

### EN QUELQUES MOTS

L'étude de faisabilité du développement d'une filière innovante de production de microalgues en Nouvelle-Calédonie a pu voir le jour fin 2011, grâce à l'obtention d'un financement de 1,87 M€ de l'ETAT (CIOM), pour la construction, par l'ADECAL TECHNOPOLE, de 2 laboratoires, le LEMA et le LTMA, basés respectivement à Nouméa et Koné. Plus connu sous le nom d'« AMICAL », pour Aquaculture de MicroAlgues en Nouvelle-Calédonie, ce programme est développé, depuis 3 ans, sur la base d'un partenariat entre l'ADECAL TECHNOPOLE et l'IFREMER, qui bénéficient également de subventions de fonctionnement de l'Etat, du Gouvernement et des Provinces Iles, Nord et Sud.

Après la construction et le lancement des activités du LEMA en 2013, ce programme franchira une nouvelle étape en 2015 avec la livraison du LTMA à Koné, et le lancement des premières productions de souches locales à une échelle pilote. L'année 2015 est également l'occasion de développer la communication autour du projet, et c'est l'objet de cette Lettre d'information semestrielle. Elle comprend 2 rubriques consacrées à l'actualité de chacun des 2 laboratoires, *Quoi de neuf au LEMA ?* et *Quoi de neuf au LTMA ?*, la rubrique *Zoom sur* qui permettra de présenter un sujet spécifique (partenaire, thématique,...), et la rubrique *ça se passe ailleurs* qui comportera une sélection d'informations obtenues dans le cadre des activités de veille réalisées par l'ADECAL Technopole.

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

### Quoi de neuf au LEMA ?

Depuis mai 2013, le **Laboratoire d'Etude des Micro Algues (LEMA)** est installé au sein du Pôle Humide et Expérimental de l'AQUARIUM DES LAGONS. L'objectif principal du LEMA est la sélection de microalgues locales à fort potentiel de culture et de valorisation. Ces travaux sont menés par une équipe mixte ADECAL-IFREMER de 4 personnes avec un adossement scientifique au LPBA IFREMER de Nantes (Laboratoire Physiologie et Biotechnologie des Algues).

#### Prospection d'espèces de microalgues locales :



Quinze campagnes de terrain ont été réalisées sur la Grande Terre de mi 2013 à fin 2014, permettant de collecter et ramener au LEMA environ cinquante échantillons d'eau de mer. Cette activité est désormais réalisée en routine par l'équipe du LEMA.

Une douzaine de campagnes sont prévues en 2015. Deux campagnes ont déjà été réalisées dans les régions de Boulouparis et de Népoui.

**Sélection en photobioréacteurs (PBR) :** à partir des échantillons d'eau de mer collectés sur le terrain, les microalgues les plus productives sont sélectionnées grâce à 3 PBR de « sélection » d'une capacité de 10 litres.

*Environ 45 cycles de sélection (d'une durée moyenne d'un mois) ont pu être réalisés depuis mi-2013.*



Cette technique innovante a permis de sélectionner une quinzaine d'espèces qui sont aujourd'hui conservées en souche.

Trois cycles de sélection sont en cours suite à la prospection de février.



#### Caractérisation biochimique et écophysologique:

Ces actions ont débuté fin 2014 avec l'envoi de 3 premières souches au Laboratoire PBA pour des analyses taxonomiques et écophysologiques. Elles monteront en puissance en 2015 grâce aux 2 PBR de 120 litres du laboratoire qui permettent de produire la biomasse nécessaire aux analyses.

*Une centaine de grammes d'une première espèce ont déjà été produits.*



### SOMMAIRE

#### Actualités

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

#### Partenariats

2

#### Zoom sur ...

3

*Le laboratoire PBA*

#### L'équipe

3

#### Ça se passe ailleurs

4

*Sélection de publications*

## Quoi de neuf au LTMA ?

Le **Laboratoire Technologique des MicroAlgues (LTMA)** est en construction à Koné, sur la presqu'île de Foué. Une fois pleinement opérationnel, ce laboratoire devra permettre :

- dans un 1<sup>er</sup> temps, de maîtriser la production de biomasse jusqu'à la transformation, en grands volumes, en fonction des espèces cultivées, des conditions environnementales et des marchés visés ;
- dans un 2<sup>nd</sup> temps, d'améliorer les protocoles et les procédés, de conduire des études technico-économiques en fonction des résultats obtenus et des marchés, et à terme d'assurer un transfert vers le secteur privé.

Le **LTMA** comprend une **partie « Indoor »** dont les travaux ont débuté mi 2014 et qui est opérationnelle depuis février 2015. C'est une unité de 160m<sup>2</sup>, fonctionnant en atmosphère contrôlée (panneaux isothermes, ventilation double flux, filtration de microparticule, température contrôlée), dans laquelle on trouve notamment :

- Une salle technique : *filtration/stérilisation de l'eau/contrôle des débits.*
- Une salle laboratoire : *préparation des intrants/microscopie et spectrométrie.*
- Une souchothèque : *conservation des espèces sélectionnées au LEMA*
- Une salle de culture petit volume : *jusqu'à 4 litres, spectre lumineux spécifique et manipulations sous hotte à flux laminaire.*
- Une salle de culture en grand volume : *jusqu'à 300 litres, spectre lumineux spécifique, transferts par pompes péristaltiques.*

Un atelier de transformation, dont les équipements sont en cours d'acquisition, est également prévu : *pour la récolte (pompe péristaltique opérationnelle), pour la concentration (centrifugeuse en cours d'installation) et pour la transformation de la biomasse (atomiseur/lyophilisateur).*



Les 1<sup>ères</sup> cultures ont débuté au LTMA Indoor avec une première souche locale (*Nephroselmis.sp*) qui sera étudiée du point de vue de sa productivité, sur la base de sa physiologie et de sa composition biochimique. Cette espèce est une candidate potentielle pour la production de biomasse riche en protéine et lipide d'intérêt pour l'alimentation aquacole.

Le **LTMA** comprendra également une **partie « Outdoor »** avec 6 bassins extérieurs en fibre dans un premier temps, pour un volume total de 36.000 litres. Cette unité pilote sera équipée d'un système de contrôle d'injection de CO<sub>2</sub>, d'un système novateur de dissolution des gaz et de concentration de la biomasse (COLDEP), et d'une centrale d'alarme permettant de suivre tous les paramètres en temps réel.

Sa livraison est prévue au 3<sup>ème</sup> trimestre 2015.



## PARTENARIATS



Les micro-algues offrent un important potentiel pour des applications industrielles dans la cosmétique, la chimie verte, l'alimentation, la santé ou l'énergie. L'émergence d'une filière microalgues (que ce soit en Nouvelle-Calédonie ou ailleurs) nécessite toutefois de renforcer les liens entre acteurs de la recherche, de l'industrie et de la formation pour favoriser le développement de projets industriels innovants en associant des compétences tout au long de la chaîne de valeur : sélection des souches, culture, récolte, extraction, raffinerie.

Le programme AMICAL, fondé sur la base d'un partenariat entre l'ADECAL TECHNOPOLE et l'IFREMER, s'appuie également depuis 2013 sur le Pôle de compétitivité TRIMATEC (écotechnologies dont microalgues), et bénéficie des services de ce Pôle notamment pour obtenir des informations sur le secteur et identifier des fournisseurs ou partenaires utiles.

Depuis 2013, l'ADECAL TECHNOPOLE est également liée à GLENCORE par une convention cadre sur la thématique de la remédiation des émissions de CO<sub>2</sub> par la production de microalgues. Cette convention a permis de réaliser, en partenariat avec l'IRD, une étude de pré-faisabilité d'un pilote de remédiation, dont les résultats sont attendus pour avril 2015, et de bénéficier de financements pour le LTMA de Koné.

D'autres partenariats sont envisagés dès 2015 avec des acteurs locaux (UNC, IRD), régionaux (CSIRO), mais également nationaux (CEA), et européens (Era-Net MarineBiotech).

## ZOOM SUR ... Laboratoire Physiologie et Biotechnologie des Algues (PBA) - IFREMER



Le Laboratoire PBA, basé à Nantes, est un acteur de référence en Europe dans le domaine de la biotechnologie des micro-algues. Il assure, depuis 2011, l'animation scientifique du projet AMICAL en liaison avec les équipes du LEMA et du LTMA.

La Biotechnologie des algues repose sur le principe qu'il est possible d'infléchir, de contrôler et d'optimiser le développement des cultures de micro-algues en fonction des objectifs que l'on poursuit. Il est pour cela nécessaire de connaître les grandes voies métaboliques et les modifications qu'entraînent des variations du milieu, tant au niveau de la cellule que de la population globale.

PBA s'appuie pour ses recherches sur un effectif de près de 14 personnes (dont la moitié de doctorants et post doctorants), réparties en 2 équipes complémentaires :

- L'équipe « **Écophysiologie** » qui étudie les relations entre les micro-algues et leur environnement et leurs répercussions sur la croissance et la composition biochimique.  
Grâce à des outils expérimentaux originaux, développés en interne, l'influence des facteurs abiotiques (lumière, nutrition minérale, température, pH) peut être caractérisée par espèce ;
- L'équipe « **Algues et Génomes** » qui étudie, par des approches moléculaires et biochimiques, les métabolismes inhérents de conditions physiologiques déterminées.  
Des outils de génomique fonctionnelle sont mis en œuvre pour identifier et caractériser des gènes et voies métaboliques d'intérêt pouvant révéler un potentiel biotechnologique.

Le laboratoire dispose de moyens de production petits (1 à 3l) et moyens (< 120l) volumes, de dispositifs de pilotage des cultures, de moyens d'observation des biomasses produites, de suivi des concentrations. Plusieurs salles de culture de micro-algues sont disponibles. Les enceintes de production de micro-algue appelées photobioréacteurs permettent de mener des cultures en batch et en continu.

Par ailleurs, le laboratoire dispose de moyens analytiques (HPLC, HPLC UV DAT, Cytomètre de flux, CG, microscopes, spectrophotomètres, visionique), et de tous les outils de biologie moléculaire.

Trois souches calédoniennes, sélectionnées au LEMA, ont été transférées au PBA dans le cadre de MTA (Accord de Transfert de Matériel biologique) et sont actuellement en cours d'analyses (écophysiologie et taxonomie) à Nantes.

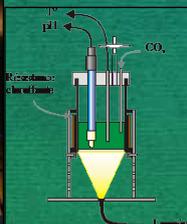


Source : IFREMER PBA



Source : IFREMER PBA

PBA a également développé des dispositifs uniques adaptés aux expériences à mener. En matière d'écophysiologie, le dispositif appelé TIP pour Température, Irradiance, pH, permet de contrôler ces trois paramètres lors d'une même expérience.



Cela permet d'accéder aux optima à l'égard de ces trois paramètres en termes de taux de croissance, de productivité massale ou d'une molécule, d'éventuelles interactions, et d'écrire l'équation prédictive du modèle.

Pour la taxonomie, PBA prend en charge l'identification des espèces sélectionnées par le LEMA, par l'utilisation d'outils de biologie moléculaire.

### L'ÉQUIPE



Nicola Morezzi

ADECAL Technopole



Pierre Brun

IFREMER Nouméa



Noémie Coulombier

ADECAL Technopole



Liet Chim

IFREMER Nouméa



Loïc Le Déan

IFREMER PBA Nantes



Aurélie Charrier

## ÇA SE PASSE AILLEURS

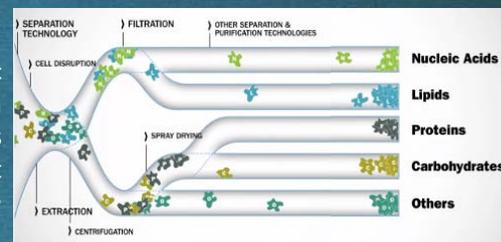
Pour ce premier numéro, cette rubrique présente des exemples de certaines technologies et applications relatives aux micro-algues de part de monde, ainsi que deux rapports d'études sur les perspectives de développement de cette filière.

### Raffinerie des micro-algues : une première usine mobile aux Pays-Bas

Un des défis dans le domaine des micro-algues est de réussir à extraire d'une biomasse et de façon intégrée, les différents types de composants valorisables, avant les développements à conduire pour des applications spécifiques.

Au Pays Bas, une initiative de TNO (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research), de l'entreprise Algae Food & Fuel et de l'université de Wageningen a permis la construction d'une raffinerie pilote mobile d'un nouveau type pour les micro-algues, baptisée VALORIE pour « Versatile Algae On-site Raw Ingredient Extractor ». Cette usine est en phase test avant un développement à plus grande échelle.

Pour en savoir plus, voir la vidéo de page [Veille technologique Internationale MAE](#) (Nov 2014)



### Tests de production d'Hydrogène à partir d'une association entre une micro-algue et une bactérie (France/Israël)

Une société française (GREEN-Ever) et un laboratoire israélien travaillent actuellement sur la production de bio-hydrogène à partir de micro-algues. Ils associent pour cela une bactérie à une souche mutante de micro-algue cultivée en photobioréacteur. Cette association permet de générer de l'hydrogène au lieu de l'oxygène au moment de la photosynthèse.

Les résultats sont probants à l'échelle pilote : les volumes d'hydrogène produits sont suffisamment importants pour pouvoir envisager des débouchés commerciaux pour ce vecteur d'énergie propre.

Pour en savoir plus, voir la [vidéo](#) ou le [texte](#) de présentation de cette startup (Janv.2015)

### Marché des antioxydants : une exploitation pilote d'astaxanthine en Australie (Queensland)

MBD Energy est une société privé australienne, spécialisée dans les biotechnologies appliquées aux algues. Elle a établi un partenariat scientifique avec James Cook University (Queensland), où elle dispose d'équipes et d'infrastructures. Elle travaille sur plusieurs gros projets, pour lesquels elle s'associe à d'autres entreprises privées et peut bénéficier de financements du gouvernement Australien.

Un de leur projet majeur cible l'astaxanthine, un pigment rouge et antioxydant présent en quantité importante dans les micro-algues d'eau douce du genre *Hematococcus*. Utilisé dans l'alimentation aquacole (saumon), ses fonctions antioxydantes ont un intérêt croissant pour le secteur des cosmétiques et nutraceutique. MBD a développé dans ses infrastructures de Townsville un pilote de production de cette micro-algue. Les efforts de R&D se concentrent actuellement sur l'optimisation des conditions d'élevages pour maximiser les taux de croissance et les concentrations en astaxanthine, même à grande échelle de production. Durant cette phase pilote, la biomasse sera vendue sous forme brute à des entreprises de chimie et de nutrition qui disposent de capacités d'extraction et de raffinage.



Aux concentrations actuelles de pigment que cette société est capable d'obtenir (3,5% contre 2,5% généralement), le prix de vente de la biomasse est de \$300/kg. Ils prévoient 1,5t de biomasse vendue en Juin 2015, et 25 tonnes dès 2017.

MBD Energy développe également des projets de bioremédiation, l'un sur la remédiation des émissions gazeuses d'une cimenterie à TARONG, et un autre, en partenariat avec la société Pacific Reef Fisheries, sur la remédiation des effluents de fermes aquacoles de crevettes par la culture de macro-algues (*Ulva sp.*).

Une présentation très détaillée de ce projet et des perspectives commerciales est disponible ([p15 à 18](#)). Site web de la société MBD Energy (Sept 2014).

### Etudes prospectives : 2 rapports récemment reçus sont disponibles sur demande auprès de l'ADECAL TECHNOPOLE

- Evaluation du gisement potentiel de ressources algales pour l'énergie et la chimie en France à Horizon 2030 (ENEA Consulting et INRIA pour le compte de l'ADEME, juillet 2014)
- Etude Technico-économique microalgues en région PACA (IDEE, CEA et CEVA pour le compte des Pôle TRIMATEC et MER Méditerranée, décembre 2014)

Une synthèse et les enseignements à tirer de ces 2 études seront présentés dans la prochaine lettre d'information AMICAL.

Ont contribué à la rédaction de ce numéro :

N. Morezzi, N. Coulombier, A. Rivaton, L. Le Déan, P. Chavance, A. Carpentier