

Comment optimiser la fabrication de vos produits émulsionnés ?

Séminaire à Paris, les mercredi 24 et jeudi 25 novembre 1999

Du laboratoire à la production, la méthodologie pour améliorer la qualité de vos produits

- ▼ *Quelles sont les notions essentielles pour comprendre les émulsions ?*
- ▼ *La formulation, la stabilité du mélange, ...*
- ▼ *Quelles sont les différentes technologies utilisées à connaître ?*
- ▼ *Quels sont les éléments à maîtriser pour optimiser le transfert d'échelle du laboratoire au centre de production ?*
- ▼ *Comment rédiger son cahier des charges pour retenir le meilleur équipement ?*
- ▼ *Quels sont les enseignements à retenir de différents secteurs industriels : le médical, l'alimentaire, la pharmacie, la cosmétique, ... ?*

Pour plus de renseignements :

M/Mme, Prénom, Nom -----
Fonction ----- Service -----
Société -----
Tél. direct ----- Fax direct -----
E-mail -----
Adresse -----

Code postal, ville -----

☐ Je souhaite recevoir le programme de ce séminaire de formation.

La demande est à adresser à Euroforum, 35 rue Greneta,
75002 PARIS, ou par fax au 01 44 88 14 99,
ou par E-mail : fma@euroforum.fr

Dillon, de l'Observatoire géologique de Woods Hole, a repéré des failles, des effondrements et des affaissements au large des côtes Sud-Est des États-Unis, liés à la décomposition de l'hydrate et à la libération de méthane, tandis qu'un projet de recherche germano-russe (Komex) explore la mer d'Okhotsk.

Cette mer marginale, presque aussi grande que la mer du Nord et la mer Baltique réunies, est délimitée par la péninsule du Kamtchatka et l'arc insulaire des Kouriles. On connaît mal son origine et sa structure géologique. Comme ses eaux abritent d'énormes masses de plancton, elle joue un rôle clé dans le cycle global du carbone. D'autre part, avec des températures de surface de -2 °C, elle est l'une des rares régions où l'eau de surface chargée d'oxygène s'enfonce vers les abysses pour se répandre ensuite vers le Sud et vers l'Est, assurant la ventilation de grandes parties du Pacifique Nord : la mer d'Okhotsk est considérée comme le « poumon septentrional » de l'océan Pacifique.

Les panaches de méthane

Les expéditions Komex ont découvert des hydrates de méthane à l'Est de l'île Sakhaline et à l'Ouest de la chaîne des îles Kouriles. Notre traîneau équipé d'une caméra vidéo a montré des sources froides et leurs communautés caractéristiques. À l'aide d'un sonar de recherche de bancs de poissons, nous avons identifié des panaches de méthane, tandis que des analyses de l'eau montraient une sursaturation de l'eau en gaz d'un facteur 10 000. Au Nord-Est de l'île Sakhaline, par des profondeurs de 1 700 mètres environ, le traîneau vidéo a montré un paysage étrange, avec des cheminées de barytine (sulfate de baryum) de dix mètres de haut, qui caractérisent des sources froides.

La mer d'Okhotsk est couverte de glace jusqu'au 45° parallèle environ (la latitude de Bordeaux), pendant sept mois par an. D'énormes quantités de méthane qui sont libérées des hydrates et des sources froides s'accumulent sous cette couverture de glace. Durant les premières expéditions Komex, au cours de l'hiver 1991, on a mesuré une concentration de 6,5 millilitres de méthane par litre d'eau sous la couche de glace. Pendant l'été suivant, lorsque la mer fut libérée des glaces, la concentration en méthane avait chuté à 0,13 millilitre par litre : le méthane piégé

par les glaces d'hiver avait été libéré dans l'atmosphère. Bien qu'isolée, cette mesure montre que la mer d'Okhotsk est une importante source de méthane atmosphérique. Ces mesures pourraient également expliquer les fluctuations saisonnières de la concentration en méthane atmosphérique enregistrées par la station de mesure de l'île Shemya, à l'extrémité Sud-Ouest des îles Aléoutiennes.

Les climatologues admettent aujourd'hui que le méthane libéré à partir des hydrates a eu, dans le passé, de profonds effets sur le climat global. À la fin du Paléocène (il y a environ 55 millions d'années), par exemple, les températures de la terre et de l'océan semblent avoir augmenté brusquement : de nombreuses espèces de foraminifères se sont éteintes, ainsi que d'autres organismes unicellulaires qui vivaient à la surface de l'océan et dans les eaux profondes. L'abondance de l'isotope léger du carbone (le carbone 12) a augmenté dans les coquilles et dans la matière organique de l'époque : manifestement, de grandes quantités de carbone sont apparues dans la biosphère. Cette dernière observation explique l'augmentation de température : les bactéries qui décomposent la matière organique enrichissent le méthane en carbone 12. De ce fait, elles enrichissent aussi les hydrates, de sorte que si ces derniers se décomposent, on retrouve un excès de carbone 12 dans le dioxyde de carbone. La décomposition des hydrates pourrait avoir résulté d'une modification de la circulation océanique, telle qu'il semble y en avoir eu à cette époque.

Gerald Dickens et ses collègues, à Woods Hole, ont utilisé un modèle informatique pour tester cette hypothèse. Ils ont supposé qu'une quantité d'hydrate correspondant à environ huit pour cent des réserves mondiales actuelles s'est décomposée, que le méthane libéré a aussitôt (à l'échelle des temps géologiques) été transformé en dioxyde de carbone. Sur un intervalle simulé de 10 000 ans, ils ont ajouté chaque année à leur atmosphère modélisée 160 kilomètres cubes de dioxyde de carbone renfermant du carbone 12. Les calculs montrent que l'ajout de dioxyde de carbone a provoqué un réchauffement de l'atmosphère inférieure de deux degrés ; simultanément, l'abondance des divers isotopes du carbone s'est établie aux valeurs observées dans les fossiles. Puis, comme



9. DES EXPLORATIONS effectuées à l'aide d'un sous-marin ont montré des vers de couleur rose, mesurant deux à cinq centimètres de long, qui avaient établi leurs galeries dans des hydrates de gaz qu'ils avaient fondus (en bas). Une espèce inconnue jusqu'ici, *Hesiacaeca methanolica* (en haut) vit en symbiose avec des bactéries qui se nourrissent du méthane de l'hydrate.

pour les données réelles, cette abondance s'est progressivement normalisée en l'espace de 200 000 ans.

Malgré les risques, les réserves estimées d'hydrate de méthane sont si considérables que de nombreuses sociétés pétrolières s'y intéressent. Des équipes de recherche, notamment en France et au Japon, prévoient leur récupération et leur utilisation, mais l'exploitation de cette prodigieuse source d'énergie à des coûts raisonnables présente des difficultés considérables.

Tout d'abord, les hydrates sont en profondeur et, souvent, sous le fond océanique. Ils sont très instables, voire explosifs. Même si l'on disposait d'un

système de convoyage jusqu'en surface, que faire ensuite des grandes quantités de boue et de calcaire auxquelles l'hydrate est mélangé ? Le gaz libre présent sous la couche d'hydrate n'est pas non plus facile à exploiter : la pression est trop faible pour faire jaillir le méthane à une vitesse suffisante pour le rendre exploitable.

On pourrait améliorer le rendement grâce à des techniques similaires à celles qui servent à récupérer le pétrole, lorsque les puits sont épuisés (on injecterait de la vapeur ou de l'eau chaude afin de fondre l'hydrate et de libérer davantage de méthane, puis ce dernier serait pompé à travers un autre trou de forage), mais, là encore, les coûts seraient élevés. Enfin, comment ramener le combustible à terre ? Les pipelines sous-marins sont très coûteux et exposés, sur le talus continental, aux glissements de terrain. Ce risque serait encore accru par l'extraction de l'hydrate qui stabilise les talus.

Pour éviter ces difficultés, certains ont proposé d'économiser le prix des pipelines en liquéfiant le gaz sur des navires ou sur des plates-formes de forage : le méthane serait d'abord transformé en hydrogène et en monoxyde de carbone ; puis, à l'aide d'un catalyseur, on synthétiserait des hydrocarbures liquides à longue chaîne que l'on pourrait facilement transporter par bateau. Ce type de solution a ses défauts : il fait perdre 35 pour cent de l'énergie. D'autres envisagent une installation de production installée sur le plancher océanique, où le méthane se combinerait avec l'eau pour former de l'hydrate pur. Celui-ci serait alors remorqué dans des réservoirs de stockage en forme de zeppelins. Quels que soient les résultats des recherches dans le domaine des hydrates, le futur sera certainement riche en découvertes et en innovations.

Erwin SUESS, Gerhard BOHRMANN et Jens GREINERT travaillent au Département de géologie de l'environnement marin du Centre de recherche GEOMAR, à Kiel. Erwin LAUSCH est membre du conseil d'administration de GEOMAR.

K. KVENVOLDEN et al., *Worldwide Distribution of Subaquatic Gas Hydrates*, in *Geo-Marine Letters*, vol. 13, pp. 32-40, 1993.

E. SUESS et al., *Methanhydratfund von FS Sonne vor der Westküste Nordamerikas*, in *Geowissenschaften*, vol. 15, pp. 194-199, juin 1997.

E. SUESS et al., *Fluid Venting in the Eastern Aleutian Subduction Zone*, in *Journal of Geophysical Research*, vol. 103, n° 2, pp. 2597-2614, 10 février 1998.

J.-P. HENRIET et J. MIENERT, *Gas Hydrates : Relevance to World Margin Stability and Climatic Change*, in *Geological Society Special Publication*, vol. 137, 1998.

G. BOHRMANN et al., *Authigenic Carbonates from the Cascadia Subduction Zone and their Relation to Gas Hydrate Stability*, in *Geology*, vol. 26, pp. 647-650, 1998.