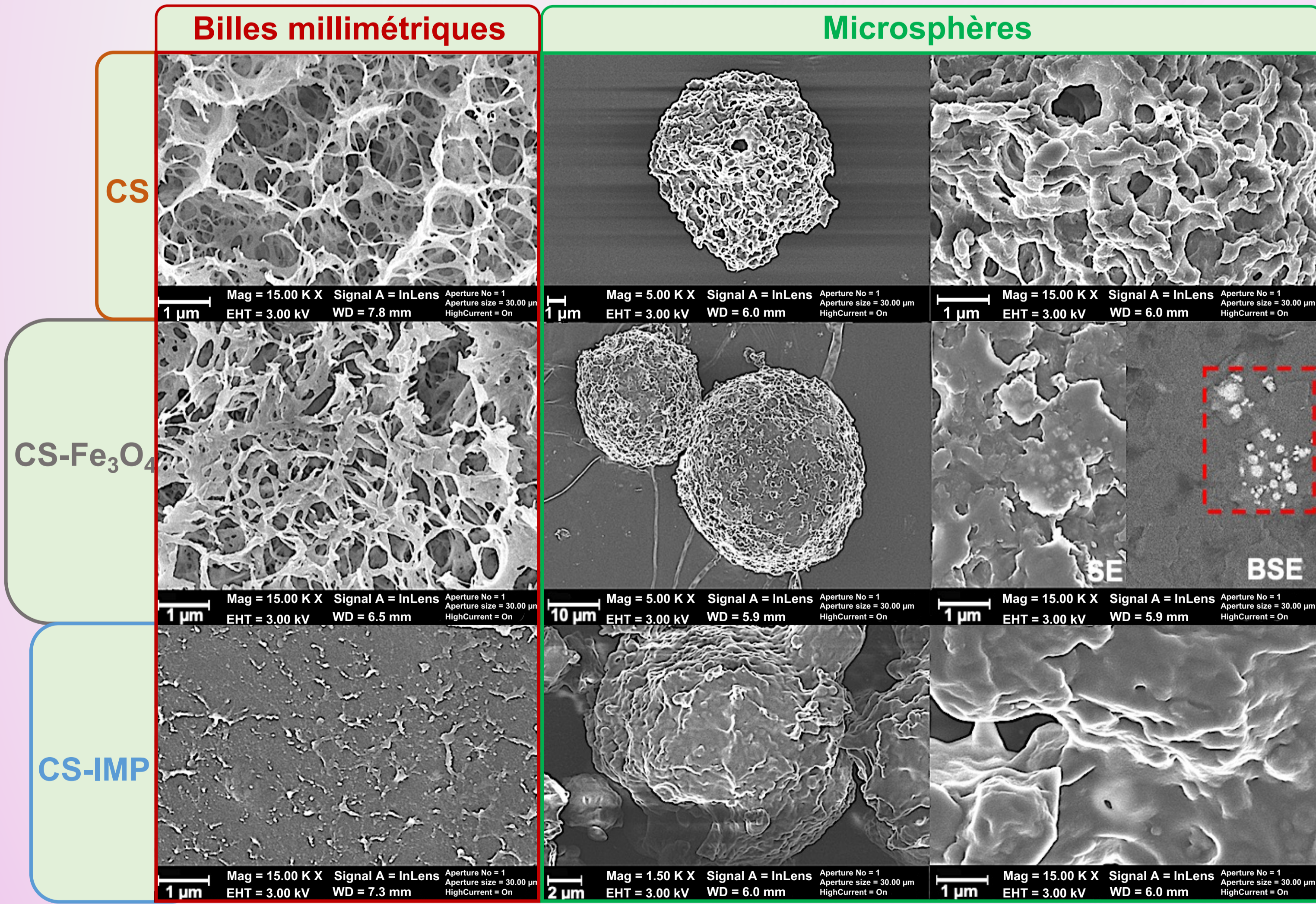
### Concentration déterminée par analyse des acides nucléiques des virus MNV1 par RT-qPCR

Concentration en virus exprimée en unité génome par mL (ug.mL<sup>-1</sup>)

Suspension virale dans une solution NaCl 0,1 mol.L<sup>-1</sup>

### Équilibre atteint en 60 min

- ~ 99% des virus ont disparu du milieu
- Billes CS sont les plus efficaces



➤ Porosité ouverte importante pour CS et CS-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

	Billes millimétriques		Microsphères
	Ø (mm)	Porosité ouverte* (%)	Ø (µm)
CS	2,3 - 3	85,9	10 - 50
CS-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	2,3 - 3	89,9	10 - 100
CS-IMP	1,2 - 1,8	87,3	10 - 30

\*Déterminée par densimétrie

## Conclusions et perspectives

- Billes de chitosane très efficaces pour l'adsorption de MNV1 (99%) en milieu sans compétiteur chimique ou physique
- Propriété magnétique CS-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> intéressante pour la récupération des microsphères

- Étudier l'adsorption en milieu complexe artificiel et dans les eaux usées
- Comparer l'efficacité d'adsorption des microsphères et des billes millimétriques

Remerciements : Région Auvergne-Rhône-Alpes pour le financement du projet VIROCAPTUR (Pack Ambition Recherche 2021), Grenoble INP – CMTC pour le MEB-FEG, Agnès CREPET (IMR Lyon) pour la chromatographie d'exclusion stérique

## Références

- [1] Delafosse, D. et al., (2022), *J. Virol. Methods*, 303, 114496
- [2] Samandougou, I. et al., (2015), *Food Env. Virol.*, 7(3), 249-260
- [3] Bodmeier, R. et al., (1989), *Drug Dev. Ind. Pharm.*, 15(9), 1475-1494
- [4] Zou, X. et al., (2015b), *J Ind Eng Chem.*, 21, 1389-1397