

Le EQFD

Un « passeport recherche » pour un lycée Guérandais...

Edito

A notre époque où l'on crie à l'urgence de la situation environnementale et à l'obligation de trouver rapidement des solutions, beaucoup de projets peuvent être mis à l'écart car ils demandent du temps pour être développés et efficaces.

Dans le cas de l'hydrogène, carburant propre par excellence, et de sa production par micro algues, il est vrai que les applications directes et concrètes restent discrètes dans notre société. On parle des moteurs fonctionnant grâce à l'énergie produite par des piles à hydrogène, mais ils restent encore peu répandus et très onéreux. De même, la production industrielle d'hydrogène par micro algues ne démarrera que dans une vingtaine d'années seulement.

Cependant, faut-il rejeter ce moyen de production à l'état de simple projet pour laisser place aux autres dont les applications sont plus rapides ?

En effet même si elles apparaissent encore comme un moyen presque utopique de créer de l'énergie entièrement bio, les micro algues ont un grand potentiel que la recherche commence à cerner. Déjà utilisées industriellement pour produire des lipides, et ce de manière très rentables, elles n'ont pas encore dévoilé l'intégralité de leur potentiel.

Il ne faut pas croire à la solution miracle, parfaite et immédiate, car seules des recherches poussées permettent l'élaboration d'une production efficace.

N'en déplaise à certains, il faut parfois laisser le temps aux choses, être patient, et ne pas oublier que le court terme n'a souvent pas sa place en matière de recherche et de développement.

Des micro algues dans vos moteurs ...



Pourquoi ce journal ?

Le programme régional Passeport Recherche est destiné à faire découvrir concrètement le monde de la recherche. Dans cette optique, nous avons visité le laboratoire du GEPEA à Saint Nazaire, dans le but de découvrir les applications des micro algues en particulier dans la production d'hydrogène. Ce journal est donc l'occasion d'organiser un travail de rédaction et de mise en forme ainsi que de faire découvrir les recherches de Benoît Degrenne qui, malgré leur aspect technique, se révèlent intéressantes et à la portée de tous.

Dans ce numéro :

| | |
|--|------|
| Les micro algues dans notre vie | P. 2 |
| L'automobile et les micro algues | P.2 |
| La bioproduction d'hydrogène | P.3 |
| Le photobioréacteur : une raffinerie verte | P.3 |
| Benoît Degrenne : un thésard bio | P.4 |

Les microalgues interviennent dans notre vie

Des programmes internationaux de recherche ont été lancés pour définir les applications éventuelles de ces microorganismes dans notre vie de tous les jours.

Ces algues ont notamment la particularité de produire de l'énergie, des colorants et peuvent également avoir des vertus thérapeutiques.

L'alimentation, la santé, les cosmétiques, l'élevage, l'aquaculture, les biocarburants... Autant d'applications où les microalgues jouent un rôle important.

Je roule aux micro-algues !

La *Botryococcus Braunii*, comme d'autres espèces de micro-algues, possède des facultés entrant dans la production d'hydrocarbures, propriété très recherchée dans notre monde capitaliste avec l'envolée du prix du pétrole. La production d'hydrogène semble aussi être possible grâce aux micro-algues. Celles-ci présentent un intérêt

croissant de part son caractère renouvelable et non polluant.

Je mange des micro-algues !

La *Phycocérythrine*, la *Phycocyanine* ainsi que dans la *Spiroline* produisent chacune différents pigments utilisés comme colorants alimentaires ou dans des produits cosmétiques. Le célèbre *Béta-Carotène* est un pigment orange-rouge, présent dans la *Spiroline*, utilisé dans l'industrie pharmaceutique et la diététique. D'autres couleurs peuvent également être exploitées à partir de microalgues, on retrouve par exemple du bleu et du vert.

Je me soigne aux micro-algues !

La *skeletonema costatum* se caractérise, elle, par ses propriétés antibiotiques et entrent donc dans la composition de produits issus de l'industrie pharmaceutique et cosmétique. L'activité enzymatique des micro-algues permet la fabrication de traitements et ainsi de lutter contre certaines maladies chroniques comme le SIDA ou encore certains cancers.

Au niveau mondial, de nombreuses recherches sont effectuées afin d'adapter l'utilisation des micro-algues dans la vie quotidienne et à une production industrielle. Dans certains domaines, cette production reste dérisoire face à l'ampleur de la demande.

Les microalgues : des biocarburants

Les microalgues seraient les biocarburants de demain.

Polémique sur les biocarburants.

Les biocarburants oléagineux actuels sont sujets déjà à polémique puisqu'ils ont un bilan énergétique discutable. En effet les engrais, le transport et la production nécessaires pour ces biocarburants contribuent à la pollution et à l'effet de serre.

Ils ont une rentabilité à l'hectare peu élevée, ainsi ils reviennent relativement chers et consomment une grande surface. Certains ont calculé que pour être indépendants énergétiquement, cultiver la surface de la France suffirait à peine aux seuls besoins français. Leur expansion entraîne une déforestation excessive dans certaines régions du monde, menaçant la biodiversité.

Production de lipides par microalgues.

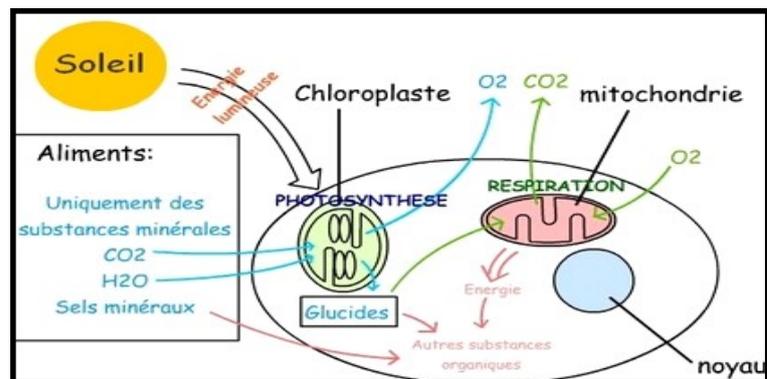
En revanche les biocarburants à base de microalgues se trouvent particulièrement innovants et bénéfiques pour l'environnement.

L'algue microscopique a besoin pour se développer d'éléments qu'elle trouve dans son milieu naturel tels que des sels minéraux ainsi que de CO₂ et d'une exposition à la lumière

pour produire sa propre matière organique : c'est une cellule autotrophe.

En plus d'utiliser le CO₂, les microalgues piègent les Nox (oxydes d'azotes) qu'elles peuvent assimiler. Matérialisant leur propre matière organique, elles sont également capables de synthétiser des sucres (saccharose, cellulose, ...) ou des lipides (qui mèneront à la synthèse des triglycérides: lipides formés par l'estérification du glycérol par trois acides gras). Certaines espèces d'algues sont en mesure de contenir jusqu'à 50% de leur masse en huile, c'est ce rendement très élevé en triglycérides qui intéresse les chercheurs et qui les pousse à étudier

le plus grand nombre d'espèces afin de trouver celle qui en synthétisera le plus en vue d'une production à grande échelle. Grâce à la photosynthèse, les algues produisent des substances organiques telles que des glucides et des lipides. Celle qui nous intéresse est celle des lipides plus particulièrement des Triglycérides. Certaines espèces peuvent produire une quantité d'huile plusieurs dizaines de fois supérieure à celle des oléagineux terrestres (colza, tournesol...), leur exploitation permet d'envisager une voie de développement d'une filière aux rendements très importants.



Mécanisme de la photosynthèse.

Une recherche prometteuse : la bioproduction d'hydrogène.

L'hydrogène est sûrement l'un des carburants le plus respectueux de l'environnement au niveau de l'effet de serre. Sa production actuelle dépend soit du pétrole soit de l'électrolyse grande consommatrice d'électricité.

Le sujet de recherche de Benoît Degrenne, le chercheur que nous avons suivi est justement d'optimiser la production de ce carburant à partir de microalgues.

En effet, on sait depuis les années 1940 que certaines algues vertes unicellulaires ou cyanobactéries sont, en effet, connues pour produire également de l'hydrogène par photosynthèse. À partir de l'énergie solaire et en utilisant de l'eau, elles donnent de l'hydrogène et de l'oxygène, sans dégagement de CO₂.

Le problème, c'est que dans la nature les microalgues produisent de l'hydrogène de façon transitoire.

Le processus est lié à la photosynthèse et conduit à un dégagement en parallèle d'hydrogène et d'oxygène. Or, l'enzyme de la

microalgue qui permet la production d'hydrogène, l'hydrogénase, est fortement sensible à l'oxygène. La production d'hydrogène s'arrête rapidement. La solution ? « D'abord, jouer sur la flexibilité du métabolisme des algues, explique Jack Legrand. L'idée, c'est d'alterner les phases aérobies, pendant lesquelles la plante grossit en se constituant des réserves carbonées sur lesquelles elle va ensuite puiser pour produire de l'hydrogène en phase anaérobie. Mais, grâce à un processus métabolique, on va ensuite réussir à lui faire produire de l'hydrogène sans produire en parallèle de l'oxygène. »

Dans un premier temps, il s'agit de mieux comprendre et d'améliorer les processus biologiques impliqués, puis de les mettre en œuvre dans un photobioréacteur (voir article). Dans un deuxième temps, on pourrait même envisager de modifier génétiquement les microalgues. Mais pour l'instant, nous disent les chercheurs, on n'a pas vraiment d'idée du rendement que l'on pourra obtenir . L'autre véritable challenge est de passer du photobioréacteur éclairé par des diodes à l'optimisation en éclairage solaire. Ainsi la bioproduction industrielle d'hydrogène n'est sûrement pas pour demain ... mais



Exploitation de microalgues

Le photobioréacteur : une raffinerie verte



Le photobioréacteur

Le photobioréacteur développé par les chercheurs du laboratoire du GEPEA est un prototype créé récemment. Il permet de produire de l'oxygène, de l'hydrogène et des lipides.

En effet, grâce à la photosynthèse, les plantes aquatiques peuvent produire ces substances, ensuite récoltées par les chercheurs.

Dans les bioréacteurs sont mis en culture des microalgues produisant des lipides. Ces microalgues sont maintenues en culture par plusieurs facteurs : 1000 petites lampes appelées DEL, de l'eau et du gaz carbonique.

Elles sont maintenues en mouvement par un courant constant dans le

bioréacteur et c'est ici la particularité des bioréacteurs du GEPEA . Des substances sont alors produites et notamment des gaz qui sont analysés par spectrométrie de masse ou recueillis

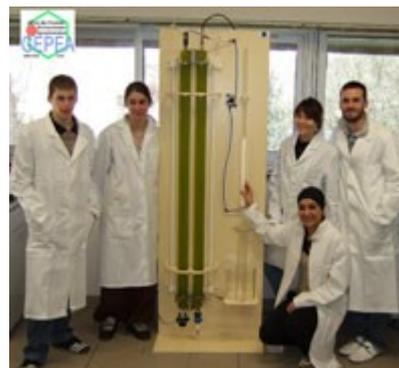
A la fin de la production, l'eau est recyclée à 90%. Les algues et les lipides sont séparés grâce aux techniques de CPC (Chromatographie Par Centrifugation, système consistant à séparer des substances chimiques les unes des autres).

Une culture est utilisable une à deux semaines. A la fin de cette période sont séparés les lipides et les micro-algues, celles-ci pouvant être réutilisées à l'infini.

Ces photobioréacteurs expérimentaux sont ainsi les outils indispensables des chercheurs (chaque étudiant a « le sien »).

Ils leur permettent de contrôler tous les paramètres de la bioproduction (cycles de lumière, milieu aqueux, courant , concentration de microalgues ...).

Le GEPEA au Palais de la Découverte



Le GEPEA a également conçu, un prototype destiné à un exercice de vulgarisation des recherches menées sur la production photosynthétique d'hydrogène par la microalgue verte *Chlamydomonas reinhardtii*, le photobioréacteur permet de visualiser simplement l'hydrogène produit par un bullage dans une colonne d'eau, avant d'être collecté dans une éprouvette renversée. Ce

Benoît Degrenne : le parcours d'un thésard bio

Vie des chercheurs.

« Le mardi 4 mars, 200 chercheurs ont manifesté devant le ministère de la Recherche à Paris, au moment où quelques 600 directeurs de laboratoires se réunissaient au Collège de France pour marquer leur désaccord avec l'évolution de la réforme de la recherche poursuivie par le gouvernement. »

Cette réforme vise, entre autres, la suppression de la recherche « fondamentale » (recherche sans but précis qui peut potentiellement apporter des solutions aux problèmes actuels) et le développement de la recherche « utile » (recherche qui répond à une demande précise).

Etudes et thèses.

A la suite d'un BAC général, l'étudiant s'oriente dans la filière du Génie des Procédés qui couvre de nombreuses méthodes et techniques industrielles par traitement physique, chimique ou biologique. Après 3 ans de licences et 2 ans de master, le diplômé peut décider d'entreprendre un doctorat qui dure 3 ans. Durant son doctorat il doit mener une thèse qui se décompose en plusieurs parties : - 1 : recherche de sujet et de financement (1000 à 2000 euros en fonction des bourses). - 2 : le thésard doit faire sa partie « biblio » où il regroupe tous les articles sur son sujet et en dégage ses objectifs. - 3 : la phase où il doit préparer les manipulations et les réaliser. - 4 : il doit analyser ces

résultats et en tirer des conclusions.

« Patience et motivation sont les maîtres mots du thésard. »

Le thésard réagit « comme un commercial », il surveille la concurrence pour savoir si un autre n'a pas conclu des résultats proches des siens et réduirait, par la même occasion, le travail de 3 ans à néant. Toute la vie du thésard tourne autour de son expérience, en effet Benoît Degrenne y passe les jours fériés ainsi que tous les week-end pour y faire des prélèvements et des mesures. Enfin, le thésard peut communiquer le plus largement possible à qui veut bien l'écouter (lycéens étudiant, etc.). Par la suite, il peut passer un doctorat qui lui ouvrirait les portes du professorat. Cependant, Benoît Degrenne projette de le passer sans devenir pour autant

Brèves

Le GEPEA

Le laboratoire de Génie des Procédés Environnement Agroalimentaire a été créé en 2000.

Il réunit les équipes de génie de différentes écoles et universités de Nantes. Le laboratoire est associé au CNRS (centre national de recherche scientifique) depuis le 1^{er} janvier 2002. Son objectif est de développer le génie des procédés dans les domaines agroalimentaire, de l'environnement et de la valorisation des bio ressources marines. Il est organisé autour de six axes de recherche tels que les procédés Frigorifiques/ Thermomécanique ou encore les Bio procédés et Séparation en milieu marin. Des procédés décisifs pour notre futur....

Le CRTT en bref

Le GEPEA de Saint Nazaire se trouve au Centre de recherche et de transfert de technologies (CRTT). Ce centre de 4000 m² emploie 80 scientifiques qui travaillent en permanence sur divers sujets en rapport avec l'agroalimentaire. Il regroupe ainsi l'entreprise Kalytia, la Plate forme technologique et 3 laboratoires dont le GEPEA.



Des huîtres polluées ?

Jean-Baptiste Castaing, thésard au CRTT, recherche actuellement une nouvelle façon de filtrer l'eau des cultures d'huître. Il utilise pour cela des procédés membranaires. **« Je me sers de membranes organiques ou minérales. Celles-ci filtrent les toxines des micro-algues sans employer de produits chimiques nocifs. »** Ces procédés sont aussi exploités pour traiter les eaux usées ou dessaler l'eau de mer.

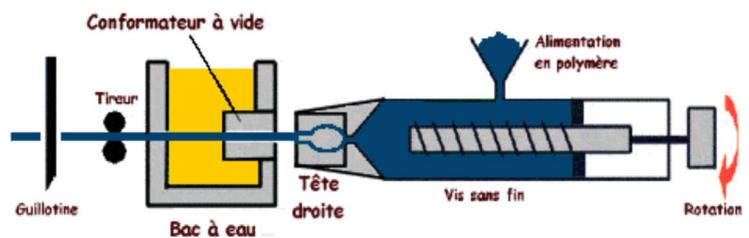
Les Sardines futures gardiennes de l'environnement ?

Au GEPEA de St Nazaire on étudie pas seulement les micro algues, mais aussi les procédés d'extrusion. L'extrusion permet de fabriquer des matériaux ou matières complexes en grande quantité très utilisés en agroalimentaire. Dans ce laboratoire, ils ont mis en marche l'extrusion des déchets de sardines. Grâce à ce système ils ont réussi à créer du biocarburant (lipides). Seul l'avenir nous en dira plus sur l'évolution de cette création.

L'Extrusion que pour les sardines ? Bien sur que non ... !

L'extrusion est un procédé de fabrication mécanique par lequel un matériau mis sous pression est contraint de traverser une filière qui lui donnera la forme d'un profilé de grande longueur. L'extrusion s'applique à divers produits comme les métaux, les matières plastiques, les caoutchoucs, les matériaux composites, mais aussi l'argile, les pâtes alimentaires, les croquettes etc. Contrairement au laminage et au profilage de bandes qui se limitent généralement à des formes simples, elle permet d'obtenir des formes très complexes et des profilés creux.

Mais est-ce que cette technique nous aidera à faire un grand pas dans le développement durable ?



Des algues grasses.

Les chercheurs du CRTT, étudient un nouveau moyen d'extraire les lipides des algues. Alain Foucault, ingénieur du CNRS, et Dieu de la CPC est une référence mondiale dans ce domaine. Ils utilisent pour cela la chromatographie par centrifugation ou CPC. Ce procédé consiste à utiliser la force centrifuge afin de séparer les différentes espèces chimiques et de les identifier. A Saint Nazaire, le laboratoire rajoute dans l'appareil un solvant qui leur permet de recueillir les algues et les lipides séparément.

Titre de l'article intérieur



Légende accompagnant l'illustration.

La longueur de cet article est comprise entre 150 et 200 mots.

Utilisé comme un outil de promotion, le bulletin présente l'avantage de pouvoir recourir aux textes provenant de communiqués de presse, d'études marketing ou de rapports.

Le principal but de votre bulletin est de vendre votre produit ou service, et la clé de son succès réside dans son utilité aux lecteurs.

Vous pouvez rédiger vos

propres articles, inclure un calendrier des événements prévus ou proposer une offre spéciale pour un nouveau produit.

N'hésitez pas à rechercher des articles ou des textes de remplissage sur le World Wide Web. Votre éventail de sujets peut être large, mais les articles doivent rester courts.

Le contenu de votre bulletin peut également être utilisé pour votre site Web. Microsoft Publisher vous offre un moyen simple de convertir votre bulletin en site Web. Une fois

votre bulletin terminé, vous n'aurez plus qu'à le convertir en site Web et à le publier.

Titre de l'article intérieur

“Pour attirer l'attention de vos lecteurs, insérez ici une phrase ou une citation intéressante tirée de l'article.”

La longueur de cet article est comprise entre 100 et 150 mots.

Votre bulletin peut traiter de sujets très divers, comme les dernières technologies et innovations dans votre secteur, la conjoncture économique et commerciale ou les prévisions concernant vos clients ou partenaires.

S'il s'agit d'un bulletin interne, vous pouvez parler des

dernières procédures et améliorations, ou fournir le chiffre d'affaires ou les bénéfices réalisés.

Une rubrique régulière peut être constituée par le conseil du mois, la critique d'un livre, une lettre du président ou l'éditorial. Vous pouvez également présenter les nouveaux employés, ou vos meilleurs clients ou partenaires.

Titre de l'article intérieur



Légende accompagnant l'illustration.

La longueur de cet article est comprise entre 75 et 125 mots.

Le choix des photos et graphismes est un élément important de votre bulletin.

Réfléchissez à votre article et assurez-vous que l'illustration appuie ou souligne bien l'idée que vous voulez faire passer. Évitez les images hors

contexte.

Microsoft Publisher contient des milliers d'images clipart que vous pouvez choisir et importer dans votre bulletin. Plusieurs outils sont également à votre disposition pour tracer des formes et des symboles.

L'image que vous choisirez devra être placée près de

l'article et accompagnée d'une légende.

Titre de l'article intérieur

La longueur de cet article est comprise entre 150 et 200 mots.

Utilisé comme un outil de promotion, le bulletin présente l'avantage de pouvoir recourir aux textes provenant de communiqués de presse, d'études marketing ou de rapports.

Le principal but de votre bulletin est de vendre votre produit ou service, et la clé de son succès réside dans son utilité aux lecteurs.

Vous pouvez rédiger vos

propres articles, inclure un calendrier des événements prévus ou proposer une offre spéciale pour un nouveau produit.

N'hésitez pas à rechercher des articles ou des textes de remplissage sur le World Wide Web. Votre éventail de sujets peut être large, mais les articles doivent rester courts.

Le contenu de votre bulletin peut également être utilisé pour votre site Web. Microsoft Publisher vous offre un moyen simple de convertir votre

bulletin en site Web. Une fois votre bulletin terminé, vous n'aurez plus qu'à le convertir en site Web et à le publier.



Légende accompagnant l'illustration.

Titre de l'article intérieur

La longueur de cet article est comprise entre 100 et 150 mots.

Votre bulletin peut traiter de sujets très divers, comme les dernières technologies et innovations dans votre secteur, la conjoncture économique et commerciale ou les prévisions concernant vos clients ou partenaires.

S'il s'agit d'un bulletin interne, vous pouvez parler des

dernières procédures et améliorations, ou fournir le chiffre d'affaires ou les bénéfices réalisés.

Une rubrique régulière peut être constituée par le conseil du mois, la critique d'un livre, une lettre du président ou l'éditorial. Vous pouvez également présenter les nouveaux employés, ou vos meilleurs clients ou partenaires.

“Pour attirer l'attention de vos lecteurs, insérez ici une phrase ou une citation intéressante tirée de l'article.”

Titre de l'article intérieur

La longueur de cet article est comprise entre 75 et 125 mots.

Le choix des photos et graphismes est un élément important de votre bulletin.

Réfléchissez à votre article et assurez-vous que l'illustration appuie ou souligne bien l'idée que vous voulez faire passer. Évitez les images hors

contexte.

Microsoft Publisher contient des milliers d'images clipart que vous pouvez choisir et importer dans votre bulletin. Plusieurs outils sont également à votre disposition pour tracer des formes et des symboles.

L'image que vous choisirez devra être placée près de

l'article et accompagnée d'une légende.



Légende accompagnant l'illustration.

Un « passeport recherche » pour un lycée Guérandais...

Adresse activité principale
Adresse ligne 2
Adresse ligne 3
Adresse ligne 4
Téléphone : 00 00 00 00 00
Télécopie : 00 00 00 00 00
Messagerie : xyz@microsoft.com

Votre slogan professionnel

RETROUVEZ-NOUS SUR LE WEB !
EXEMPLE.MICROSOFT.COM

Cet emplacement convient à un petit paragraphe décrivant votre organisation. Vous pouvez évoquer son but, sa mission, sa date de fondation, et résumer son histoire. Ajoutez éventuellement une courte liste des produits, services ou programmes proposés, ainsi que la zone géographique couverte (par exemple, la région parisienne ou les marchés européens), sans oublier un profil des clients ou membres.

Indiquez la personne à contacter pour obtenir de plus amples renseignements sur votre organisation.

Titre de l'article de dernière page

La longueur de cet article est comprise entre 175 et 225 mots.

Si votre bulletin est plié pour être envoyé par courrier, cet article apparaîtra au dos de la feuille. Il doit donc être lisible en seul coup d'oeil.

Une série de questions et réponses est un bon moyen d'attirer rapidement l'attention du lecteur. Vous pouvez reprendre toutes les questions que vous avez reçues depuis le dernier numéro ou résumer des questions d'ordre général qui vous sont fréquemment posées.

Une liste des noms et fonctions des dirigeants de votre organisation est un bon moyen de personnaliser votre

bulletin. Si votre organisation est de petite taille, vous pouvez donner la liste de tous les employés.

Vous pouvez également donner les prix des produits et services standard. Vous pouvez aussi mentionner les autres moyens de communication de votre organisation.

Vous pouvez utiliser cet espace pour rappeler à vos lecteurs d'inclure dans leur emploi du temps un événement récurrent, tel qu'un déjeuner avec les fournisseurs et sous-traitants tous les troisièmes mardis du mois, ou une vente de charité semestrielle.

S'il reste de la place, vous pouvez insérer une image clipart ou un autre graphisme.



Légende accompagnant l'illustration.