

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



LES PILES À COMBUSTIBLE MICROBIENNES (PACS)

| Nicolas Chabert ; Wafa Achouak

JEUDI 24 MARS 2016

9^{èmes} Rencontre CEA ↔ Industrie, en Région PACA, pour l'innovation et le transfert de technologie

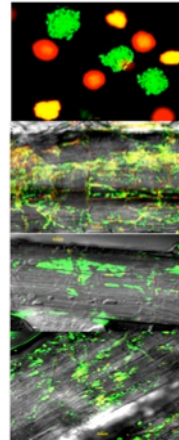
www.cea.fr

BIOTECHNOLOGIES : ENERGIE - ENVIRONNEMENT

Réponse adaptative des bactéries

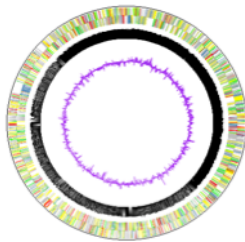
Stress environnementaux Cd/U/NPs

Adaptation aux environnements extrêmes



Dialogue moléculaire dans la rhizosphère

Rôle des bactéries dans la santé des plantes



Outils bioinformatiques

Analyse de métadonnées
Etude in silico

Impact des nanoparticules



Biotransformation

Interactions plante-microbes

Risque et cycle de vie



Images and data courtesy of CytoViva, Inc. www.cytoviva.com

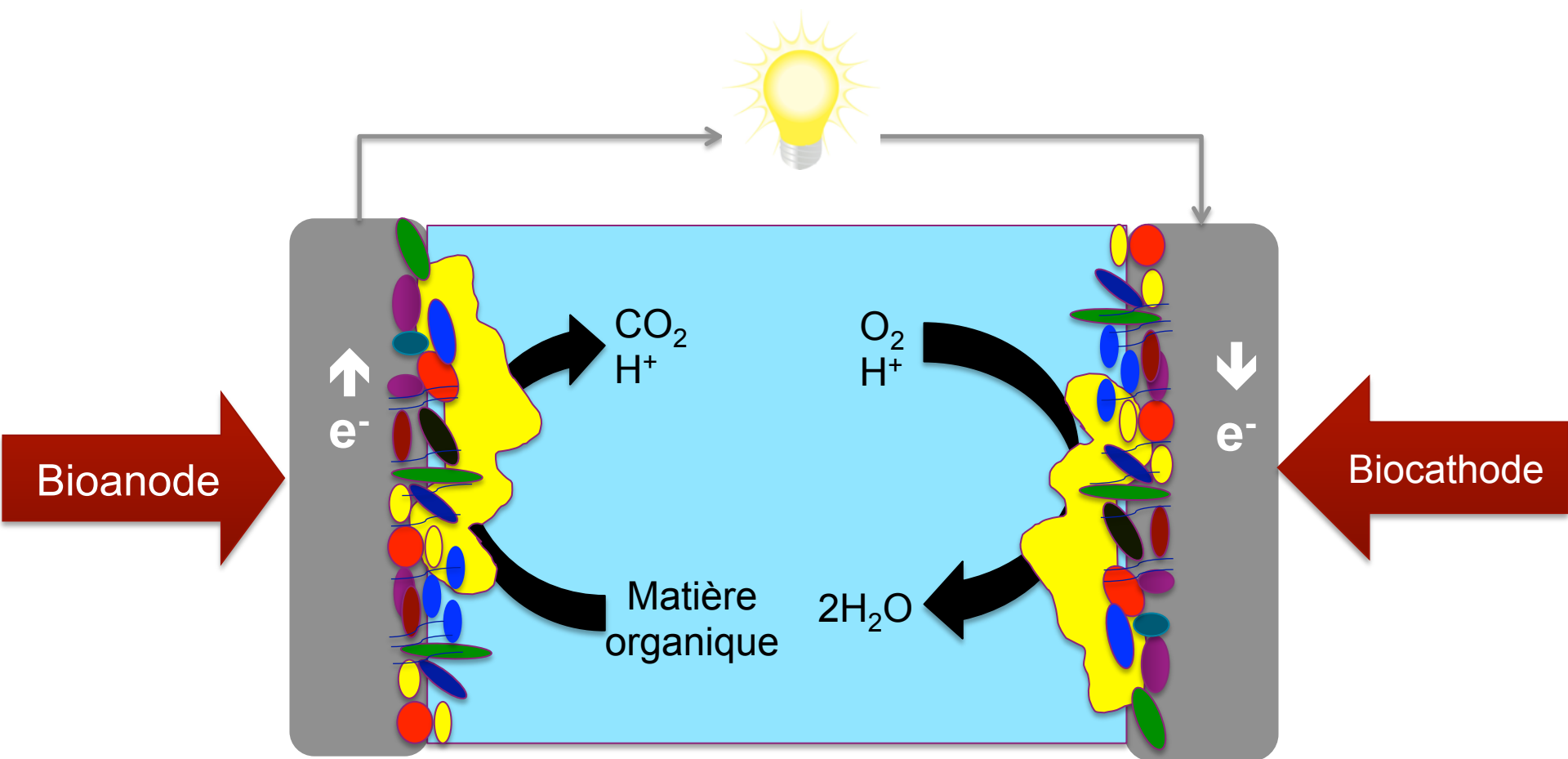
Piles à combustible microbiennes

Biofilms électrochimiquement actifs

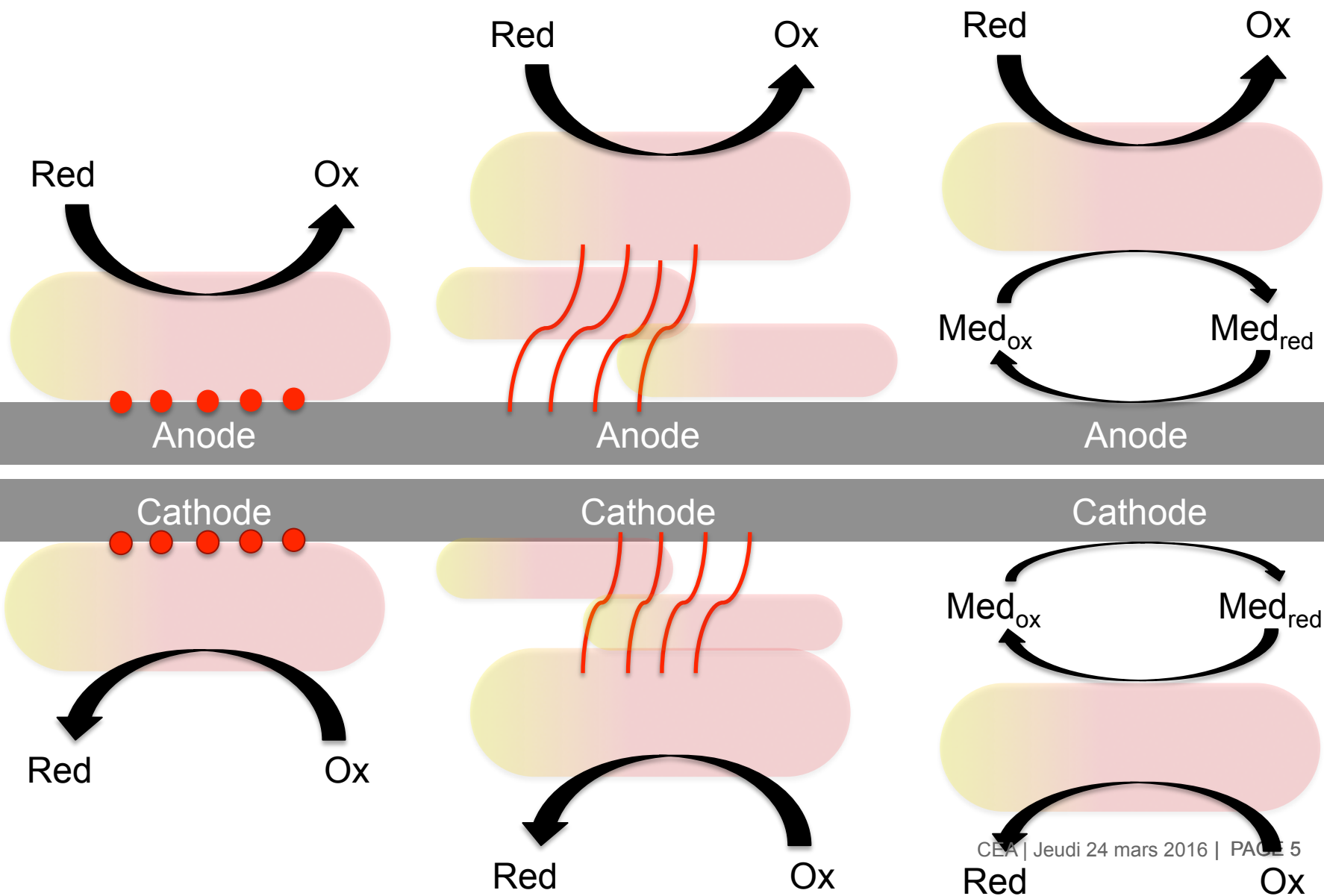


GÉNÉRALITÉS

LES PILES À COMBUSTIBLE MICROBIENNES



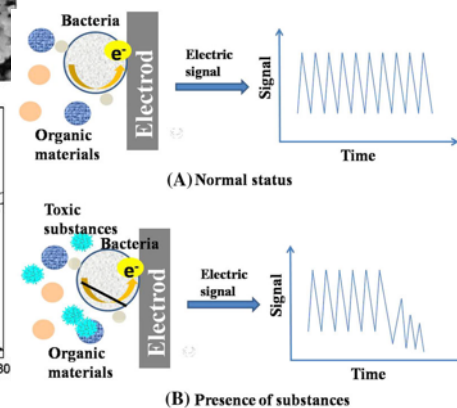
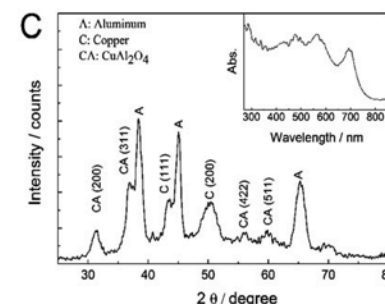
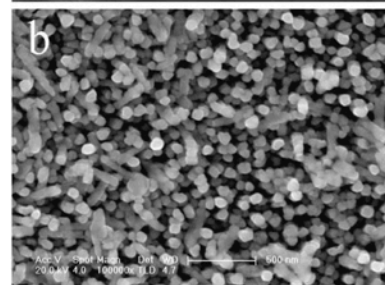
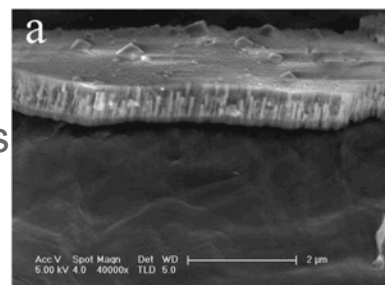
TRANSFERT EXTRACELLULAIRE D'ÉLECTRONS



LES APPLICATIONS PRÉDITES

Coupler la production d'énergie à d'autres applications

- Traitement d'effluents : Eaux usées, sites industriels et agricoles, déchets domestiques (compost, etc...)
- Bioremédiation : Recyclage des déchets organiques, électrodéposition, dénitrification, etc...
- Bio-capteurs de contaminants organiques
- Alimentation de robots autonomes: balises, capteurs environnementaux, instruments marins, etc...
- Bio-électrosynthèse
- Synthèse de nanomatériaux



Ding *et al.* 2009; Gu *et al.* 2015, Tender *et al.* 2008

LES AVANTAGES DES PACS

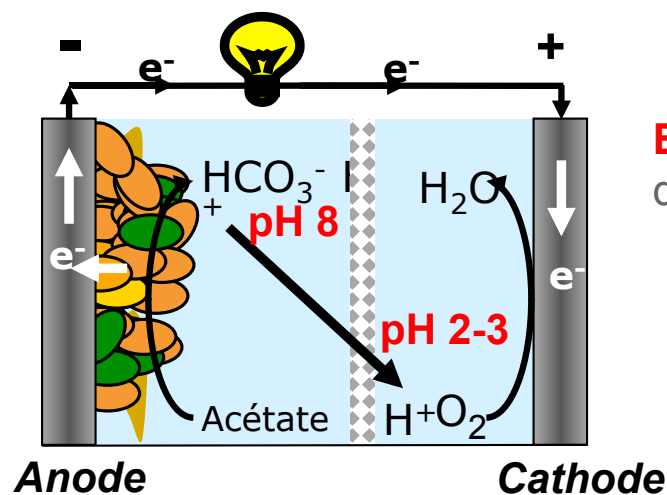
- **Matériaux d'électrodes peu coûteux**: carbone ou graphite, acier inoxydable, modification de surface non obligatoire
- Entretien et développement de l'électro-catalyseur **spontané** à partir du microbiote
- Les biofilms électroactifs sont capables d'oxyder **une grande variété de substrats (fuels)**: acétate, acides gras volatiles, sucres, alcools, hydrocarbures,... et divers effluents organiques

LES VERROUS DES PACS

Verrou au niveau de la cathode $O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightleftharpoons 2 H_2O$

La réduction de O_2 est favorisée à des pH faibles or la croissance microbienne est plus efficace à pH neutre ou alcalin:

- Difficulté de trouver un catalyseur efficace
- Problème de conception de la pile : Anode vs. Cathode
- Biofouling des cathodes à air



Biofouling de la face interne d'une cathode à air

Faible conductivité ionique



eaux de surface

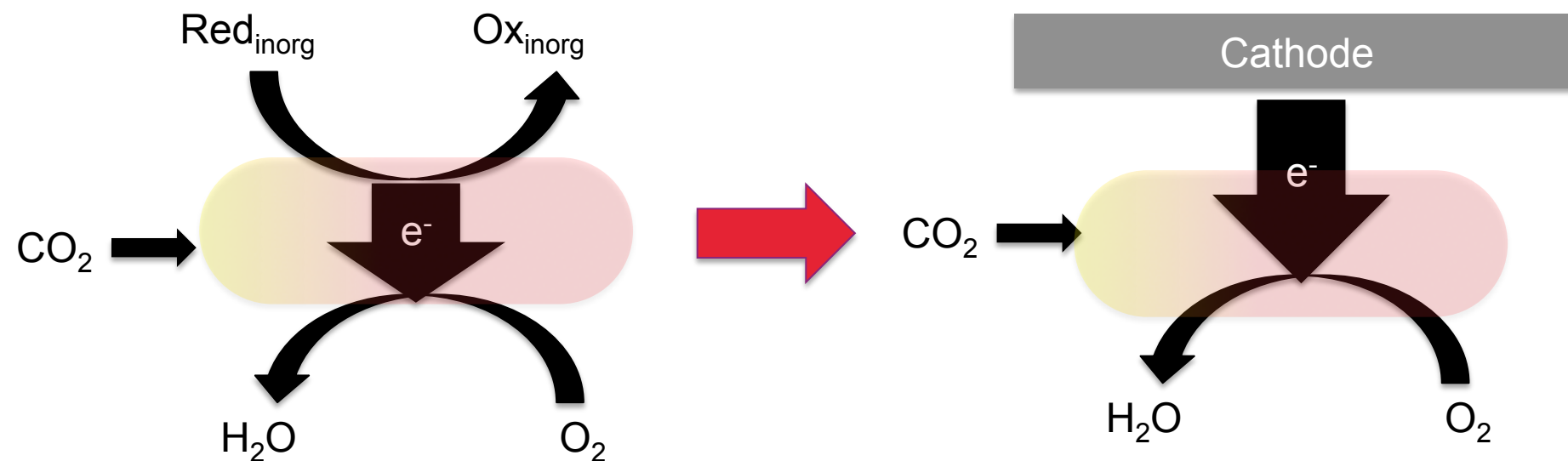
NOS ACTIVITÉS:

**MEILLEURE COMPRÉHENSION DES
INTERACTIONS BACTÉRIES
CATHODES**

APPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES

INTERACTIONS BACTÉRIES CATHODES

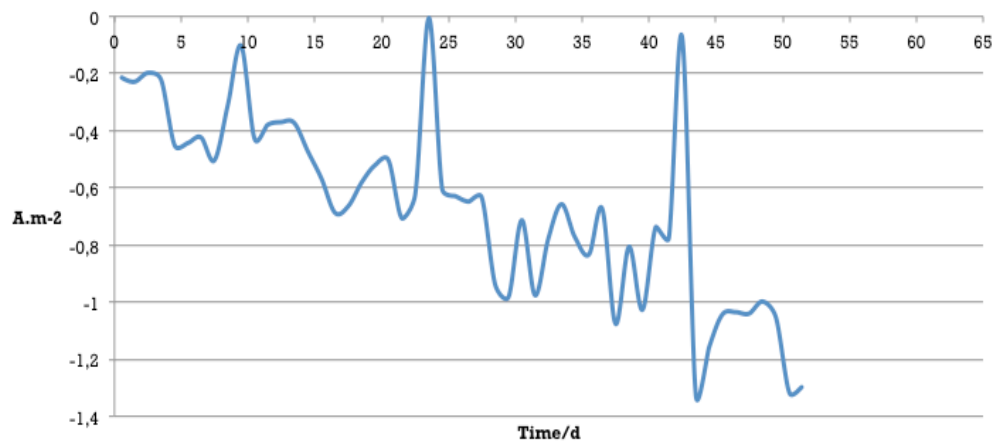
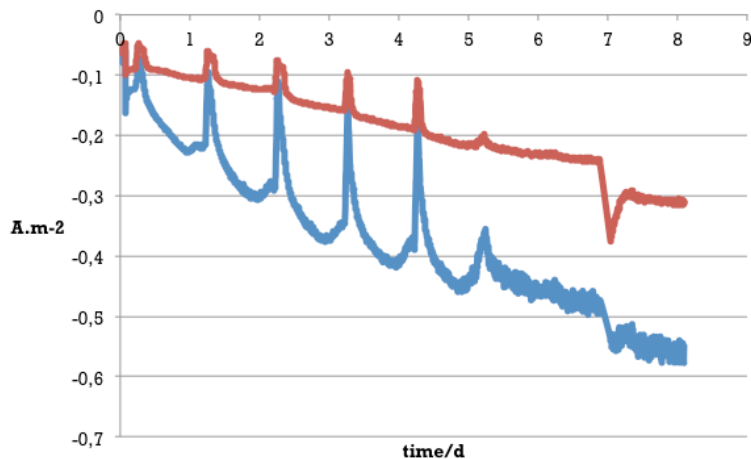
■ Choix de bactérie **Chimiolithotrophes**



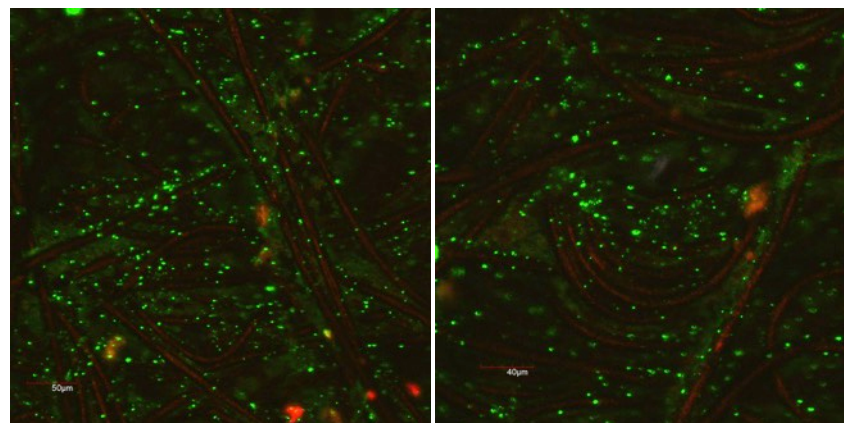
- Durabilité dans le temps
- Autonomie
- Aucun apport organique
- Puits à CO_2

INTERACTIONS BACTÉRIES CATHODES

■ Performance en condition acide : *Acidithiobacillus ferrooxidans*

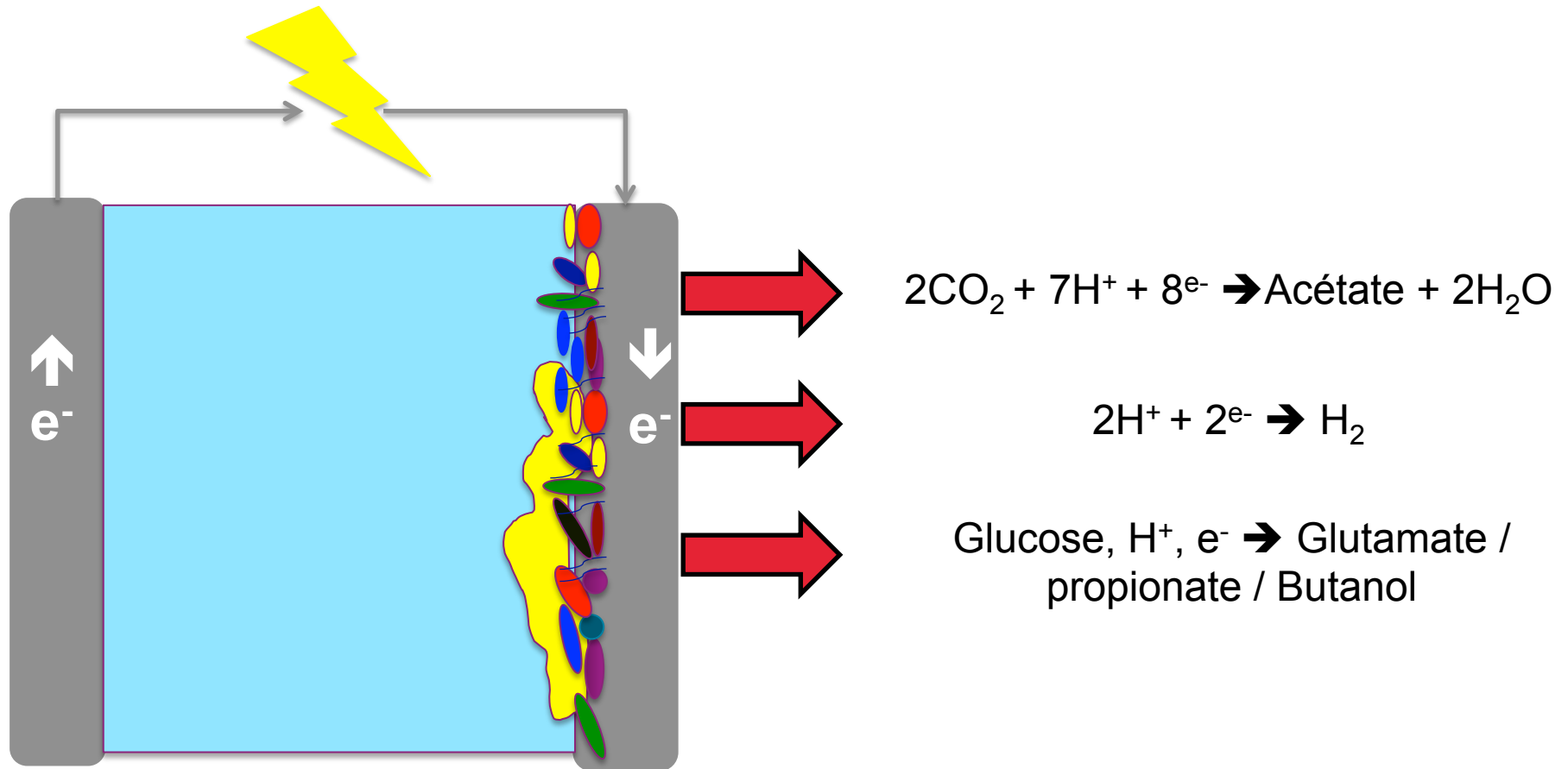


- Utilisation du CO₂ et O₂ atmosphérique
- Possibilité d'améliorer le biofilm et la production
- Autonome
- Longévité : +50 jours



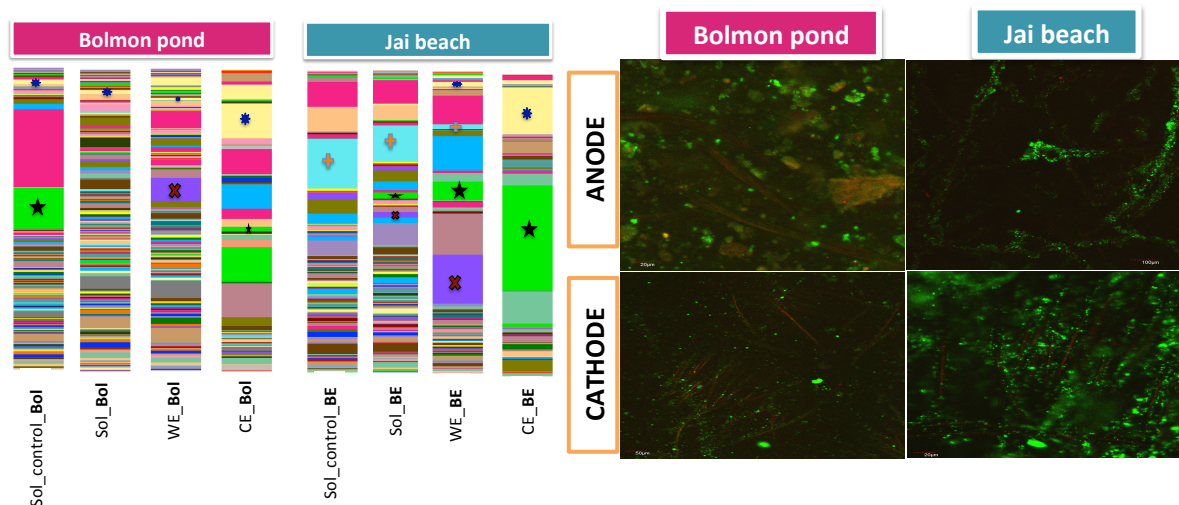
INTERACTIONS BACTÉRIES CATHODES: BIO-ELECTROSYNTHÈSE

- Profiter des pics de production énergétique pour la synthèse de molécules à haute valeur ajoutée

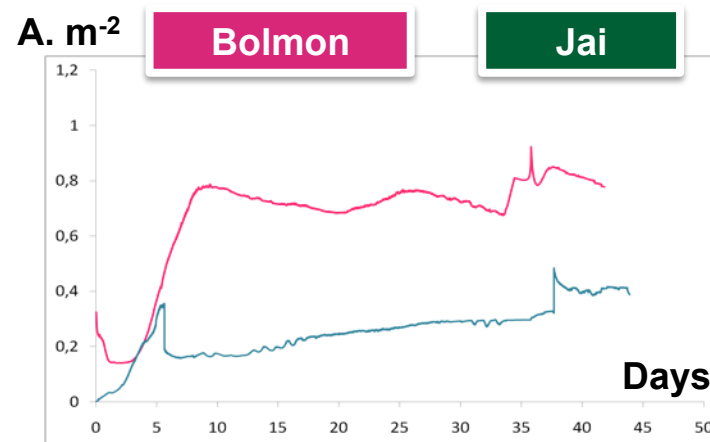


- Détermination du candidat idéal : *Thioalkalivibrio nitratireducens* ?

APPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES: ALIMENTATION DE NŒUD DE CAPTEURS



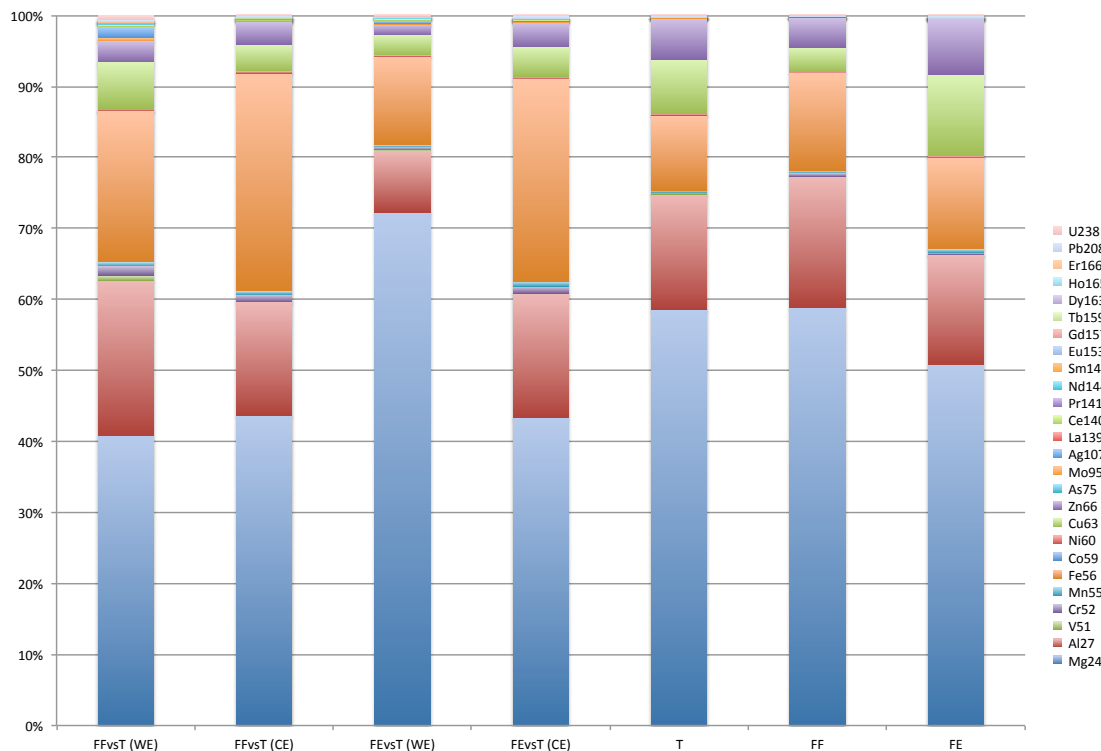
- Production d'énergie
- Analyse des communautés
- Architecture des biofilms



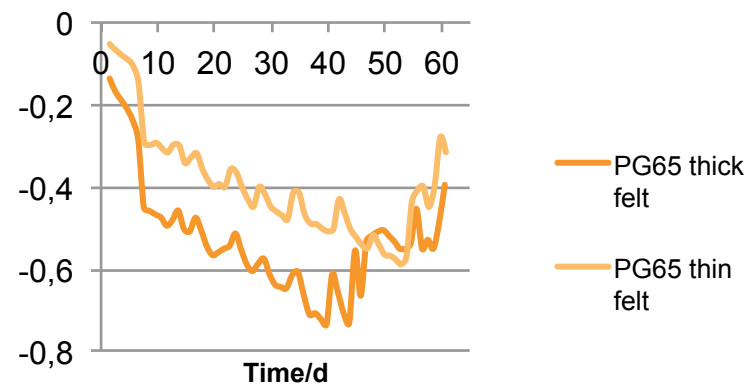
APPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES: BIOREMEDIATION

■ **Elimination** des polluants organiques et inorganiques environnementaux

Abondance relative des éléments dosés par ICP-MS dans les réacteurs



■ Dépôt de Fe, Al, Ag, Mn sur électrode



■ Coupler la production d'énergie à la décontamination

■ Faible cout



- Wafa Achouak
- Mohamed Barakat
- Marie Bertrand
- Gilles De Luca
- Sylvain Fochesato
- Thierry Heulin
- Philippe Ortet
- Catherine Santaella

- Nicolas Chabert
- Oulfat Amin Ali
- Desislava Jivkova
- Mikael Rimboud
- Anais cuny
- Blanche Collin
- Justine Long
- Laetitia Tauleigne



Merci à tous pour votre attention

Partenaires et collaborateurs pour les PACs:



Contact :

Nicolas.chabert@cea.fr
Wafa.achouak@cea.fr

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Cadarache | 13108 Saint-Paul-Lez-Durance
T. +33 (0)4 42 25 48 27

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775
685 019

DRF
BIAM
LEMIRE