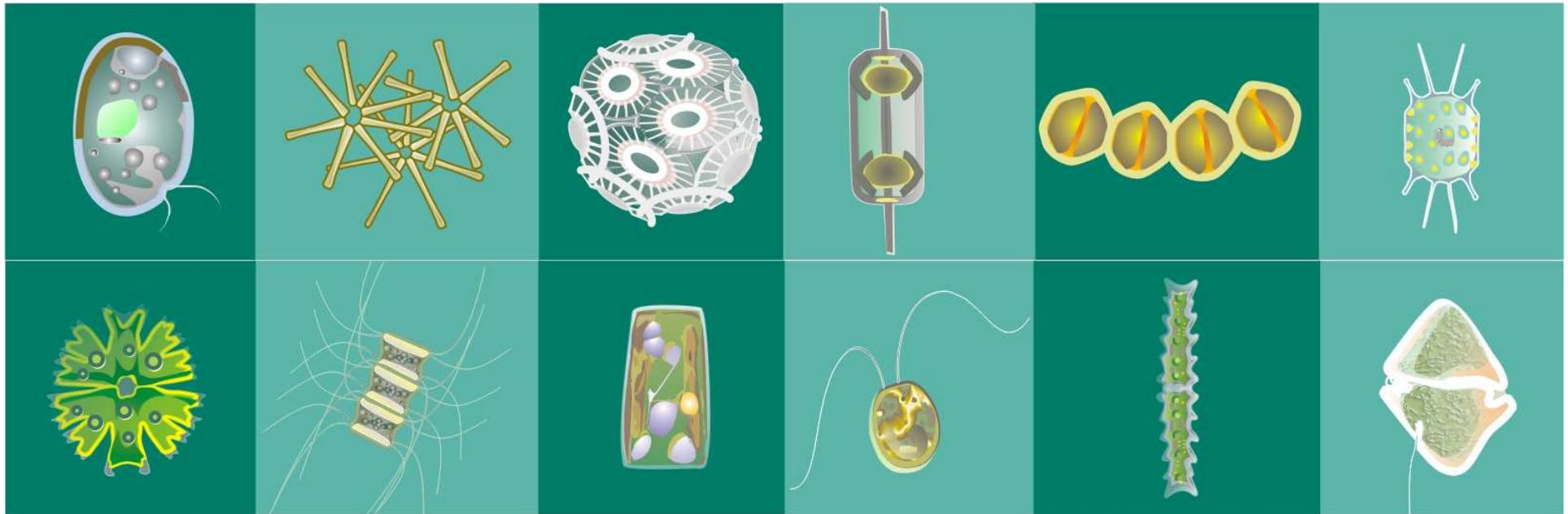


Les conditions de la diversification des microalgues exploitées

ARNAUD MULLER-FEUGA



3 juin 2013

Nombre estimé d'espèces

(Metting, 1996)

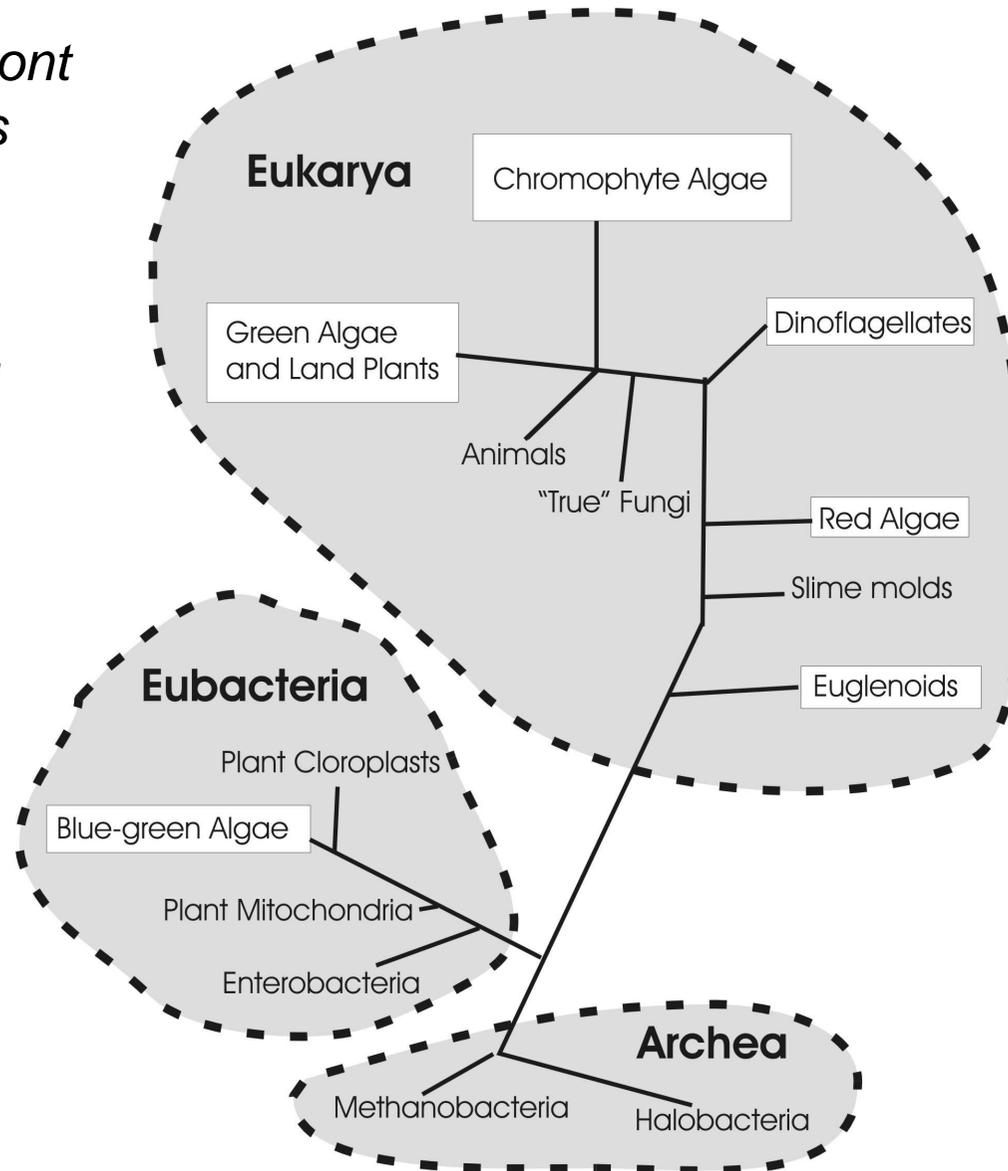


Divisions	Major groups	Number of species
Cyanophyta (blue-green algae)	Croococcales	125 described
	Pleurocapsales	35 described
	Oscillatoriales	1 000
	Nostocales	1 000
	Stigonematales	35 genera
Prochlorococcales	Prochlorales	<10 described
Glaucophyta		3 described
Rhodophyta	Bangiophycidae	5 500 to 20 000
Cryptophyta	Cryptophytes	1 200
Chlorophyta	Micromonadopycae	500
	Charophyceae	500
	Pleurostrophyceae	6 genera
	Chlorophyceae	10 000 – 100 000
Euglenophyta	Euglena	2 000
Chlorarachniophytes		2 genera, each with 1 species
Pyrrhophyta	Dinoflagellates	3 500 - 11 000
Chromophyta	Chrysophyceae	3 400
	Bacillariophyceae (diatoms)	100 000 – 10 000 000
	Xanthophyceae	2 000
	Eustigmatophyceae	1 000 – 10 000
	Raphidiphyceae	100
	Prymnesiophyceae (haptophytes)	2 000
	Dictyochophyceae (silico flagellates)	15

Relations phylogénétiques



Les distances sont proportionnelles aux différences évolutives des séquences de gènes de l'ARN ribosomal.



*Modifié par Metting (1996)
d'après Radmer & Parker (1994)*

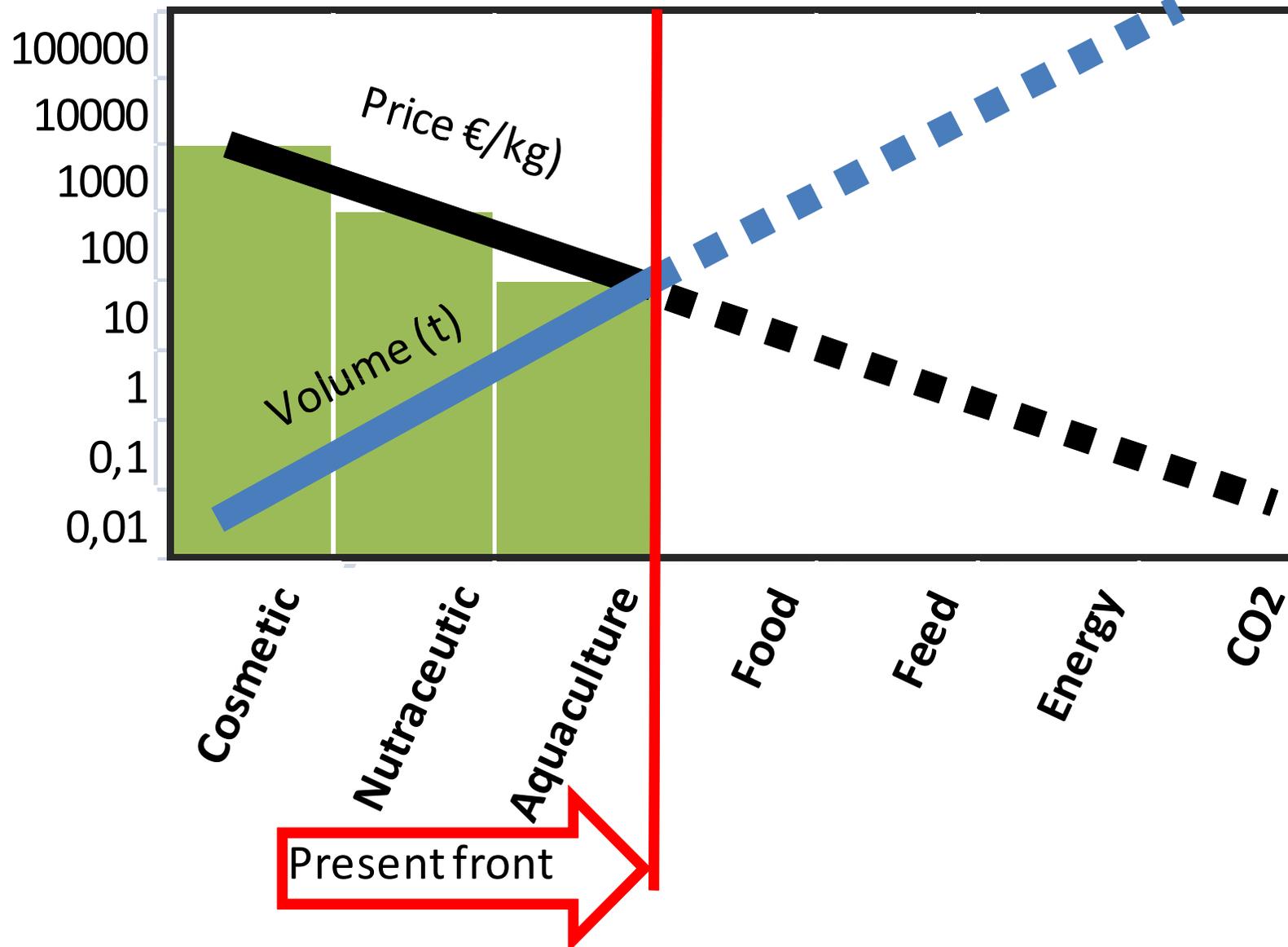
Collections de cultures



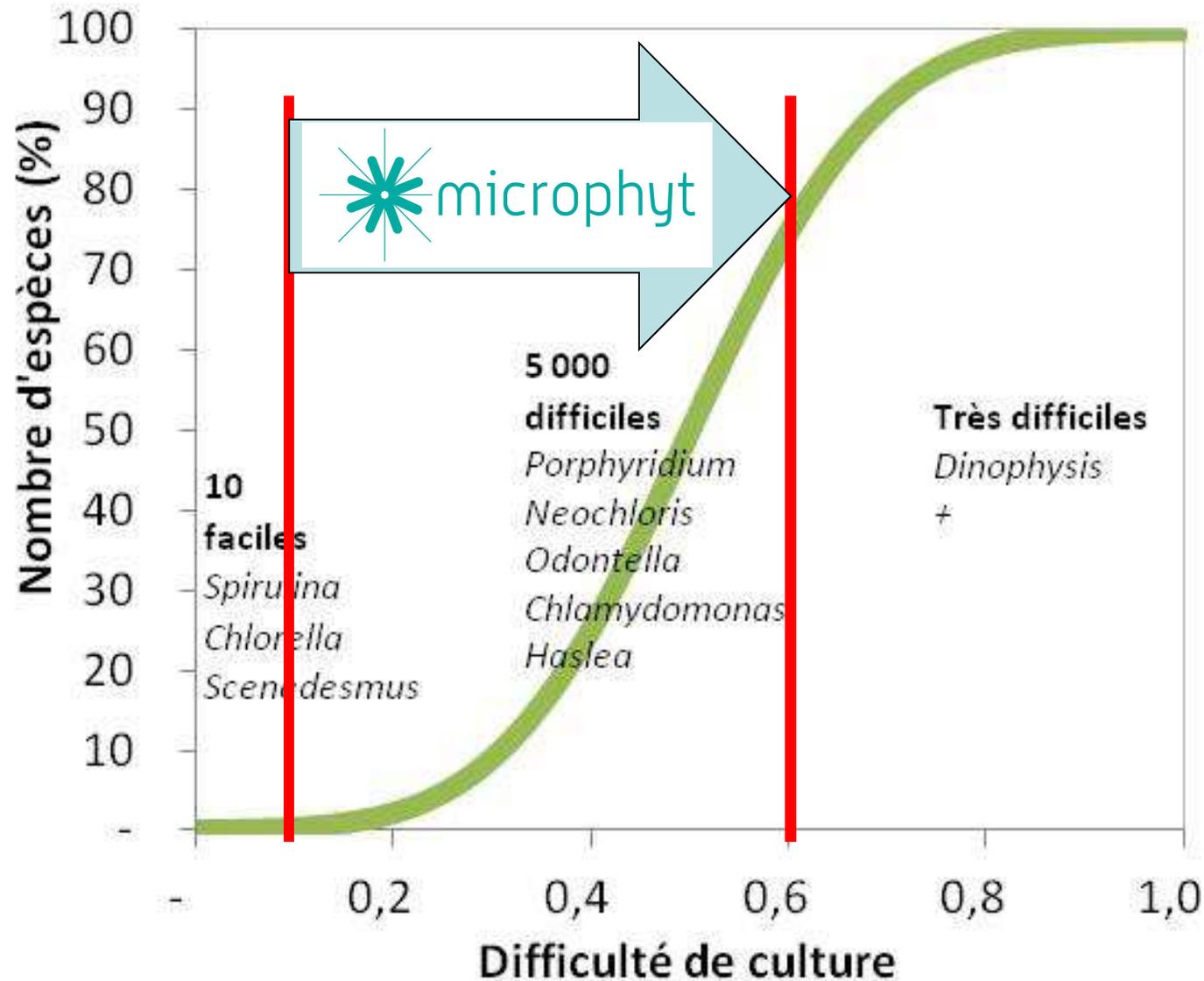
• UTEX (USA)	3 000
• SAG (Germany)	2 400
• NIES (Japan)	2 400
• CCMP (Bigelow Lab - USA)	2 240
• CCAP (UK)	2 000
• CSIRO (Australia)	1 000
• RCC (France)	500
• Aljobank (France)	400
• SCCAP (Danemark)	400

Total souches	20 000
Souches par espèce	3
Espèces avec redondance	6 700
Taux de redondance	30%
Espèces en collection (estimation)	5 000

Des marchés nombreux

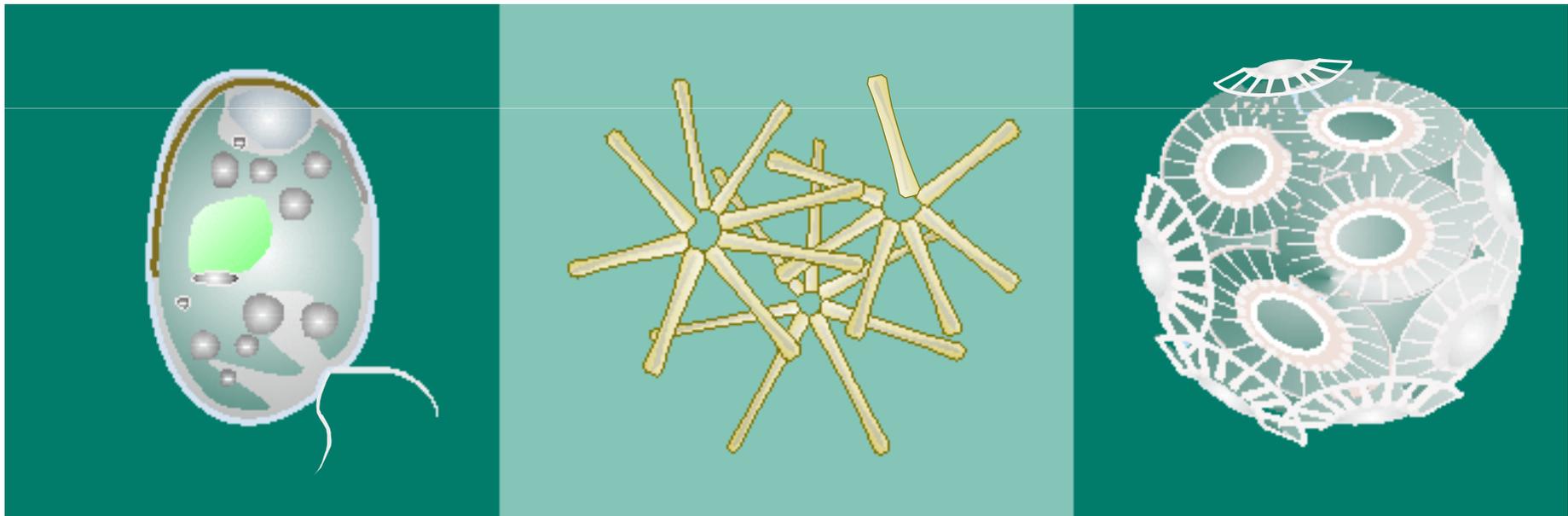


Accès à la biodiversité = déplacer la barrière de difficulté



Fragilité cellulaire

- Gudin C, Chaumont D, Richmond A (1991) Cell fragility: the key problem of microalgae mass production in closed photobioreactors. *Biores Technol* 38:145–151



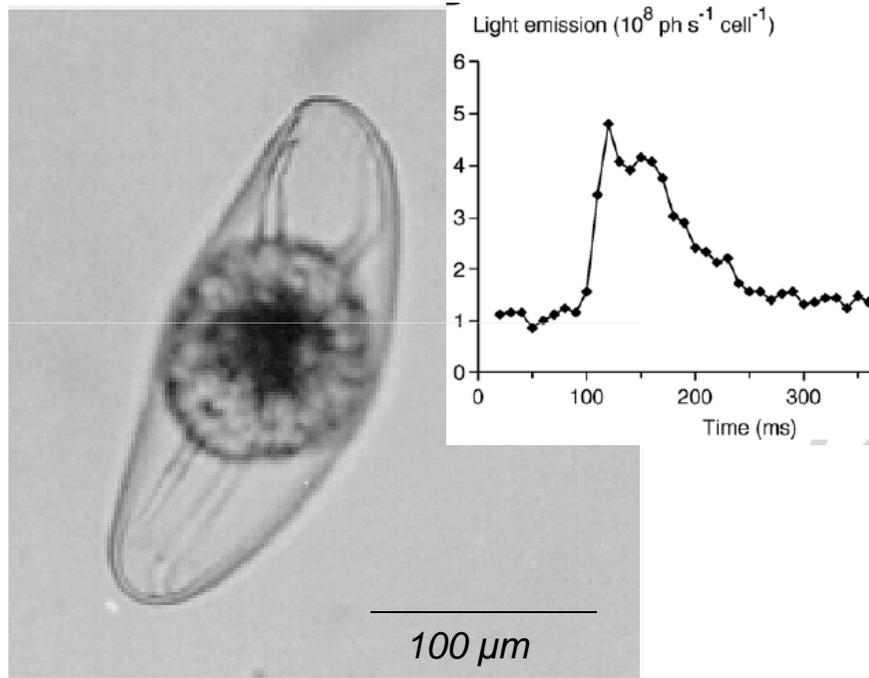
Rhodomonas salina

Asterionella sp

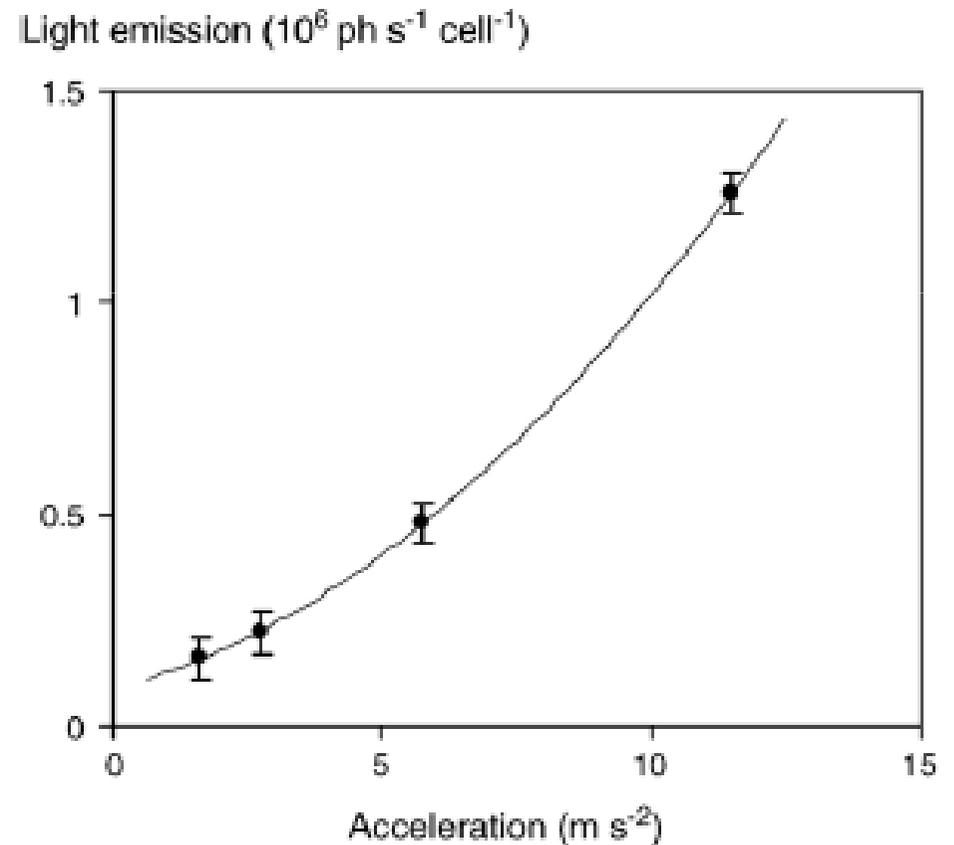
Emiliana huxleyi

Le noctiluque: un modèle de sensibilité cellulaire

A.-S. Cussatlegras, P. Le Gal / Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 343 (2007) 74–81



Pyrocystis lunula



Biofilm



LAMP - Ifremer 2004

Porphyridium cruentum

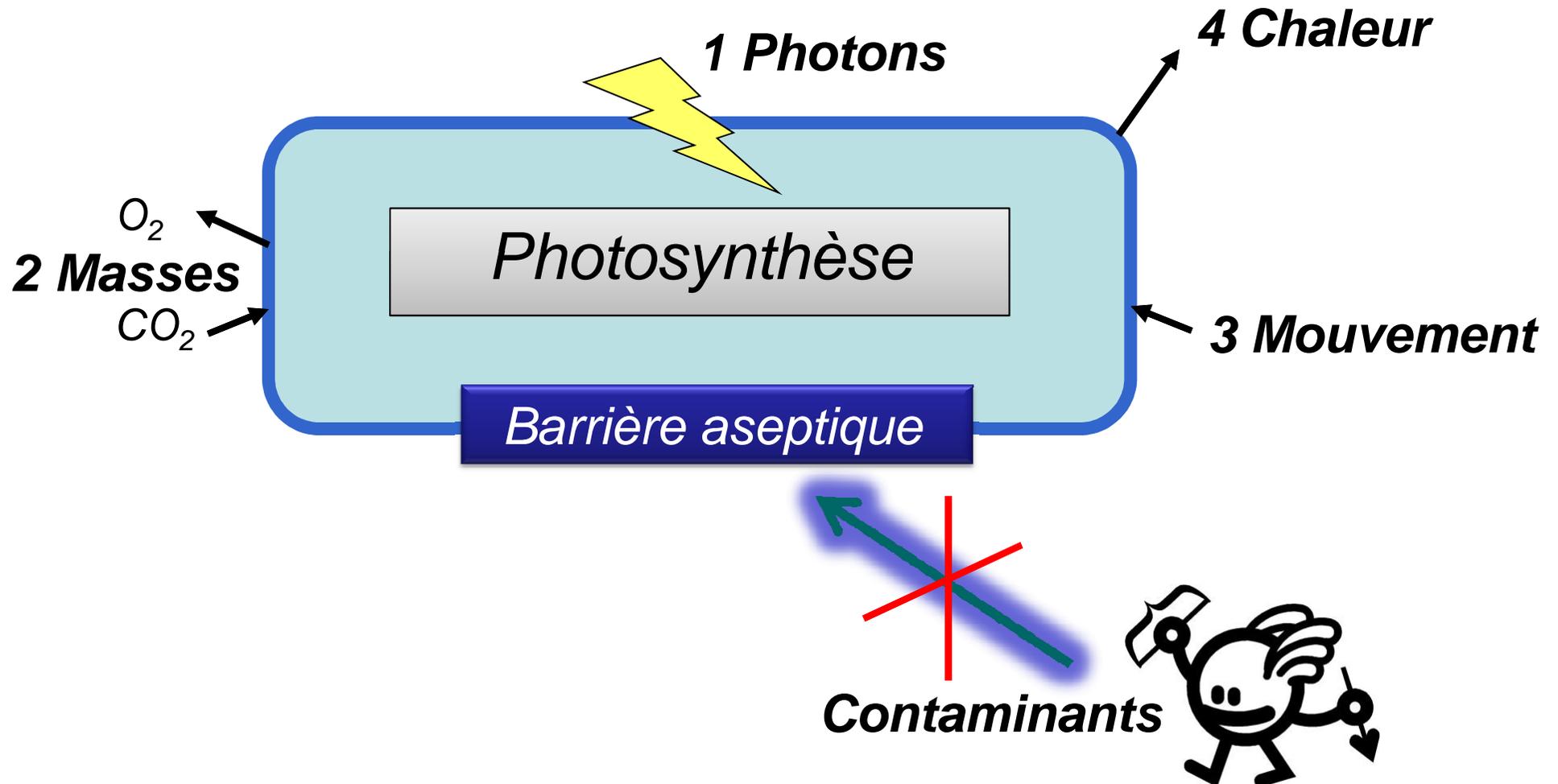


Tubes centraux après 15 jours de culture

Culture industrielle: Les conditions à réaliser



4 transferts sous asepsie dans le respect de l'intégrité cellulaire



CAMARGUE

La preuve du concept

Photobioréacteur
tubulaire horizontal,

- ventilé
- à vagues
- nettoyé

Une technologie
adaptée aux algues
difficiles à produire en
masse



Les problèmes résolus



1. Stérilisation (voies chimique et thermique)
2. Amplification par étapes
3. Nettoyage en ligne
4. Echange liquide - gaz
5. Contrôle thermique
6. Fragilité cellulaire
7. Accroissement d'échelle



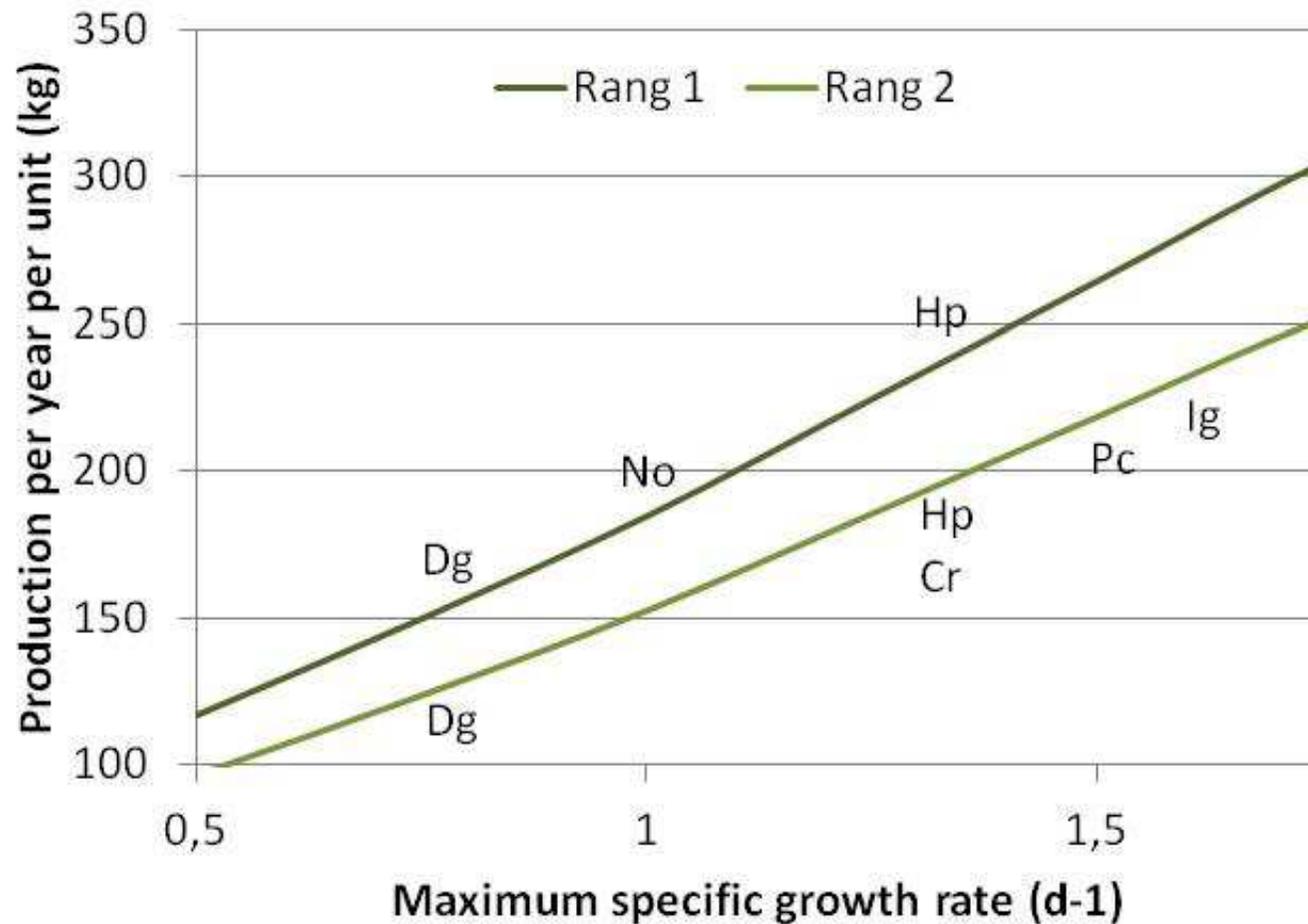
Brosse_0002.wmv

Résultats au 28 mai 2013

(biomasse cellulaire)

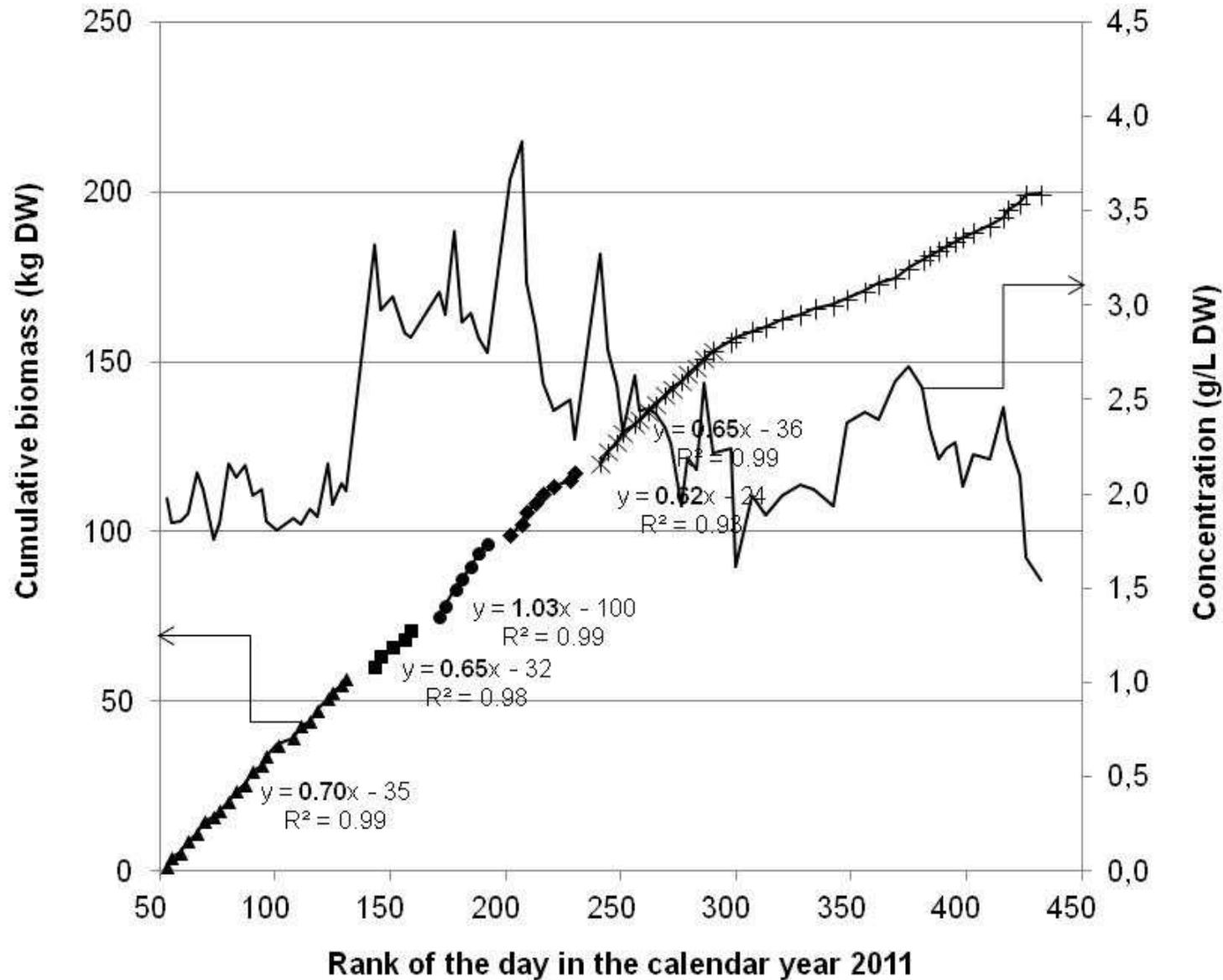
	Unit	<i>Dysmorphococcus globosus</i>	<i>Dysmorphococcus globosus</i>	<i>Neochloris oleoabundans</i>	<i>Porphyridium cruentum</i>	<i>Haematococcus pluvialis</i>	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	<i>Isochrysis galbana affinis Tahiti</i>
Reactor position from South		1	2	1	2	1	2	2
Run duration	d	13	49	379	85	250	63	150
Mean concentration	g.L^{-1}	1,5	1,8	2,4	3,1	1,2	2,1	1,5
Mean dilution rate	d^{-1}	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Production	kg	9	33	224	44	107	20	8
Mean daily production	kg.d^{-1}	0,7	0,7	0,5	0,4	0,6	0,5	0,8
Mean surface productivity	$\text{g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$	15	14	11	8	13	10	16
Mean volume productivity	$\text{g.L}^{-1}.\text{d}^{-1}$	0,15	0,14	0,11	0,08	0,14	0,11	0,16

Productions et espèces microphyt



No	<i>Neochloris oleoabundans</i>	
Cr	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	
Dg	<i>Dismorphococcus globosus</i>	
Hp	<i>Haematococcus pluvialis</i>	
Pc	<i>Porphyridium cruentum</i>	
Ig	<i>Isochrysis galbana affinis Tahiti</i>	

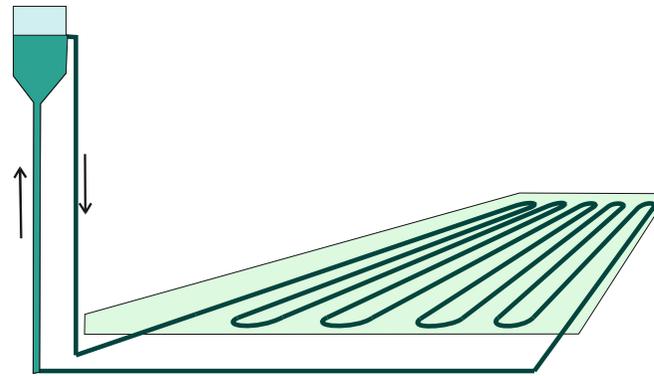
379 jours avec *Neochloris oleoabundans*



Différenciation:

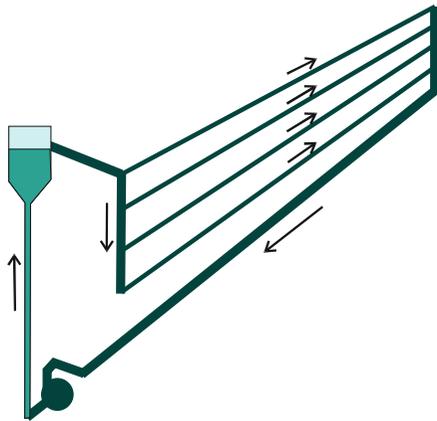


- *Espèces difficiles*
- *Scalability*
- *Faible puissance*



CEA 1992
10 mn
Air lift

PBRs avec dégazeur

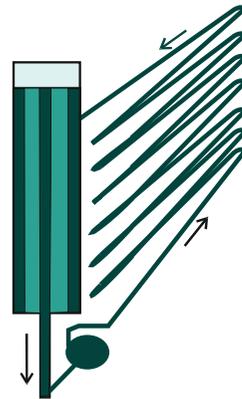


Algatechnologies 2000

10 mn

Air lift
Centrifuge pump

$P > 2 \text{ kW/m}^3$

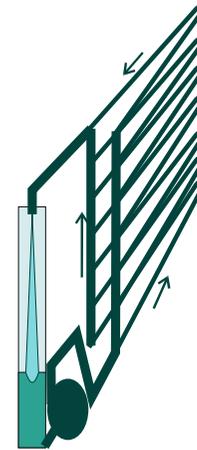


U. Almeria 2006

10 mn

Downward air lift
Centrifuge pump

$P > 2 \text{ kW/m}^3$



IGV GmbH 2012

70 s

Water fall
Centrifuge pump

$P > 2 \text{ kW/m}^3$



Microphyt 2013

1h10

Soft pumping ¹⁶

$P < 0.4 \text{ kW/m}^3$

Les challenges



Réduire les coûts de production
sans réduire les performances

- Diminuer les investissements
- Diminuer les besoins en main d'œuvre
- Utiliser des rejets (CO₂, digestat,..)

Ne pas prendre sur les terres agricoles

Conclusion



- Une première étape pour la **qualification technologique** et les **premières ventes**
- Une deuxième étape pour le **déploiement industriel**

Arnaud Muller-Feuga

Michel Lemar

Vincent Usache

contact@microphyt.eu