

EN QUELQUES MOTS



« De grands espoirs dans les microalgues », c'était le titre à la une de l'hebdomadaire Le Marin, qui consacrait, le 22 janvier dernier, un dossier de 5 pages à cette filière en émergence. Un dossier qui illustre bien le dynamisme de ce secteur, avec des débouchés déjà aboutis et en plein boom sur les marchés de la nutrition humaine et animale et de la cosmétique, des applications prometteuses à l'étude comme l'écologie industrielle (dont la valorisation du CO₂), et certaines, « qui laissent encore rêveur », comme l'étude par l'Agence Spatiale Européenne de la production de spiruline dans une navette spatiale pour répondre aux besoins des astronautes en vols habités vers Mars !

De grands espoirs donc aussi pour la Nouvelle-Calédonie disposant d'atouts naturels pour le développement de cette activité : nos deux laboratoires de pointes (LEMA et LTMA) ont d'ores et déjà permis de découvrir de nombreuses souches potentiellement prometteuses et de faire des premiers essais de production et de récolte de biomasse. AMICAL a développé un réseau de collaborateurs publics et privés dont les compétences seront nécessaires au développement de la filière microalgues en Nouvelle-Calédonie dans un cadre partenarial local, régional et international élargi.

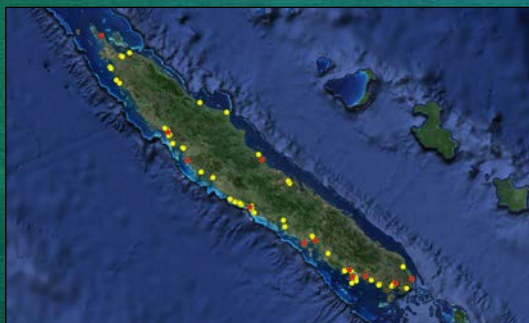
Nous vous souhaitons une bonne lecture de cette seconde lettre d'information AMICAL, et vous remercions par avance de vos commentaires et suggestions, pour améliorer les prochains numéros.

Quoi de neuf au LEMA ?

En 2015, l'équipe du Laboratoire d'Etude des MicroAlgues (LEMA) a poursuivi son objectif principal : la prospection et la sélection de microalgues locales à fort potentiel de culture et de valorisation. Des travaux d'identification taxonomique et d'écophysiologie ont également été réalisés sur les premières souches isolées.

Bioprospection :

Treize campagnes de bioprospection ont été réalisées en 2015 le long des côtes calédoniennes, au cours desquelles 45 échantillons d'eau de mer ont été récoltés et traités au LEMA.



Carte de situation des campagnes de bioprospection
* sites de prospection * sites où une espèce a été isolée

Au LEMA, la sélection en photobioréacteur (PBR) des microalgues les plus productives à partir des échantillons récoltés a permis d'isoler **14 nouvelles souches**.

Depuis le début des bioprospections en 2013, le nombre de souches conservées dans la souchothèque du LEMA s'élève à présent à une trentaine.

Armoire souchothèque



Identification et caractérisation éco-physiologique:

Huit des souches sélectionnées au LEMA ont été transférées au LPBA dans le cadre d'un accord de transfert de matériel biologique (MTA). Les espèces ont toutes été identifiées à l'aide des outils de biologie moléculaire. Deux d'entre elles ne sont pas décrites dans les banques de données internationales : il s'agit probablement de 2 nouvelles espèces.

La caractérisation éco-physiologique à l'aide du TIP a été réalisée sur 2 des souches transférées. Ce dispositif intégratif permet de déterminer les optima de température, intensité lumineuse et pH pour maximiser la croissance, et la production de molécules d'intérêt (lipides, protéines, pigments...). Une troisième espèce est actuellement à l'étude.

Une caractérisation pigmentaire a également été effectuée sur certaines des espèces. L'une des souches présente une concentration importante de lutéine, pigment d'intérêt commercial. Une autre espèce produit un pigment rouge inconnu qui est en cours de détermination.



Souche riche en lutéine



Microalgue produisant un pigment rouge inconnu

SOMMAIRE

Actualités

- Quoi de neuf au LEMA ? 1
- Quoi de neuf au LTMA ? 2

Partenariats

2

Zoom sur ...

3

Les omégas 3

L'équipe

3

Ça se passe ailleurs

4

Synthèse d'études prospectives ADEME et pôles Trimatec/Mer Méditerranée

Quoi de neuf au LTMA ?

L'année 2015 a été une période charnière pour le Laboratoire Technologique des Microalgues (LTMA) avec l'entrée en production de la partie intérieure en moyens volumes (« Indoor »), et la construction de l'unité de production en bassins extérieurs (« Outdoor »).

LTMA « Indoor » :



Source : Evodos

- Conduite des 1ers essais de culture en moyens volumes sur 10 espèces isolées dans le cadre du projet AMICAL. Cinq d'entre elles sont connues pour leur potentiel de valorisation sur différents marchés (cosmétique, nutrition et alimentation).
- Standardisation et optimisation des protocoles de cultures « Indoor » : caractéristiques physicochimiques de l'eau, facteurs environnementaux.
- Comparaison des effets de différents milieux nutritifs (qualité agricole vs qualité « laboratoire ») sur les performances de croissance.
- Définition des protocoles de production sur chaque espèce et en fonction des paramètres de culture.
- Le LTMA Indoor s'est également doté d'une centrifugeuse, d'une capacité de 750 l/h spécialement conçue pour la récolte des microalgues. Elle fonctionne selon un nouveau procédé breveté qui préserve l'intégrité des cellules, permettant d'obtenir une biomasse algale d'une très grande qualité.

LTMA « Outdoor » :

La construction de la tranche 1 de cet outil de production inédit en Nouvelle-Calédonie a débuté en juin 2015 et s'est achevée en février 2016. Il permet au LTMA d'assurer un changement d'échelle, passant de moyens volumes de 250 litres, à des grands volumes de 6.000 litres. La capacité totale de production en extérieur est aujourd'hui de 24.000 litres et devrait atteindre 56.000 litres en fin d'année.



Raceways du LTMA à Koné (6 m3) et colonne COLDEP en arrière-plan

Cette plate-forme de production est équipée d'une gestion technique centralisée qui permet un suivi en temps réel et en continu des paramètres physicochimiques clés tout en signalant le dépassement des seuils critiques de ces paramètres. Elle bénéficie également d'un système de dissolution des gaz et de pré concentration (COLDEP) couplé à des instruments de mesure de flux gazeux de haute précision.

Les premiers essais de culture à échelle pilote débuteront en mars 2016.

PARTENARIATS



Le développement de partenariats autour de la thématique « microalgues en Nouvelle-Calédonie » s'est poursuivi, tant au plan local qu'international, attestant d'une reconnaissance de la qualité des travaux conduits dans le cadre du programme AMICAL et des potentialités qu'offre cette thématique en matière de développement de partenariats de R&D. L'année 2015 a ainsi permis de signer une convention de partenariat avec le Pôle Mer Méditerranée, visant notamment à développer des liens entre le projet AMICAL et le projet VASCO 2 labellisé par le Pôle, ainsi qu'une déclaration d'intérêts partagés avec le CEA, qui dispose d'une plateforme expérimentale de pointe sur les microalgues à Cadarache.

Au plan local, régional et international, l'année 2015 a également permis de développer un consortium de R&D autour des microalgues dans le cadre du projet MAC, retenu pour financement par le Ministère des Affaires Etrangères français au travers du « Fonds Pacifique », et coordonné par le CEREGE (Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement). Ce projet associe les équipes du programme AMICAL et des équipes de l'IRD-MIO (Institut Océanographique de Méditerranée) qui travaillent sur les microalgues procaryotes (cyanobactéries), présentes en haute mer et capables de fixer l'azote atmosphérique, qui jouent un rôle de fertilisant pour l'écosystème planctonique.

Ce projet associe également les compétences de l'Université de Nouvelle-Calédonie (UNC - Laboratoire Insulaire du Vivant), et permettra de poursuivre l'isolement et la production de souches de microalgues locales, d'étudier la composition biologique et chimique de celles-ci et déterminer les paramètres de cultures optimaux pour la productivité d'une molécule d'intérêt économique donné. L'implication de l'USP (University of South Pacific) permettra par ailleurs la participation d'étudiants de toute la région, et celle de l'Australian National Algae Culture Collection du CSIRO en Tasmanie, d'optimiser la souche calédonienne (cryogénéisation, inventaire méta génomique des espèces de NC et du Pacifique Sud, ...).

ZOOM SUR ... les omégas 3

Les omégas 3 sont des acides gras polyinsaturés à longue chaîne, composants essentiels pour les animaux qui ne peuvent pas les synthétiser en quantité suffisante; leur apport alimentaire est donc indispensable.

En termes nutritionnels les deux acides gras les plus importants sont l'acide eicosapentanoïque (EPA) et l'acide docosahexanoïque (DHA). Les bénéfices des omégas 3 pour la santé humaine incluent : baisse du niveau des triglycérides, remède contre l'arthrose, amélioration des fonctions rénales, baisse de la dépression, amélioration du développement de la vue et neurologique de l'enfant, réduction des maladies coronaires...



Biomasse de microalgue source potentielle d'omégas 3 pour les élevages aquacoles de Nouvelle-Calédonie

L'alimentation couvre aujourd'hui à peine le tiers de nos besoins en omégas 3, estimés à 2 g/jour pour les femmes et 2,5g/jour pour les hommes, ce qui correspond à une consommation de poisson gras deux fois par semaine (saumon, maquereau, sardine...). Les poissons d'aquaculture sont une bonne source d'acides gras polyinsaturés parce qu'ils sont nourris avec de la farine et de l'huile de poisson, cette dernière étant la principale source d'omégas 3. L'huile de poisson est également utilisée directement comme complément alimentaire en nutrition humaine.

L'aquaculture consommait 772.400 tonnes d'huile de poisson en 2013, une demande qui pourrait atteindre 843.600 tonnes en 2020. Le marché de l'huile de poisson était estimé en 2012 à 1,69 milliards d'US dollars. Il devrait se développer car la demande augmente avec la prise de conscience du rôle clef joué par les acides gras omégas 3 sur la santé. Cependant la production d'huile de poisson stagne voire diminue car la pêche minière ne peut plus se développer, d'où la nécessité de trouver des sources alternatives en EPA et DHA.

Les microalgues peuvent-elles remplacer l'huile de poisson comme source d'omégas 3?

Dans les faits, les omégas 3 que l'on trouve dans le poisson proviennent des microalgues qu'il a consommées ; en effet les microalgues forment la base de la chaîne alimentaire des océans ; elles représentent les producteurs primaires et sont de véritables usines biologiques à DHA et EPA. Il est donc logique de considérer les microalgues comme une source potentielle d'acides gras essentiels alternative à l'huile de poisson. Les microalgues produisant des omégas 3 sont principalement d'origine marine.

La production de microalgues comme source d'acides gras essentiels est déjà effective ou en projet par des startups (Bioprocessalgae, Aurora algae, Cellana...) et multinationales de l'agroalimentaire (Alltech, DSM & Evonik...). De nombreuses marques d'huiles issues des microalgues existent déjà sur le marché: Omega-Zen-3, Spectrum Naturals Vegetarian DHA, Pure One Optimized Omega, ...



Huile de microalgue en capsule pour la consommation humaine

Un des objectifs du programme AMICAL est de produire des microalgues de Nouvelle-Calédonie riches en omégas 3 pour notamment nourrir les élevages aquacoles. Actuellement, les besoins en acides gras essentiels de la crevette calédonienne sont couverts par près de 80 tonnes d'huile de poissons importées annuellement, principalement d'Amérique du sud.

Le remplacement de l'huile de poisson par de la biomasse de microalgues riche en omégas 3 est à notre portée technique : la production d'une espèce renfermant 20% de lipides riches en oméga 3 sur un hectare de bassin type *raceway* couvrirait en effet les besoins de 2000 tonnes de la crevette calédonienne.

L'EQUIPE



Noémie Coulombier



Florent Malo



Pierre Brun



Liet Chim



Christelle Chateau



Loïc Le Déan



Aurélie Charrier



Nicola Morezzi



Kento Nakagawa

ADECAL Technopole (LEMA) –

IFREMER Nouméa –

IFREMER PBA Nantes –

ADECAL Technopole (LTMA)

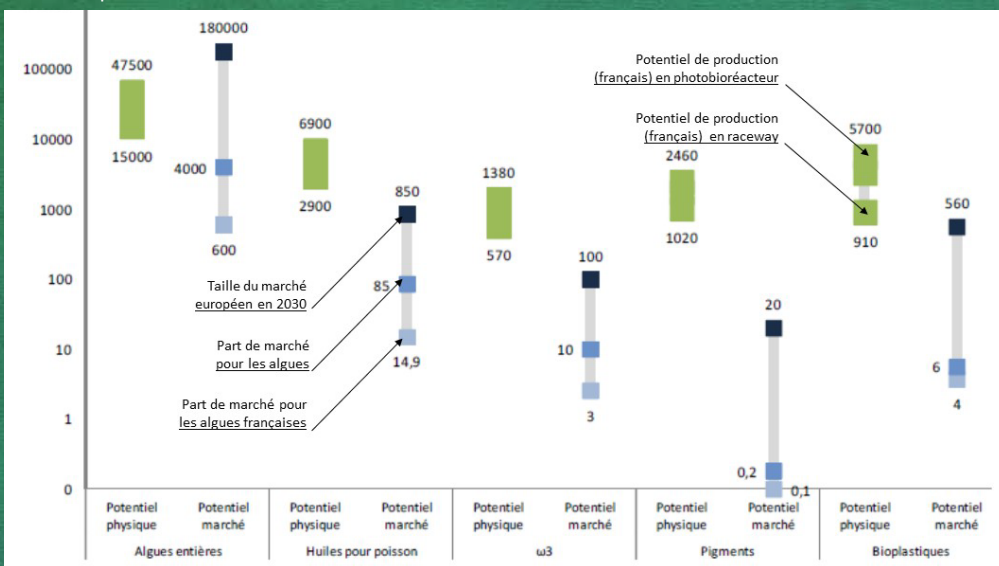
ÇA SE PASSE AILLEURS

Comme annoncé dans le précédent numéro, cette rubrique présente une synthèse de 2 études prospectives récentes et les enseignements à tirer pour la Nouvelle Calédonie :

Evaluation du gisement potentiel de ressources algales pour l'énergie et la chimie en France à l'Horizon 2030

La production mondiale de microalgues était en 2010 de 15.000 tonnes de matière sèche (MS), valorisée à 74% pour l'alimentation humaine, à 25% pour l'alimentation animale, et à 1% pour la chimie et cosmétique. Les compléments alimentaires riches en protéines et oméga 3 constituent la part essentielle du marché de l'alimentation humaine, et proviennent en majorité de la spiruline, qui est l'algue la plus cultivée du monde (5000 t de MS/an).

La France ne contribue à ce marché qu'à hauteur de quelques dizaines de tonnes. Elle est pourtant l'un des premiers acteurs en terme de R&D (1^{er} rang des publications et 4^{ème} en dépôts de brevets) mais ses efforts pour le transfert vers l'industrie sont très faibles et les capacités de productions industrielles encore anecdotiques.



Comparaison des potentiels physiques autotrophes et des potentiels marchés pour les produits microalgaux non énergétiques, en kt de matière sèche par an.

Cette étude propose une estimation réaliste du potentiel français de production algale qui tient compte des surfaces valorisables (hors terre agricole) et des performances de croissance selon les conditions climatiques. Au regard du potentiel marché en France et en Europe, l'analyse met en évidence :

- d'une part qu'il existe en France une marge de progression très importante pour atteindre, en 2030, le potentiel physique de production (avec une augmentation annuelle de 50% des tonnages produits, on n'attendrait en 2030 que 1% du potentiel physique),
- d'autre part que dédier l'ensemble de cette production théorique à 2030 à un seul produit suffirait à inonder l'ensemble du marché européen (à l'exception des algues entières, dont les besoins pour l'alimentation animale sont très importants). La figure ci-dessus illustre ces conclusions.

Concernant spécifiquement le développement des produits à haute valeur ajoutée, l'investissement en R&D devra porter particulièrement sur la sélection de nouvelles souches et l'élargissement du spectre des biomolécules à valoriser. Les auteurs pointent également la nécessaire proximité des STEP et des sources d'émission de CO2 si l'on veut pouvoir valoriser ces intrants essentiels à la croissance des microalgues.

Les choix des algues selon leur rendement à la récolte et les innovations des procédés d'extractions sont des facteurs clés pour la rentabilité et le développement de la filière. La récolte (pré concentration, centrifugation et séchage) représente en effet toujours 40 à 60% des coûts de production.

Concernant plus spécifiquement l'Outre-Mer, la production de microalgues est vue à court terme comme une opportunité de réduction des importations d'intrants pour l'aquaculture, l'élevage et l'agriculture. A plus long terme, les enjeux concernent également l'indépendance énergétique ou les marchés de la chimie verte ou de la nutraceutique.

La Nouvelle-Calédonie, en raison de la conjugaison de performances de croissance 75% supérieures à la moyenne nationale et des surfaces non-agricoles disponibles, représente la moitié du potentiel ultramarin de production en *raceway* et 13% du potentiel français. La disponibilité de sources industrielles de CO2 est également considérée : 6.000 hectares de culture en *raceway* seraient nécessaires localement pour capter, dans des conditions optimisées, 1 million de tonnes de CO2/an.

Enfin, dans le palmarès des acteurs mondiaux, l'Australie est considérée comme un pays leader à gros potentiel compte tenu de ses conditions environnementales, du soutien du gouvernement et de l'existence d'infrastructures aquacoles bien développées : une configuration que l'on retrouve en Nouvelle-Calédonie.

Rapport ENEA consulting et INRIA pour le compte de l'ADEME, Juillet 2014 – Disponible sur demande auprès de la Technopole

Le rapport liste également les projets R&D en cours en France sur les microalgues et propose une analyse de marché pour les produits algaux non énergétiques.

Etude technico-économique microalgues en région PACA

La première étude indiquait que le pourtour méditerranéen bénéficiait d'un potentiel de croissance supérieur à la moyenne nationale. C'est d'ailleurs dans cette zone qu'est situé l'essentiel de la centaine de petits sites de production français, dont 80% produisent de la spiruline. Cette seconde étude propose une analyse spécifique du potentiel de la filière microalgues dans la région PACA.

Les auteurs recommandent d'une part, compte tenu des faibles surfaces de culture disponibles et de la concurrence des pays voisins, de renforcer la filière artisanale par un maillage de petits producteurs et d'aller vers une différenciation par la qualité (labellisation bio).

Ils recommandent d'autre part de tirer parti des structures existantes (zones industrielles, infrastructures urbaines et retenues d'eau) et de l'important tissu local en recherche, technologie et innovation pour développer des systèmes de production, de récolte et de traitement innovants, tant au niveau technique (utilisation de PBR ultra productifs) qu'organisationnel (pour compenser la dispersion des sites de production).

Rapport IDEE Aquaculture, CEA et CEVA pour le compte des pôles TRIMATEC et Mer Méditerranée

Ce rapport présente également une analyse SWOT de la production de microalgues pour les principaux marchés à moyenne et haute valeur ajoutée. Les deux rapports proposent un état de l'art précis des technologies récentes de production et de récolte ainsi que de leurs avantages et inconvénients.