



Fondation de la Maison de la Chimie

Chimie et Changement Climatique

Mercredi 18 novembre 2015

RECUEIL DES RESUMES



Maison de la Chimie
28bis rue Saint Dominique 75007 PARIS



FÉDÉRATION FRANÇAISE
pour les sciences de la Chimie



Colloque

« CHIMIE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE »

Mercredi 18 novembre 2015 - Maison de la Chimie, Paris.

RESUMES DE LA TABLE RONDE ET DES CONFÉRENCES.

Pages

Table Ronde : *La chimie : un outil pour l'étude du changement climatique.*

Débats animés par : AMATORE Christian

Avec la participation de :

BRASSEUR Guy :

Chimie atmosphérique et climat.

P.1

GARNIER Emmanuel :

Fluctuations climatiques extrêmes et sociétés au cours du dernier millénaire.

P.2

LEGRAND Michel :

La chimie de la glace : une archive de notre environnement.

P.3

CAZENAVE Anny :

Océans, glaces, niveau de la mer et climat.

P.4

Conférences :

(par ordre alphabétique des auteurs)

BERNIER Jean-Claude :

Les variations du prix du baril et les énergies renouvelables.

P.5

BRECHET Yves :

La complexité du réseau et l'électricité verte.

P.6

CANDEL Sébastien :

La chimie face aux défis de la transformation du système énergétique.

P.7

COURTILLOT Vincent :

Le changement climatique : question encore ouverte ?

P.8

FONTECAVE Marc :

Que faire du CO₂ ? De la chimie !

P.9

GOEBEL Philippe :

Les Entreprises de la Chimie :

Des innovateurs au service de la lutte contre le changement climatique.

P.10

Le TREUT Hervé :

Le changement climatique : perspectives et implications pour le XXI^e siècle.

P.12

LEGRAND Jack :

Les microalgues : pour quoi faire ?

P.13

MAUBERGER Pascal :

L'hydrogène, vecteur de la transition énergétique.

P.14

Table ronde animée par Christian AMATORE

La chimie : un outil pour l'étude du changement climatique.

Chimie atmosphérique et climat.

Guy P. BRASSEUR

*Institut Max Planck de Météorologie
Hambourg, Allemagne*

Les espèces chimiques de l'atmosphère interagissent avec le rayonnement ultraviolet et visible émis par Soleil et avec le rayonnement infrarouge émis par la Terre et son atmosphère. La température de la Terre est fortement influencée par ces interactions. L'effet de serre, un processus naturel, conduit à un réchauffement de la surface terrestre de 33 °C et sera renforcé dans le futur par les rejets dans l'atmosphère du dioxyde de carbone et autres gaz comme le méthane liés à l'activité humaine. La présentation passera en revue les interactions entre la composition chimique de l'atmosphère et le climat. On évoquera les multiples rétroactions qui se produisent dans le système terrestre et qui font souvent intervenir la biosphère. On montrera aussi que les changements climatiques ne seront pas sans effets sur la qualité de l'air dans les décennies à venir.

Mots Clés : climat, composition chimique, effet de serre, ozone, aérosols.

Fluctuations climatiques extrêmes et sociétés au cours dernier millénaire.

Emmanuel GARNIER

Directeur de Recherche CNRS, UMR LIENSs-Université de La Rochelle

Contre toute attente, la certitude que nous avons de vivre un « changement » climatique ne date pas d'aujourd'hui. De facto, les sources historiques du dernier millénaire prouvent que nos ancêtres connurent très régulièrement des « dérangements du temps » ou des « renversements des saisons ».

Après avoir présenté les matériaux à la disposition de l'historien du climat pour reconstruire les climats du passé, les grandes fluctuations climatiques depuis l'an mil seront abordées en insistant sur les phases majeures que furent le Petit Optimum Médiéval (POM), le Petit Age glaciaire (PAG) et le retournement climatique de la seconde moitié du XIX^e siècle.

Au-delà de ces phases majeures de la grande histoire climatique, il convient également de faire une place toute particulière aux extrêmes climatiques qui focalisent aujourd'hui l'attention des opinions politiques et des décideurs. En la matière, l'éclairage historique apporte une contribution originale et parfois inattendue en matière de fréquence et de sévérité d'événements comme les cyclones tropicaux, les submersions ou encore les sécheresses et les inondations.

Reprenant les termes de l'historien Marc Bloch qui comparait l'historien à un ogre, le dernier volet de l'exposé vise à mettre de la chaire humaine autour de cette science climatique trop souvent dépourvue de sa dimension sociale au profit d'approches exclusivement statistiques et modélisatrices. Plus concrètement, il s'agit désormais de mesurer l'impact de ces « dérangements » et d'appréhender les réactions des populations confrontées aux « monstruosité du temps » de jadis. Une nouvelle fois, la réponse des archives déroute. Loin de conforter la vision de sociétés archaïques subissant l'adversité climatique comme une manifestation de l'ire divine, elles prouvent l'existence de stratégies d'adaptation et de formes de gouvernances qui sont autant de retours d'expériences précieux à verser au dossier actuel sur le changement climatique.

Mots Clés : histoire, climat, extrêmes, sociétés.

La chimie de la glace : une archive de notre environnement.

Michel LEGRAND

*Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement
Saint Martin d'Hères*

Après avoir présenté brièvement les méthodes de datation de la glace ainsi que le principe de fonctionnement des archives glaciaires qui ont enregistré sur plusieurs milliers d'années l'évolution passée de notre environnement (températures, précipitations, teneurs passées en gaz à effet de serre, teneur et composition de l'aérosol atmosphérique passé), je discuterai de quelques résultats marquants. Nous commencerons par la reconstitution de l'évolution du climat et des gaz à effet de serre au cours du Pléistocène (0 - 800,000 ans) obtenues grâce au forages réalisés en Antarctique. Puis nous discuterons de l'importance des données extraites de la glace correspondant à notre entrée dans la période récente, dite de l'anthropocène, pour comprendre le changement climatique actuel et prédire son évolution future.

Les gaz à effet de serre ne sont pas les seuls acteurs atmosphériques influençant le climat : les petites particules présentes en suspension dans l'air (appelées aérosols) interagissent de différentes manières avec les radiations solaires et donc le climat. L'évaluation de leur impact sur le climat reste cependant encore actuellement un énorme challenge scientifique. En effet, si l'aérosol peut représenter un facteur de forçage très important du climat à l'échelle régionale, la grande hétérogénéité spatiale et temporelle de sa charge comme de sa composition qui le caractérise, en liaison avec l'existence de nombreuses sources naturelles et anthropiques et un temps de résidence de quelques jours dans l'atmosphère, en fait une variable climatique encore difficile à prendre en compte dans les scénarii climatiques.

Je montrerai comment l'étude de la composition chimique des aérosols emprisonnés dans la glace a parfois contribué à combler les connaissances encore partielles que nous avons de certaines composantes de cet aérosol, en particulier pour sa fraction organique dont l'origine et les processus de formation restent très lacunaires. Ici nous verrons dans quelle mesure la mesure de certaines molécules organiques, maintenant parfois possibles même aux très basses concentrations rencontrées dans la glace, a permis de mieux comprendre l'origine naturelle et anthropique de l'aérosol organique, la réponse des émissions naturelles comme la végétation aux grands changements climatiques, ou encore la fréquence passée des feux de forêts.

Enfin nous verrons que ces archives glaciaires n'ont pas permis à ce jour d'obtenir une reconstitution de la capacité oxydante de l'atmosphère passée.

Références :

M. Legrand, Paléo environnement et archives glaciaires, dans "Physique et Chimie de l'Atmosphère", Chapitre 9, 390-414, R. Delmas, G. Mégie, V.H. Puech eds., Belin, 2005.

Mots Clés : glace, chimie, climat, anthropisation, aérosol, cycles biogéochimiques.

Océan, glaces, niveau de la mer et climat.

Addy CAZENAVE

LEGOS-CNES, Toulouse

La Terre est actuellement en état de déséquilibre énergétique : elle absorbe plus d'énergie du soleil qu'elle n'en réémet vers l'espace. Ce surplus d'énergie s'accumule principalement dans l'océan sous forme de chaleur. Néanmoins, une partie de l'excès d'énergie sert à réchauffer la basse atmosphère et à faire fondre les glaces (banquise, glaciers, calottes polaires). C'est ce que nous montrent les nombreuses observations du système climatique accumulées depuis quelques décennies par différents systèmes d'observations spatiaux et in situ. Une des conséquences du réchauffement de l'océan et de la fonte des glaces continentales (glaciers, Groenland et Antarctique) est l'élévation du niveau de la mer. Cette hausse est mesurée avec grande précision par satellite depuis le début des années 1990. Depuis cette date, le niveau moyen global de la mer s'est élevé de plus de 3 mm par an, valeur double de celle mesurée par les marégraphes au cours du XX^e siècle. On observe aussi que cette hausse est loin d'être uniforme : dans certaines régions, la mer s'est élevée 3 à 4 fois plus que la moyenne globale. Grâce aux observations dont on dispose aujourd'hui, nous savons que la hausse du niveau de la mer des dernières décennies résulte en partie du réchauffement de l'océan (qui se dilate) et de l'apport d'eau douce dû à la fonte des glaciers de montagne et des calottes polaires (le Groenland et l'Antarctique). Les modèles d'évolution du climat prédisent que la hausse du niveau de la mer se poursuivra au cours du XXI^{ème} siècle, et même au-delà, avec une vitesse qui dépendra des scénarios de réchauffement, donc des émissions de gaz à effet de serre. Et comme aujourd'hui, cette hausse ne sera pas uniforme. Certaines zones côtières basses et souvent très peuplées de la planète seront particulièrement affectées par ce phénomène qui amplifiera la vulnérabilité de ces régions.

Références :

1. Church, J. A., P. U. Clark, A. Cazenave, J. M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M. A. Merrifield, G. A. Milne, R. S. Nerem, P. D. Nunn, A. J. Payne, W. T. Pfeffer, D. Stammer and A. S. Unnikrishnan, 2013: *Sea Level Change*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.
2. Cazenave A. and Le Cozannet G., *Sea level rise and coastal impacts*, *Earth's Future*, vol2, issue2, 15-34, doi :10.1002/2013EF000188, 2014.
3. Cazenave A. and Remy F., *Sea level and Climate: observation and causes of changes*, *Wiley Interdisciplinary Reviews : Climate Change*, vol.2, 647-662, 2011.

Mots Clés : Changement climatique, océan, fonte des glaces, niveau de la mer.

Conférences Plénières et Sessions parallèles

(par ordre alphabétique des auteurs)

Les variations du prix du baril et les énergies renouvelables.

Jean-Claude BERNIER

Professeur émérite de l'université de Strasbourg

La chute du prix du baril menace-t-elle le développement des énergies alternatives ? On rappellera en introduction l'historique des chocs pétroliers et des contre – chocs et leur influence sur la recherche dans le domaine des énergies « propres ». Seront pointés les points positifs de la chute récente du prix du baril à la fois pour l'industrie et le particulier. Les points négatifs pour les compagnies énergétiques et les investissements seront analysés. Avec une vision sur la production et le marché de l'électricité seront pris en compte les évolutions des investissements et des prix de l'éolien et du photovoltaïque depuis 15 ans. Leurs comparaisons vis-à-vis de la production thermique montrent assez vite que le domaine concurrentiel est presque atteint. A qui profite un prix bas du baril ? On examinera aussi l'influence sur la chimie de base et de spécialités en jetant un regard attentif sur le danger pour la rentabilité des molécules bio- sourcées et la chimie du végétal. Avec la prise de conscience du changement climatique et de l'inévitable fin des ressources carbonées l'évolution vers une économie durable paraît assez réaliste.

Mots clés : énergies alternatives, prix du baril, marché de l'électricité, investissements, chimie du végétal.

La complexité du réseau et l'électricité verte.

Yves BRECHET

*Professeur à Grenoble-INP, Membre de l'académie des sciences,
Haut-Commissaire à l'énergie atomique*

Les deux vecteurs énergétiques majeurs, à savoir les hydrocarbures et l'électricité, ainsi que la nature de la consommation, pour le chauffage dans un habitat fortement urbanisé, pour le transport, et pour les industries énergivores, ont nécessité le développement de réseaux de distribution : distribution des hydrocarbures, distribution de l'électricité. Dans le même état d'esprit on pourrait ajouter les réseaux de gaz et les réseaux de chaleur.

La transition énergétique, dans la perspective de la limitation des gaz à effet de serre, est en fait une transition vers une économie décarbonée. Cela passe par une électrification croissante de nos besoins énergétiques. La production d'électricité n'est qu'une facette de la question, la densité de la production, la spatialité de la consommation sont des questions essentielles. C'est pourquoi les réseaux de transport et de distribution jouent un rôle essentiel. Les énergies alternatives sont par nature intermittentes (hormis l'hydraulique) et imposent des contraintes physiques sur le réseau qui conduisent à examiner soit la possibilité du stockage de masse, soit la capacité d'extension du réseau, soit une stratégie d'autoconsommation des énergies fatales. Ces trois options posent des questions différentes en terme de recherche dans le domaine de la chimie.

La chimie face aux défis de la transformation du système énergétique.

Sébastien CANDEL

*CentraleSupélec, Chatenay-Malabry
UPR288, CNRS, Laboratoire EM2C, Chatenay-Malabry*

Les questions de l'énergie et de la transformation du système énergétique en relation avec celle du changement climatique sont parmi les plus difficiles à l'heure actuelle. Pour gérer le risque climatique, il faut pouvoir maîtriser les émissions de CO₂ ainsi que celles des autres gaz à effet de serre. Les obstacles sont nombreux, ils sont d'abord politiques, économiques, sociologiques et démographiques. Comment pourra-t-on inverser la tendance qui est celle d'une croissance de la demande d'énergie qui a déjà conduit à un doublement de la consommation en 40 ans pour passer de 6 Gtep en 1970 à plus de 12 Gtep en 2013 et qui pourrait conduire avec l'augmentation de la population mondiale et la croissance des pays émergents et le développement de nombreux pays à plus de 20 Gtep en 2050 ? Comment faire en sorte que l'énergie qui est tirée actuellement à plus de 80% des ressources fossiles soit obtenue à partir de sources décarbonées ? La réponse à ces questions n'est pas simple et les difficultés scientifiques et techniques sont clairement sous-estimées par les innombrables commentateurs, par les décideurs et par le public. Il y aura de réelles difficultés à réaliser la transformation du système énergétique et il faudra pour cela utiliser toutes les possibilités de la science et de la technologie et toute l'imagination et la créativité des chercheurs et des ingénieurs pour trouver des solutions, réaliser des innovations, concevoir des ruptures. Dans ces domaines la chimie a un rôle important à jouer. Elle pourra intervenir puissamment dans l'amélioration de l'efficacité énergétique dans beaucoup d'utilisations de l'énergie, dans le développement de solutions innovantes dans l'élaboration de biocarburants ou l'utilisation de la biomasse, dans le développement de solutions pour le stockage massif ou distribué de l'énergie, dans la mise en œuvre de nouvelles idées pour la production d'hydrogène ou la valorisation du CO₂.

Mots Clés : Energies fossiles, transition énergétique, efficacité énergétique, biocarburants, stockage de l'énergie.

Le changement climatique : question encore ouverte ?

Vincent COURTILLOT

*Université Paris Diderot et Institut de Physique du Globe de Paris
Académie des Sciences*

La principale source d'énergie qui arrive sans cesse sur Terre est le Soleil, et ce depuis l'origine du système solaire. Les variations de l'activité solaire et celles de l'orbite de la Terre sont les principaux déterminants des variations du climat. La composition de l'atmosphère, la présence des gaz dits à effet de serre (H₂O, CO₂ notamment = GES) déterminent aussi en partie les fluctuations du climat sur Terre. La vision majoritaire actuelle des scientifiques qui étudient le climat est que, depuis la seconde moitié du vingtième siècle (et peut être avant), ce n'est plus le Soleil mais ce sont les GES et surtout le gaz carbonique relargué dans l'atmosphère par la combustion des hydrocarbures fossiles qui dominent largement par rapport aux effets du Soleil et sont donc la cause principale des variations multi-décennales à séculaires du climat. Une minorité de scientifiques ne partagent pas ces conclusions, principalement en mettant en avant des observations qui entrent en contradiction avec le modèle majoritaire. Certains affirment que le débat est clos. Le but de cette présentation sera de montrer que le débat reste essentiel, dans ce domaine comme dans d'autres, faute de quoi on sort du domaine de la science. Cette présentation insistera principalement sur les observations à diverses échelles de temps et d'espace de certains indicateurs des variations du climat et partant de là voudra montrer que les variations observées au 20^{ème} siècle ne sortent, ni par leur amplitude ni par leur vitesse, des variations naturelles observées depuis plusieurs siècles, voire millénaires. On montrera aussi que la plupart des modèles actuels ne « rétro-prédisent » pas bien les observations et que depuis plus de 15 ans la température moyenne de la basse atmosphère n'augmente plus. Elle est sur un plateau que la grande majorité des modèles numériques ne prédisaient pas. L'importance relative du Soleil et des GES dans l'évolution récente du climat terrestre reste donc encore une question ouverte ; elle devrait rester dans le registre des débats normaux qui émaillent l'histoire des sciences.

Mots Clés : Changement climatique, gaz à effet de serre, Soleil, observations, modèles.

Que faire du CO₂ ? De la chimie !

Marc FONTECAVE

Collège de France, Paris

Le développement des nouvelles technologies de l'énergie pour l'exploitation des énergies renouvelables, comme l'énergie solaire ou l'énergie éolienne diluées et intermittentes, nécessite celui des procédés de stockage de l'énergie. Une façon de stocker ces énergies est de les transformer en énergie chimique, par exemple en convertissant le gaz carbonique en molécules carbonées, à travers la formation de liaisons carbone-hydrogène et carbone-carbone, riches en énergie. C'est ce que fait la nature (plantes, microalgues, cyanobactéries) avec ce processus biologique fascinant qu'est la photosynthèse qui permet de stocker l'énergie solaire en convertissant l'eau et le CO₂ en biomasse. Une nouvelle chimie est donc à développer pour reproduire en quelque sorte la photosynthèse mais aussi à travers toutes les réactions possibles de valorisation du CO₂. Avec cette stratégie, le CO₂ devient alors une molécule d'intérêt, riche source de carbone pour l'industrie chimique et les usages de l'humanité, et non plus cette molécule accusée de tous les maux (réchauffement climatique). Malheureusement, le défi est grand tellement la molécule de CO₂ est stable et tellement il est difficile de l'activer pour la transformer. Les contraintes en effet ne sont pas seulement thermodynamiques mais également cinétiques. Il faut donc mettre au point des procédés performants, notamment avec le développement de catalyseurs efficaces pour les réactions étudiées.

L'exposé fera le point sur la question de la capture et de la séquestration du CO₂, sur l'utilisation actuelle du CO₂ dans l'industrie (production d'urée, méthanol, monoxyde de carbone, acide formique et carbonates), enfin des technologies émergentes (hydrogénation, électroréduction et photoréduction du CO₂, synthèse de polycarbonates, chimie fine, biotechnologies,...).

Références :

N. Elgrishi, V. Artero, M. Fontecave. Activation du dioxyde de carbone: enzymes, catalyseurs bioinspirés et photosynthèse artificielle. L'Actualité Chimique, 371-372, 95, 2013

M. Fontecave. Sustainable Chemistry for Energizing the Planet Angew. Chem. Int Ed. 2015 (sous presse)

Mots Clés : photosynthèse, valorisation du CO₂.

Les entreprises de la Chimie : des innovateurs au service de la lutte contre le changement climatique

Philippe GOEBEL

Président de l'Union des Industries Chimiques

Bien que deux fois centenaire, l'industrie chimique reste une industrie jeune et essentielle sur laquelle reposent des pans entiers de notre société. En effet, toutes les nouvelles énergies ou toutes les nouvelles technologies développées pour faire face aux défis actuels n'auraient pu voir le jour sans réactions chimiques ou découvertes des scientifiques du secteur de la Chimie. En ce sens, l'industrie chimique est génératrice d'innovation et de développement économique. C'est en effet un déterminant majeur de la compétitivité économique française, et un acteur indispensable au maintien du tissu industriel national et des millions d'emplois associés. C'est grâce à la Chimie que la France sera en mesure de répondre aux enjeux majeurs du siècle, à savoir les problématiques de changement climatique, de préservation des ressources et de l'environnement, ou encore de transition énergétique.

Bien qu'étant un important consommateur d'énergie et de matières premières, la réduction de notre impact environnemental est une ligne directrice qui a été tracée par l'ensemble de la profession, et définie comme une priorité d'action il y a déjà plusieurs décennies. L'industrie chimique en France a réduit de près de 60% ses émissions de gaz à effet de serre depuis 1990. De plus, de nombreuses initiatives ont déjà été mises en œuvre afin d'encourager les efforts d'innovation dans le sens de procédés industriels plus sobres en carbone, afin de donner à la chimie un nouveau dynamisme et de favoriser le développement d'une nouvelle ère industrielle. L'initiative Responsible Care[®] engage depuis 25 ans les industriels de la chimie dans une démarche d'amélioration continue des performances dans la santé, la sécurité et l'environnement.

Le futur énergétique et climatique se décide aujourd'hui et la recherche et l'innovation sont à la base du processus. La chimie est une science et une industrie au cœur des problématiques du développement durable. Elle permet, par la mise au point de nouvelles énergies, ou la réduction de la dépendance dans ces dernières, de faire face à la raréfaction des ressources. C'est grâce aux produits et solutions innovantes qu'elle met à leur disposition que les industries en aval ainsi que les particuliers peuvent réduire leur empreinte énergétique et envisager un circuit économique plus sobre en carbone. Depuis le début du siècle déjà, de nombreux projets ayant trait à l'économie circulaire sont développés par les industriels, axés sur l'utilisation de ressources renouvelables et mais aussi sur le recyclage de matières déjà utilisées. Dans ce cadre, même si la Chimie basée sur les ressources fossiles est appelée à rester la plus importante pour de nombreuses années, la chimie du végétal trouve toute sa place dans les grands projets du futur de l'industrie, son développement contribuant à la valorisation de la biomasse et à une indépendance énergétique croissante.

Mon intervention a pour but de montrer le rôle essentiel de l'industrie chimique en France dans le développement d'une économie nationale compétitive et sobre en carbone, qui est pour nous industriels la seule voie pour lutter contre le changement climatique tout en procurant à une population toujours plus nombreuse le bien être auquel elle aspire légitimement. Ainsi, c'est en grande partie la chimie d'aujourd'hui qui va façonner le monde de demain.

Mots Clés : chimie, industrie, innovation, développement durable, économie sobre en carbone, transition énergétique, changement climatique

En savoir plus : www.uic.fr

Le changement climatique : perspectives et implications pour le XXI siècle.

Hervé Le TREUT

*Directeur, Institut Pierre Simon Laplace et ED 129 Professeur,
UPMC et Ecole Polytechnique*

Le changement climatique constitue un enjeu environnemental très particulier puisqu'il affecte sur le long terme (l'échelle des décennies) un système où évoluent de manière solidaire des composantes très différentes : l'atmosphère, les océans, les sols continentaux. Les émissions de gaz à effet de serre perturbent les évolutions naturelles de ce système à un rythme qui s'accélère sans cesse: au cours des 60 dernières années les émissions de CO₂ liées à la combustion du charbon, du pétrole ou du gaz naturel ont été multipliées par un facteur 10 environ, et elles s'accumulent dans l'atmosphère sur des durées de l'ordre du siècle. Le diagnostic scientifique, la prise de conscience par le grand public et les décideurs politiques ont peine à suivre ce rythme très rapide, qui fait qu'aujourd'hui il nous faut décider une combinaison de mesures complexes: réduction drastique de l'usage des produits carbonés, faisant appel à relativement court terme à des technologies nouvelles, et adaptation préventive à une part de changements devenus inévitables. Tout ceci se produit dans un contexte où l'on ne peut oublier d'autres enjeux liés à la biodiversité, aux respects des valeurs humanistes, aux problèmes d'équité entre pays ou individus.

Les microalgues : pour quoi faire ?

Jack LEGRAND

*Professeur à l'Université de Nantes,
Directeur du GEPEA,
Laboratoire de Génie des Procédés – Environnement – Agroalimentaire,
UMR CNRS 6144*

Depuis plus de 3 milliards d'années, la machinerie chlorophyllienne des microalgues utilise l'énergie solaire pour convertir le dioxyde de carbone, les nitrates, sulfates et autres nutriments en dioxygène et biomasse (protéines, polysaccharides, lipides, pigments, antioxydants, vitamines, etc.). Il en existe plus de 100 000 espèces, présentes dans toutes les branches de l'arbre phylogénétique, dont à peine une vingtaine est cultivée. Pour de nombreux domaines d'application, les microorganismes photosynthétiques à croissance oxygénique (microalgues, cyanobactéries) sont une ressource végétale d'avenir. La diversité biologique importante et leurs caractéristiques intrinsèques leur donnent en effet de nombreux avantages (productivités surfaciques importantes, biochimie variée, possibilité d'une production contrôlée, contrôle des rejets). Aujourd'hui, l'exploitation industrielle reste cependant modérée et peu diversifiée, en décalage apparent avec le potentiel pourtant identifié de cette nouvelle bioressource. Avec environ 30 000 tonnes produites par an dans le monde, le marché des produits et extraits de microalgues est encore à ses débuts. La plupart de l'activité commerciale concerne les compléments alimentaires (biomasse entière) ou l'extraction d'un métabolite spécifique à très haute valeur, pour les marchés de la cosmétique ou de la nutraceutique.

L'un des freins au développement de la filière industrielle des microalgues concerne les applications impliquant un passage à grande échelle, comme la production de vecteurs énergétiques, chimiques ou alimentaires. Pour être durable, la production de masse doit en effet être solaire et, comme pour tout procédé solaire, les conditions d'environnement (ensoleillement mais également température ambiante) deviennent alors un paramètre majeur dont la difficulté de gestion (variations des conditions météorologiques, saisons, cycles jours-nuits) vient s'ajouter aux problématiques propres du changement d'échelle. Malgré les nombreux efforts engagés, la production à grande échelle reste à être réalisée et soulève de nombreux problèmes aussi bien technologiques que scientifiques. L'exploitation des microalgues (microorganismes en milieu aqueux) impose en effet une rupture par rapport à l'agriculture traditionnelle. Les verrous techno-scientifiques sont pluridisciplinaires et concernent notamment la sélection et l'optimisation des souches en vue d'améliorer la productivité et la qualité des molécules produites, et l'optimisation en termes de coût, de bilan énergétique et de bilan environnemental des procédés de culture, de récolte et d'extraction.

Mots Clés : Microalgues, production solaire, biomolécules.

L'hydrogène, vecteur de la transition énergétique.

Pascal MAUBERGER

Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à Combustible

L'hydrogène est un vecteur énergétique puissant qui peut et va rendre de grands services dans la transition énergétique que nous vivons partout dans le monde.

Dans un contexte mondial d'augmentation exponentielle de la population et donc des besoins en énergie, nous sommes en effet confrontés à de grands défis :

- comment réduire nos émissions polluantes et de gaz à effet de serre, dans la mobilité et la production énergétique ?
- comment réduire notre dépendance aux énergies fossiles ?
- comment stocker l'énergie pour faciliter le déploiement des EnR et leur intégration dans le système énergétique ?
- comment améliorer la santé et le bien-être des citoyens affectés par les pollutions diverses ?
- comment contribuer à maintenir une France compétitive et innovante dans les grandes évolutions industrielles touchant à l'énergie et aux transports ?

L'hydrogène, vecteur énergétique polyvalent et flexible, apporte des solutions efficaces et décisives pour répondre à ces grands défis liés à la transition énergétique et à la croissance de demain.

Les technologies de l'hydrogène énergie constituent une solution de stockage et de conversion d'énergie dans lesquelles il est important d'investir dès aujourd'hui afin de faire face :

- à la nécessité de décarboner notre société, notre énergie et nos transports, afin notamment d'améliorer la santé et le bien-être des citoyens ;
- au besoin de réduire notre dépendance énergétique en développant les énergies renouvelables et donc de stocker l'énergie pour faciliter l'intégration des EnR dans le mix énergétique ;
- à l'impératif de développer la compétitivité et l'innovation au vu de la concurrence mondiale, notamment des pays émergents.

Mots Clés : énergie, transition énergétique, hydrogène, stockage d'énergie renouvelable, écomobilité.

Maison de la Chimie
28bis rue Saint Dominique 75007 PARIS