

FICHE DE RECUEIL DES FAITS MARQUANTS DES DEPARTEMENTS/CENTRES/METAPROGRAMMES

(Renseigner une fiche par fait marquant, classification des rubriques en annexe)

Année concernée : 2018

Fiche envoyée par : département MICA, centre de Versailles-Grignon

Priorité attribuée au FM (à renseigner par le CD/PC/Directeur de MP) :

Titre du fait marquant :

Mise en évidence de déterminants génétiques favorisant la croissance de la bactérie *Brevibacterium* dans les fromages et de relations de mutualisme qu'elle établit avec d'autres micro-organismes impliqués dans l'affinage des fromages

Catégorie:

Publication : DOI 10.1186/s12864-017-4322-1

Pham, N.-P., Layec, S., Dugat-Bony, E., Vidal, M., Irlinger, F., Monnet, C., 2017. Comparative genomic analysis of *Brevibacterium* strains: insights into key genetic determinants involved in adaptation to the cheese habitat. BMC Genomics 18, 955

Contact : Christophe MONNET

Unité : UMR 782, Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires, AgroParisTech, INRA, Université Paris-Saclay, 78850 Thiverval-Grignon

Département : MICA

Centre INRA de Recherche : Versailles-Grignon

Méta-programme (si adapté) : MEM

Priorité du Document d'Orientation :

#Food-3 : Les qualités des aliments élaborées dès l'amont

Plan d'action (si adapté) :

Mots-clés (rubrique libre) :

Fromage, affinage, *Brevibacterium*, écologie microbienne, génomique

Résumé (5 lignes) :

Brevibacterium est une bactérie participant à l'affinage de fromages. Des études génomiques ont montré que les souches de *Brevibacterium* s'étaient adaptées au fromage grâce à l'acquisition de gènes leur permettant de mieux capter le fer et de gènes de production de bactériocines qui inhibent des bactéries concurrentes. De plus, dans le fromage, *Brevibacterium* est capable de coopérer avec d'autres bactéries par une relation de type mutualiste, où les deux partenaires sont bénéficiaires de l'interaction.

Contexte et enjeux :

L'affinage des fromages fait intervenir des communautés de micro-organismes (levures, moisissures et bactéries) plus ou moins complexes, dont l'activité génère les propriétés typiques de chaque variété de fromage. Par exemple, dans le cas des fromages à croûte lavée tels que le livarot, l'époisses ou le munster, l'affinage est en grande partie dû aux micro-organismes présents à la surface, notamment la bactérie *Brevibacterium* qui produit des pigments de couleur orangée ainsi que les odeurs typiques de ces fromages, qui correspondent à des composés soufrés volatils. Le fonctionnement des communautés microbiennes de la surface de ces fromages est encore assez mal connu, en particulier au niveau des interactions qu'exercent ces micro-organismes entre eux lorsqu'ils se développent sur le fromage.

Résultats :

Le séquençage et l'étude du génome de souches de *Brevibacterium* isolées de fromages ont mis en évidence des phénomènes d'adaptation de ces bactéries à l'habitat fromage ainsi qu'aux autres micro-organismes présents dans cet habitat. Certaines de ces adaptations correspondent à des transferts de gènes, les souches réceptrices profitant ainsi de capacités initialement présentes dans d'autres micro-organismes. Il s'agit notamment de gènes permettant de capter le fer, ce métal étant très peu disponible dans les fromages, ainsi que de gènes de production de bactériocines capables d'inhiber la croissance de bactéries concurrentes.

L'étude de communautés microbiennes de la surface de fromages par une approche transcriptomique a révélé l'existence de plusieurs mécanismes d'interactions impliquant *Brevibacterium*. Par exemple, un phénomène de coopération métabolique a été mis en évidence entre *Brevibacterium* et *Hafnia alvei*, une autre bactérie souvent présente dans les fromages. *Hafnia alvei* sécrète des chélateurs de fer qui sont utilisés par certaines souches de *Brevibacterium* pour capter le fer plus efficacement, stimulant ainsi leur croissance, et en échange *Brevibacterium* sécrète des lipases et des protéases qui dégradent les caséines et triglycérides du fromage en constituants énergétiques (acides aminés, acides gras, glycérol) qui favorisent la croissance de *Hafnia alvei*. Il s'agit là d'une relation de type "mutualiste", où les deux partenaires sont gagnants, ce qui a également pour conséquence une meilleure capacité à coloniser le fromage et à lui conférer les qualités organoleptiques recherchées.

Perspectives :

Ces travaux ont permis de mieux comprendre les mécanismes d'adaptation de *Brevibacterium* au milieu fromager ainsi que la nature des interactions que cette bactérie exerçait avec d'autres micro-organismes. Compte tenu de la diversité des fromages et des micro-organismes qui s'y développent, il est certain que de nombreux autres phénomènes d'interactions entre micro-organismes fromagers restent à découvrir. Leur prise en compte sera utile pour développer des ferments d'affinage plus adaptés à la production de fromages.

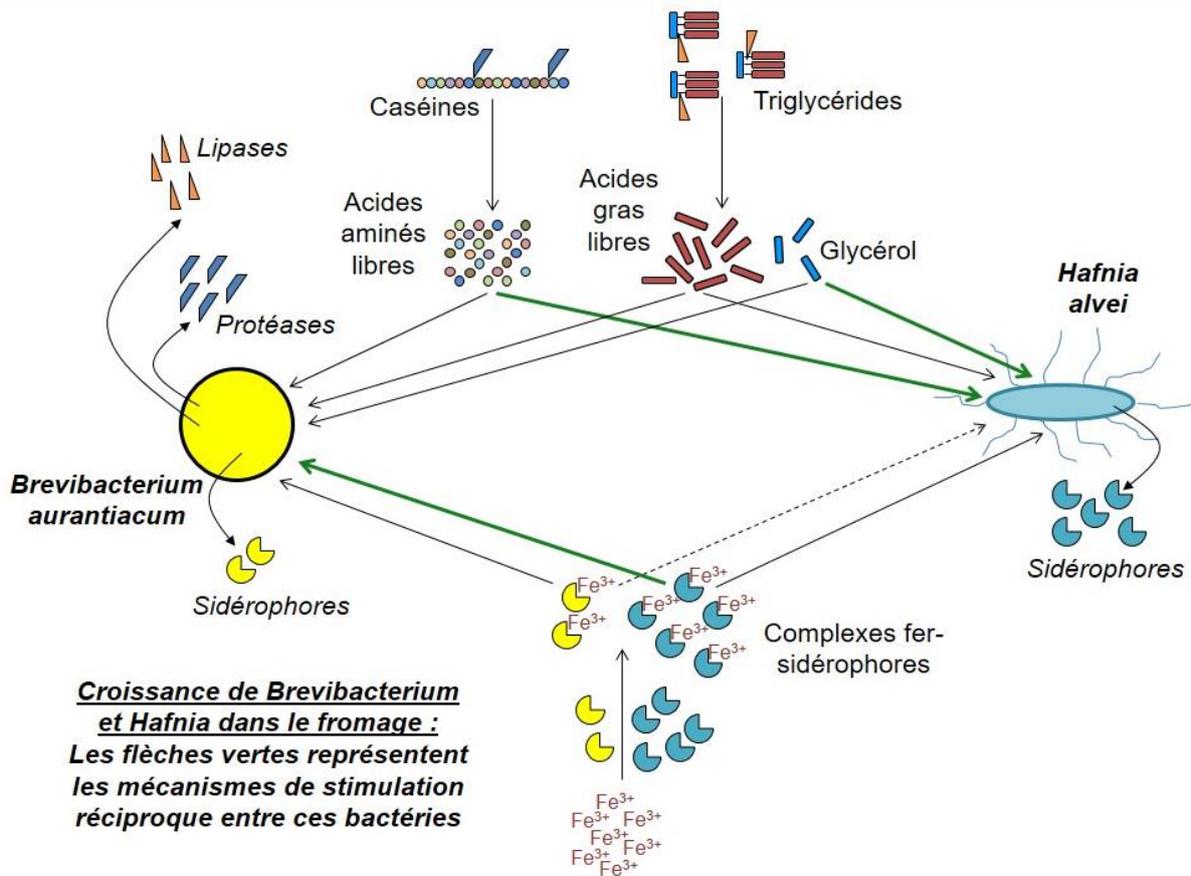
Valorisation :

Pham, N.-P., Layec, S., Dugat-Bony, E., Vidal, M., Irlinger, F., Monnet, C., 2017. Comparative genomic analysis of *Brevibacterium* strains: insights into key genetic determinants involved in adaptation to the cheese habitat. BMC Genomics 18, 955

Pham, N.-P. Quels sont les mécanismes d'adaptation de *Brevibacterium* à l'environnement fromager ? Conférence au Congrès National de la Société Française de Microbiologie, 1-3 octobre 2018, cité des sciences et de l'industrie, Paris

Pham, N.-P. Analyses génomiques comparatives de souches de *Brevibacterium* et étude des interactions avec d'autres micro-organismes dans un fromage modèle. Thèse de doctorat (soutenance décembre 2018), Université Paris-Saclay, AgroParisTech

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



Champ thématique et priorité du SSD Mica dans lequel s'inscrit le fait marquant (le cas échéant)
Inscrivez un X dans la ou les case(s) correspondantes

<input type="checkbox"/>	CT1: Microbiologie pour une approche raisonnée des biotechnologies
<input type="checkbox"/>	Priorité 1 : Ingénierie et conception des microorganismes, vers une meilleure intégration des procédés
<input type="checkbox"/>	Priorité 2 : définition des règles de fonctionnement des communautés microbiennes pour leur pilotage et le contrôle des bioprocédés

<input type="checkbox"/>	CT2: Microbiologie pour la qualité, durabilité et sûreté des aliments
<input type="checkbox"/>	Priorité 1 : Les risques microbiens associés à de nouvelles contraintes, de nouvelles pratiques et de nouveaux produits
<input checked="" type="checkbox"/>	Priorité 2 : Assemblages des communautés microbiennes des aliments pour des fonctions d'intérêt
<input type="checkbox"/>	Priorité 3 : Les aliments « microbiens » (aliments fermentés pré, pro, sym- biotiques) comme leviers du bien- être et de la santé

<input type="checkbox"/>	CT3: Microbiologie pour le maintien de la santé animale et humaine
<input type="checkbox"/>	Priorité 1 : Comprendre les interactions chez l'hôte
<input type="checkbox"/>	Priorité 2 : Diagnostic et nouvelles approches thérapeutiques
<input type="checkbox"/>	Priorité 3 : Évaluer l'impact de l'environnement sur le microbiote et la santé de l'hôte
<input type="checkbox"/>	Priorité 4 : Décrypter la dynamique des flux microbiens. Cette priorité est partagée par le CT2

Grands objectifs Mica dans lequel s'inscrit le fait marquant
Inscrivez un X dans la ou les case(s) correspondantes

<input type="checkbox"/>	Objectif 1 : Relever les défis de la biologie de synthèse
<input type="checkbox"/>	Livrable 1 : Identifier des leviers permettant la maîtrise des flux et l'efficacité des voies métaboliques
<input type="checkbox"/>	Livrable 2 : Construction rationnelle de souches châssis et design de voies de biosynthèse naturelles ou artificielles
<input type="checkbox"/>	Livrable 3 : Développer des fonctionnalités compatibles avec les contraintes des procédés industriels

<input type="checkbox"/>	Objectif 2 : Les fermentations alimentaires, quelles innovations en réponse aux nouveaux défis de l'alimentation ?
<input checked="" type="checkbox"/>	Livrable 1 : Assemblage raisonné de souches et espèces pour des consortia microbiens à finalités ciblées
<input type="checkbox"/>	Livrable 2 : Clarification de la valeur nutritionnelle des aliments fermentés et des bénéfices santé de leur ingestion
<input type="checkbox"/>	Livrable 3 : Construction d'un partenariat avec SAD sur la dimension microbienne de l'évolution des modes de production et circuits alimentaires

<input type="checkbox"/>	Objectif 3 : Limiter l'apparition de résistances aux anti-infectieux
<input type="checkbox"/>	Livrable 1 : Pratiques d'élevage améliorant la résistance des animaux aux pathogènes lors des périodes sensibles
<input type="checkbox"/>	Livrable 2 : Propositions pour l'usage raisonné et la réduction d'usage des antibiotiques
<input type="checkbox"/>	Livrable 3 : Alternatives thérapeutiques aux antibiotiques
<input type="checkbox"/>	Livrable 4 : Maîtrise des flux de gènes de résistance aux antibiotiques et de leur émergence

<input type="checkbox"/>	Objectif 4 : Favoriser la symbiose Microbiote-Homme
<input type="checkbox"/>	Livrable 1 : Comprendre ce qu'est un microbiote bénéfique (adapté au dialogue avec l'hôte) et dysbiotique
<input type="checkbox"/>	Livrable 2 : Identifier les mécanismes du dialogue au sein du microbiote et entre le microbiote et l'hôte
<input type="checkbox"/>	Livrable 3 : Impact de l'environnement et des pratiques sociétales sur la détérioration de microbiote et de la santé humaine
<input type="checkbox"/>	Livrable 4 : Effet de composés alimentaires et de souches sur la résilience et la restauration d'un microbiote en symbiose avec l'hôte.

<input type="checkbox"/>	Objectif 5 : MICA et les acteurs non marchands de la société civile
--------------------------	--

<input type="checkbox"/>	Autre (divers) : Précisez :
--------------------------	------------------------------------

CLASSIFICATION

Priorités du Document d'Orientation (voir <http://2025.inra.fr/>)

[#Global] L'ambition globale d'atteindre la sécurité alimentaire dans un contexte de transitions

- **#Global-1** : Des transitions globales assumées
- **#Global-2** : La disponibilité des bio-ressources gérée aux différentes échelles
- **#Global-3** : Une vision intégrée des comportements, des marchés et des échanges
- **#Global-4** : Des approches territorialisées au service d'une compréhension générique des performances des systèmes alimentaires

[#3Perf] Des agricultures diverses et multi-performantes

- **#3Perf-1** : L'agro-écologie mobilisée au service de la multi-performance des agricultures
- **#3Perf-2** : D'autres leviers biologiques et technologiques pour la multi-performance
- **#3Perf-3** : L'évaluation multicritère pour objectiver les performances
- **#3Perf-4** : Des transitions comprises et facilitées

[#Climat] Les systèmes agricoles et forestiers face au défi climatique

- **#Climat-1** : L'adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique
- **#Climat-2** : La maîtrise de la contribution de l'agriculture et de la forêt à l'effet de serre
- **#Climat-3** : La conservation de la biodiversité et la valorisation des services
- **#Climat-4** : La préservation et la valorisation des ressources en eau et en sol

[#Food] Une alimentation saine et durable

- **#Food-1** : De nouveaux systèmes alimentaires territorialisés, notamment urbains
- **#Food-2** : Les systèmes alimentaires alliés de la santé
- **#Food-3** : Les qualités des aliments élaborées dès l'amont

[#BioRes] Des bio-ressources aux usages complémentaires

- **#BioRes-1** : Le développement des biotechnologies vertes et blanches
- **#BioRes-2** : L'apport des biotechnologies et des procédés pour de nouvelles ressources adaptées aux usages
- **#BioRes-3** : La conception de systèmes bioéconomiques

[#OpenScience] Une science ouverte grâce au numérique

- **#OpenScience-1** : Des infrastructures de recherche connectées
- **#OpenScience-2** : Une organisation des données pour le partage et la réutilisation
- **#OpenScience-3** : Des approches prédictives en biologie
- **#OpenScience-4** : De nouveaux modes de diffusion de la connaissance
- **#OpenScience-5** : Le métier et l'environnement du chercheur adaptés au numérique

[#OpenInra] Un acteur national de l'innovation ouverte dans les territoires

- **#OpenInra-1** : Une ouverture vers l'enseignement supérieur et un partenariat territorial renforcés
- **#OpenInra-2** : La mobilisation de toute l'expertise de l'Inra en appui aux politiques publiques
- **#OpenInra-3** : Le chemin vers l'innovation bénéficie d'un pilotage renforcé
- **#OpenInra-4** : La Science ouverte aux acteurs non-marchands de la société

[#Appui] Anticiper et accompagner les évolutions

- **#Appui-1** : Une organisation efficiente, agile, résiliente

- **#Appui-2** : Une stratégie de financement fiable et solidaire
- **#Appui-3** : Un Institut attractif et motivant pour ses agents
- **#Appui-4** : Les actions et les valeurs de l'Institut visibles et partagées par une communication externe et interne active
- **#Appui-5** : Un pilotage institutionnel efficace et partagé

Plans d'action

- **Ressources humaines et communication interne** : pour assurer l'attractivité et la cohésion d'une communauté de travail chargée d'une mission majeure de service public, en veillant à la motivation et à la qualité de vie au travail des agents titulaires, contractuels ou partenaires
- **Coopération avec l'enseignement supérieur** : pour décliner les thématiques prioritaires de l'Inra en stratégies scientifiques de sites, partagées avec nos partenaires dans les territoires, contribuant à faire de chaque grand site universitaire un pôle de rayonnement international sur les thématiques d'excellence de l'Inra
- **Innovation** : pour valoriser et élargir le formidable potentiel d'innovation de l'Institut, en combinant les disciplines, en co-construisant avec les acteurs des filières et des territoires, en valorisant nos infrastructures et en ciblant des domaines d'innovation prioritaires
- **Stratégie européenne et internationale** : pour décliner la stratégie scientifique de l'Inra avec un plan d'action visant à mobiliser nos principaux partenaires sur nos priorités au sein d'un réseau mondial de la recherche agronomique et alimentaire, et à assurer notre présence dans les institutions internationales
- **Prospective scientifique interdisciplinaire** : pour éclairer les futurs fronts de science, enrichir nos orientations, développer des actions incitatives, favoriser des partenariats scientifiques, économiques, disciplinaires ou de formation
 - ✓ Sciences pour les élevages de demain
 - ✓ Intégration des recherches (nexus) santé-alimentation-élevage
 - ✓ Agro-écologie
 - ✓ Approches prédictives en biologie et en écologie

Méta-programmes

- SMACH
- M2E-MEM
- GISA
- SELGEN
- DID'IT
- ACCAF
- EcoServ
- Glofoods