

Éditorial

Les contributions à ce numéro spécial de *Oil & Gas Science and Technology - Revue de l'Institut français du pétrole* donnent un aperçu de la Rencontre scientifique « Microbiologie des hydrocarbures : état de l'art et perspectives » organisée à l'*IFP* en juin 2002. Cette conférence internationale a rassemblé les spécialistes du domaine, soit environ cent participants issus des universités, des centres de recherche et de l'industrie de quinze pays.

La conférence s'est articulée autour de quatre thématiques : *l'écologie microbienne de la biodégradation*, qui étudie les interactions entre les microorganismes hydrocarbonoclastes et leur environnement ; *la biodégradation des hydrocarbures*, qui est focalisée sur les mécanismes microbiens de dégradation des hydrocarbures ; *la biodégradation des éthers-carburants*, qui constitue un sujet d'intérêt pour l'industrie pétrolière ; et *la biocatalyse*, qui a ici été consacrée aux applications potentielles des microorganismes dans le raffinage et la pétrochimie ou des domaines proches. Chaque sujet a fait l'objet de cinq présentations orales et de plusieurs affiches, soit un total de cinquante-six communications. Ce numéro spécial de *Oil & Gas Science and Technology - Revue de l'Institut français du pétrole* comporte onze articles issus des sessions orales ou des posters.

Les deux premiers thèmes de la conférence sont étroitement liés et partagent les mêmes objectifs : la compréhension des mécanismes de biodégradation par les microorganismes dans l'environnement (c'est-à-dire, des gènes impliqués jusqu'à leur expression au sein des communautés microbiennes) et leur utilisation à des fins de dépollution, y compris dans des processus d'atténuation naturelle. Dans le premier article, l'importance de la biodiversité dans l'environnement est bien illustrée par l'exemple de l'alcane hydroxylase qui est l'enzyme catalysant l'oxydation initiale des alcanes. La biodégradabilité intrinsèque des essences et des gazoles ainsi que la distribution des capacités de dégradation dans l'environnement sont ensuite décrites. Dans le troisième article, l'atténuation naturelle des hydrocarbures aromatiques par biodégradation intrinsèque est présentée puis discutée au travers d'une étude de cas. Les trois articles suivants sont plus spécialement consacrés aux stratégies de bioréhabilitation, en particulier : l'effet des dispersants et des nutriments sur la dépollution des marées noires ; la réponse des communautés microbiennes subantarctiques aux contaminations par les hydrocarbures et à la biostimulation ; et l'impact du vieillissement de la pollution d'un sol sur la disponibilité des substrats hydrophobes aux microorganismes dégradeurs.

À l'heure où certains additifs oxygénés de l'essence comme le MTBE (méthyl *tertio* butyl éther) sont sur le point d'être interdits dans certaines zones à cause de l'étendue de la pollution de nappes d'eau souterraines, il est apparu intéressant de dédier une session à leur biodégradation. Ces composés (notamment le MTBE, l'éthyl *tertio* butyl éther et le *tertio* amyl méthyl éther) ont été incorporés aux essences pour réduire les émissions de polluants dans l'air en oubliant que leurs propriétés physicochimiques (par exemple, la solubilité dans l'eau) et biologiques (par exemple, le goût et l'odeur, la résistance à la biodégradation) pouvaient affecter les ressources en eau. La première des deux publications sur ce sujet présente l'organisation génétique d'une mono-oxygénase responsable de l'attaque initiale de l'ETBE et du MTBE. Le système décrit est le seul système impliqué dans l'oxydation du MTBE dont les gènes sont actuellement connus. Le second article vise à identifier les causes de la faible biodégradabilité du MTBE dans l'environnement.

La biocatalyse est un domaine en pleine évolution, mais ses applications dans les domaines de la pétrochimie et du raffinage restent quasi inexistantes malgré le développement de nouveaux biocatalyseurs efficaces. Les articles présentés ici traitent de la désulfuration microbiologique des gazoles. Ce nouveau mode de désulfuration présente quelques avantages par rapport à l'hydrodésulfuration profonde (notamment des températures et pressions opératoires beaucoup plus basses) et il a fait l'objet de nombreuses études au cours des dix dernières années. La première publication présente l'activité de biocatalyseurs de biodésulfuration sur différents types de gazoles. La possibilité de trouver de nouvelles souches microbiennes désulfurantes est décrite dans l'article suivant. Enfin, le développement de nouveaux outils génétiques pour améliorer l'activité de biodésulfuration de certaines souches est présenté.

Les publications sélectionnées, bien qu'elles ne donnent qu'une vue partielle de la conférence, reflètent les avancées qui ont eu lieu ces dernières années en microbiologie des hydrocarbures. La biodégradation et la biocatalyse poursuivent des buts différents mais ont aussi de nombreux aspects en commun, par exemple, les mêmes enzymes et les mêmes microorganismes. Par ailleurs, dans un futur proche, de nombreux nouveaux outils et de nouvelles connaissances sont attendus dans les domaines de la microbiologie environnementale et de la biocatalyse, qui constituent deux domaines de recherche intensive [1, 2].

Frédéric Monot et Senta Heiss

[1] *Science* (2002) Special Issue on Environmental Microbiology, 296, 1056-1082.

[2] *Nature* (2001) Nature Insight on Biocatalysis, 409, 225-268.

Editorial

The contributions in this peer-reviewed special issue of *Oil & Gas Science and Technology - Revue de l'Institut français du pétrole* give a picture of the Scientific Conference "Microbiology of hydrocarbons: state of the art and perspectives" organized at IFP in June 2002. This international conference attracted the specialists in this field, about one hundred participants from universities, research centers and industry from fifteen countries.

The Conference was subdivided into four themes: *microbial ecology of biodegradation processes* which dealt with the interactions between hydrocarbon-degrading microorganisms and their environment, *biodegradation of hydrocarbons* which focused on the microbial mechanisms of hydrocarbon degradation, *biodegradation of fuel oxygenates* which is a topic of special interest for the petroleum industry, and *biocatalysis*, devoted to the potential applications of microorganisms in refining and petrochemistry or related fields. Each theme was covered by five oral presentations and several posters resulting in a total of fifty-six communications. This special issue of *Oil & Gas Science and Technology - Revue de l'Institut français du pétrole* contains eleven papers from the oral and poster sessions.

The first two themes of the Conference are closely linked and share the same objectives: the understanding of the mechanisms of hydrocarbon biodegradation by microorganisms in the environment (*i.e.*, from the genes involved to their expression in natural microbial communities) and their utilisation for depollution purposes, including natural attenuation processes. In the first paper, the importance of biodiversity in the environment is well illustrated by the example of alkane hydroxylase which is the enzyme catalyzing the initial oxidation of alkanes. The intrinsic biodegradability of gasoline and diesel oil and the distribution of degradation capacities in the environment are then presented. In the third article, natural attenuation of aromatic hydrocarbons by intrinsic biodegradation is reviewed and then discussed through a case study. The next three papers are more specifically devoted to bioremediation strategies, especially the effect of dispersants and nutrients on clean-up of marine oil spills, the response of sub-Antarctic microbial communities to hydrocarbon contamination and to biostimulation, and the impact of soil ageing on the availability of hydrophobic substrates to degrading microorganisms.

At a time when some fuel oxygenates such as MTBE (methyl *tert*-butyl ether) are to be phased out in certain large areas because of widespread groundwater pollution, it appeared interesting to dedicate a session to their biodegradation. These compounds (especially MTBE, ethyl *tert*-butyl ether and *tert*-amyl methyl ether) have been incorporated into gasoline to reduce air pollutant emissions while neglecting that their physicochemical (*e.g.*, water solubility) and biological (*e.g.*, taste and odour, recalcitrance to biodegradation) characteristics could affect water resources. The first of the two publications of this issue dealing with oxygenate biodegradation presents the genetic organization of a mono-oxygenase responsible for the initial ETBE/MTBE attack. This is the sole genetic system involved in MTBE oxidation currently known. The second paper aims at identifying the reasons for the poor biodegradability of MTBE in the environment.

Biocatalysis is a rapidly-evolving field, but its applications in petrochemistry and refining are still poor in spite of the development of new efficient biocatalysts. The papers presented are devoted to microbial desulfurization of diesel oils. This new mode of desulfurization has some advantages with respect to deep-hydrodesulfurization (especially low temperature and pressure) and it has been the subject of numerous studies for the last ten years. The first publication shows the activity

of biodesulfurization biocatalysts on different types of diesel oil. The possibility of finding new biodesulfurizing microbial strains is described in the next paper. Finally, the development of new genetic tools to improve the biodesulfurizing activity of some strains is presented.

The publications selected, although giving a partial view of the conference, reflect the advances that have occurred for the last years in microbiology of hydrocarbons. Biodegradation and biocatalysis have different goals but also share many aspects like, for example, the same enzymes and the same microorganisms, and in a near future, many new tools and insights can be expected in the fields of environmental microbiology and biocatalysis which are two domains of intensive research [1, 2].

Frédéric Monot and Senta Heiss

[1] *Science* (2002) Special Issue on Environmental Microbiology, 296, 1056-1082.

[2] *Nature* (2001) Nature Insight on Biocatalysis, 409, 225-268.