

PHENOMENES D'ADHESION ET D'ENCRASSEMENT DES TAPIS CONVOYEURS ET CONSEQUENCES SUR LA SECURITE ALIMENTAIRE

P. GARRY*, J.L. VENDEUVRE* ET M.N. BELLON-FONTAINE**

CTSCCV : 7, avenue du Général de Gaulle 94704 Maisons-Alfort cedex.

Mots clefs : Tapis convoyeur / Adhésion bactérienne / Surface / Environnement / Hygiène

Ce travail de Thèse, effectué à l'INRA de Massy, sous la direction de M.N. Bellon-Fontaine a obtenu le prix Pierre ISOARD 1997 remis au cours de Contaminexpert le 27 janvier 1997.

L'objectif de ce travail était de comprendre les phénomènes d'encrassement organique et bactérien des bandes convoyeuses en polyuréthane couramment utilisées en industrie agro-alimentaire pour le transport des denrées, afin de réduire leur contamination bactérienne et donc la contamination des produits alimentaires par l'intermédiaire de ces surfaces. Pour cette étude, nous avons choisi deux micro-organismes, *Bacillus cereus* et *Bacillus subtilis*, sous leurs formes végétative et sporulée.

Dans la première partie de l'étude, nous avons montré que *Bacillus subtilis* adhérait en plus grande quantité que *Bacillus cereus* et, quelle que soit la souche, que le nombre de cellules adhérentes était plus important avec les formes sporulées qu'avec les formes végétatives. Néanmoins, ce nombre évoluait peu entre 1 heure et 6 heures de contact (Figure 1).

Il paraît donc essentiel de limiter l'adhésion aux bandes de polyuréthane dès le début de la production, afin de limiter la contamination ultérieure du produit.

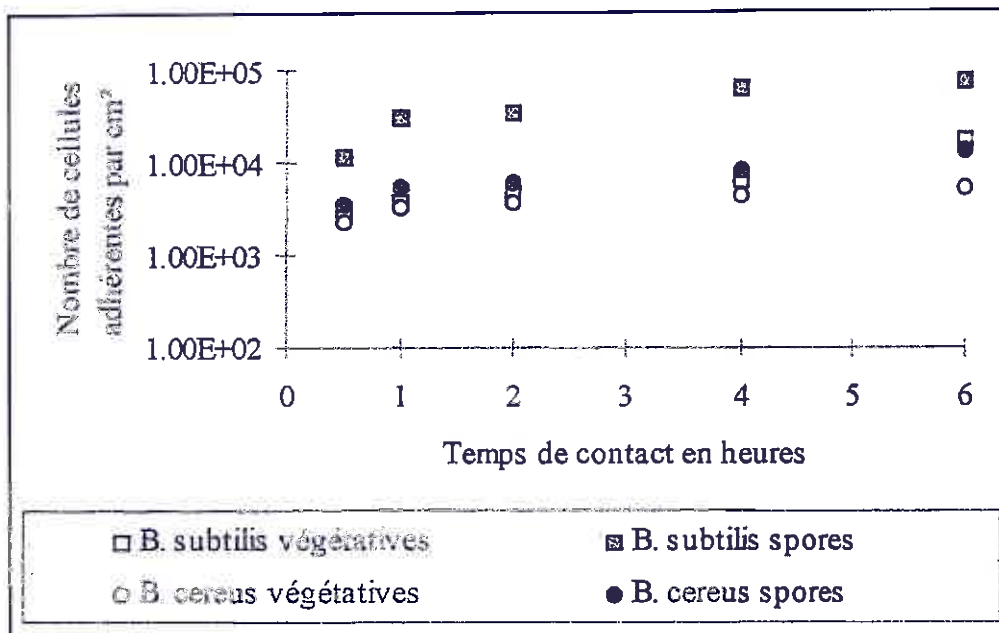


Figure 1 : Cinétiques d'adhésion au polyuréthane des formes végétatives et sporulées de *Bacillus subtilis* et *Bacillus cereus* ($1.00 E + 05 = 10^5$) ($1.00 E + 04 = 10^4$)

*CTSCCV : Centre Technique de la Salaison, de la Charcuterie et des Conserves de Viandes

**INRA - URHIM : Institut National de la Recherche Agronomique - Unité de Recherche Bioadhésion et Hygiène des Matériaux (ex - Laboratoire de Génie de l'Hygiène et Procédés Alimentaires)

PHENOMENES D'ADHESION ET D'ENCRASSEMENT DES TAPIS CONVOYEURS

De plus, que ce soit après 1 heure ou 6 heures de contact, le nombre de cellules adhérentes n'augmentait pas systématiquement avec la rugosité moyenne des bandes convoyeuses

(figure 2). Ces résultats peuvent s'expliquer par des différences de taille et de morphologie des cellules bactériennes, ainsi que par des topographies différentes des bandes convoyeuses.

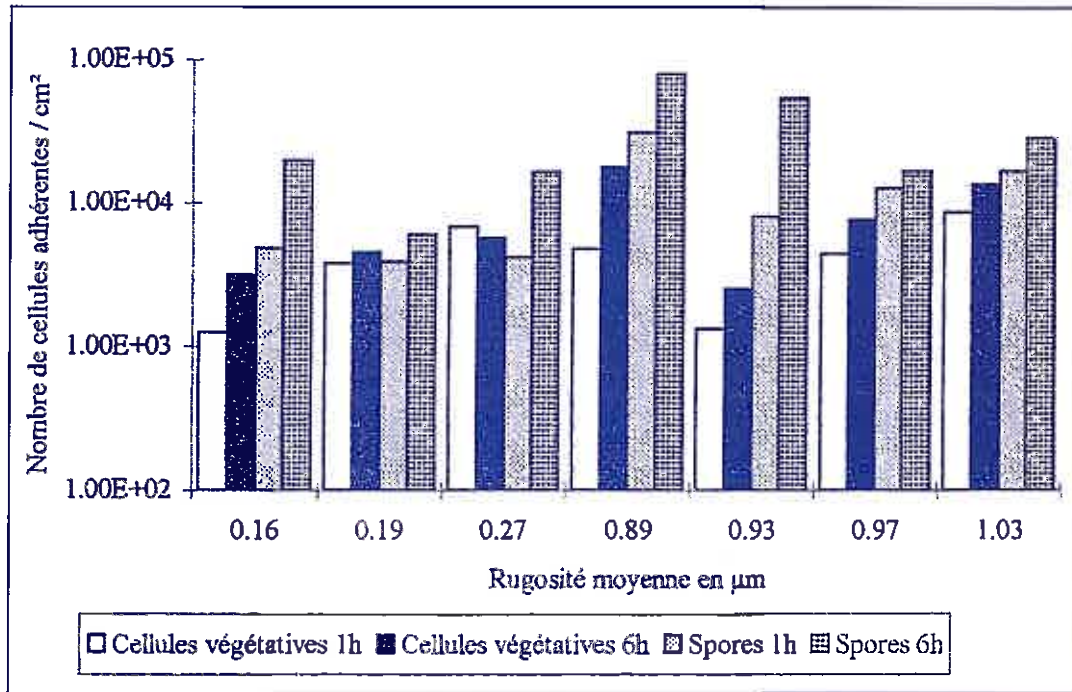
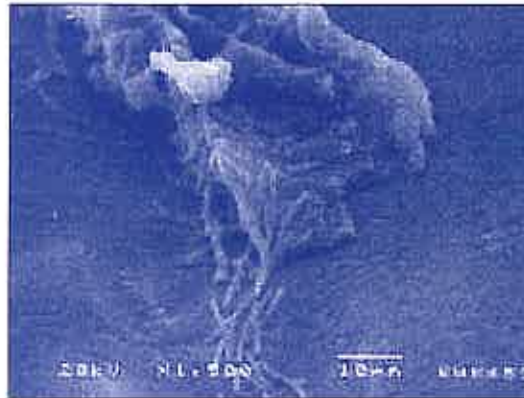
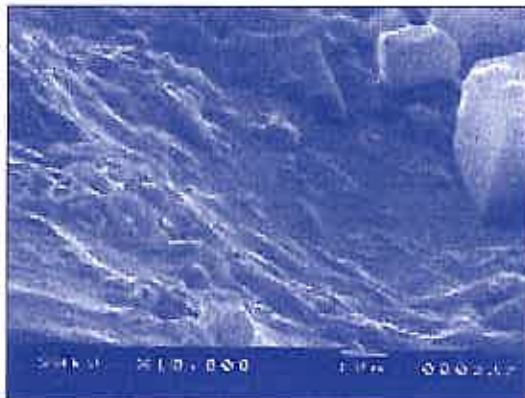


Figure 2 : Influence de la rugosité des surfaces en polyuréthane sur l'adhésion des formes végétatives et sporulées de *Bacillus subtilis* ($1.00 E + 05 = 10^5$)
($1.00 E + 04 = 10^4$)

L'observation des surfaces en microscopie électronique à balayage avant et après adhésion a mis en évidence des différences de topographie, ainsi que la présence de défauts tels que cratères ou particules de polyuréthane non ou

mal fondus. Ces défauts qui permettent le piégeage des micro-organismes peuvent être le point de départ du développement bactérien conduisant à la formation d'un biofilm* (Photos n° 1 et 2).



* Biofilm : Communauté microbienne adhérente à une surface. La formation de ce biofilm entraîne une résistance accrue des micro-organismes, notamment aux agents de nettoyage et de désinfection.

PHENOMENES D'ADHESION ET D'ENCRASSEMENT DES TAPIS CONVOYEURS

En conséquence, le choix des surfaces de travail utilisées en industrie agro-alimentaire ne devrait plus s'effectuer uniquement en fonction de la rugosité moyenne, mais en tenant compte également des caractéristiques topographiques des surfaces. Par ailleurs, il conviendra d'éviter les opérations physiques (coupure de couteau, broyage ...) ou chimiques (produits de nettoyage agressifs, produits chimiques non compatibles ...) pouvant altérer la surface.

Les surfaces utilisées dans les industries agro-alimentaires sont rarement des surfaces neuves. Dès les premières utilisations, ces surfaces s'encrassent et leurs propriétés de surface sont rapidement modifiées. C'est pourquoi, dans la quatrième partie de l'étude, nous nous sommes intéressés à l'encrassement des bandes convoyeuses par des solutions protéiques (albumine sérique bovine (BSA) et gélatine), puis par une souillure plus complexe (jus de cuisson de jambon) et aux conséquences de cet encrassement sur l'adhésion de *Bacillus cereus* et *Bacillus subtilis*.

La détermination des caractéristiques énergétiques (hydrophobe, hydrophile, acide ou basique) des surfaces par des mesures d'angles de contact ont démontré que cette adsorption était rapide puisque la surface était saturée après 15 minutes de contact avec les solutions protéiques ou le jus de cuisson (figure 3).

De plus, nous avons montré par spectrométrie infrarouge que l'encrassement des bandes convoyeuses en polyuréthane par du jus de cuisson correspondait à une adhésion préférentielle des protéines ; il conviendra donc d'orienter les procédures de nettoyage pour éliminer les protéines. Le calcul des énergies de surface à partir des mesures d'angles de contact effectué sur les bandes encrassées a montré une forte augmentation du caractère basique de la surface et dans le cas d'un encrassement par le jus de cuisson, une augmentation du caractère acide. Par conséquent, les interactions acido-basiques entre la surface et les micro-organismes devraient être augmentées et le nombre de cellules adhérentes sur ces surfaces plus élevé que sur les surfaces propres.

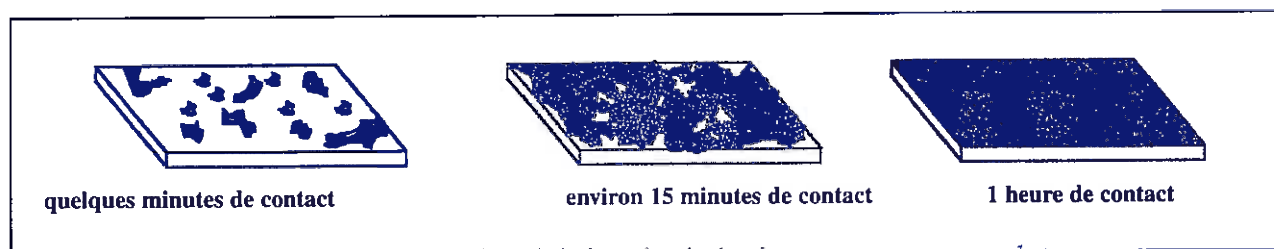


Figure 3 : Evolution schématique de l'adsorption protéique sur des bandes convoyeuses au cours du temps

Les essais d'adhésion ont permis de valider ces prévisions théoriques. Ainsi, le nombre de cellules adhérentes pouvait être jusqu'à 100 fois plus important sur les surfaces encrassées par du jus de cuisson de jambon que sur les surfaces propres.

Le dénombrement des cellules adhérentes effectué en microscopie à épifluorescence nous a permis de déterminer le nombre total de cellules, en différenciant les cellules viables des cellules non viables ou stressées. Par cette technique, nous avons observé une proportion de cellules viables plus importante sur les surfaces encrassées que sur les surfaces propres. Ces bactéries, si elles sont transférées aux denrées alimentaires, se développeront plus rapidement que celles provenant de surfaces propres.

Afin de simuler les conditions d'exploitation des bandes convoyeuses dans l'industrie agro-alimentaire, nous avons réalisé des cycles d'encrassement, par du broyat de jambon contaminé, et de nettoyage de ces surfaces pendant quatre semaines.

Nous avons montré que les caractéristiques énergétiques des bandes convoyeuses étaient modifiées dès le premier encrassement. De plus, les deux types de détergents testés (alcalins ou acides) ne permettaient pas un retour aux caractéristiques initiales du support indiquant par conséquent une élimination partielle de la souillure par les solutions détergentes et/ou une stratification de cet encrassement (figure 4).

PHENOMENES D'ADHESION ET D'ENCRASSEMENT DES TAPIS CONVOYEURS

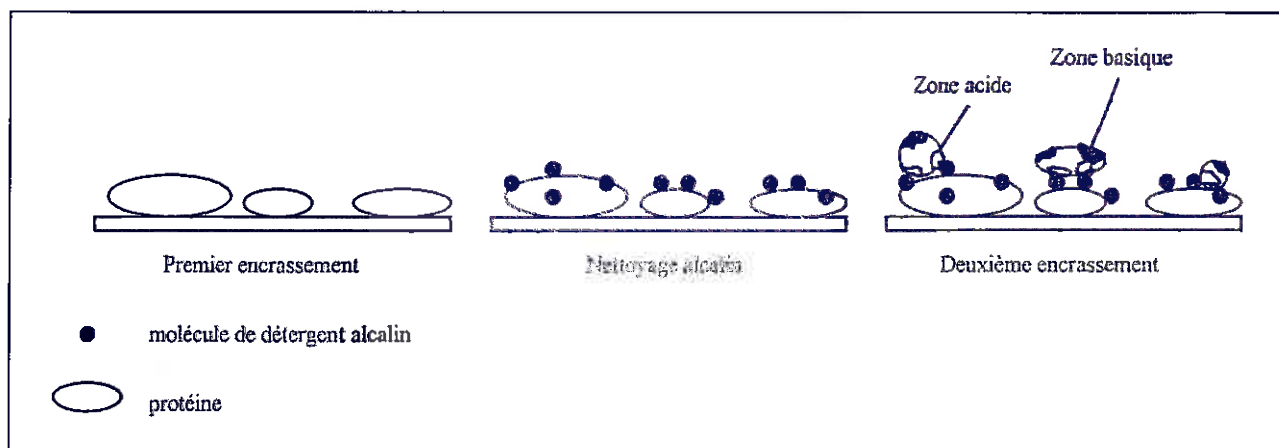


Figure 4 : Schéma des phénomènes de conditionnement des surfaces par l'encrassement et le nettoyage

Nous avons également observé, au cours de ces cycles, que les caractéristiques énergétiques des bandes évoluaient différemment selon le type de détergent utilisé. Lors des cycles d'encrassement et de nettoyage acide, les caractéristiques énergétiques de la surface évoluaient peu et étaient proches de celle de la souillure. *Par contre, dans le cas de nettoyage alcalin, les caractéristiques énergétiques évoluaient et la surface devenait de plus en plus basique.*

Malgré ces modifications des caractéristiques énergétiques des surfaces, nous n'avons pas observé, pour *Bacillus subtilis*, de variations significatives du nombre de cellules adhérentes et viables. Ce résultat est cohérent, puisque l'adhésion de cette bactérie dépend essentiellement des interactions de van der Waals et celles entre les sites basiques de la membrane bactérienne et les zones acides de la bande convoyeuse.

Dans le cas de *Bacillus cereus*, il se peut que les détergents n'éliminent pas toutes les cellules présentes sur la surface, mais les "stressent" et les rendent indétectables après les opérations de nettoyage. Ce stress est levé par le broyat de jambon au cours de l'encrassement suivant, ce qui entraîne une augmentation progressive du nombre de cellules adhérentes au cours du temps.

Lors des premiers cycles, quelques cellules n'étaient pas détruites par les opérations de nettoyage. *Par la suite, la présence du film conditionnant (molécules résiduelles de détergent combinées à la souillure sur les surfaces) permettait d'augmenter l'efficacité du "pouvoir bactéricide" du détergent puisque l'ensemble des bactéries présentes sur les surfaces étaient détruites.*



PHENOMENES D'ADHESION ET D'ENCRASSEMENT DES TAPIS CONVOYEURS

Remerciements :

Ce travail a reçu le soutien du ministère français de l'enseignement supérieur et de la recherche, du ministère français de l'agriculture et de la pêche, de la société GSF (Sophia Antipolis, France), de l'OFIVAL* (Paris, France) et de la société REVEYRON (Miribel, France).

Pour en savoir plus :

BELLON-FONTAINE M.-N. et CERF O. (1991). Mécanismes d'adhésion des microorganismes aux surfaces : facteurs influant sur l'adhésion. Industries agro-alimentaires. **1-2** :13-17.

BOULANGE-PETERMANN L. (1996). Processes of bioadhesion on stainless steel surfaces and cleanability: a review with special reference to food industry. Biofouling. **10(4)** :275-300

GARRY P. (1997). Propriétés physico-chimiques de surfaces en polyuréthane et conséquences sur l'encrassement et l'adhésion de *Bacillus subtilis* et *Bacillus cereus*. Thèse de doctorat d'écologie microbienne. Université Claude Bernard Lyon I.

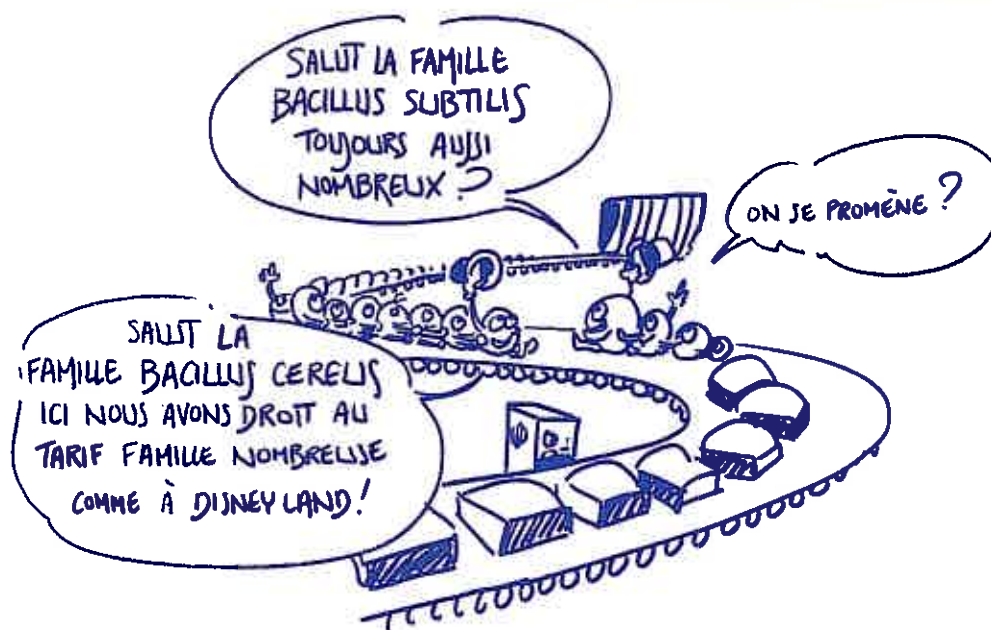
LIN S.C. (1996). Biosurfactants : Recent Advances. J. Chem. Tech. Biotechnol. **66** :109-120.

NORDE W. et LYKLEMA J. (1989). Protein Adsorption and Bacterial Adhesion to Solid surfaces: a Colloid-Chemical Approach. Colloids and Surfaces. **38** :1-13.

VAN OSS C. (1996). Forces interfaciales en milieux aqueux. Editions Masson, Paris.

Pour tout renseignement complémentaire,
veuillez contacter :

Pascal GARRY
CTSCCV
Tél : 01 43 68 57 85
Fax : 01 43 76 07 20
E-mail : garry@vet-alfort.fr



* OFIVAL : Office National Interprofessionnel des Viandes, de l'Elevage et de l'Aviculture

A.L.A.R.M. : *Passage à l'an 2000*

La Circulaire FIC verte n°63 - réf. 319 - du 11 décembre 1998 a rappelé le risque lié au passage à l'an 2000 pour les appareils et les systèmes qui intègrent des dates dans leur fonctionnement (ordinateurs, automates,...).

En effet, la plupart de ceux-ci utilisent deux caractères pour identifier l'année. Le passage à l'an 2000 sera traduit par ces machines par une identification " 00 " de l'année. Problème, le " 00 " se réfère-t-il à l'année 1900 ou l'année 2000 ?

La F.I.C.T. a réalisé un logiciel d'aide à la mise en place de la démarche H.A.C.C.P. Ce logiciel (A.L.A.R.M. : Aide Logicielle pour l'Analyse des Risques et leur Maîtrise) est mis gratuitement à la disposition des adhérents depuis 1995.

En conséquence, il nous a paru important de faire le point sur le comportement lors du passage à l'an 2000 du logiciel et des fichiers réalisés à partir de celui-ci.

Pour la version Macintosh, il n'y a aucun problème le système gère les dates jusqu'en 32 000.

Pour la version PC, plusieurs niveaux sont à prendre en compte :

- Matériel : l'ordinateur sur lequel A.L.A.R.M. est utilisé est-il compatible avec le passage à l'an 2000 ?
- Logiciel : l'éditeur du logiciel sous lequel est écrit le logiciel A.L.A.R.M., ne garantit pas le passage à l'an 2000. Cependant, en raison de la faible influence des dates dans l'utilisation du logiciel A.L.A.R.M., ce problème ne sera vraisemblablement pas crucial.

Compte tenu que des problèmes liés, en particulier, au matériel (ordinateur) pourraient survenir, il est souhaitable que les entreprises vérifient qu'elles disposent de copies de sauvegarde des fichiers réalisés à partir d'A.L.A.R.M.

Lu dans Circulaire N°20 de la FICT du 21/05/99