

Mousses et nettoyage « écoperformant »

Anne-Laure Fameau / Thierry Bénézech



Qualité
sensorielle



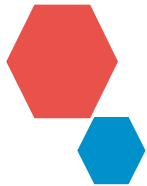
Structure
de l'aliment



Technologies et procédés
agroalimentaires



Qualité nutritionnelle
et effets sur la santé



Contexte et grands enjeux

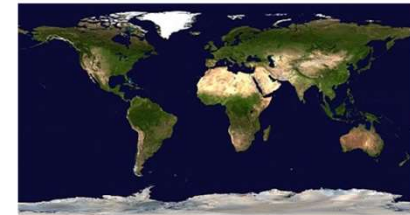


Context: food poisoning

World Health Organisation (2022):



- 600 million people/year **get sick** from eating **contaminated food**
- 420 000 **die** every year



Bacteria:
Salmonella
Escherichia coli
Listeria



EUROPE
Contaminated people: 156
Salmonella



FRANCE
Contaminated people: 56
Deaths: 2
E. coli



- Improper holding temperature
- Inadequate cooking
- Food from unsafe sources
- Poor personal hygiene
- **Contaminated equipment**

Whitworth. (2022).

<https://www.foodsafetynews.com/2022/04/timeline-issues-raised-in-multi-country-salmonella-outbreak-traced-to-ferreros-kinder-chocolate/>

Santé Publique France (2022)

<https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2022/investigation-de-cas-groupes-de-syndrome-hemolytique-et-uremique-shu-et-d-infections-a-e.-coli-producteurs-de-shiga-toxine-stec-en-lien-avec-l>



Contexte et grands enjeux



Context: control of surface cleaning

Cleaning in Place (CIP)



Different steps (rinsing/sodium hydroxide/tempratures)

Significant impact on the environment



Examples of Water consumption in food industry:



Dairy industry: 0.33-12.6 l/kg (25-40% for cleaning)



Fish industry: 3-32 l/kg (10-50% for cleaning)

Timmerman. (2022). fcfp symposium.



Water



Energy



Chemicals

**Urgent need
To find efficient alternative cleaning methods**

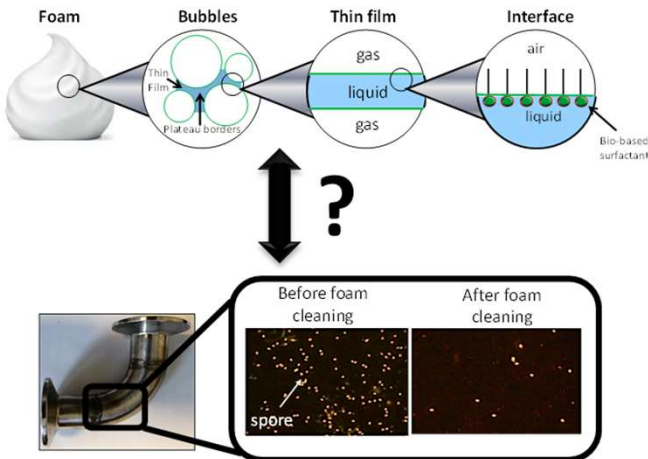


Etat de l'art



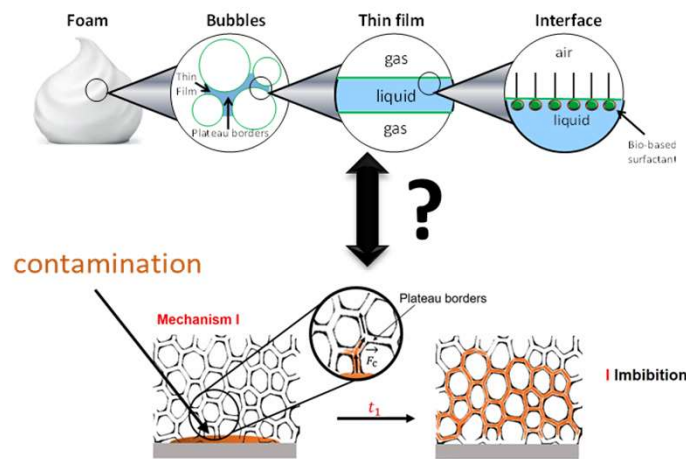
Research project: Use of liquid foam for cleaning & detection

1) Foam flow for cleaning (dynamic)
 Establish the links between foam properties & decontamination efficacy
 Use of biosurfactants



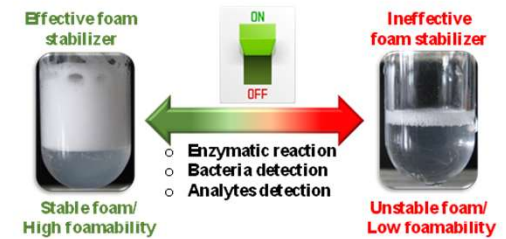
Dallagi, H. et al. (2022). Wet foam flow: A suitable method for improving surface hygiene in the food industry, *J. Food Engineering*, 322, 110976.
 Dari, C., et al. (2023). Decontamination of Spores on Model Stainless-Steel Surface by Using Foams Based on Alkyl Polyglucosides. *Molecules*, 28(3), 936.

2) Foam for cleaning (static)
 Establish the links between foam properties & decontamination efficacy (imbibition, & whipping)
 Use of biosurfactants



Dari, C., et al. (2023). Ultrastable and Responsive Foams Based on 10-Hydroxystearic Acid Soap for Spore Decontamination. *Molecules*, 28(11), 4295.

3) Foam detection method
 Detect bacteria, enzymes, contaminants, etc. by designing smart foam system



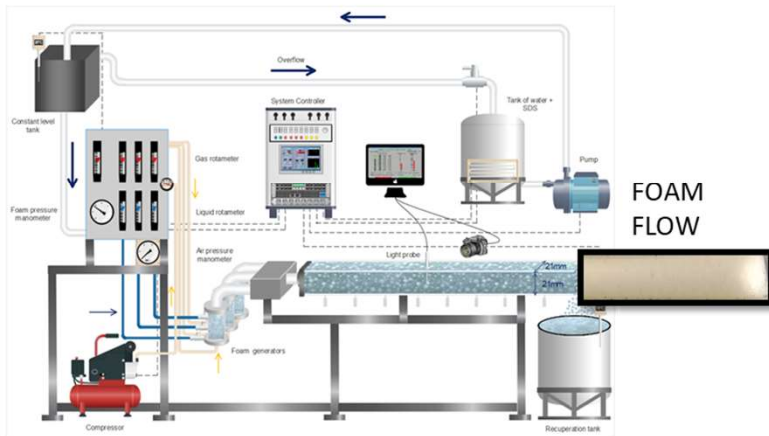
Fameau, A. L., et al. (2023). Liquid foams as sensors for the detection of biomarkers. *Journal of Colloid and Interface Science*. In press



Résultats phares

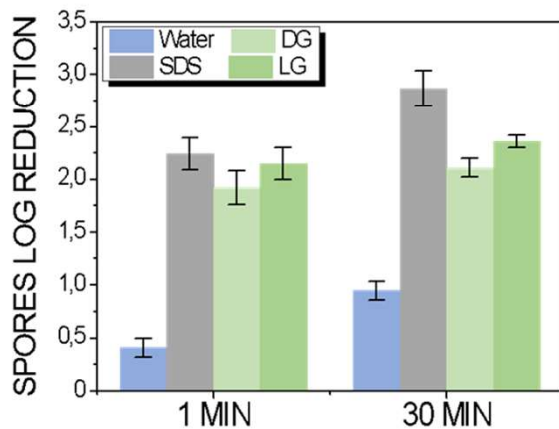
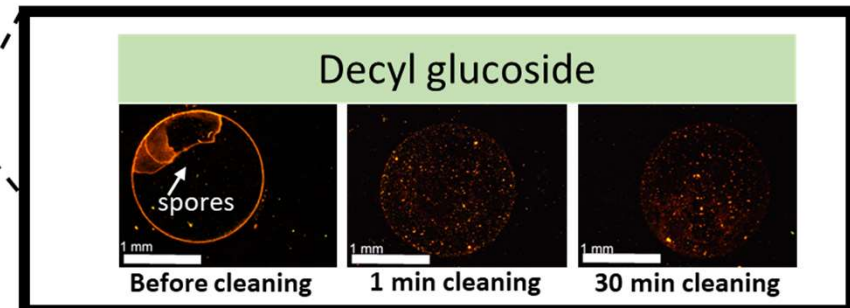
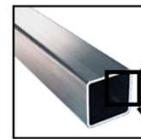
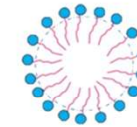
1) Foam flow for cleaning (dynamic)

Établir les liens entre les propriétés de la mousse et l'efficacité de la décontamination
Utilisation de biosurfactants



Foam formulation based on Bio-based surfactants (Alkylpolyglucosides, APGs):

- Decyl glucoside
- Lauryl glucoside

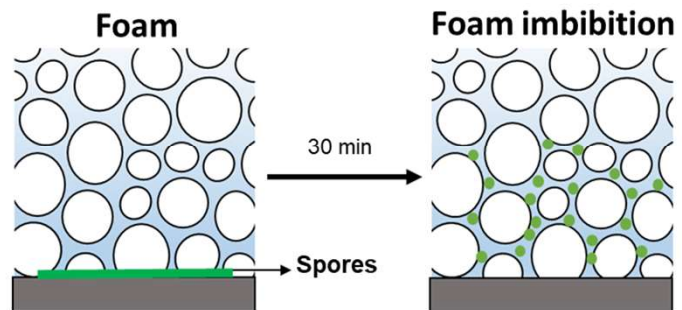


Les mousses à base d'APG peuvent éliminer les spores, légèrement moins efficacement / mousses à base de SDS : effet chimique du SDS sur les spores.

ACV : le nettoyage par écoulement de mousse a des avantages en termes d'impact environnemental et que les APG contribuent à réduire davantage les impacts environnementaux.

Dari, C., et al. (2023). Decontamination of Spores on Model Stainless-Steel Surface by Using Foams Based on Alkyl Polyglucosides. *Molecules*, 28(3), 936.

2) Foam for cleaning (static)
Établir les liens entre les propriétés de la mousse et l'efficacité de la décontamination (imbibition et fouettage). Utilisation de biosurfactants



Foam formulation based on fatty acid soap:

**Green surfactant:
10-HYDROXYSTEARIC ACID (10-HSA)**

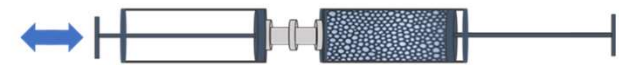


Foam production:

Handshaking (HS):
Liquid fraction: 10%
Bubbles radius: ~103µm



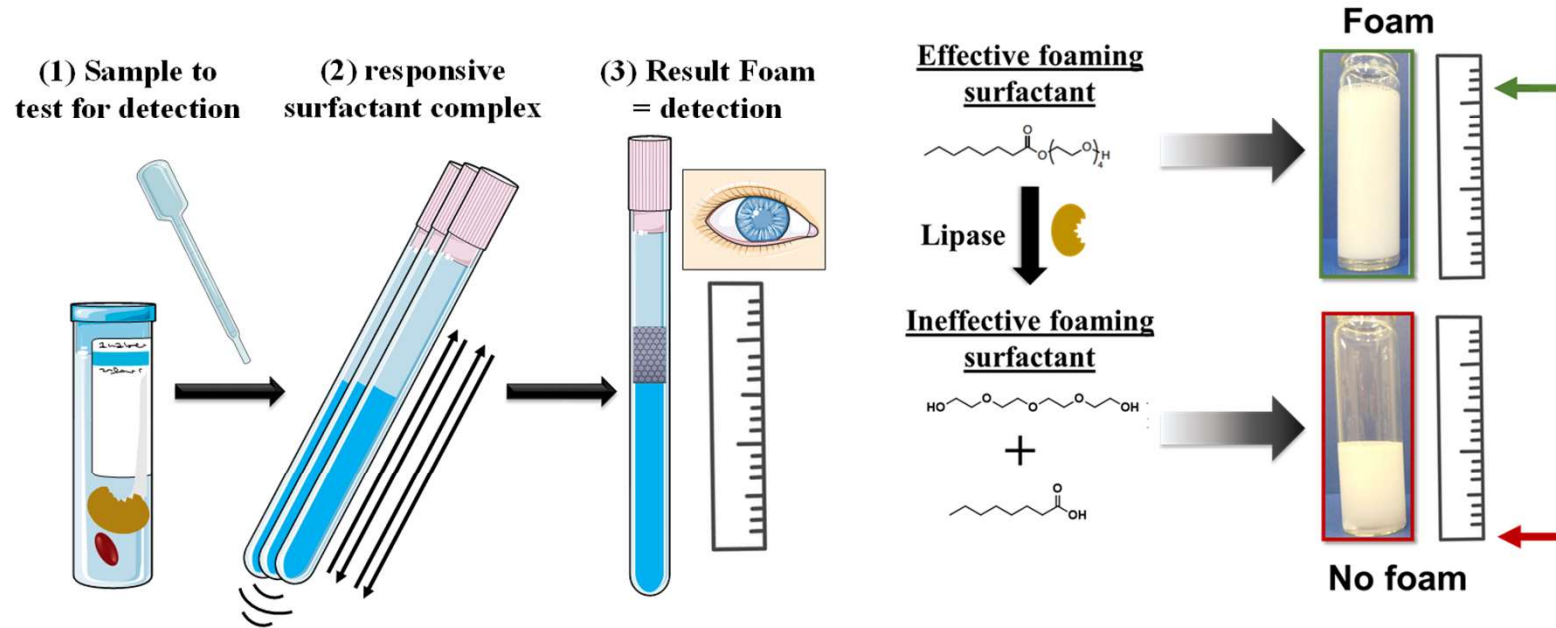
Double syringe (DS):
Liquid fraction: 19%
Bubbles radius: ~19µm

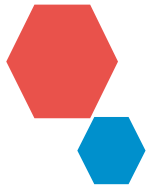


Dari, C., et al. (2023). Ultrastable and Responsive Foams Based on 10-Hydroxystearic Acid Soap for Spore Decontamination. *Molecules*, 28(11), 4295.

3) Foam detection method

Detect bacteria, enzymes, contaminants, etc. by designing smart foam system



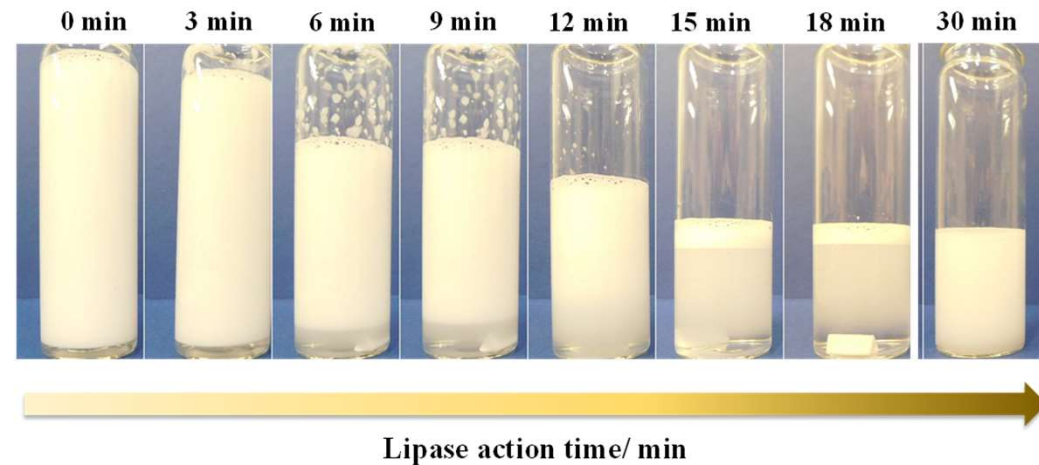
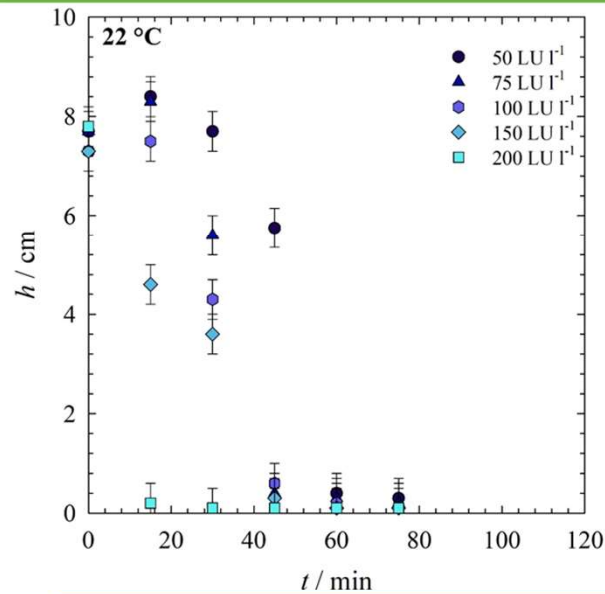


Résultats phares



3) Foam detection method

Detect bacteria, enzymes, contaminants, etc. by designing smart foam system



Mousses à base de tensioactif clivable. Le tensioactif moussant est désactivé en présence de lipase, ce qui entraîne une diminution de la hauteur de la mousse. La hauteur de la mousse est directement liée à la concentration de lipase.

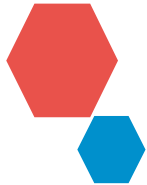
Cette approche de capteur de mousse pourrait être utilisée pour détecter la présence de lipase bactérienne produite à l'intérieur du biofilm sur les surfaces de l'industrie alimentaire.



Perspectives d'innovations



- *Champs d'investigations vecteurs d'innovations - Perspectives de valorisation par des entreprises : quels potentiels d'utilisation des résultats, quelles pistes de développements pour les entreprises*
- Nettoyage en dynamique (NEP): travaux à poursuivre sur la stabilité de la mousse afin qu'elle conserve ses propriétés mécaniques au cours de son écoulement au sein de géométries d'équipements potentiellement complexes. Développement de mousses éliminables / réutilisables.
- Mousses dynamique / statiques : formulation et expérimentation avec surfactants biosourcés
- Outils de détection: rapide screening de contaminations de surface ou des eaux (logique de réutilisation au sein de l'usine)...



What next ?



- *Perspectives de projets de recherche*
- *Formulation de solutions détergentes: mousses stables (co-surfactants, polymères), développement expérimental avec caractérisation du nettoyage d'équipements complexes. (Dallagi et al., 2023. Wet foam flow for cleaning food industry equipment: role of geometry in maintaining cleaning efficiency in Bacillus spores' removal. J. Food engineering in press)*
- *Travaux de modélisation des mousses en écoulement en appui à ces développements expérimentaux (Dallagi et al., 2022. Numerical and experimental investigations into the rheological behaviour of wet foam flowing under a fence. Food Bioproducts processing, 132, 211-225)*
- *Mousses statiques à base de surfactants biosourcées: nettoyage à impacts réduits sur l'environnement : vrais biofilms, souillures complexes, surfaces aux propriétés variées en pertinence avec l'existant ou les innovations de surfaces possible.*
- *Mousses et detections de contamination de surfaces et liquids (eaux réutilisables), detection de microorganisms, polluants (ex: pesticides)...*