Le bulletin d'information du Réseau National Biofilm

RNB.info

Numéro 2

Mai 2006

Les Biofilms Volants

Par Cindy E. Morris[1, 2] et David C. Sands[2.]

[1]INRA-Avignon, Unité de Pathologie Végétale, Montfavet, France (cindy.morris@avignon.inra.fr)
[2]Plant Sciences and Plant Pathology Department, Montana State University, Bozeman, Montana, USA

Le concept de biofilms évoque l'idée de cellules microbiennes attachées à une surface. Dans ce contexte, le titre de cet article est inattendu. Néanmoins, des morceaux de biofilms se détachent sous la pression de forces de cisaillement et très peu est connu sur le destin de ces morceaux.



Nous sommes en train d'explorer la possibilité que les biofilms (ou, les morceaux de biofilms) peuvent jouer le rôle de vaisseau spatial pour le transport aérien de bactéries provenant des surfaces des plantes (des bactéries dites épiphytes). Les bactéries sont abondantes sur les surfaces aériennes des plantes telles que les feuilles, tiges et fruits où elles établissent des biofilms sur une grande gamme d'espèces végétales (8, 9). Des bactéries typiques de l'habitat appelé la phyllosphère sont aussi fréquemment trouvées parmi les micro-organismes présents dans l'atmosphère. Elles se détachent des plantes à cause de la turbulence de l'air ou des forces d'abrasion sur les plantes (4). Sur les plantes, les biofilms sont fréquemment associés aux trichomes ou d'autres types de poils foliaires (5, 8). Ils sont exposés à des turbulences et des forces abrasives aptes à les détacher, alors que, en revanche, des cellules individuelles pourraient y résister (8). Les quelques données disponibles sur ce sujet corroborent l'idée que la majorité des bactéries cultivables dans l'atmosphère est associée à des particules de taille beaucoup plus grande que la taille de cellules individuelles (4). Des images de particules microbiennes provenant de l'atmosphère suggèrent que ces particules sont bien des agrégats de cellules ou des morceaux de biofilms (4).

La dissémination aérienne de bactéries épiphytes a des conséquences très importantes pour l'agriculture. Certaines bactéries épiphytes telles que *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris* et *Erwinia amylovora* sont des agents phytopathogènes. La dissémination aérienne contribue à la propagation des maladies si les bactéries surviennent les conditions de l'atmosphère lors de leur transport. La dissémination aérienne à longue distance pose aussi des risques de la dissémination d'organismes de quarantaine vers les zones indemnes. Néanmoins, la dissémination aérienne n'implique pas que les bactéries épiphytes sont transportées uniquement vers d'autres plantes ou vers d'autres habitats agricoles. Par exemple, nous avons ré-

Dans ce numéro :

Les biofilms volants 1-3

Des ateliers technologiques au RNB ? 4

Une nouvelle interface internet pour le réseau 4

Colloques, news 4

cemment trouvé des souches de *P. syringae* pathogènes de diverses espèces végétales dans les biofilms épilithes prélevés en montagne dans des milieux sauvages à des altitudes bien supérieures à toute activité agricole (7). Ces biofilms attachés aux rochers dans les rivières sont des assemblages de divers micro-organismes dont des algues, bactéries, champignons, diatomées, nématodes, etc. Donc, la dissémination aérienne pourrait être considérée comme une sorte de boulevard vers des opportunités de rencontres d'une large gamme d'espèces et de conditions environnementales, imposant diverses pressions de sélection et élicitant une mise en œuvre de l'adaptabilité des micro-organismes.

Lors de leur présence dans l'air, les bactéries épiphytes pourraient avoir des effets sur des processus atmosphériques. Quelques unes des espèces de bactéries épiphytes, y compris *P. syringae*, sont dotées d'une activité glaçogène. Elles produisent sur leur membrane externe une protéine de 120 à 180 kDa qui est composée d'un octapeptide répété (3). Les agrégats de cette protéine constituent des matrices très efficaces de fixation de molécules d'eau et déterminent leur orientation dans les cristaux de glace (2). Sans ces catalyseurs de prise en glace (des noyaux glaçogènes), l'eau peut rester en état de surfusion en phase liquide jusqu'à -39°C. Certaines souches de bactéries glaçogènes peuvent catalyser la prise en glace à des températures aussi élevées que -2°C. Ceci est la température d'activité glaçogène la plus élevée de tous les noyaux glaçogènes connus qui sont naturellement présents dans l'atmosphère (11). La prise en glace d'eau atmosphérique est une étape essentielle dans la formation de la pluie et de la neige dans les zones tempérées. Donc, il a été proposé que les cellules aériennes de bactéries glaçogènes telles que *P. syringae* puissent jouer un rôle dans les processus atmosphériques qui conduisent à la pluie et la neige (6, 11). *P. syringae* a été détecté dans les nuages à des altitudes de plusieurs km (1, 10) et nous l'avons détecté récemment dans de la neige fraîche. Il semble que *P. syringae* soit un grand voyageur.



Si les biofilms jouent un rôle dans la dissémination aérienne, il pourrait être utile de se permettre d'imaginer ce rôle comme le transport et la protection des passagers à bord d'un véritable vaisseau spatial. Dans ce contexte, on peut se demander si les biofilms protègent les passagers microbiens des conditions hostiles de l'atmosphère telles que la déshydratation et les rayons UV. Servent-ils de stockage de réserves alimentaires (déchets, composants des cellules recyclées, exopolysaccharides, etc.) afin d'assurer la survie pendant le voyage et suite à l'atterrissage ? Contribuent-ils à la maintenance d'une sorte d'état de repos prolongé pour les longs voyages ? Nos connaissances sur l'impact des biofilms sur l'écologie des bactéries suggèrent qu'ils jouent ces rôles lorsqu'ils sont attachés aux surfaces ; il ne serait pas étonnant qu'ils puissent jouer les mêmes rôles lorsqu'ils sont volants. De plus, des propriétés aérodynamiques des agrégats microbiens dépendraient de la taille et la forme de l'agrégat – et ceci serait assez différent des propriétés aérodynamiques des cellules individuelles. La charge électrique des biofilms volants – déterminée par les composants du biofilm – aurait aussi un impact sur leur trajectoire. Pendant le voyage, ces vaisseaux spatiaux pourraient avoir des interactions avec l'atmosphère. Comme indiqué ci-dessus, cette interaction pourrait conduire à la prise en glace de l'eau atmosphérique. De plus, serait-il possible que les biofilms volants absorbent et transforment des produits chimiques de l'atmosphère, ainsi modifiant la

Les cellules aériennes de bactéries glaçogènes telles que Pseudsomonas syringae peuvent jouer un rôle dans les processus atmosphériques qui conduisent à la pluie et à la neige

RESEAU NATIONAL BIOFILMS

chimie atmosphérique ? Les biofilms volants pourraient aussi absorber et refléter la lumière ; quelle influence aurait ceci sur l'albédo de l'atmosphère ? A la fin du voyage lors de l'atterrissage, est-il possible que les cellules de l'extérieur du vaisseau jouent un rôle dans la détection de la qualité du site et ensuite communiquent cette information au cœur du vaisseau ?



Il est fort possible que les biofilms volants jouent un rôle dans les interactions réciproques entre les bactéries et l'atmosphère. Nous explorons ces questions dans le contexte d'un réseau international focalisé sur l'impact de bio-aérosols sur les processus atmosphériques. Pour plus d'information sur ce réseau, consulter le site internet :

http://www.avignon.inra.fr/internet/unites/pathologie_vegetale/Bacteriology/Microbiological%20Meteorology/version_index_html

Littérature citée

1. Jayaweera, K., and P. Flanagan. 1982. Investigation of biogenic ice nuclei in the Arctic atmosphere. Geophys. Res. Lett. 9:94-97.

2. Kajava, A. V., and S. E. Lindow. 1993. A model of the three-dimensional structure of ice nucleation proteins. J. Mol. Biol. 232:709-717.

3. Kawahara, H. 2002. The structures and functions of ice crystal-controlling proteins from bacteria. J. Biosci. Bioeng. 94:492-496.

4. Lighthart, B. 1997. The ecology of bacteria in the alfresco atmosphere. FEMS Microbiol. Ecol. 23:263-274.

5. Monier, J.-M., and S. E. Lindow. 2003. Frequency, size and localization of bacterial aggregates on bean leaf surfaces. Appl. Environ. Microbiol. 70:346-355.

6. Morris, C. E., D. Georgakapolous, and D. C. Sands. 2004. Ice nucleation active bacteria and their potential role in precipitation. J. Phys. IV, France 121:87-103.

7. Morris, C. E., L. L. Kinkel, X. Kun, P. Prior, and D. C. Sands. 2006. A surprising niche for the plant pathogen *Pseudomonas syringae*. Infection, Genetics and Evolution (in press).

8. Morris, C. E., and J.-M. Monier. 2003. The ecological significance of biofilm formation by plant-associated bacteria. Annu. Rev. Phytopathol. 41:429-453.

9. Morris, C. E., J.-M. Monier, and M.-A. Jacques. 1997. Methods for observing microbial biofilms directly on leaf surfaces and recovering them for isolation of culturable microorganisms. Appl. Environ. Microbiol. 63:1570-1576.

10. Sands, D. C., V. E. Langhans, A. L. Scharen, and G. de Smet. 1982. The association between bacteria and rain and possible resultant meteorological implications. J. Hungarian Meteorol. Serv. 86:148-152.

11. Szyrmer, W., and I. Zawadzki. 1997. Biogenic and anthropogenic sources of ice-forming nuclei: A review. Bull.



On peut se demander si les biofilms protègent les « passagers microbiens » des conditions hostiles de l'atmosphères telles que la déshydratation et les rayons UV

RESEAU NATIONAL BIOFILMS

Contact : Cindy Morris

cindy.morris@avignon.inra.fr
http://www.avignon.inra.fr/internet/unites/pathologie_vegetale/

Directeurs de Publication :
R. Briandet (Inra) et I. Dupont (Corrodys)
Comité de rédaction :
A.Bergel (Cnrs) , C.Compère (Ifremer), P.Lejeune (Insa), F. Garrido (Brgm), J.M. Herry (Inra), M.Motelica (Brgm), B. Tribollet (Cnrs).

Adressez vos remarques et demandes d'inscription au réseau à : webmaster@biofilm-France.com

RESEAU NATIONAL BIOFILMS

Www.biofilm-France.com

Des ateliers technologiques pour partager...RNB.ateliers, un chantier ouvert

Par essence, l'étude des biofilms est hautement pluri-disciplinaires. Microbiologie, biologie moléculaire, biophysique, biochimie, génie des procédés, matériaux, chimie, microscopies, flow-cells… Afin de partager nos expériences sur les différentes approches expérimentales liées à l'étude de ces structures, le RNB propose d'initier une réflexion sur la mise en place d'une série d'ateliers technologiques.

Une nouvelle interface internet

Après la réalisation des pages « extranet » (réservées aux membres, mises en ligne en 2004), nous étions en « panne technique » pour la réalisation des pages d'accueil internet. Merci à Olivier PAUL (Critt BNC) qui vient de nous construire les pages d'accueil Internet. Lien ouvert à l'ensemble des internautes, elles seront également le nouveau portail d'entrée à l'extranet pour les membres du RNB.

Actualités, colloques nationaux et internationaux

- RNB.JT 2006 : Les biofilms dans l'environnement et les procédés industriels, Journées thématique du Réseau National Biofilms, 14-15 juin 2006, Orléans.
Www.biofilm-France.com

- ELECTROCHEMICAL METHODS IN CORROSION RESEARCH,
9th International Symposium EMCR , 18-23 juin 2006
www.lise.jussieu.fr/1actualite/congres/cadre_index.htm

- IWA World Water Congress and Exhibition, 10 - 14 September 2006, Beijing China.
www.iwa2006beijing.com

- Biodépollution et Environnement: Savoir et savoir-faire, 12-13 septembre 2006, Paris. Colloque organisé conjointement par la SFM et le comité Adebiotech - FFC.
FFC.adebiotech@scifrance.org,

- BIOFILMS: FROM BASICS TO EMERGENT
University of Minho, Braga, Portugal
11 Sep 2006 - 16 Sep 2006
www.ceb.uminho.pt/biofilm/

- Biofilm Systems VI
Amsterdam RAI, The Netherlands
24 Sep 2006 - 27 Sep 2006
Additional Information
www.moorga.com

-Ecole thématique CNRS, «Biodéterioration», 8-10 octobre 2006
www.insa-strasbourg.fr/liss/biodeterioration/

- 12th International Symposium on Staphylococci & Staphylococcal Infections
Maastricht, The Netherlands
03 Sep 2006 - 06 Sep 2006
www.isssi2006.org

- Recent Advances in Marine Anti-fouling Technology
National Institute of Ocean Technology, Chennai (Madras), India
6 Nov 2006 - 08 Nov 2006
www.niot.res.in/ramat/orgsec.htm

- **Apport des nouvelles approches méthodologiques dans l'étude des interactions bactériennes dans les environnements agro-alimentaires**
Société Française de Microbiologie, 7 novembre 2006, Paris, Carré des Sciences.
www.sfm.asso.fr/

- Biofilms 2007
4th ASM Conference on Biofilms
March 25-29, 2007, Quebec City, Quebec, Canada.

- …et bien sur, les **RNB.JT 2007**, la date, le lieu et l'intitulé très prochainement sur le site....