

Ecole Doctorale

Ecologie Géosciences Agronomie Alimentation

Laboratoire Universitaire de Biodiversité et Ecologie Microbienne

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le jeudi 8 juillet 2021 à 14h

à l'IUT de Quimper, amphi 2, rue de l'université, Quimper.

Monsieur DELAUNAY LOUIS

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

" ANOPLAI – Prévalence et biodiversité d'Anoxybacillus flavithermus, et des autres bactéries sporulées thermophiles, associées à l'industrie des poudres laitières ".

Le jury sera ainsi composé :

- **M. BENEZECH THIERRY, Directeur de recherche**
INRAE - VILLENEUVE-D'ASCQ
- **MME BROUSSOLLE VERONIQUE, Directrice de recherche**
INRAE - AVIGNON
- **MME LE BLAY GWENAELLE, Professeure des universités**
Univ. de Bretagne Occidentale - PLOUZANE
- **M. LEGUERINEL IVAN, Professeur des universités**
Univ. de Bretagne Occidentale - QUIMPER
- **MME MATHOT ANNE-GABRIELLE, Maître de conférences**
Univ. de Bretagne Occidentale - QUIMPER
- **M. NGUYEN THE CHRISTOPHE, Directeur de recherche**
Université d'Avignon - INRAE - AVIGNON
- **M. PERRIER-CORNET JEAN-MARIE, Professeur des universités**
AgroSup Dijon - DIJON
- **MME POSTOLLEC FLORENCE, Chef de projet**
ADRIA Développement - QUIMPER

invité(e) :

- **MME DUVIVIER ANNE, Responsable**
Ingredia Dairy Experts - ARRAS

A BREST, le 05 juillet 2021

Le Président de l'Université de
Bretagne Occidentale,



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Gallo'.

M. GALLOU

Thèse ANOPLAI – Louis DELAUNAY - Résumé et mots clés :

Titre : ANOPLAI – Prévalence et biodiversité d'*Anoxybacillus flavithermus*, et des autres bactéries sporulées thermophiles, associées à l'industrie des poudres laitières

Mots clés : Spores thermophiles, Biofilm, Diversité, Poudres laitières, Nettoyage en place.

Résumé : Les bactéries sporulées thermophiles présentes dans l'environnement de la ferme, se retrouvent en faibles concentrations dans le lait cru. Elles résistent aux traitements de pasteurisation appliqués en industrie et peuvent se développer au cours des procédés de fabrication des poudres laitières pour s'y retrouver en fortes concentrations. Afin d'évaluer la contamination des poudres laitières produites en France, un dénombrement et une évaluation de la diversité des espèces des spores thermophiles mené sur 61 échantillons recueillis auprès d'industriels a permis de mettre en évidence une grande diversité de contaminants sporulés. Il apparaît que *A. flavithermus*, *G. stearothermophilus* et *B. licheniformis* sont les espèces bactériennes sporulées thermophiles les plus présentes dans les poudres laitières. Ces prévalences dépendent du type de poudre laitière étudiées. Une diversité phénotypique est observée lors de l'analyse des activités enzymatiques avec un potentiel d'altération observée pour *A. flavithermus*, *G. stearothermophilus* et plus particulièrement pour *B. licheniformis*. Il en résulte que les poudres contaminées utilisées comme ingrédients dans les formulations alimentaires sont de possibles sources d'altération. Une analyse détaillée du procédé de fabrication des poudres laitières, associée aux capacités de croissance des bactéries sporulées thermophiles a permis d'évaluer les étapes du procédé de fabrication des poudres susceptibles de favoriser le développement des espèces étudiées, de la formation de biofilms et de spores. Enfin les estimations d'une part de la capacité de formations de biofilms par *A. flavithermus* et par *G. stearothermophilus* et d'autre part de leurs résistances aux traitements de nettoyage en place ont révélé que l'espèce *A. flavithermus* est la plus résistante aux traitements alcalins alors que les résistances aux traitements acides semblent similaires pour les deux espèces. Les résultats obtenus au cours cette thèse ont permis d'évaluer les capacités de croissance des bactéries sporulées thermophiles dans les industries des poudres laitières et d'appréhender des leviers permettant de mieux maîtriser leurs développements et leurs éliminations.

Title : ANOPLAI – Prevalence and biodiversity of *Anoxybacillus flavithermus*, and other thermophilic spore forming bacteria, associated with the dairy powder industry

Keywords : Thermophilic spores, Biofilm, Diversity, Dairy powders, Cleaning in place

Abstract: Thermophilic spore forming bacteria present in the farm environment are found at low concentrations in raw milk. They are resistant to pasteurization treatments applied in industry and can develop during the manufacturing process of dairy powders and be found in high concentrations. In order to evaluate the contamination of dairy powders produced in France, an enumeration and an evaluation of the species diversity of thermophilic spores was carried out on 61 samples collected from industrials allowed to highlight a great diversity of spore contaminants. It appears that *A. flavithermus*, *G. stearothermophilus* and *B. licheniformis* are the most present thermophilic spore-forming bacterial species in dairy powders. These prevalence depend on the type of dairy powder studied. A phenotypic diversity regarding the enzymatic activity has shown with a spoilage potential for *A. flavithermus*, *G. stearothermophilus* and more particularly for *B. licheniformis*. As a result, contaminated powders used as ingredients in food formulations are possible sources of spoilage. A detailed analysis of the manufacturing process of dairy powders, associated with the growth capacities of thermophilic spore-forming bacteria, allowed to evaluate the steps of the manufacturing process of the powders favouring the development, the formation of biofilms and spores of the studied species. Finally, the estimations of the capacity of biofilm formation by *A. flavithermus* and *G. stearothermophilus* on the one hand and of their resistance to the cleaning treatments on the other hand revealed that the *A. flavithermus* species is

the most resistant to the alkaline treatments whereas the resistances to the acid treatments seem to be similar for both species. The results obtained during this thesis have allowed to evaluate the growth capacities of thermophilic spore forming bacteria in the dairy powder industry and to understand the levers allowing to better control their development and their elimination.