

ORSATTI Tanja (2023) : Biofilm structure shaped by porous media flow

Résumé

Les roches souterraines sont des réservoirs d'eau très importants, l'eau peut s'écouler à travers des milieux saturés poreux ou fracturés dans lesquels les composés peuvent être transportés passivement avec l'eau. Dans l'espace poreux, des processus de mélange et de transport ont lieu et contrôlent les réactions chimiques et biologiques, comme la croissance des biofilms. La croissance et le transport des biofilms sont classiquement étudiés à travers la théorie CFT (théorie de la filtration colloïdale) sans considérer les processus physiques et biologiques liés aux cellules microbiennes, leur métabolisme et leur division.

Le transport des micro-organismes, dans cette étude des bactéries et des biofilms, est plus complexe que le transport colloïdal, car ils interagissent avec la structure et entre eux. Des recherches récentes ont montré que les bactéries transportées à travers des milieux poreux s'organisent en différentes structures et de manière hétérogène. Deux structures sont généralement observées : les streamers et le base biofilm, et selon les études, ces structures apparaissent en fonction du débit et des nutriments. Cependant, les recherches récentes ont conclu que le transport par biofilm reste un domaine ouvert avec de nombreuses inconnues, par exemple, il n'a pas été compris si la croissance de la biomasse totale dans un milieu poreux suit un modèle logistique et aussi de quoi dépend la différenciation structurelle du biofilm.

Grâce à des techniques récemment développées telles que la microfluidique et la possibilité de mener des expériences sur de longues périodes de temps et d'acquérir des images en temps différé, il a été possible d'analyser la croissance et la dispersion des biofilms à travers un milieu poreux. La dispersion de la biomasse a été analysée à l'échelle macroscopique mais aussi à l'échelle des pores, de sorte qu'il a été possible d'avoir une idée générale à toutes les échelles du comportement des biofilms dans certaines conditions. Après une série d'expériences utilisant deux stratégies différentes de croissance de la bactérie *P. Putida* (KT2440 DfliM) au travers de milieux poreux sous un flux contrôlé dans un espace confiné, et après des analyses qualitatives et quantitatives, il a été conclu que la biomasse totale ne croît pas selon le modèle logistique et que les structures au sein d'un milieu poreux se développent de manière hétérogène en fonction des conditions initiales et des substances injectées dans le système.

Abstract

Underground rocks are really important water reservoir, water can flows trough porous or fractured saturated media within which compounds can be passively transported with water. In the pore space mixing and transport process takes place and controls chemical and biological reactions, as biofilm growth. Biofilm growth and transport is classically studied trough the CFT theory (colloid filtration theory) without consider the physical and biological process relies to the microbial cells and their metabolism and division.

Transport of microorganism, in this study of biofilm, is more complex as the colloid transport, as they interact with the structure and between themselves. Recent research has shown that bacteria transported through porous media organise themselves into different structures and in a heterogeneous way. Two structures are generally observed: streamers and base biofilm, and according to studies these structures occur as a function of flow and nutrients. However, recent

research has concluded that biofilm transport is still an open field with many unknowns, e.g. it has not been understood whether the growth of total biomass in a porous media follows a logistic model and also what the structural differentiation of the biofilm depends on.

Thanks to recently developed techniques such as microfluidics and the possibility of conducting experiments over long time periods and acquiring time lapsed images, it was possible to analyse the growth and dispersion of biofilms through a porous media. Biomass dispersion was analysed at the macroscopic scale but also at the pore scale, so that it was possible to get a general idea at all scales of how biofilms behave under certain conditions. After a series of experiments using two different strategies of growth of *P. Putida* bacteria (KT2440 DfliM) through porous media under a controlled flow in a confined space, and after qualitative and quantitative analyses, it was concluded that the total biomass does not grow according to the logistic model and that the structures within a porous media develop in a heterogeneous way depending by the initial conditions and by the substances injected into the system.