

## FICHE DE RECUEIL DES FAITS MARQUANTS DEPARTEMENTS/CENTRES

(Renseigner une fiche par fait marquant.

Les départements/centres peuvent choisir de faire la synthèse de plusieurs FM en une seule fiche si pertinent)

**Année concernée :** 2021 (Publication ou réalisation de 2021)

**Fiche envoyée par :** Transform/Versailles-Grignon

**Priorité attribuée au FM (à renseigner par le CD/PC) :**

**Titre du fait marquant :** Cartographier des bactéries lactiques vivantes dans leur environnement aqueux par spectroscopie infrarouge pour identifier des marqueurs de résistance

**Catégorie:** Publication en Partenariat avec le Synchrotron SOLEIL

**Publication (indiquer le DOI) , ouvrage, ESCo/prospective/Etude ; Innovation/invention/brevet ; Partenariat ; Projet ; Événement ; Prix/distinction**

Meneghel, J., Passot, S., Jamme, F., Lefrançois, S., Lieben, P., Dumas, P., Fonseca, F. FTIR micro-spectroscopy using synchrotron-based and thermal source-based radiation for probing live bacteria. Anal Bioanal Chem (2020), (<https://doi.org/10.1007/s00216-020-02835-x>)

**Contact (adresse mail) :** Fernanda Fonseca (fernanda.fonseca@inrae.fr) et Stéphanie Passot (stephanie.passot@inrae.fr)

**Unité :** UMR SayFood

**Adresse mail DU :** catherine.bonazzi@inrae.fr

**Département :** Transform

**Centre INRAE :** Versailles-Grignon

**OS ou OP INRAE 2030 (cf. classification proposée en annexe) :** OS 1.3

**Metaprogramme (si adapté) :**

**Mots-clés (rubrique libre) :** Bactéries lactiques, congélation, FTIR-micro-spectroscopie, stress environnementaux

**Résumé (10 à 15 lignes max. à rédiger sous une forme exportable dans le Rapport Annuel.)**

Les bactéries lactiques jouent un rôle essentiel dans notre alimentation et notre santé mais subissent des dommages cellulaires parfois importants lors de leur préservation. Comment identifier des marqueurs cellulaires de résistance des bactéries lactiques à différents stress environnementaux ? En obtenant l'identité biochimique en milieu aqueux par spectroscopie infrarouge de bactéries lactiques vivantes. En collaboration avec les chercheurs du synchrotron SOLEIL, une équipe de l'UMR SayFood a développé deux dispositifs expérimentaux originaux pour acquérir le spectre infrarouge de cellules bactériennes, à deux échelles différentes (la cellule et la population), l'un couplé à la source de lumière synchrotron et l'autre associé à un microscope infrarouge de laboratoire.

Les résultats obtenus ont permis de valider l'outil de laboratoire pour explorer l'hétérogénéité d'une population bactérienne et les leviers d'action pour améliorer les procédés de production et de préservation des bactéries lactiques.

(400 mots/ 2700 caractères max. pour l'ensemble des 4 rubriques ci-dessous)

**Contexte et enjeux :**

**Un intérêt sans faille pour les bactéries lactiques depuis des décennies**

Les fonctionnalités des bactéries lactiques représentent un élément clé pour le développement de produits probiotiques et la transition des régimes alimentaires. Cependant ces fonctionnalités nécessitent d'être préservées lors des procédés de production et de mise en œuvre des bactéries, procédés à l'origine de différents stress environnementaux.

**La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) un outil puissant et non invasif pour obtenir l'identité biochimique de cellules**

Des travaux précédents nous ont permis d'étudier la composition biochimique de cellules uniques de bactéries lactiques déshydratées sur un hémisphère en ZnSe grâce au rayonnement infrarouge du synchrotron SOLEIL [1]. Mais acquérir le spectre infrarouge d'une cellule bactérienne vivante dans son environnement aqueux reste un réel défi en raison de la forte perturbation du signal infrarouge par la présence d'eau, notamment dans la zone caractéristique des protéines.

**Résultats :**

**Deux nouveaux dispositifs expérimentaux pour étudier, à différentes résolutions spatiales, des bactéries lactiques vivantes et ....**

Un microscope infrarouge inversé, associant un matériau à fort indice de réfraction et le rayonnement synchrotron de la ligne SMIS du synchrotron SOLEIL a été construit sur mesure. Ce dispositif permet d'atteindre une résolution spatiale de l'ordre d'une cellule bactérienne (1µm x 1µm). Le second dispositif est constitué d'un porte-échantillon démontable incluant une micro-chambre, adapté à un microscope infrarouge de laboratoire pour caractériser des groupes de quelques milliers de cellules vivantes. Deux populations d'une bactérie lactique, *Lactobacillus. bulgaricus*, largement utilisée pour la fabrication d'aliments fermentés, et présentant différents degrés de cryo-résistance, ont été analysées. Les spectres infrarouges obtenus ont été traités avec un algorithme spécialement développé pour éliminer la contribution spectrale de l'eau. Des marqueurs potentiels de résistance au procédé de congélation ont été identifiés au sein de la structure secondaire des protéines et des composants de l'enveloppe cellulaire.

**Perspectives :**

**.... Identifier des marqueurs cellulaires de résistance aux stress environnementaux et comprendre les dommages cellulaires induits par les procédés de préservation des bactéries**

Aujourd'hui, le microscope infrarouge de laboratoire associé au porte échantillon est utilisé dans le cadre du projet européen MSCA-RISE PREMIUM (n°777657) pour identifier des marqueurs cellulaires de résistance d'autres bactéries à d'autres procédés de préservation comme la déshydratation. Ce dispositif permet également de comprendre les dommages cellulaires associés à différents procédés.

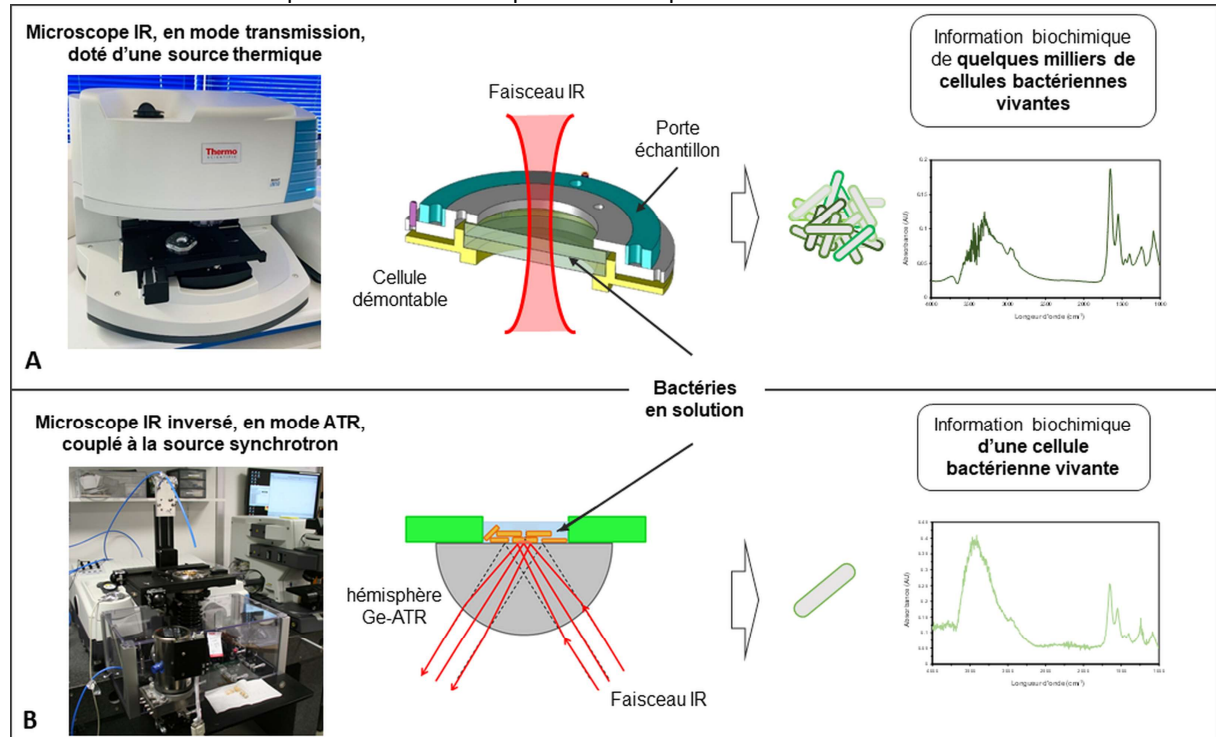
**Valorisation :** Meneghel J., Passot S., Jamme F., Lefrançois S., Lieben P., Dumas P., Fonseca F., FTIR micro-spectroscopy using synchrotron-based and thermal source-based radiation for probing live bacteria. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 24 Aug 2020, 412(26):7049-7061

**Références bibliographiques :**

[1] S. Passot, J. Gautier, F. Jamme, S. Cenard, P. Dumas, F. Fonseca (2015) Understanding the cryotolerance of lactic acid bacteria using combined synchrotron infrared and fluorescence microscopies. *Analyst* 140: 5920

**Illustrations** (photos au format jpg, avec légende, auteur de la photo, et copyright s'il y en a un)

Nb : Il est attendu ici une photo. Un schéma ne peut être accepté ici.



(A) Image du microscope infrarouge (IR) et représentation schématique de la cellule démontable, utilisés pour obtenir les spectres IR en mode transmission et permettre la caractérisation biochimique de quelques milliers de cellules bactériennes dans leur environnement aqueux.

(B) Image du microscope inversé construit sur mesure, couplé avec le rayonnement IR du synchrotron qui traverse l'hémisphère de germanium (Ge), en mode réflexion totale atténuée (ATR) et permettre l'étude de chaque cellule microbienne individuellement et dans leur environnement aqueux.

Adapté de Meneghel, et al. (2020), <https://doi.org/10.1007/s00216-020-02835-x>