

Biopiles enzymatiques microfluidiques à alcools.

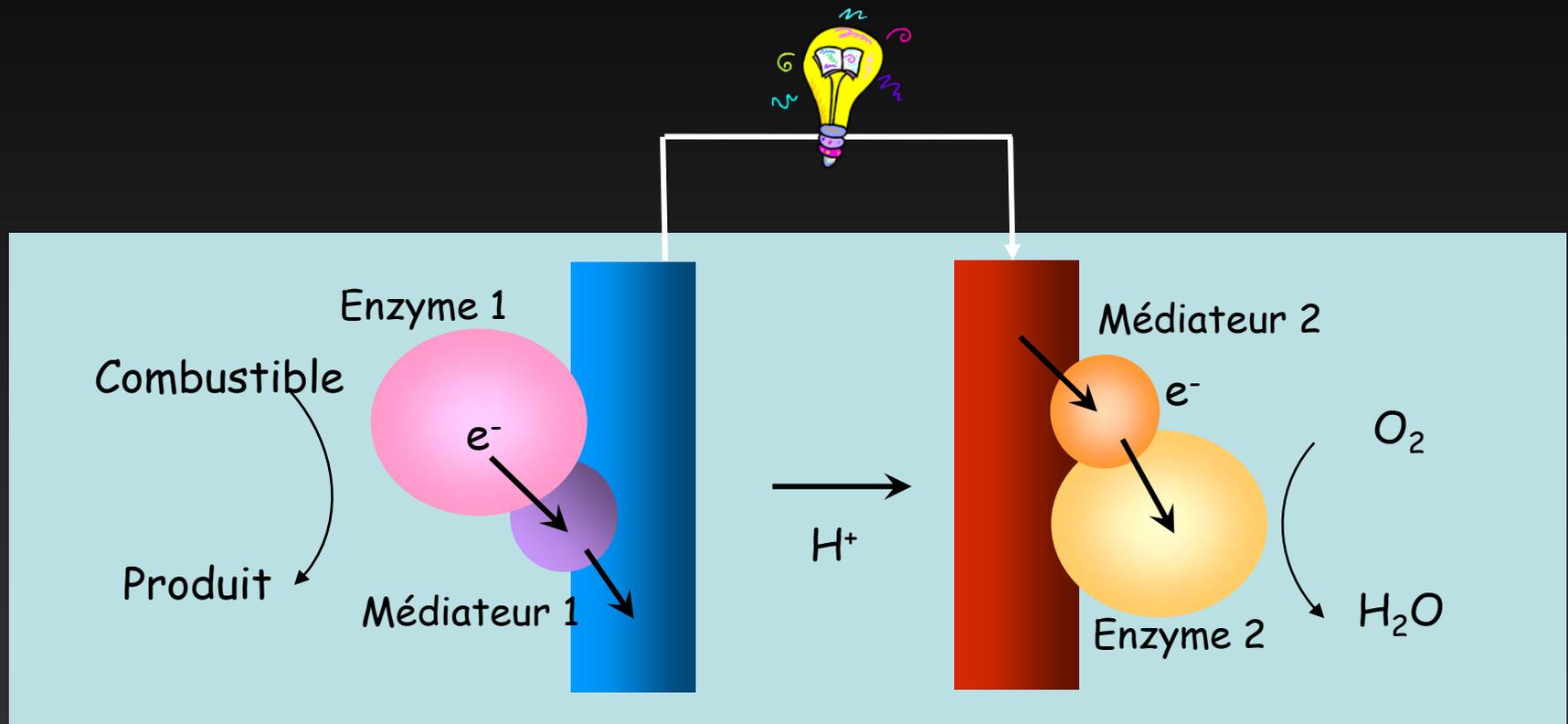
Sophie TINGRY¹, Amael CAILLARD², Louis RENAUD³, Marc CRETIN¹,
Christophe INNOCENT¹

¹ *Institut Européen des Membranes, UMR 5635, Place Eugène Bataillon, CC 047, 34095 Montpellier, cedex 5, France*

² *GREMI, Université d'ORLEANS*

³ *Institut des Nanotechnologies de Lyon.*

Principe d'une biopile enzymatique



Anode - oxydation

Cathode - réduction

Exemple de combustible : glucose, méthanol, glycérol...

Biopiles enzymatiques : applications

Fonctionnement dans des conditions physiologiques (pH, T°)

Systemes implantables

Alimentation de dispositifs de faible puissance

$P \sim 100\text{mW}$



Sony biopile à sucre, 2007



Miniaturisation des systèmes
pour un gain en densité volumique d'énergie

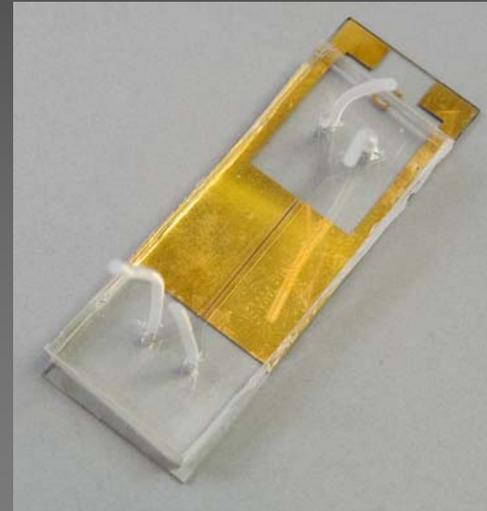
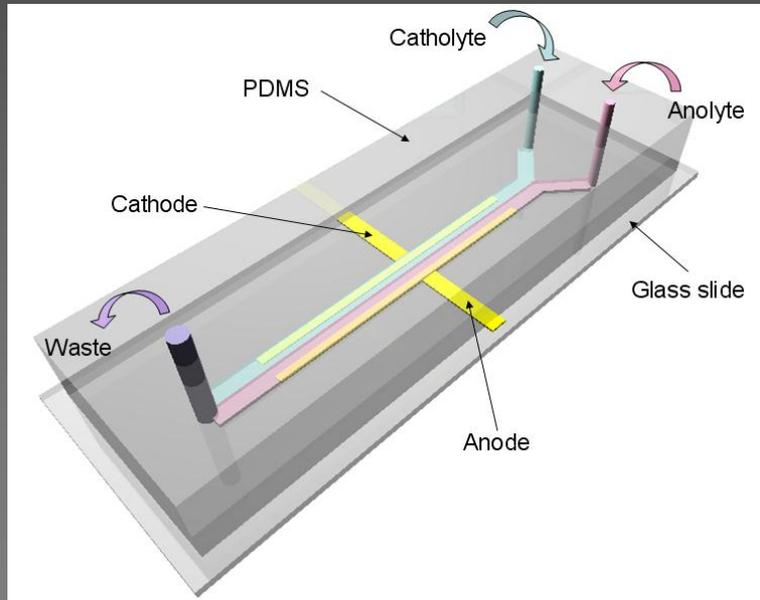


Technologie microfluidique

Pile à combustible microfluidique

Intégration dans une puce microfluidique :

- des fonctions relatives à la distribution et l'évacuation des fluides
- des composants (électrodes, catalyseurs)
- des réactions électrochimiques



Écoulement en parallèle du combustible et du comburant sans mélange convectif dans un monocanal microfluidique



Préparation des électrodes

Réalisation microcanaux



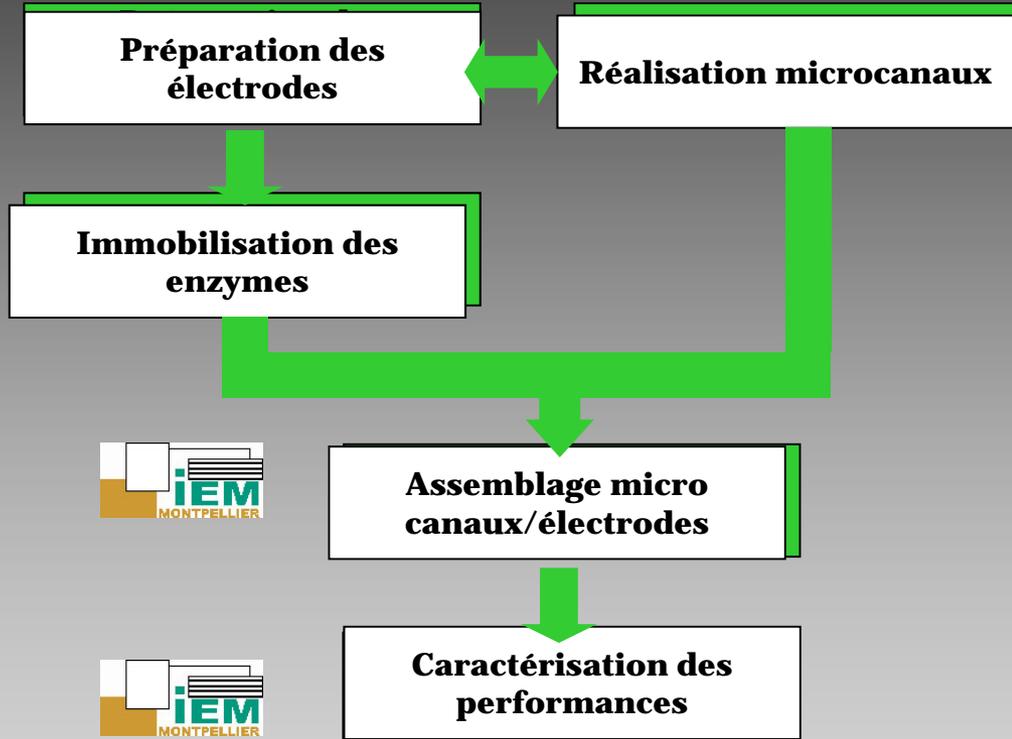
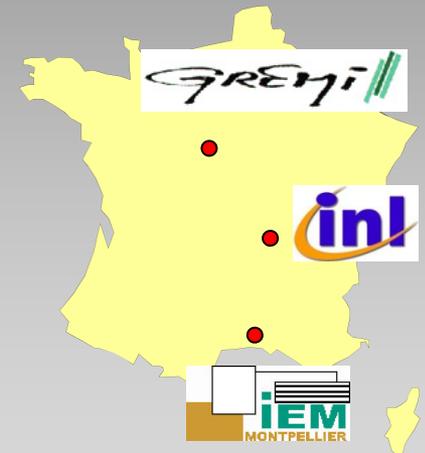
Immobilisation des enzymes



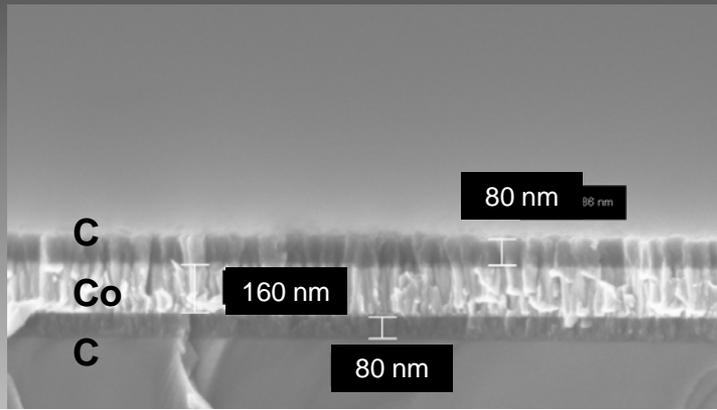
Assemblage micro canaux/électrodes



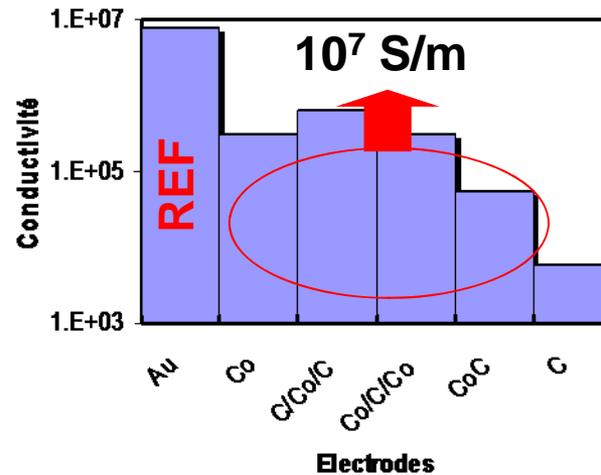
Caractérisation des performances



Caractérisation structurale et électrique des électrodes Co/C



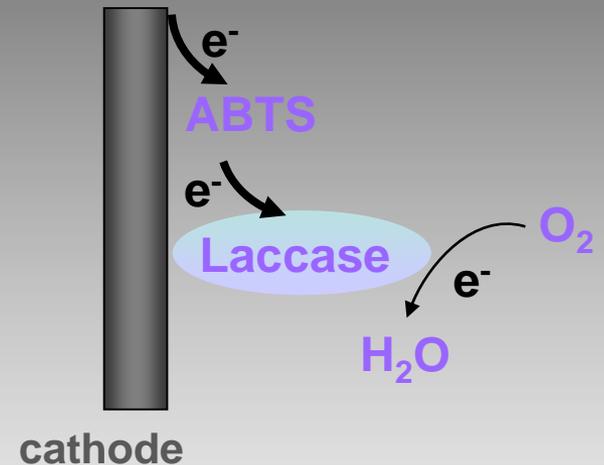
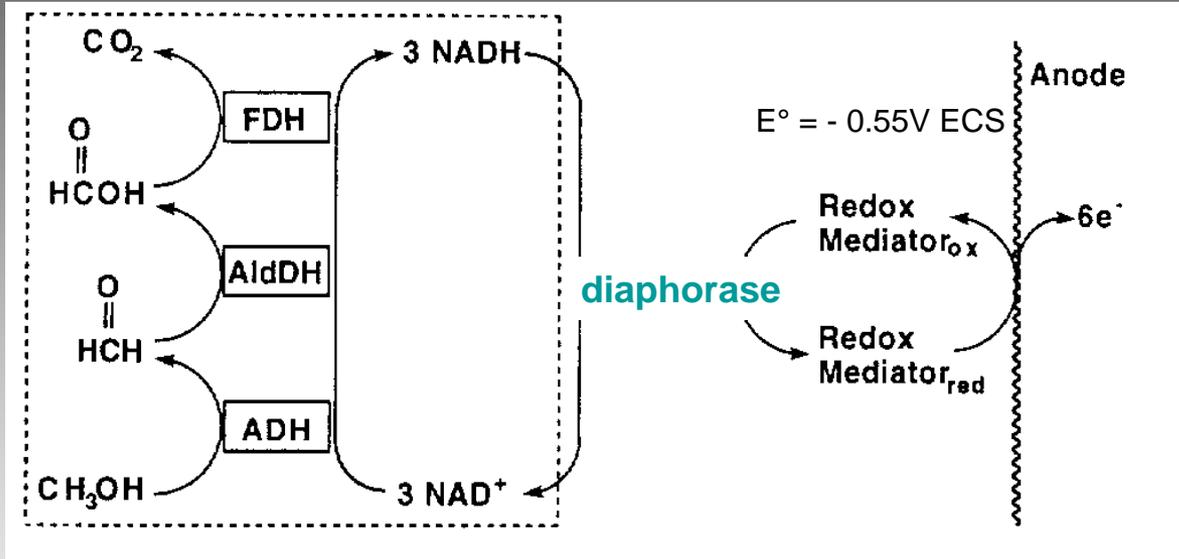
→ Couche mince Co se rapproche de la structure colonnaire du C



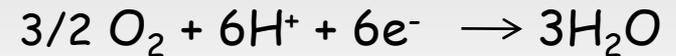
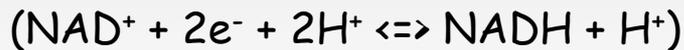
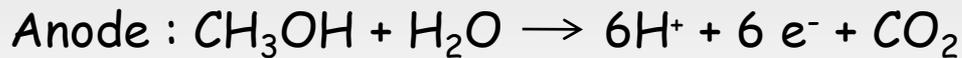
→ 1 ordre de grandeur entre la conductivité de l'électrode Au et des électrodes C/Co/C et Co/C/Co

Prochain objectif : optimiser la structure de l'électrode à base de C et Co afin d'obtenir une conductivité comparable à l'Or ($\sim 10^7$ S/m), par l'emploi de recuit *in situ* par exemple → arrivée d'un manipulateur 4 pouces régulé en température -100°C-1000°C en juin 2011)

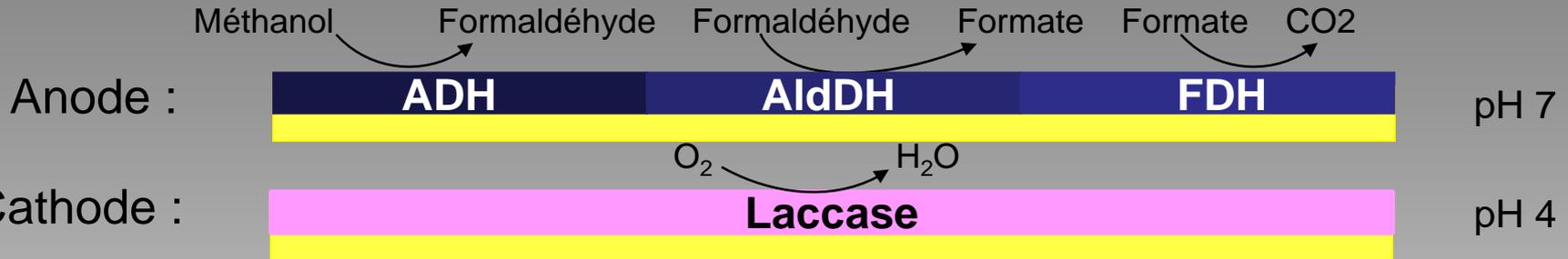
Biopile microfluidique méthanol/O₂



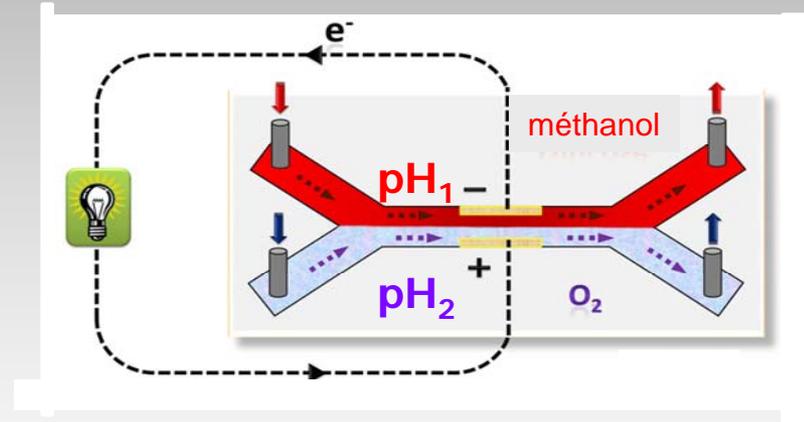
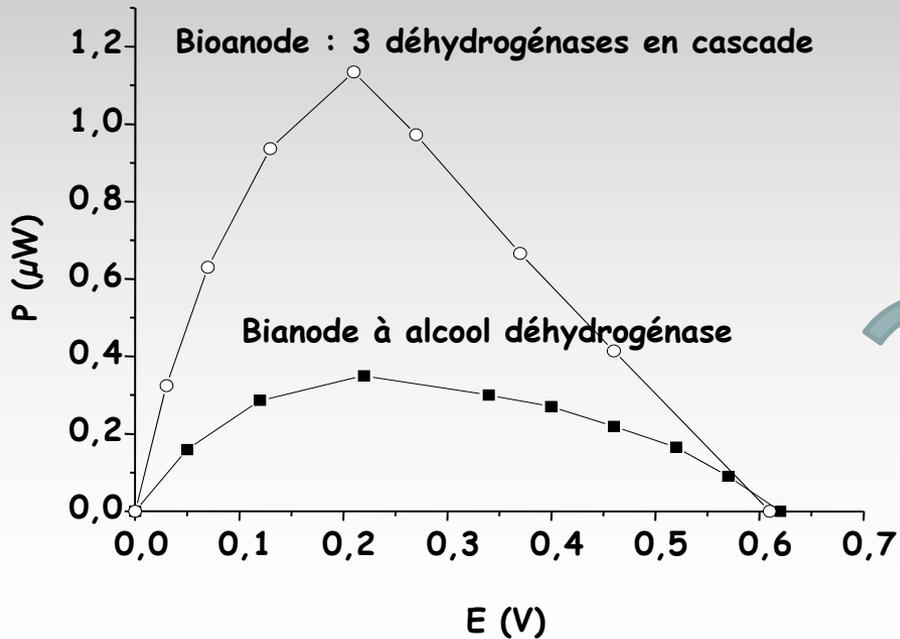
E° = -0.6V ECS



Propriétés électrochimiques : influence de l'oxydation multi-étapes



Déhydrogénases, laccase et ABTS encapsulés dans un film de poly-L-lysine
 NAD⁺, BV²⁺ et diaphorase en solution



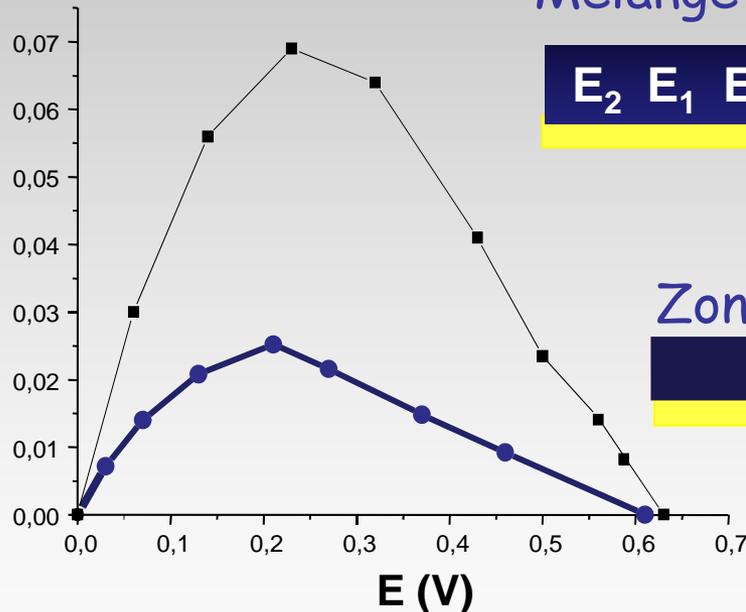
Augmentation de la puissance
 d'un facteur 3

Propriétés électrochimiques : influence du patterning de l'électrode

Dépôt sur l'anode à Q_{enz} , surface et longueur d'électrodes égales :

- du mélange des 3 déhydrogénases (ratio 1:1:1)
- de trois zones dédiées

P (mW/cm²)



Mélange des enzymes



Zones dédiées



(E₁ = ADH, E₂ = AldDH, E₃ = FDH)

→ Meilleures performances obtenues avec le mélange d'enzymes

→ Limitation liée à la diffusion des produits issus des 2 premières réactions

Limitations, problèmes à résoudre

Stabilité des enzymes- Efficacité de l'immobilisation

Connexion enzyme –médiateur –électrode

Pour l'application de ces biopiles:

Puissance de la biopile

Stabilité

En fonction des résultats, travailler sur l'étude d'enzymes plus robustes (enzymes recombinantes), capable d'être connectées directement à l'électrode.

Perspectives: étude de l'ingénierie pour intégrer la cellule micro fluidique (utilisation de micro-pompes....