

Erasmo :

Synergie des flores microbiennes et valorisation des potentialités du lait cru : exploration par métagénomique.

PROJET REALISE DANS LE CADRE DE LA SOUS-MESURES 16.1
DU PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT RURAL DE RHONE-ALPES

ceraq

Centre de
ressources pour
l'agriculture de qualité
et de montagne

ACTALIA
PRODUITS LAITIERS

ENI
La Roche sur Foron

AFTalp
association des fromages traditionnels
des alpes savoyardes

**CONSEIL
SAVOIE
MONT
BLANC**

**L'EUROPE
S'ENGAGE**
en Europe - Investir pour
l'avenir

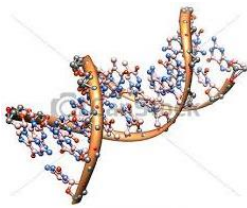
**FONDS EUROPEEN AGRICOLE
POUR LE DEVELOPPEMENT RURAL**
EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Les filières fromagères des Savoie bénéficient toutes d'un signe d'identification de la qualité et de l'origine (SIQO : AOP ou IGP), qui leur permet de se différencier sur le marché très concurrentiel des produits laitiers (plus de 300 lancements de produits innovants par an en moyenne en France pour un peu moins d'une vingtaine perdurant plus de 2 ans). Dans les Savoie, cette différenciation est basée sur 3 fondamentaux, que sont la valorisation des ressources herbagères et animales locales, les savoir-faire techniques et la transformation au lait cru.

Jusqu'à ce jour, l'ensemble des travaux sur les écosystèmes microbiens des laits et des fromages a été réalisé grâce à des analyses bactériologiques, dites pasteuriennes, c'est-à-dire basées sur des cultures sur milieux nutritifs, avec détermination visuelle des bactéries présentes en fonction de la morphologie des colonies et une identification grâce à des tests phénotypiques complémentaires. La lourdeur des analyses et leur coût ont fortement limité la prise en compte de la diversité microbienne présente, amenant chercheur, technicien et fromager à se focaliser sur les principales espèces dominantes, avec un risque de minimiser le rôle des espèces sous dominantes du lait cru par manque d'informations.



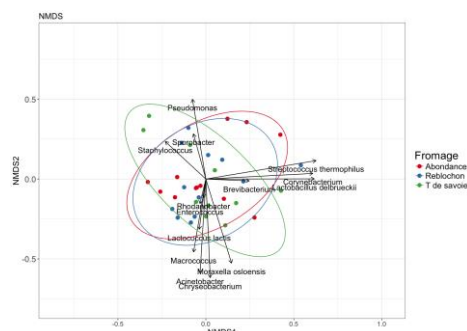
Le développement des méthodes basées sur l'analyse des génomes (pour rechercher des séquences d'ADN spécifiques de genres ou d'espèces microbiennes) a permis d'être plus spécifique et plus rapide dans l'identification des micro-organismes. En permettant la description simultanée de l'ensemble des espèces microbiennes présentes, qu'elles soient issues du lait, de l'environnement ou des levains, les méthodes « omiques » (issues des techniques de séquençage dit à « haut-débit »)



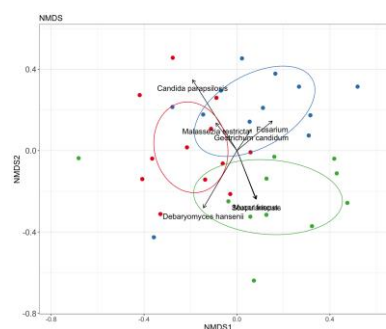
ouvrent de nouvelles perspectives, pour une analyse globale et systémique des relations et interactions entre les populations microbiennes et / ou entre les populations microbiennes et la matrice fromagère en cours de fabrication.

Dans ce cadre, l'objectif du projet Erasmo est d'étudier les dynamiques microbiennes des populations endogènes (du lait) et exogènes (des levains) en cours de fabrication sur 3 technologies fromagères savoyardes, afin de mettre en évidence les synergies potentielles dans le développement des différentes flores présentes.

Pour les bactéries, cette variabilité ne semble pas dépendre de la filière mais des différents ateliers : elle reflète ainsi les pratiques mises en œuvre par les producteurs, qui ne sont pas annulées par le mélange des laits.



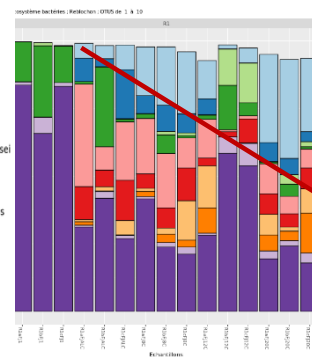
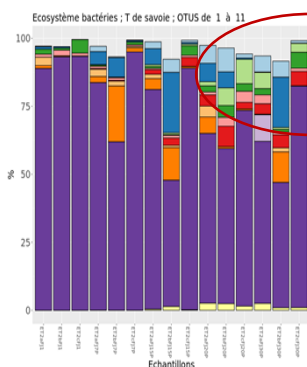
Pour les levures moisissures, la variabilité entre les laits de cuve est très liée aux filières : les laits semblent refléter l'ambiance de la technologie, dès leur mise en cuve.



Dynamique en cours de fabrication :

Si les premiers stades de fabrication, de l'emprésurage au fromage à J+1 ou J+7, sont très marqués par l'ajout des ferments, les espèces non apportées par les ferments tendent à se développer dans les stades ultérieurs, et ceci dans les 3 technologies.

Ceci est observable pour le développement des bactéries en la pâte, par exemple en Tomme de Savoie et particulièrement net sur la croûte, par exemple en Reblochon.

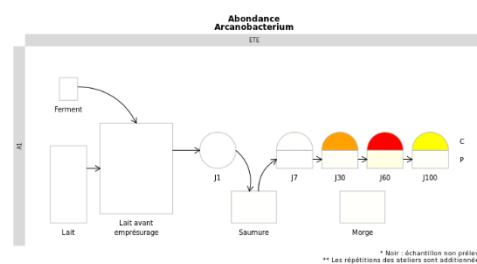
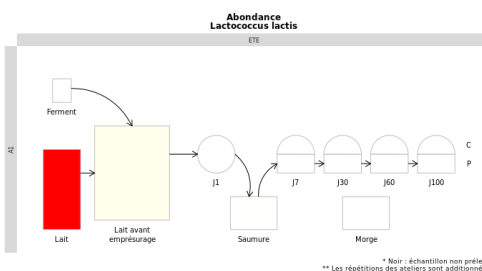
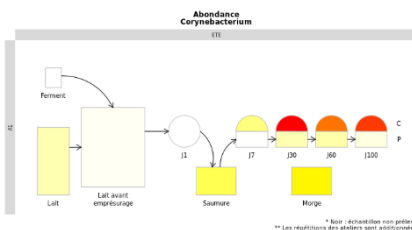


La comparaison des compositions des différents échantillons permet de déterminer l'origine des espèces genres présents en fin d'affinage, en sachant s'ils étaient présents dans le lait ou la saumure, apportés par les ferments ou la morge ou s'ils proviennent d'un ensemencement par l'ambiance ou le matériel de la fromagerie.

Des bactéries présentes dans le lait qui disparaissent ... puis réapparaissent
Un exemple : les *Corynebactéries*

Des bactéries présentes dans le lait ... qui disparaissent
Un exemple : Les *Lactococcus lactis*

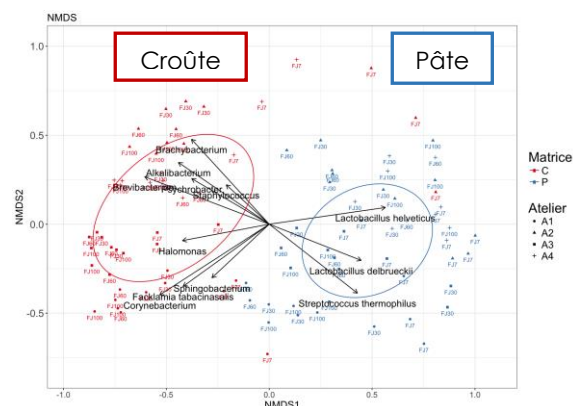
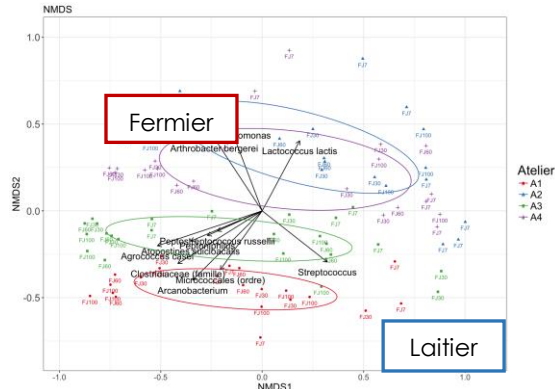
Des bactéries qui ne viennent ni du lait, ni des ferments ... et donc de l'environnement : les planches, l'ambiance de la cave.
Un exemple : les *Arcanobactéries*



A l'échelle d'une technologie :

Pour les 3 technologies, l'abondance relative des espèces genres majoritaires :

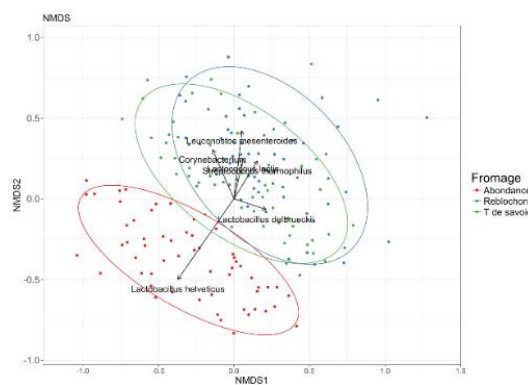
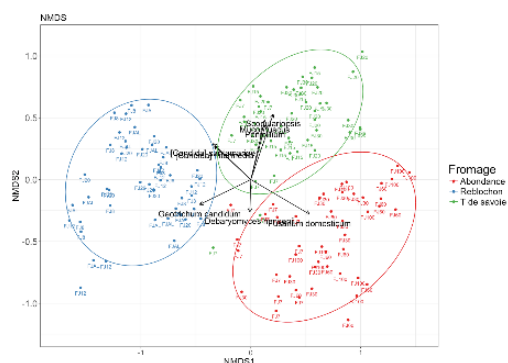
- Evolue au cours de l'affinage
- Et permet de distinguer la composition de la pâte et de la croûte, que ce soit pour les bactéries ou les levures moisissures.



Les espèces moins abondantes, dites minoritaires, permettent, elles de distinguer les ateliers et en particulier, les ateliers fermiers des ateliers laitiers.

A l'échelle des trois technologies :

Dans la pâte et pour les bactéries, seuls les types de technologies (Pâte Pressée Non Cuite / Pâte Pressée Cuite) sont distinguables.



Pour les levures moisissures en croûte ou pâte et pour les bactéries en croûte, les trois technologies se distinguent parfaitement.

L'abondance des informations fournies par ces données représente une richesse pour mieux comprendre le rôle des différentes populations microbiennes au cours de la fabrication. A partir de la base de données actuelle, nous allons ainsi pouvoir explorer l'impact des paramètres technologiques sur l'évolution de telle ou telle flore.

En rendant visible une biodiversité, jusqu'alors décrite sur un nombre très restreint d'échantillons, la méthode omique utilisée dans ce projet, à savoir le métabarcoding, nous permet d'élargir notre vision de cette richesse peu visible. Dans les années à venir, le développement d'autres méthodes omiques nous permettra non seulement de décrire les populations présentes mais aussi d'identifier le rôle de chacune ... puis l'activité de chacune à un temps donné.

En apportant des connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes microbiens des fromages, ces travaux vont permettre une meilleure compréhension de l'impact des pratiques et ainsi sécuriser les processus biologiques complexes qui interviennent dans les fabrications fromagères au lait cru.