



Partenaires initiaux



Partenaires invités



Programme interdisciplinaire  
Energie du CNRS 2006-  
2009

Programme de Recherche Exploratoire

# BIORHYS

(BIOréacteurs HYbrides Solaires)

Utilisation combinée du rayonnement solaire :  
valorisation thermique, photovoltaïque et production  
associée de biomasse

## Coordinateur J.Pruvost

Laboratoire GEPEA – Université de Nantes  
jeremy.pruvost@univ-nantes.fr

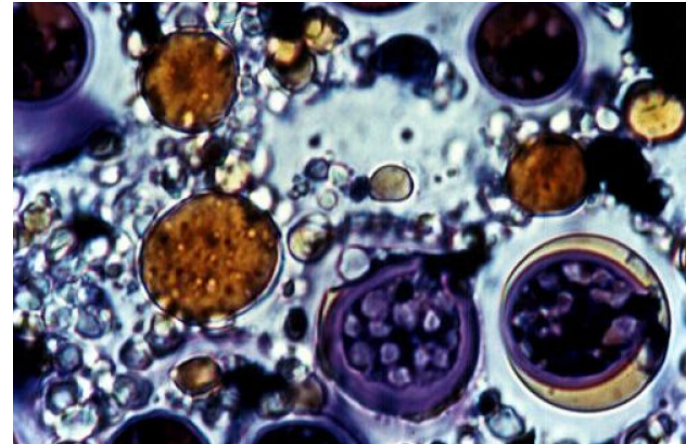
## Participants (9)

GEPEA : Jérémy Pruvost, François LeBorgne,  
Valérie Hécquet, Jack Legrand,  
PROMES : Vincent Goetz, Gael Plantard  
LTN : Philippe Ben Abdallah  
LGC B : Jean-François Cornet  
LAMP : John Kessler

Durée du programme : 1 an (2007-2008)

## Quelques généralités...

L'alternative « Microalgue » pour la production de bioénergies...



Vecteurs énergétiques variés : H<sub>2</sub> par biophotolyse directe de l'eau, lipides (biodiesel), sucres (méthane, hydrogène par gazéification ou fermentation)

Impact faible, voire nul, sur l'environnement : Bilan carbone, gestion maîtrisée des apports en sels minéraux

Rendements à l'hectare beaucoup plus élevés que pour les végétaux supérieurs (jusqu'à deux ordres de grandeurs) : Solution au problème de la surface utile aux biocarburants végétaux

Un chiffre : 25% du parc européen de véhicules = Totalité des surfaces cultivables de l'Europe

Intensification possible sans augmentation de la pression sur l'environnement

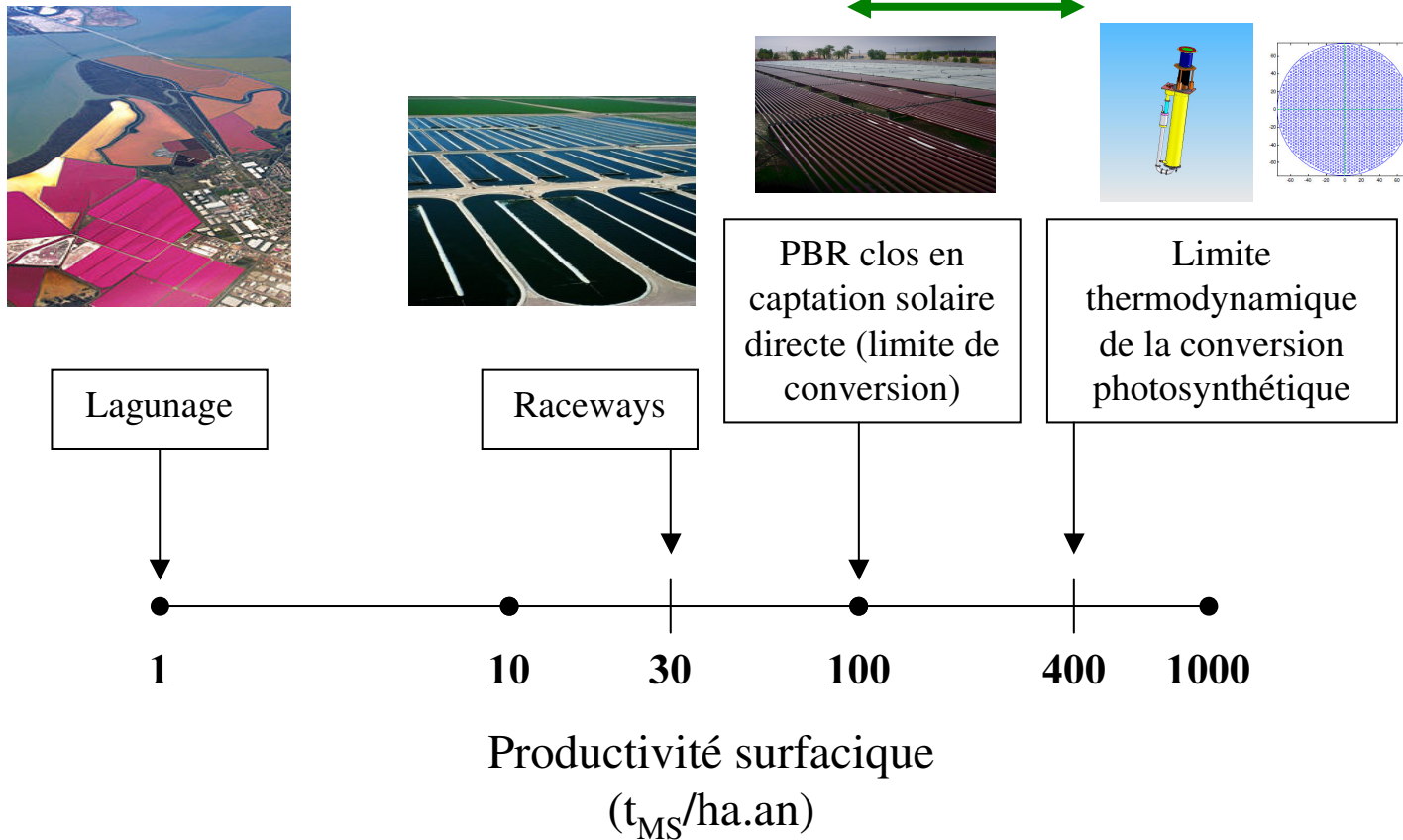
Diversification des voies de production des biocarburants (diminution de la pression sur les filières traditionnelles)

Production contrôlée, industrielle

# La production solaire des microorganismes photosynthétiques

Les enjeux et les gains attendus sont à la hauteur de la rupture technologique...

Ingénierie des photobioréacteurs  
Cœur du programme ANR Biosolis  
([www.biosolis.org](http://www.biosolis.org))



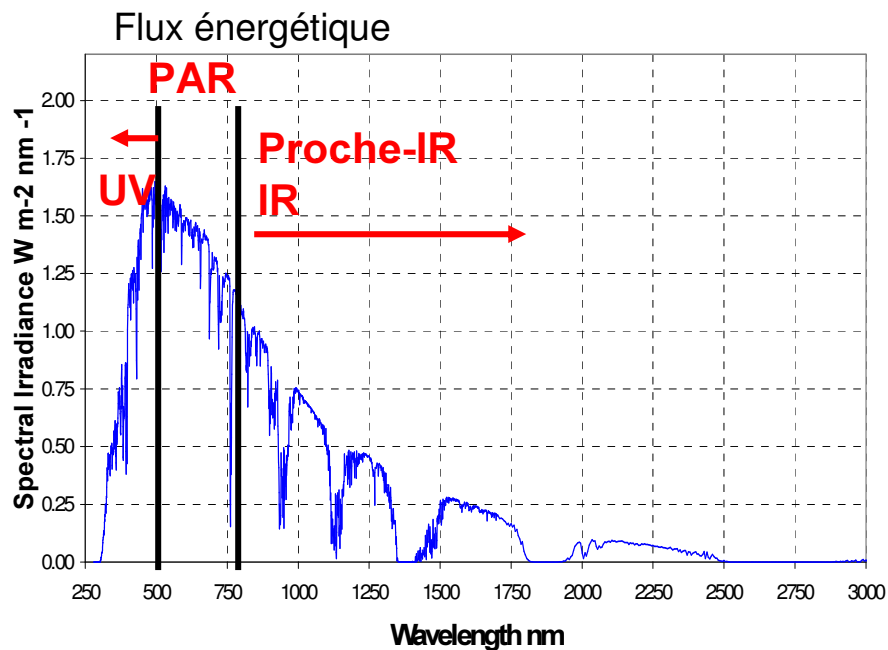
# Problématique générale de BiorHys

Bioénergies = production à grande échelle (>>ha)

Photobioréacteurs clos = seul moyen d'atteindre les optimums de productivité

➡ Gap technologique et économique à franchir

Constat : Photosynthèse = conversion sur environ 43% de l'énergie du spectre solaire total  
soit environ  $430\text{W.m}^{-2}$  pour  $1\text{ kW.m}^{-2}$  total reçu, flux typique d'un jour d'été ensoleillé).



Peut-on accroître l'efficacité énergétique globale des systèmes de production par utilisation combinée de différentes techniques d'exploitation du flux solaire ?

- Peut-on valoriser le spectre infra-rouge ?
- Peut-on exploiter les UV ?
- Peut-on exploiter les longueurs d'onde du visible peu utiles à la photosynthèse ?
- Comment réaliser l'intégration ?

**Flux énergétiques par domaines :**  
**PAR 43%, IR 50%, UV 7%**

# Principales conclusions

- Association en série de PBRs plans et de panneaux PV

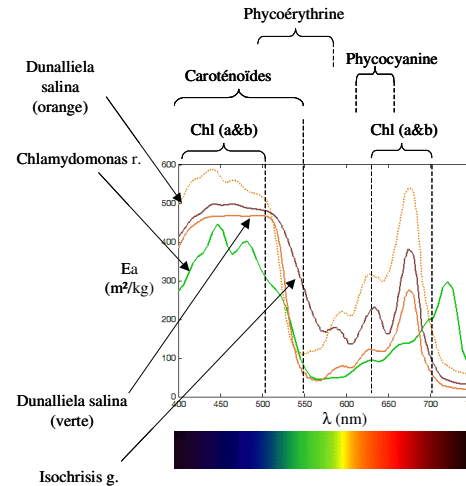
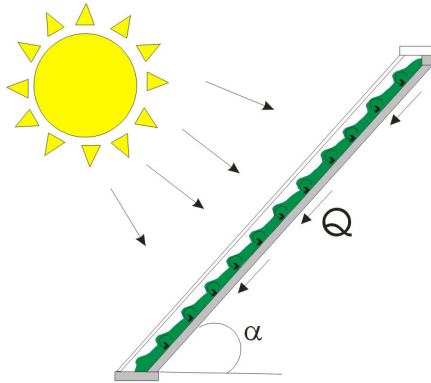
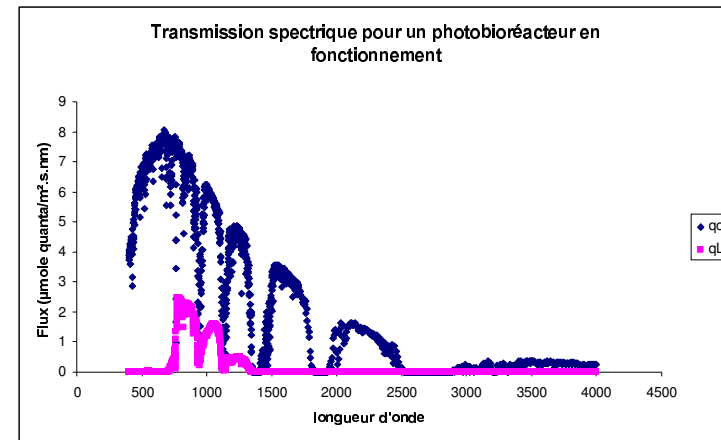
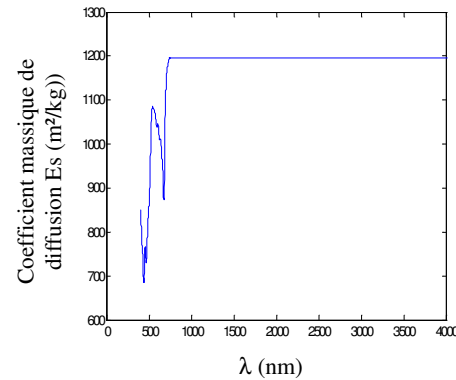
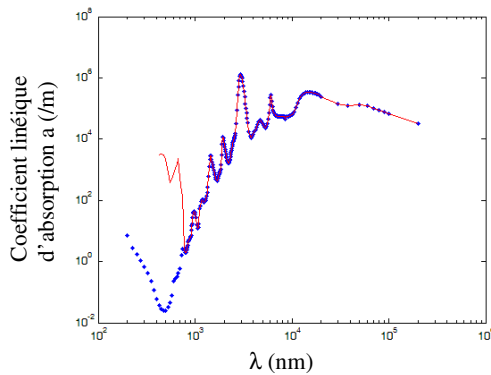


Figure 2 : Coefficients d'absorption de différentes microalgues

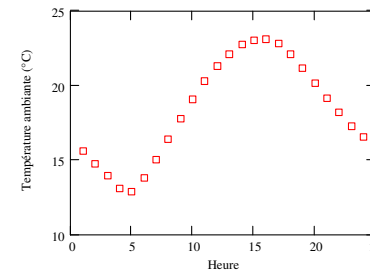
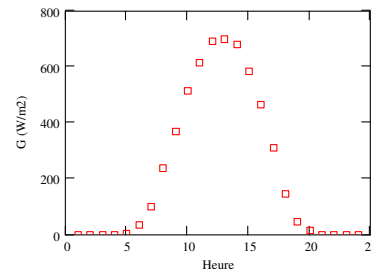
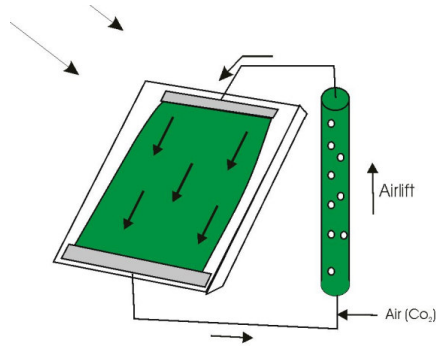


L'intégration du flux spectrique en sortie de photobioréacteur donne une énergie de  $100\text{W/m}^2$ , pour un flux incident de  $1000\text{W/m}^2$  environ  $\rightarrow$  intérêt faible (rôle majeur de l'eau)

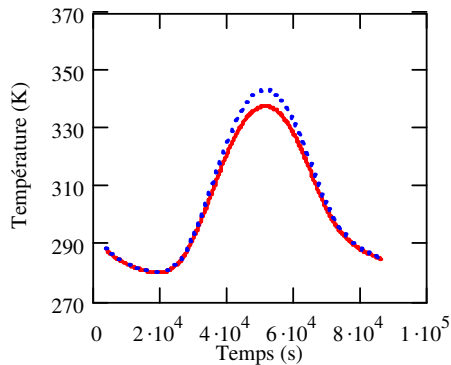
Séparation du spectre en aval du flux  $\rightarrow$  Point critique !

# Principales conclusions

- Utilisation de systèmes passifs pour l'amélioration de la régulation thermique des PBRs et procédés PV



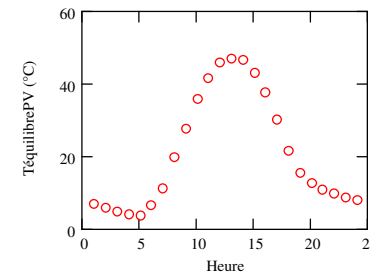
Conditions météorologiques pour la ville de Nantes – Mois de Juillet



## Bilan étude PBR

- Refroidissement obligatoire ( $T_{\text{culture max}} = 308^{\circ}\text{K} (35^{\circ}\text{C})$ )
- Simulation de différentes configurations

Température de la vitre (trait continu) et de la culture (pointillé), site de Nantes, Journée de Juillet : Pas de filtration IR,  $h_{\text{cv}} = 100 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$ .



Etude également réalisée pour un panneau PV

Les solutions de régulation envisagées apportent un net gain  
 → Appliquées dans le programme Biosolis + brevet en cours  
 (état de l'art PBR= refroidissement par eau !)

# Bilan du PE Biorhys

## Réflexions constructives menées autour de l'association de procédés solaires

Groupe de réflexion rapidement étendu :

GEPEA : Jérémie Pruvost, François LeBorgne, Valérie Hécquet, Jack Legrand,

PROMES : Vincent Goetz, Gael Plantard

LTN : Philippe Ben Abdallah

LGCB : Jean-François Cornet (LGCB)

LAMP : John Kessler (LAMP)

**Systèmes passifs de régulation thermique des PBRs** → mis en œuvre dans Biosolis (GEPEA, PROMES, LGCB) – Résultats confirmés (brevet en cours)

**Photocatalyse solaire** → prise de contact entre les partenaires (PROMES, GEPEA, LGCB). Problématiques communes identifiées

**Systèmes de séparation de spectre = Verrou majeur à la valorisation multiple du spectre**

**Applicable surtout avec systèmes déporté de captation (splitting sous flux concentré)**

→ évite les problèmes thermiques en PBR (filtrage amont)  
→ permet d'envisager une valorisation des IR (efficacité thermo du réacteur hybride à terme autour de 20% → 15% du PAR pour PBR et 25% du PIR par Stirling par exemple)

