



# Why did I study microalgae ?



Pergamon

*Adv. Space Res.* Vol. 14, No. 11, pp. (11)307–(11)312, 1994  
Copyright © 1994 COSPAR  
Printed in Great Britain. All rights reserved.  
0273–1177/94 \$7.00 + 0.00

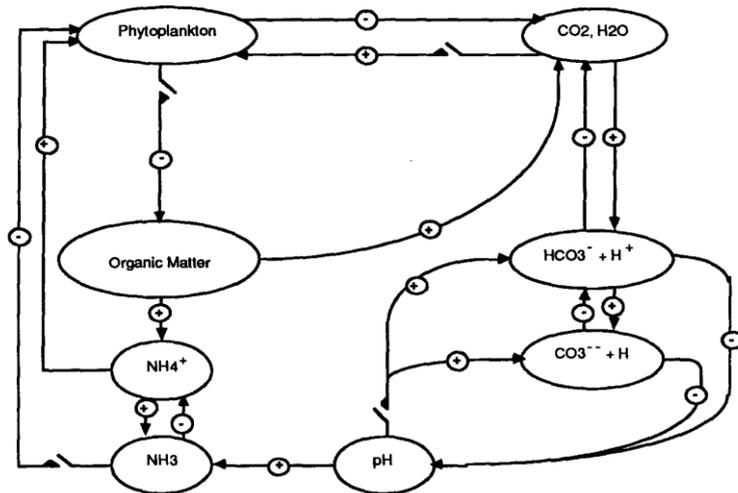
## QUALITATIVE REASONING METHODS FOR CELSS MODELING

F. Guerrin,\* K. Bousson,\*\* J.-Ph. Steyer\*\*\* and  
L. Travé-Massuyès\*\*

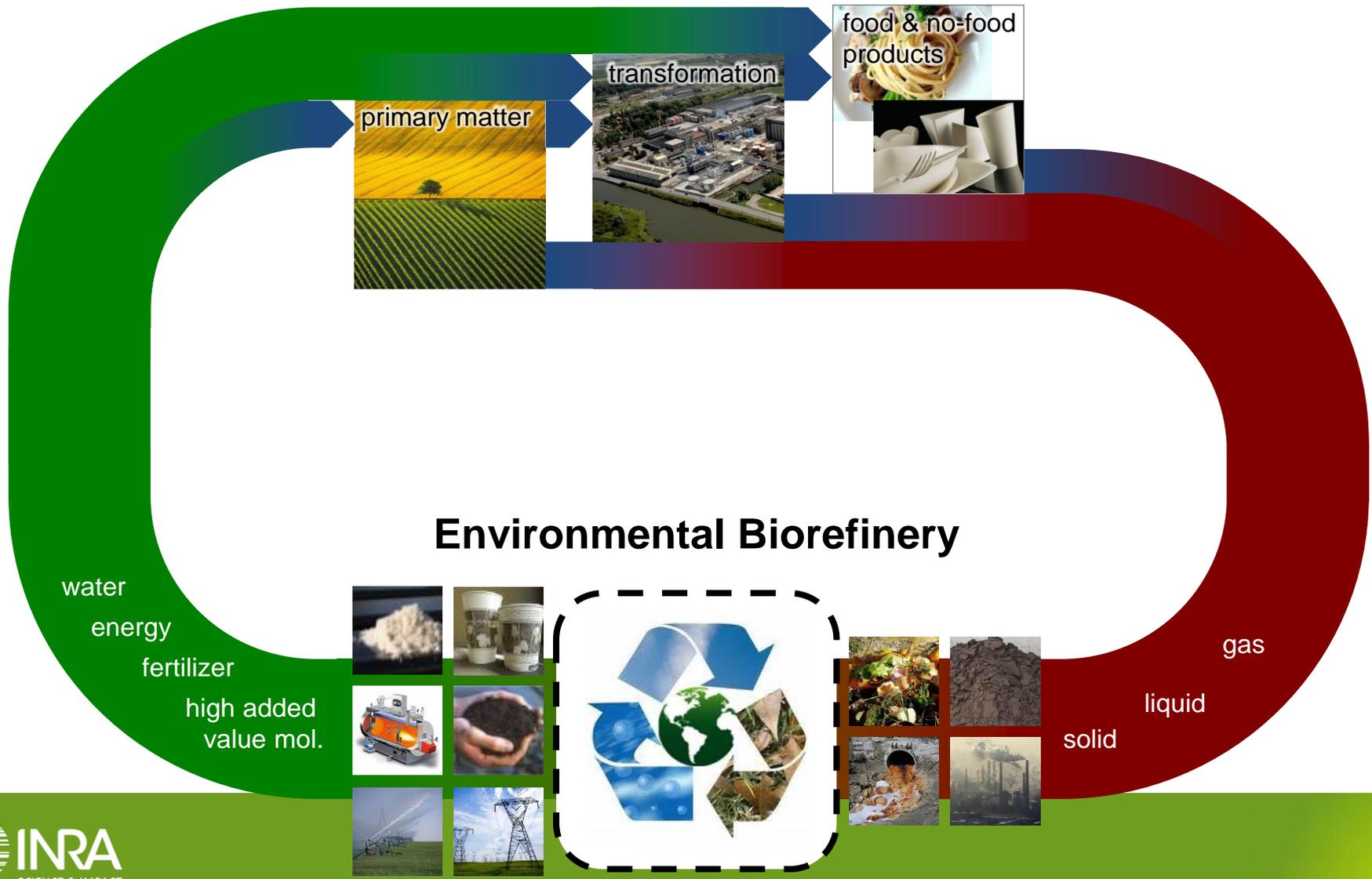
\* *Institut National de la Recherche Agronomique, Biometrics and Artificial  
Intelligence Station, 31320 Castanet-Tolosan, France*

\*\* *Centre National de la Recherche Scientifique, System Analysis and  
Automatic Control Laboratoire, 31077 Toulouse, France*

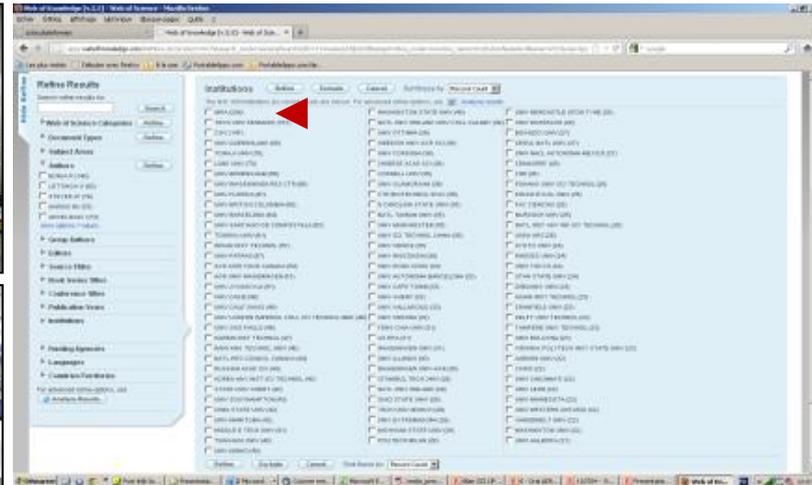
\*\*\* *Lehigh University, Chemical Process Modeling and Research Center,  
Bethlehem, PA 18015, U.S.A.*



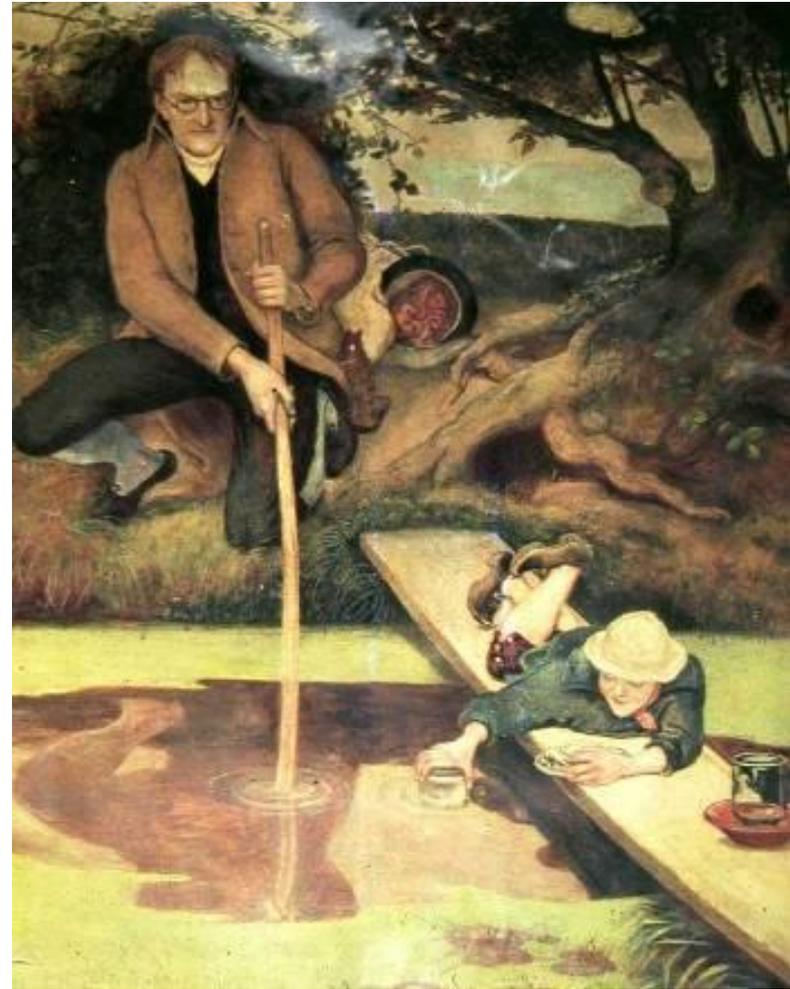
# Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement



# Why did we (INRA-LBE) study microalgae ?



**Volta discovering  
the « marsh gas »  
in 1776...**



# When looking at Nature

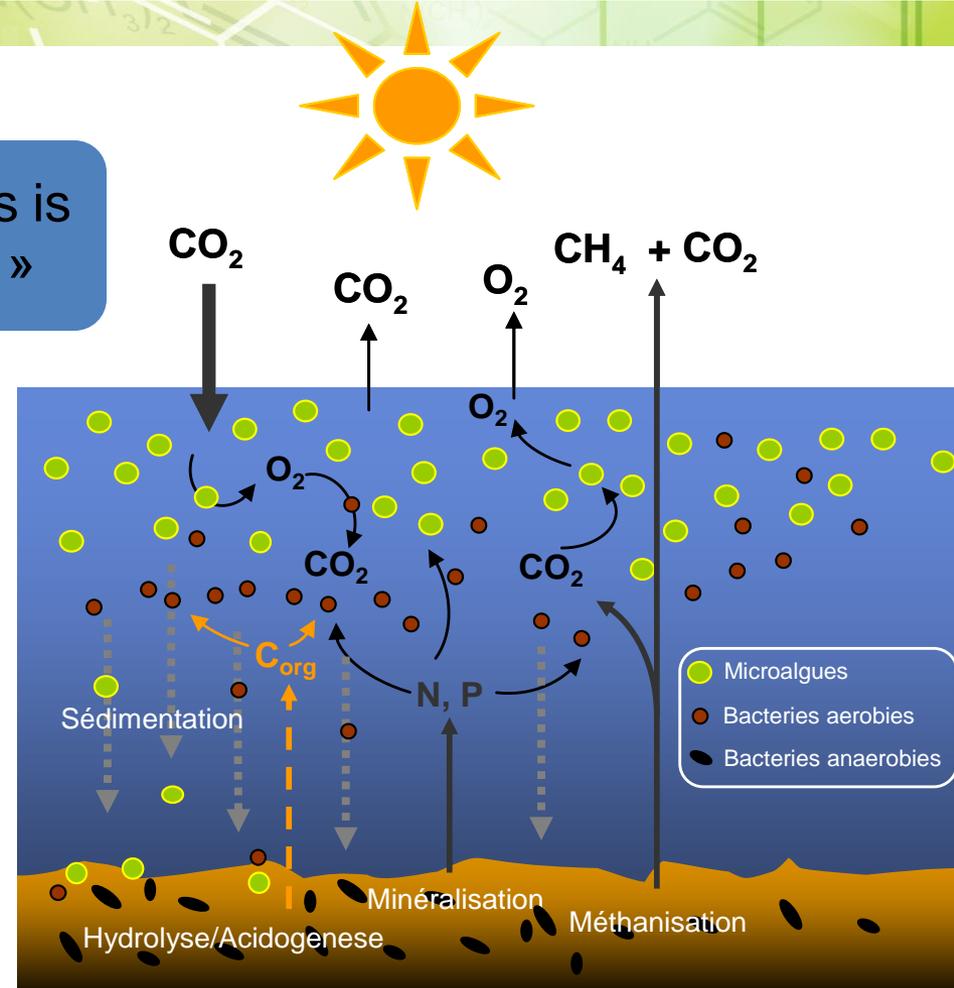
A large part of nitrogen and phosphorus is recycled through the « microbial loop »

Production of biomass

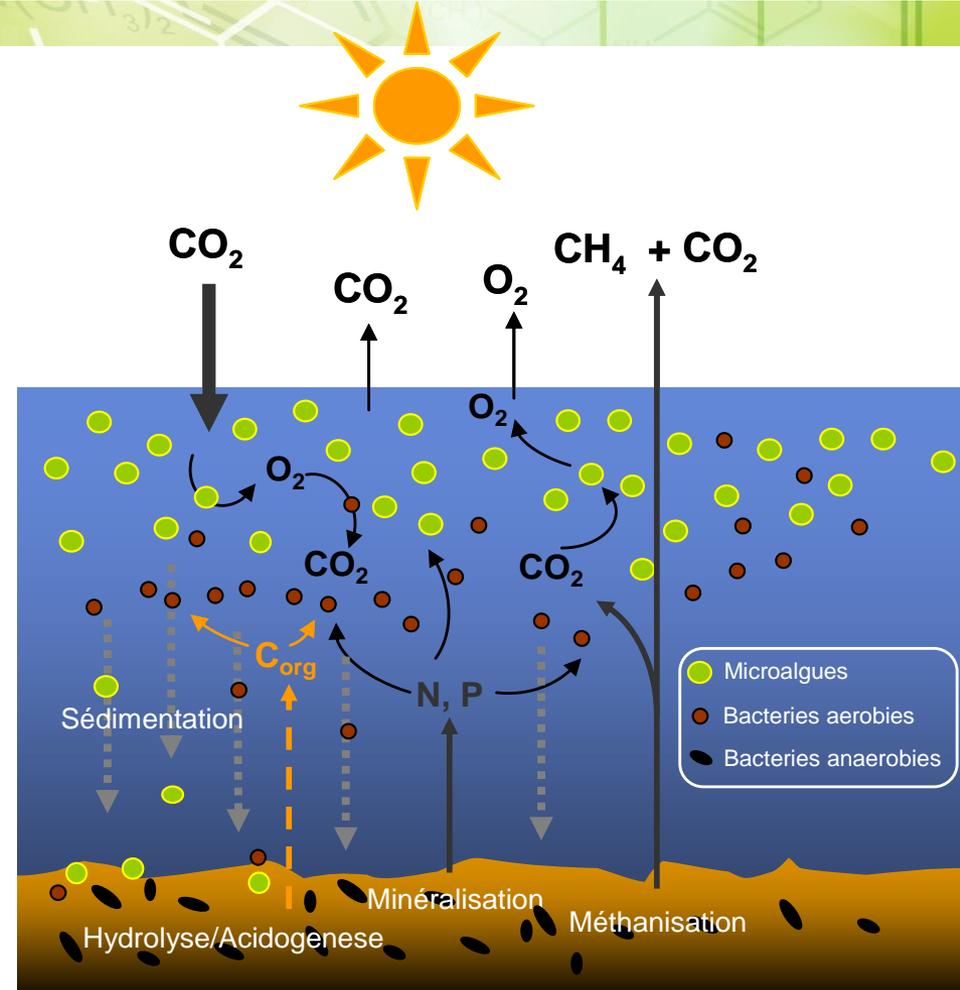
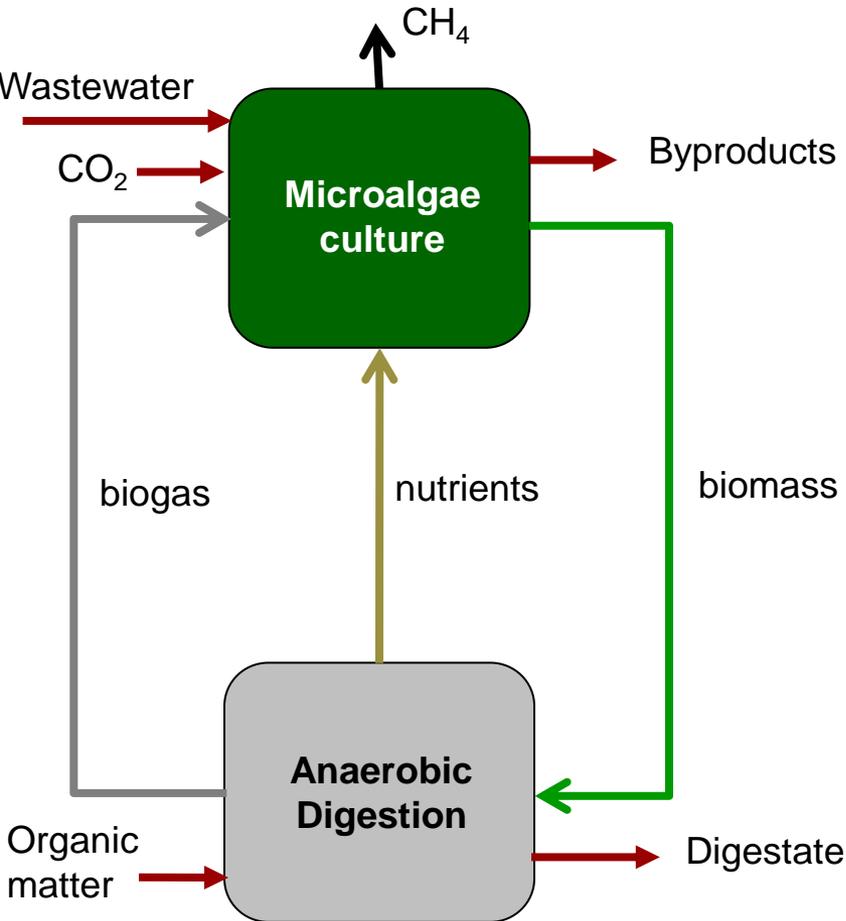
Fixation of  $\text{CO}_2$

Synergy between algae and bacteria

Anaerobic Digestion

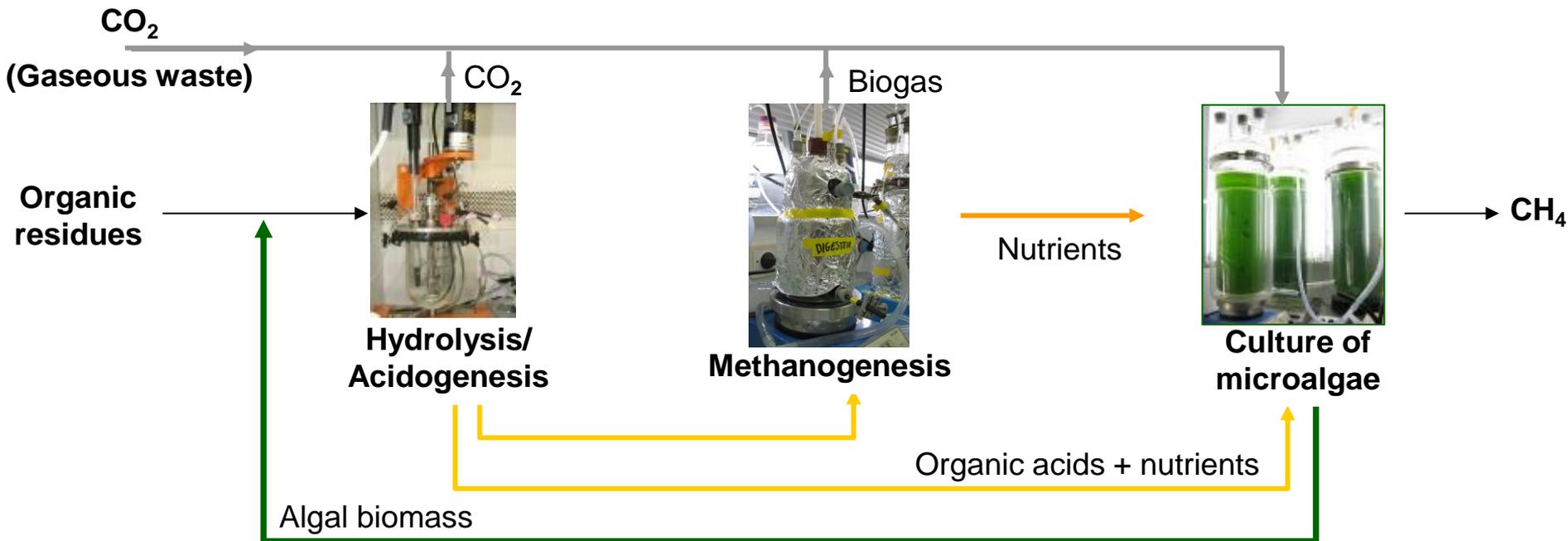


# When looking at Nature



**Inspired from Nature, gas/liquid/solid treatment + bioenergy/molecules production**

# The Symbiose project



✓ Concept of "biologically mediated solar battery"

# The Symbiose project



anr-symbiose.org

Biotechnology Advances 27 (2009) 409–416

Contents lists available at ScienceDirect

Biotechnology Advances

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/biotechadv](http://www.elsevier.com/locate/biotechadv)



VOL. 43, NO. 17, 2009 / ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY ■ 6475

## Life-Cycle Assessment of Biodiesel Production from Microalgae

LAURENT LARDON,<sup>a,\*†</sup> ARNAUD HÉLIAS,<sup>†,‡</sup>  
BRUNO SIALVE,<sup>§</sup> JEAN-PHILIPPE STEYER,<sup>†</sup>  
AND OLIVIER BERNARD<sup>§</sup>

INRA, UR50 Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Avenue des Etangs, 11100 Narbonne, France, Montpellier SupAgro, 2 Place Pierre Viala, 34060 Montpellier Cedex 1, France, and Comore, INRIA, BP93, Sophia-Antipolis Cedex 06902, France

Received March 10, 2009. Revised manuscript received June 8, 2009. Accepted June 18, 2009.

Bioresource Technology 102 (2011) 207–214

Contents lists available at ScienceDirect

Bioresource Technology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/biortech](http://www.elsevier.com/locate/biortech)



Life-cycle assessment of microalgae culture coupled to biogas production

Pierre Collet<sup>a,\*</sup>, Arnaud Hélias<sup>a,b</sup>, Laurent Lardon<sup>a</sup>, Monique Ras<sup>a</sup>, Romy-Alice Goy<sup>c</sup>, Jean-Philippe Steyer<sup>a</sup>

<sup>a</sup>INRA, UR50, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Avenue des Etangs, 11000 Narbonne, France

<sup>b</sup>Montpellier SupAgro, 2 Place Viala, 34060 Montpellier Cedex 1, France

<sup>c</sup>Naskeo, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Avenue des Etangs, 11000 Narbonne, France

Bioresource Technology 102 (2011) 200–206

Contents lists available at ScienceDirect

Bioresource Technology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/biortech](http://www.elsevier.com/locate/biortech)



Experimental study on a coupled process of production and anaerobic digestion of *Chlorella vulgaris*

Monique Ras<sup>a</sup>, Laurent Lardon<sup>a,\*</sup>, Sialve Bruno<sup>b</sup>, Nicolas Bernet<sup>a</sup>, Jean-Philippe Steyer<sup>a</sup>

<sup>a</sup>INRA, UR50, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Avenue des Etangs, 11000 Narbonne, France

<sup>b</sup>Naskeo, Avenue des Etangs, 11000 Narbonne, France

Bioresource Technology 110 (2012) 610–616

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Bioresource Technology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/biortech](http://www.elsevier.com/locate/biortech)



Comparison of ultrasound and thermal pretreatment of *Scenedesmus* biomass on methane production

C. González-Fernández<sup>a,\*</sup>, B. Sialve<sup>b</sup>, N. Bernet<sup>a</sup>, J.P. Steyer<sup>a</sup>

<sup>a</sup>INRA, UR50, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Avenue des Etangs, Narbonne F-11100, France

<sup>b</sup>Naskeo Environnement, Avenue des Etangs, Narbonne F-11100, France

Review

## Impact of microalgae characteristics on their conversion to biofuel. Part I: Focus on cultivation and biofuel production

C. González-Fernández, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Narbonne, France  
B. Sialve, Naskeo Environnement, Narbonne, France  
N. Bernet and J. P. Steyer, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Narbonne, France

Received August 8, 2011; revised September 8, 2011; accepted September 14, 2011



Review

## Impact of microalgae characteristics on their conversion to biofuel. Part II: Focus on biomethane production

C. González-Fernández, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Narbonne, France

Bioresource Technology 102 (2011) 6823–6829

Contents lists available at ScienceDirect

Bioresource Technology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/biortech](http://www.elsevier.com/locate/biortech)



Modeling anaerobic digestion of microalgae using ADM1

Francis Mairet<sup>a,b,\*</sup>, Olivier Bernard<sup>a</sup>, Monique Ras<sup>c</sup>, Laurent Lardon<sup>c,a</sup>, Jean-Philippe Steyer<sup>c,a</sup>

<sup>a</sup>BIOCORE-INRIA, BP93, 06902 Sophia-Antipolis Cedex, France

<sup>b</sup>Departamento de Matemática, Universidad Técnica Federico Santa María, Avda España 1680, Valparaíso, Chile

<sup>c</sup>INRA, UR50, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Avenue des Etangs, Narbonne F-11100, France

ISSN

1547-3351

ScienceDirect

Direct



<http://www.elsevier.com/locate/biombio>

## Thermal pretreatment to improve methane production of *Scenedesmus* biomass

C. González-Fernández<sup>a,\*</sup>, B. Sialve<sup>b</sup>, N. Bernet<sup>a</sup>, J.P. Steyer<sup>a</sup>

<sup>a</sup>INRA, UR50, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Avenue des Etangs, 11000 Narbonne, France



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Bioresource Technology

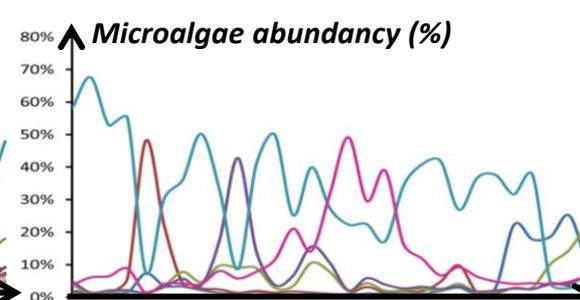
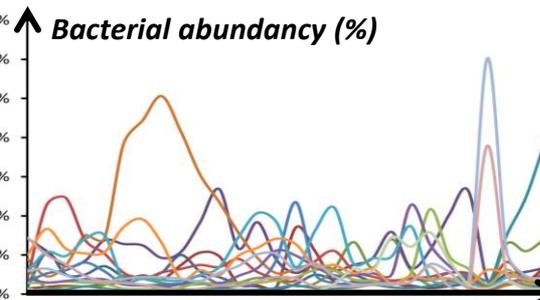
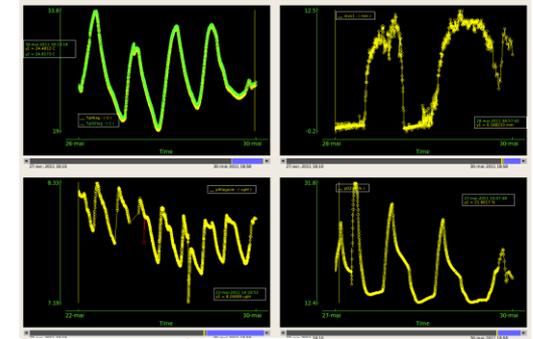
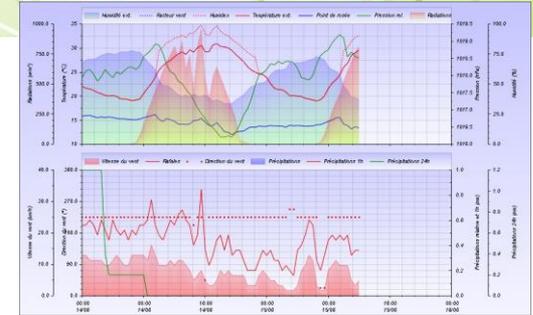
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/biortech](http://www.elsevier.com/locate/biortech)



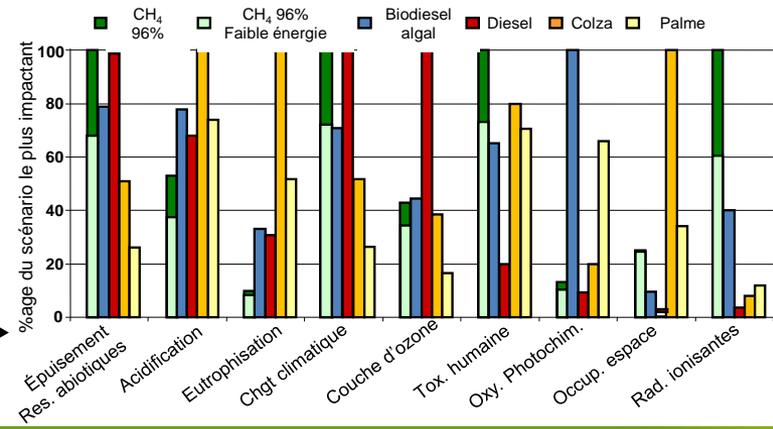
Carbon conversion efficiency and population dynamics of a marine algae–bacteria consortium growing on simplified synthetic digestate: First step in a bioprocess coupling algal production and anaerobic digestion

Christophe Vasseur<sup>a</sup>, Gaël Bougaran<sup>b</sup>, Matthieu Garnier<sup>b</sup>, Jérôme Hamelin<sup>c</sup>, Christophe Leboulanger<sup>a</sup>,

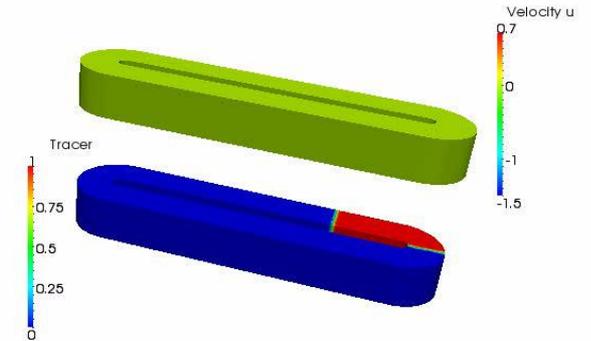
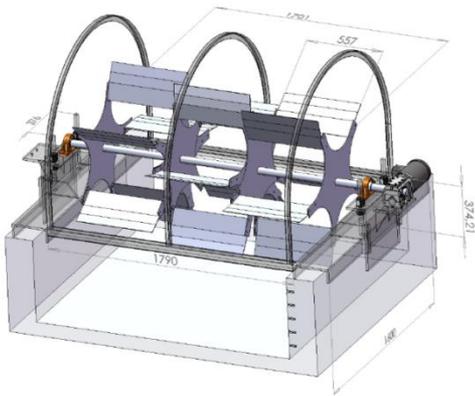
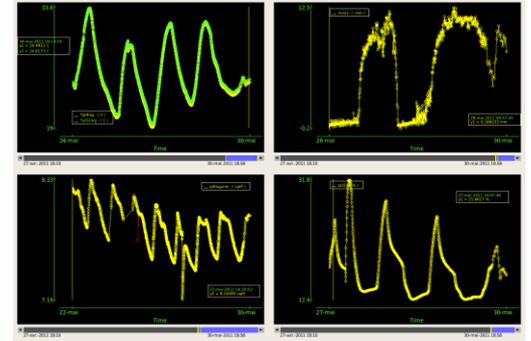
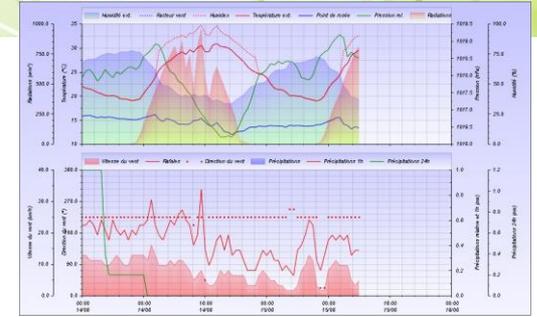
# The Algotron process



CE-SSCP : 1 color = 1 specie (1 sample every 3 days)



# The Algotron process

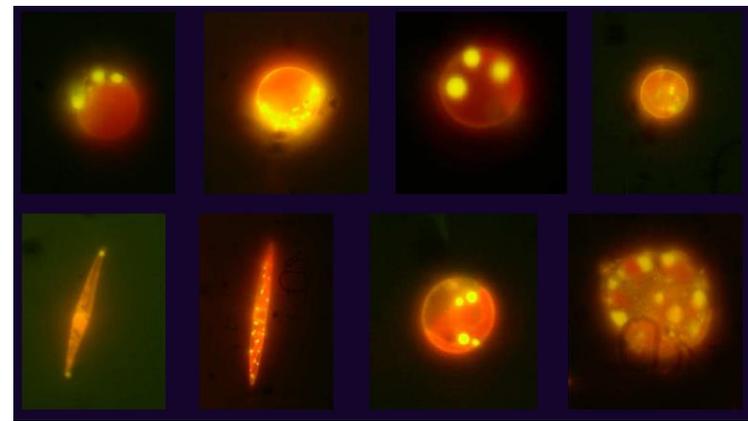


# Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement

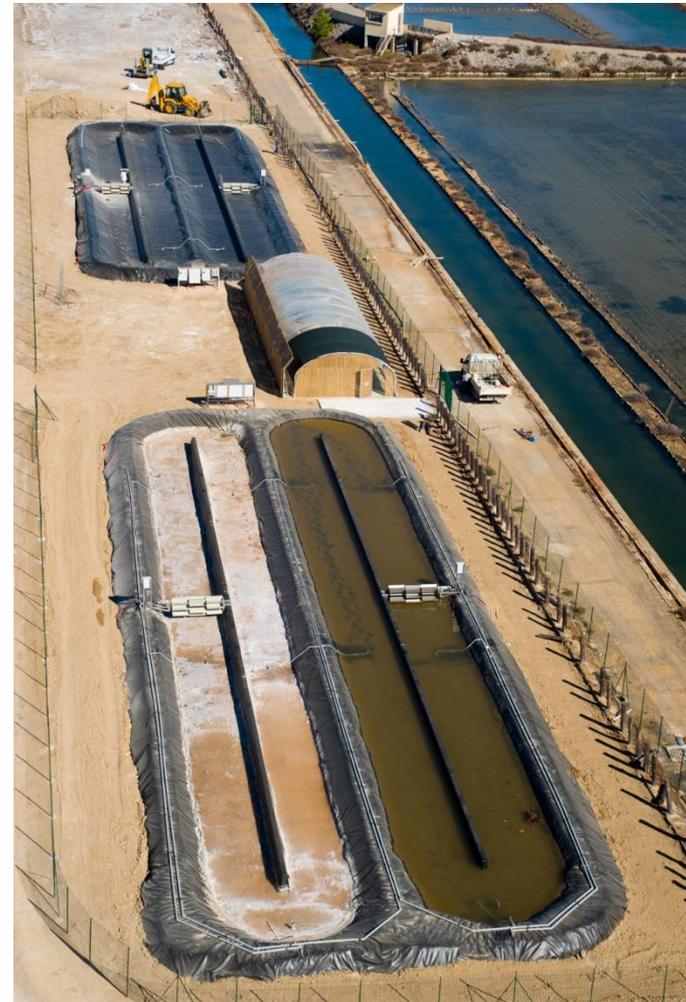
**Few open and closed microalgae cultivation systems**  
are also running (up to 450 liters PBR and 56 m<sup>2</sup> raceway)



# Salinalgue, an integrated project

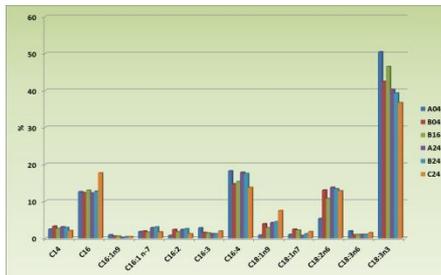


# Salinalgue, an integrated project



# Salinalgue, an integrated project

- Développement de technologie de récolte, extraction et méthanisation



- Etudes environnementales et technico-économiques

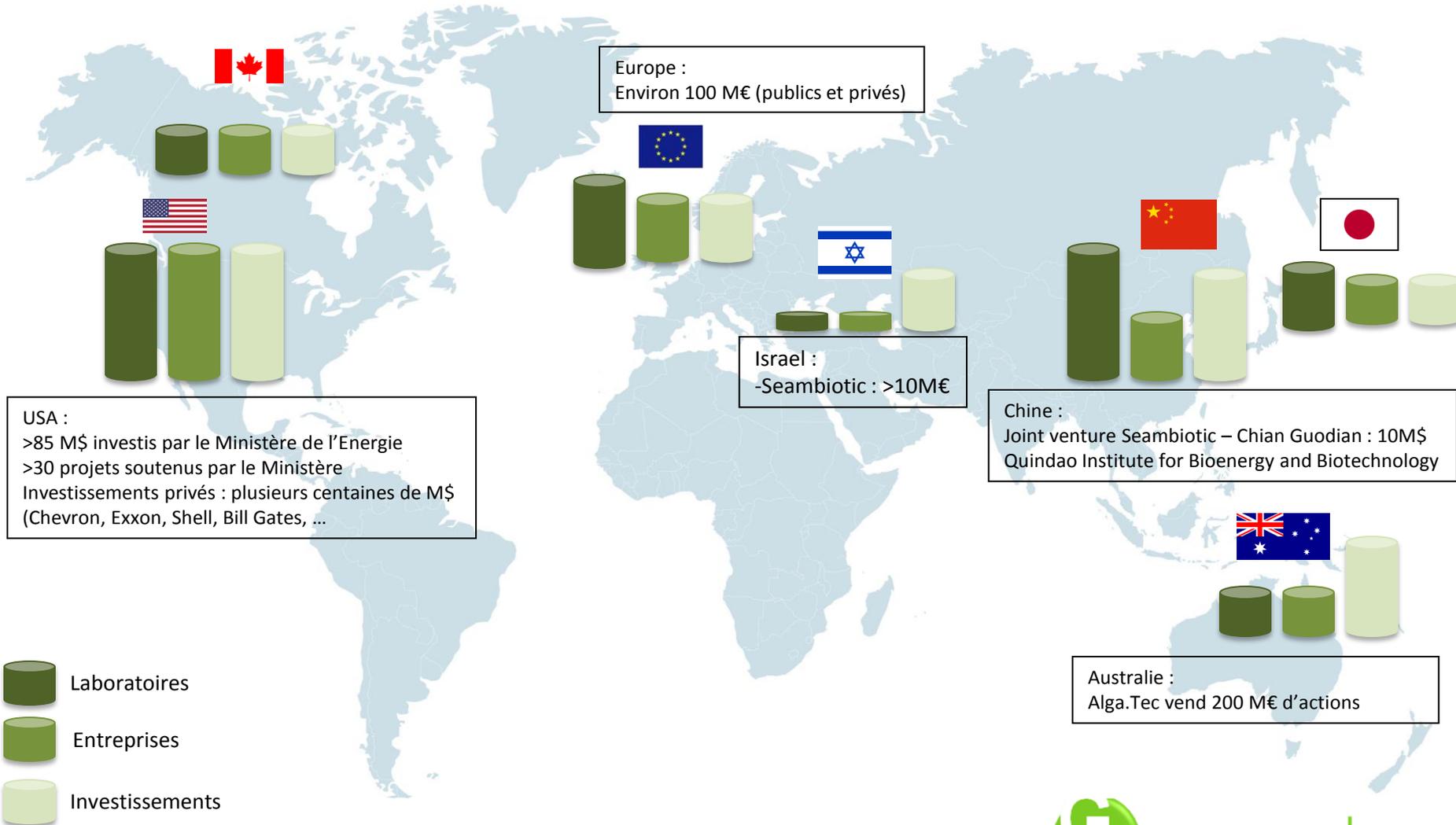
# L'Institut d'Excellence en Energies Décarbonnées



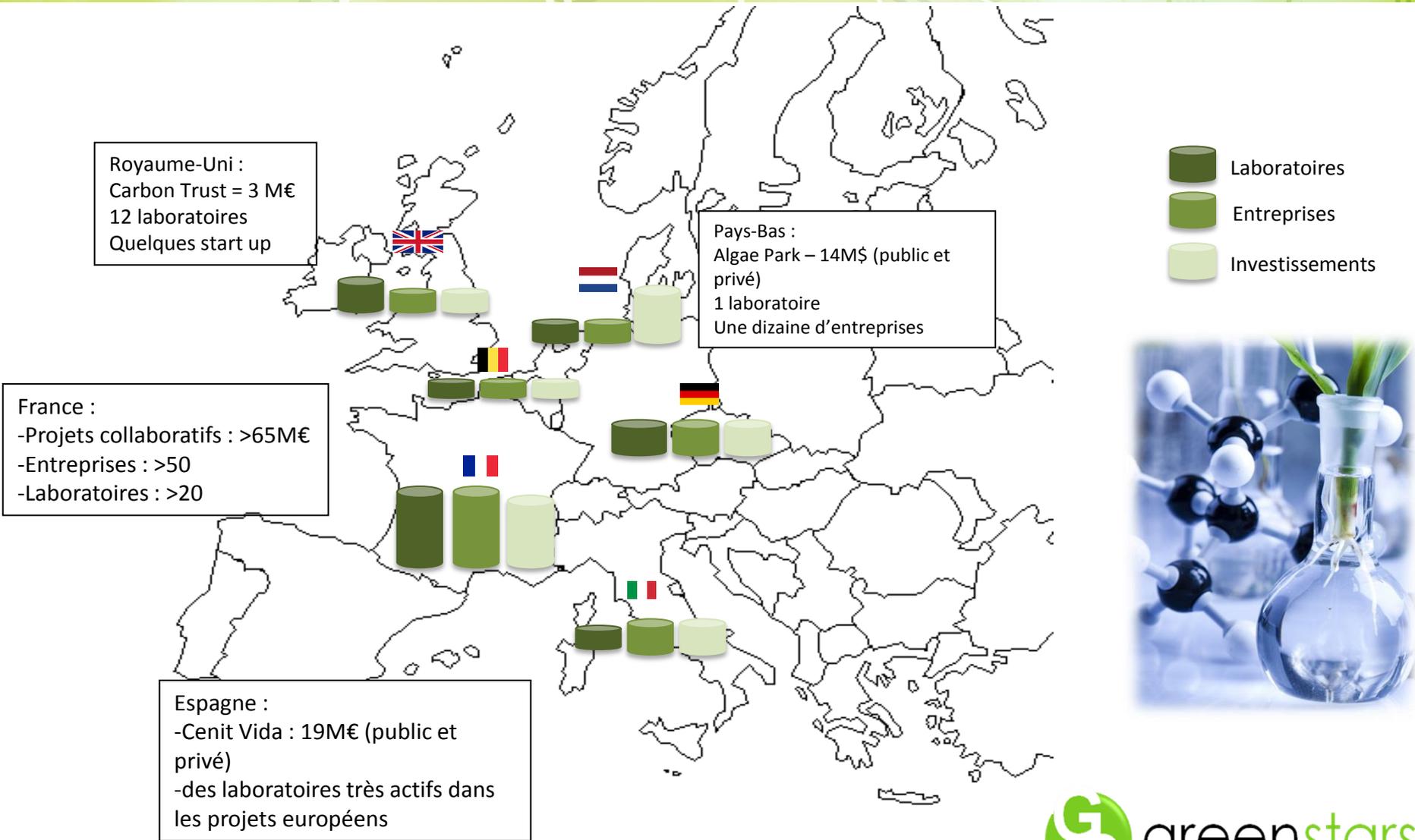
greenstars

ALGUES ET CO-PRODUITS

# L'Europe dans la course mondiale



# Une avance encore significative en France



# L'idée fondatrice

*Créer et structurer la filière industrielle française sur la bioraffinerie des microalgues*



- **Coordonner et orienter la recherche** pour lever les verrous technologiques à l'adresse des marchés
- Etre **fédérateur de compétences** sur toute la chaîne de valeur
- Contribuer à la réalisation de **démonstrateurs industriels** pour passer **de la preuve de concept au marché**
- **Structurer** une offre de **solutions innovantes** pour répondre aux enjeux des différents secteurs client
- Construire et déployer une **stratégie** pour **accompagner les PME de la filière à l'export**
- **Former** les techniciens/ingénieurs/chercheurs de demain

# Un très fort soutien international

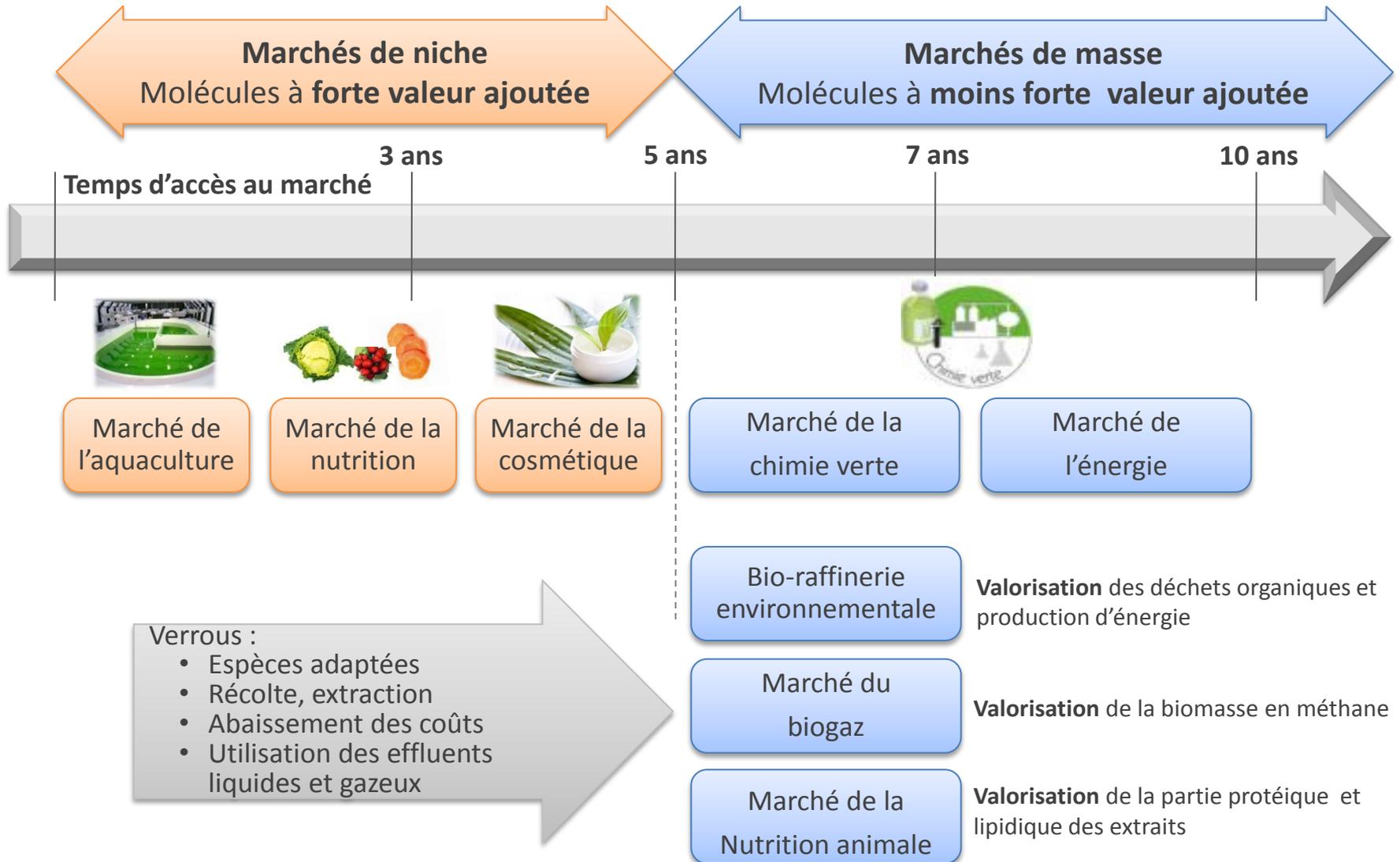
**89 lettres de soutien signées par 100 scientifiques de renom(\*) provenant de 30 pays**



(\*) **Lauréats de prix scientifiques** (Prix Hutchison, Stockholm Water Prize, China's most prestigious National Scientific and Technological Progress Award, Marie Curie Chair of Excellence, IWA Imhoff Award, Prize King Jaime...), des **académiciens**, des **éditeurs en chef de revues** d'excellence dans les domaines concernés, des **membres de chaires d'excellence**, des **responsables de groupes de travail internationaux**, des **coordinateurs de grands projets internationaux**, des **recteurs de grandes universités**, des **professeurs émérites**, mais également des chercheurs tout simplement passionnés par le sujet.

# Des marchés diversifiés en croissance

*Marché de niche – Marché de masse*



# Un actionnariat équilibré

3 Groupes, 9 PME, 9 établissements de recherche et 3 pôles



Des soutiens publics pérennes



# Situation à date du projet

## *Processus : sélection, création et contractualisation*



### **Processus de sélection**

- Une candidature déposée dès l'AMI de l'automne 2010
- Un dossier pré-sélectionné en juin 2011 après avis du jury du 1<sup>er</sup> AAP
- Une annonce officielle de labellisation en mars 2012

### **Processus de création**

- Structure de type SAS
- Documents juridiques finalisés
- Bail, CAC et Etablissement bancaire validés
- Procédures de validation par les CA respectifs en cours

### **Processus de contractualisation**

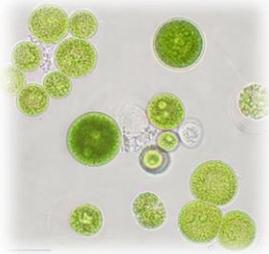
- Suspendu en janvier 2013 par le CGI suite au retrait de certains industriels
- Relancé suite au Copil des IEED de février 2013

# Plan d'action de Greenstars

*Pour accélérer la levée de fonds privés sur la 1ère phase*



- **Création de clubs d'innovation** associant les industriels non actionnaires
- Participation à l'investissement des **démonstrateurs Energie et Alimentation/Principes actifs**
- Lancement d'**appel à projets** pour le montage de **projets compétitifs** avec de **nouveaux acteurs industriels**
- **Recherche de nouveaux actionnaires** dans les différents domaines clients, et notamment ceux non encore explorés
- **Développement d'un modèle économique** basé sur l'ingénierie de **petites unités**
- Recherche de **financements de type mécénats**
- Montage de **prestations coordonnées par Greenstars** pour accompagner le développement de **formations à l'international**



### Une ambition

- Positionner la filière industrielle française de la bioraffinerie des microalgues parmi les 3 meilleures mondiales dans les 5 ans.

### Des moyens mobilisés ambitieux

- 24 actionnaires mobilisés,
- Plus de 200 chercheurs impliqués,
- Une aide PIA de 24,14 M€ sur la période 2013-2020.



### Un modèle économique innovant

- Des objectifs de prix/tonne,
- Des objectifs de bilan énergétique,
- Plus de 10 start-up créées,
- Plus de 20 brevets sur la période complète.

## Le phytoplancton peut-il être utilisé comme source complémentaire d'énergie ?

**BACCALAURÉAT GÉNÉRAL - SESSION 2012**  
**SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**  
**Série S - Coefficient 8**

### **Partie II - Exercice 2 - Diversité et complémentarité des métabolismes** (5 points)

La diminution des réserves de carburants fossiles rend nécessaire le **développement de nouvelles sources d'énergies**, notamment, la production de biocarburants. Actuellement ceux-ci peuvent être produits à partir de la culture de certaines espèces (soja, moutarde, palmier à huile, **algues vertes unicellulaires**).

A partir de la mise en relation des données des documents et des connaissances, montrer que certaines molécules organiques produites lors de la photosynthèse peuvent être à l'origine de biocarburants. **Donner les arguments** qui conduiraient à privilégier l'une des cultures présentées.



## MONTPELLIER-NARBONNE

**3-5<sup>TH</sup> APRIL 2014**

[yas2014.sciencesconf.org](http://yas2014.sciencesconf.org)

All research themes related to **microalgae biotechnologies**:  
genomic, physiology, culture, downstream processing, LCA, ...

**Organized  
by young researchers for young researchers !**

PhD students, postdocs, young researchers,  
submit an abstract!

Submission deadline: 15/12/2013



**Sponsor us!**

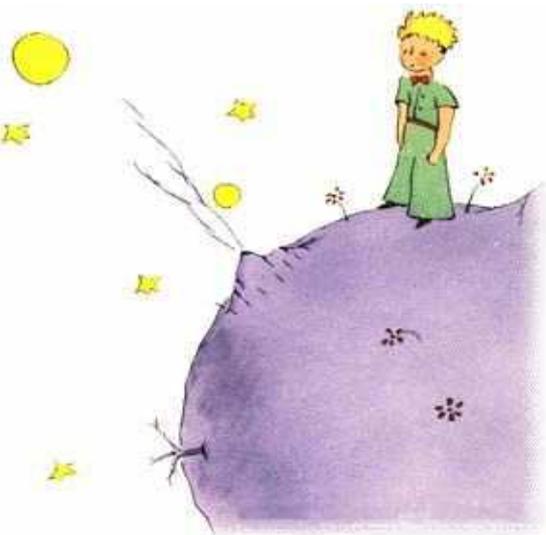
**Contacts:** [hubert.bonnefond@inria.fr](mailto:hubert.bonnefond@inria.fr)  
[violette.turon@supagro.inra.fr](mailto:violette.turon@supagro.inra.fr)



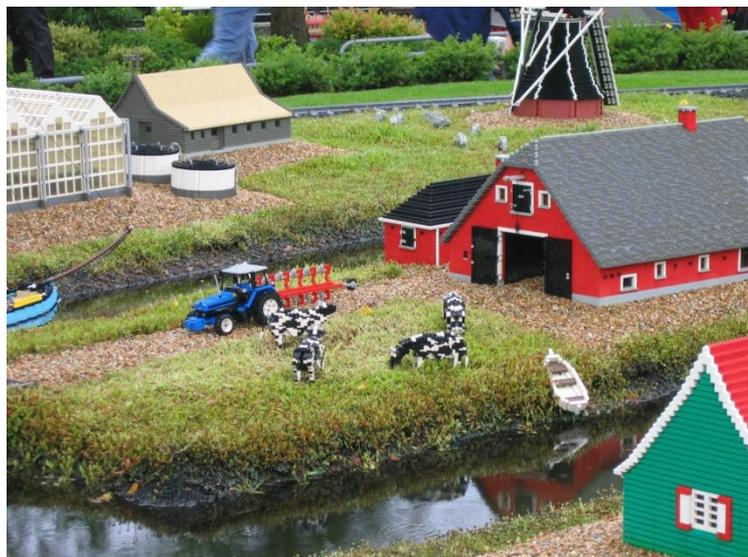
# En vous remerciant pour votre attention

## Pensons pour demain !

Nous n'héritons pas la Terre de nos ancêtres mais nous l'empruntons à nos enfants

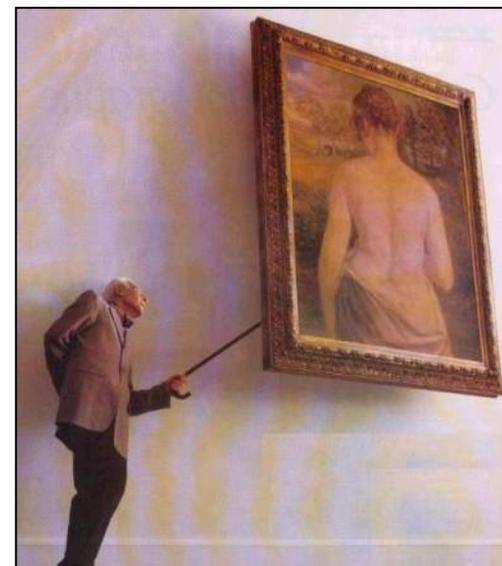


## Pensons global !



Legoland® au Danemark

## Pensons différemment !



© Yves Dudal, INNOVRA

# Pour de plus amples informations

**INRA** Français | English

Accès direct  
Votre choix

Rechercher

## Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement

Accueil

### Actualités

**Green Stars : Un Institut d'Excellence sur les énergies décarbonées retenu au titre des investissements d'Avenir**

[Lire la suite](#)

**Conférence ICA2013 - 18-20 septembre 2013**

[Lire la suite](#)

**Licence Professionnelle "Ecotechnologies pour la Dépollution" à Narbonne**

[Lire la suite](#)

**Conférence Winery2013 - 26-30 mai 2013**

[Lire la suite](#)

**Colloque du Réseau National Biofilms - Janvier 2012**

[Lire la suite](#)

### Edito

Le Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (LBE) situé à Narbonne est une unité propre de recherche de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Concentré d'Innovation, le LBE mène des recherches centrées sur le concept de la bioraffinerie environnementale.

[Rejoindre le LBE sur Mendeley](#)

### Thèmes de recherche

- Ecologie Microbienne et Biodiversité
- Biofilms Mixtes en Réacteurs
- Biodisponibilité, Biodégradabilité et Cotraitements
- Ingénierie et filières de Méthanisation
- Transfert technologique

### Le LBE en bref

- Posters de présentation

### Informations pratiques

- Organigramme
- Suivez les actualités du LBE !
- Annuaire
- Plans d'accès



<http://www.montpellier.inra.fr/narbonne>

Jean-Philippe.Steyer@supagro.inra.fr