

## □ 9) LES ALGUES MARINES PRODUCTRICES DE GAZ COMBUSTIBLES

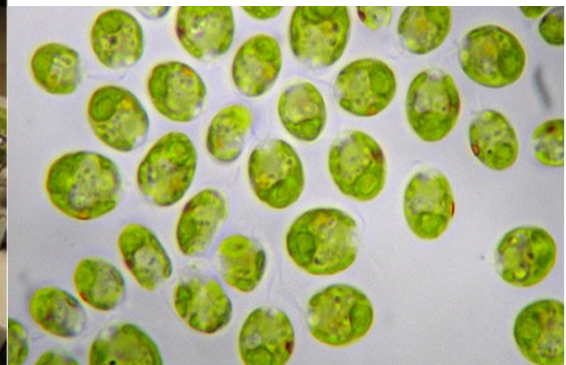
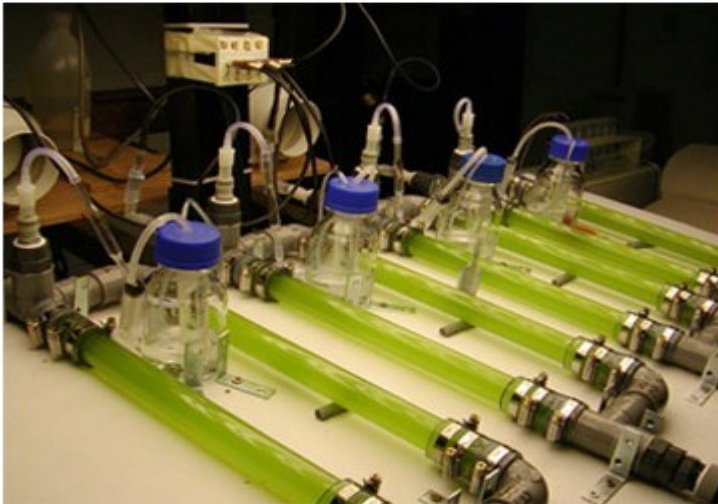
- 1) Production d'hydrogène par photo-synthèse des algues et d'autres contraintes chimiques
  - a) La production d'hydrogène à partir de la micro-algue *Chlamydomonas reinhardtii*
  - b) L'algue *Ulva lactuca* aussi candidate pour une production directe d'hydrogène
  
- 2) Photolyse (photo-décomposition) du sulfure d'hydrogène ( $H_2S$ ) pour produire de l'hydrogène
  - a) photo-décomposition pour station d'épurations
  - b) Les associations de protection de l'environnement démontre le dégagement de sulfure d'hydrogène produit par accumulation d'algues vertes en décomposition sur les cotes bretonnes
  - c) La prolifération d'algues vertes, point de départ de bioénergies produites par les stations d'épurations

# 1) Production d'hydrogène par photo-synthèse des algues et d'autres contraintes chimiques

Les algues permettent de s'affranchir de la contrainte du sol, par rapport à une culture classique, la production d'algues sur une même surface est plus importante (cultures en étages, sur mur, cultures aquatiques ... ).

## a) La production d'hydrogène à partir de la micro-algues

### *Chlamydomonas reinhardtii*



Le photobioréacteur construit par E.MIGNOLET démontre les capacités de production d'hydrogène de la micro-algues *Chlamydomonas* à l'université Belge de LIÈGE. En absence de soufre, l'algue *Chlamydomonas reinhardtii* produit de l'hydrogène. Le soufre est un élément chimique nécessaire à la synthèse de certains acides aminés qui forment les protéines. Lorsque cette algue est privé de soufre, le processus de photosynthèse diminue et elle met en place une autre voie énergétique et produit de l'hydrogène.

[http://reflexions.ulg.ac.be/PDFServlet?id=c\\_20502&html=true&jsp=PDFServlet/displayPdf.jsp&xsl=PDFServlet/xhtml2fo.xsl](http://reflexions.ulg.ac.be/PDFServlet?id=c_20502&html=true&jsp=PDFServlet/displayPdf.jsp&xsl=PDFServlet/xhtml2fo.xsl)



## b) L'algue *Ulva lactuca* aussi candidate pour une production directe d'hydrogène

Des travaux menés par des chercheurs de l'Université de Bonn (Allemagne) avec l'entreprise californienne Melis Energy ont permis d'isoler le gène producteur d'hydrogène de l'algue verte, *Ulva lactuca* ou laitue de mer.

Les algues produisent de l'hydrogène dans certaines conditions, lorsque leur métabolisme est perturbé par l'absence d'un constituant de base tel que le soufre. Ne pouvant plus synthétiser de protéines sans soufre, les algues s'organisent en mode de stockage et produisent de l'hydrogène par photosynthèse.

Maintenant leur but est d'isoler les enzymes responsables de la production d'hydrogène par les algues vertes (les hydrogénases) pour tenter de les fixer sur des membranes synthétiques qui deviendraient de véritables « batteries biochimiques ».

## 2) Photolyse (photo-décomposition) du sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) pour produire de l'hydrogène



a) La ville de SENDAI et le Professeur Kazuyuki Toji de l'Université de TOHOKU dans la préfecture de MIYAGI ont conjointement développé en 2003 un système pour produire de l'hydrogène (H<sub>2</sub>) par exposition de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) aux rayons du soleil à partir des boues d'épuration. Jusqu'à présent, la ville de SENDAI traitait les boues d'épurations en les déshydratant puis en les incinérant.

Principe du système d'obtention d'hydrogène par photolyse appelée photo-décomposition de sulfure d'hydrogène.

A une solution aqueuse de sulfure d'hydrogène est ajouté un catalyseur à base de sulfate de cadmium. Le mélange est ensuite fouetté jusqu'à obtention d'une mousse. L'hydrogène est ensuite produit par exposition de cette solution aux rayons du soleil.

Un mètre carré de surface recouvert avec une telle solution exposée aux rayons du soleil produit environ 7 litres d'hydrogène par heure, soit **20 fois plus qu'avec la méthode électrolytique.**

L'hydrogène est habituellement principalement fabriqué par électrolyse de l'eau, mais la photo-décomposition de sulfure d'hydrogène nécessite moitié moins d'énergie.

<http://www.tohoku.ac.jp/french/>



La France compte aujourd'hui plus de 15 000 stations d'épuration.



Bulle de sulfure d'hydrogène d'algues vertes

## **b) Les associations de protection de l'environnement démontre le dégagement de sulfure d'hydrogène produit par accumulation d'algues vertes en décomposition sur les cotes bretonnes**



la plage de Saint-Michel-en-Grève à Hillion, près de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor), a été fermée au public pour cause de présence d'algues vertes.

Les lessives et les détergents contiennent des nitrates, les excréments humains sont chargés de nitrates. Les villes rejettent donc aussi d'énormes quantités de nitrates, au même titre que l'agriculture et l'élevage.

Les mesures réalisées le 13 août 2009 à Saint-Michel-en-Grève confirment, selon l'Inéris, de fortes concentrations de gaz émis: jusqu'à 1000 ppmv (parties par million en volume) pour le sulfure d'hydrogène, 300 pour l'ammoniac, 300 pour le diméthylsulfure... A 1000 ppmv de sulfure d'hydrogène -concentration que l'Inéris ne rencontre que "rarement" et habituellement en milieu "confiné"-, il existe donc un risque "mortel en quelques minutes" provoqué par la fermentation des algues vertes, indique le rapport.

Le document rappelle également que la Ddass (Direction départementale des affaires sanitaires et sociales) des Côtes-d'Armor avait déjà émis un rapport alarmant en 2007, que L'EXPRESS.fr s'est procuré. On pouvait déjà y lire que "les niveaux de concentration atteints par le sulfure d'hydrogène émis par les tas d'algues peuvent (...) dépasser les limites d'exposition professionnelle".



Emplacement des points de mesure. Image extraite du rapport.

## c) La prolifération d'algues vertes, point de départ de bioénergies produites par les stations d'épurations



L'algue verte, laitue de mer ou *Ulva lactuca* a un rôle à jouer dans l'industrie alimentaire. L'algue verte a d'autres propriétés, elle dégage du méthane, mais surtout du sulfure d'hydrogène trop corrosif pour être directement utilisé comme combustible.

Le sulfure d'hydrogène à différentes utilisations, dans le médical en traitements pour l'hypertension, dans la fabrication du sulfure de sodium et des thiophènes employé par l'industrie chimique pour la protection du fer et de l'acier contre la corrosion saline, dans le nucléaire pour la production d'eau lourde, par les pétroliers comme additif dans les lubrifiants hautes pressions et les huiles de coupe, pour produire de l'acide sulfurique et du soufre très utilisés dans tous les secteurs.

La gestion de la prolifération préjudiciable des algues vertes peut aussi se transformer en point de départ de stations d'épuration fonctionnant toute l'année et productrices d'hydrogène par photodécomposition. Les stations d'épuration traitant les excréments humains deviendraient alors productrices d'hydrogène en continu et plus seulement consommatrices d'énergie comme actuellement. La France compte aujourd'hui plus de 15 000 stations d'épuration.



La photodécomposition peut être utilisée à la suite de la méthanisation, pour produire du méthane et de l'hydrogène dans les déchèteries et pour le lisier et le fumier agricole, ce qui les rendrait moins riches en nitrate avant l'épandage. Les algues vertes, stations d'épuration, déchèteries, fumier et lisier agricole représentent des centaines de millions de tonnes qui pourraient devenir des centaines de millions de tonnes de méthane et d'hydrogène.

Septembre 2002 sur la plage de Hillion, dans la baie de Saint-Brieuc. (AFP)



Après avoir extrait l'hydrogène du sulfure d'hydrogène produit par les algues vertes avec le système de photodécomposition, les résidus d'algues vertes peuvent ensuite servir d'engrais.

Enlèvement mécanique des algues vertes recouvrant la plage de Saint-Michel-en-Grève, le 1er août 2002

Le ramassage des algues vertes en Bretagne coûte environ 500 000 euros chaque année. Ce qui reste une somme infime comparée aux bénéfices en milliards de la filière agroalimentaire et du secteur du traitement des eaux usées par centrales d'épuration uniquement énergivore.