

## Mesure des contraintes générées lors de la prise d'hydrogène et d'oxygène d'un film polymère

Rapport de stage

Simon DEBRAND

Master 1 Nanosciences et Nanotechnologies, Université de Bourgogne

6 juillet 2009

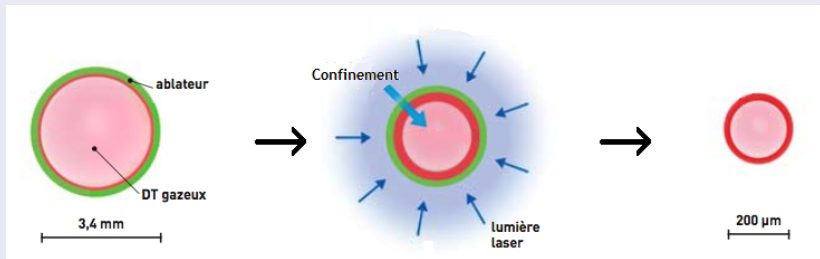


# Un partenariat avec le CEA

Dans le cadre du projet Laser MegaJoule

Microballon rempli de D et T : cible du LMJ

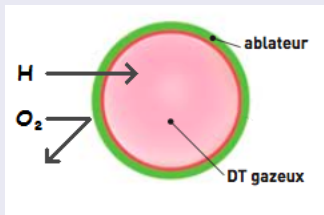
↪ Confinement → Fusion nucléaire



A Valduc, confection des microballons en polymère a-C :H

# Problématique

## Perméabilité du microballon



Objectifs :

- Perméabilité à l'hydrogène
- Limiter la prise d'oxygène

Comment mesurer la perméabilité du polymère ?

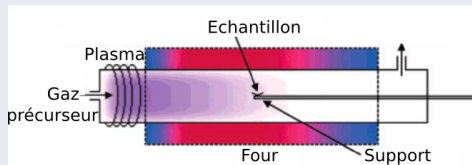
Nanocapteur → Utilisation de **microleviers**

# Plan

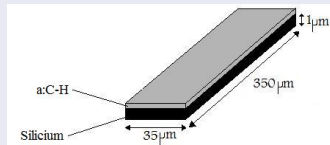
- Techniques expérimentales
- Résultats
- Discussions

# Le film polymère du microlevier

## Dépôt du film par PECVD

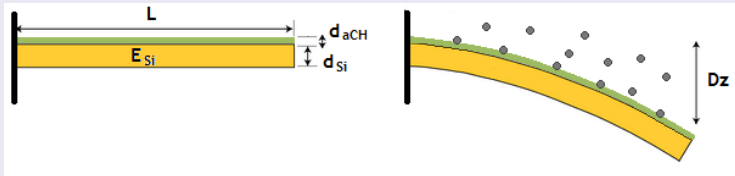


## Schéma du microlevier



# Le film polymère du microlevier

## Origine des contraintes



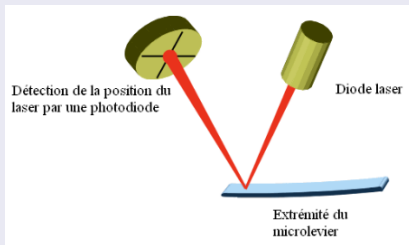
Absorption de gaz → Contraintes de film → Déflexion du levier

## Relation entre contrainte et déflexion

$$\Delta z = \frac{9d_{aCH}L^2}{E_{Si}d_{Si}^2}\sigma$$

## Principe de détection de la déflexion

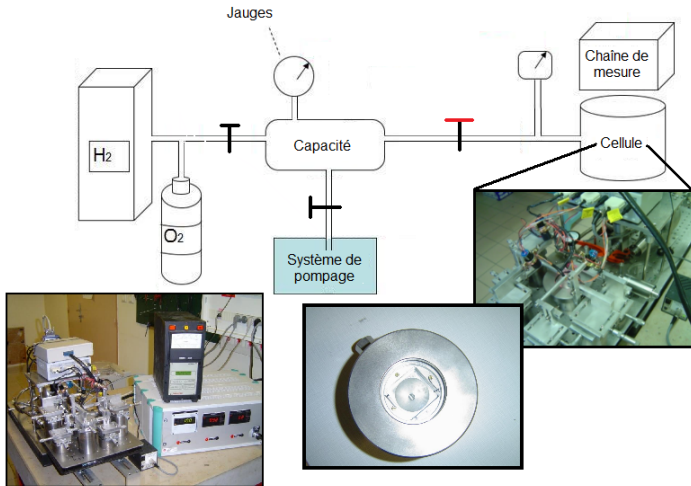
Basé sur le principe de l'AFM



Relation

$\Delta V$  proportionnel à  $\Delta z$

# Dispositif expérimental





# Protocole expérimental

## Cinétique

Cinétique d'absorption → Coefficient de diffusion  $D$  ( $cm^2.s^{-1}$ )

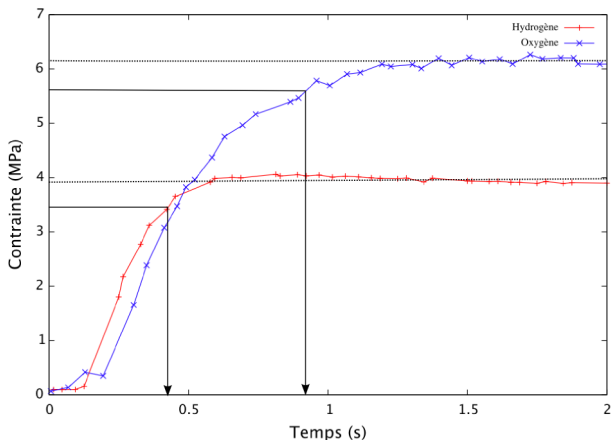
## Absorption par palier

Déflexion à l'équilibre → Contrainte  $\sigma$  ( $Pa$ )

## Réticulation par UV

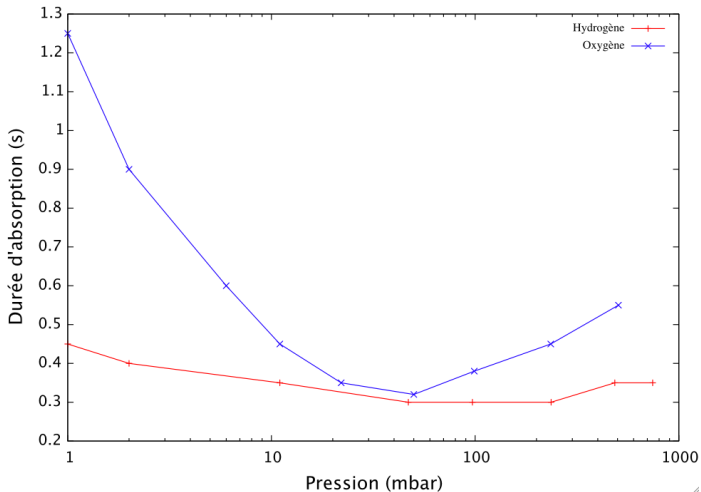
Changement du comportement d'absorption ?

## Cinétique - Temps de réponse à 2mbar

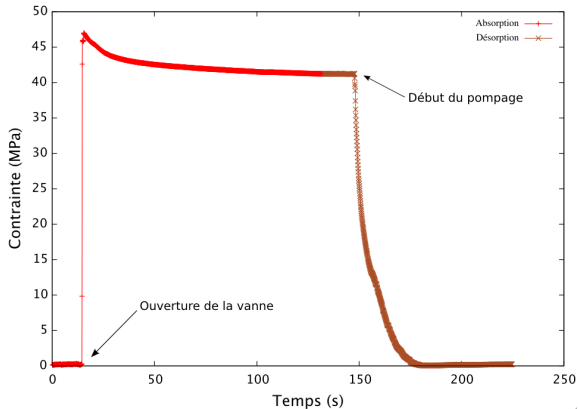


Loi de Fick :  $C(x, t) = C(0) \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right) \rightarrow D \sim \frac{x^2}{4t}$

# Cinétique - En fonction de la pression

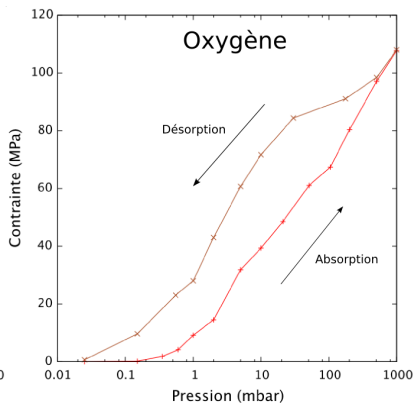
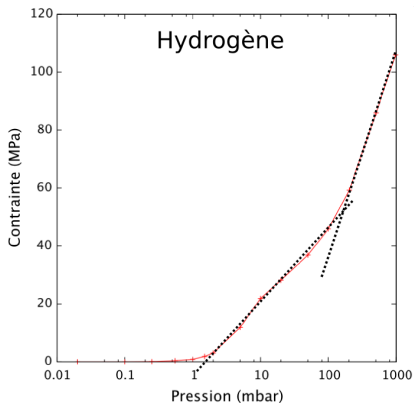


# Désorption du matériau - Hydrogène à 236mbar



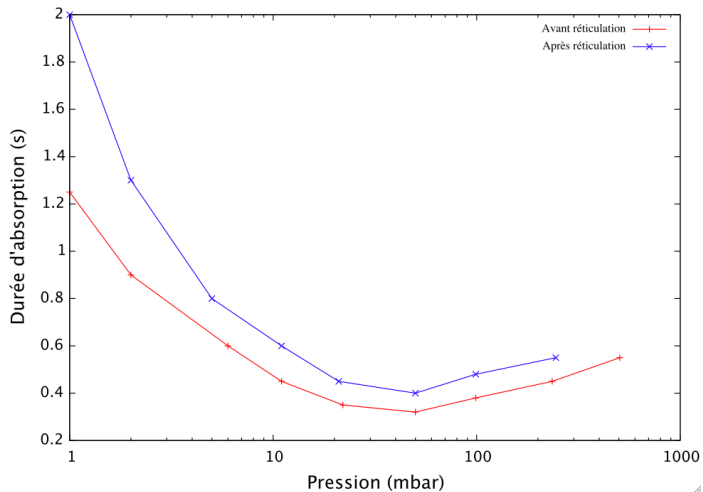
Réversibilité du processus d'absorption/désorption

# Absorption par palier

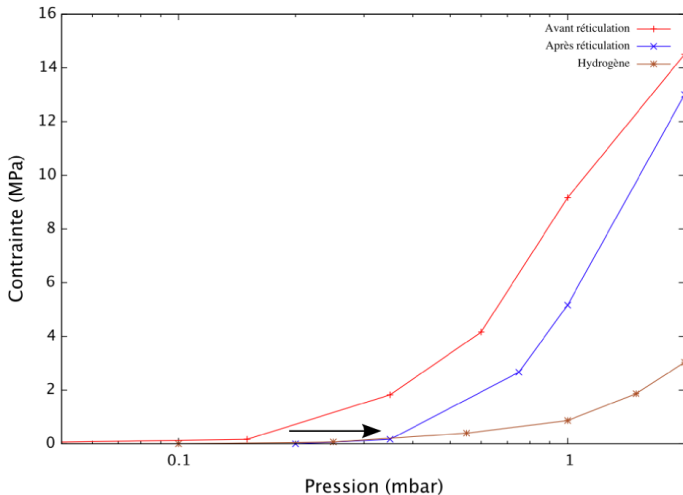


Zones linéaires / Cycle de l'oxygène avec **hystéresis**

## Après réticulation - Cinétique de l'oxygène



## Après réticulation - Seuil de pression de l'oxygène



# Discussions

## Un début de réponse à la problématique

- Cinétiques d'absorption
- Seuils de pression

## Accès à des constantes physiques du système

- Cinétique : Coefficient de diffusion  $D$
  - Mécanique : Contrainte de film  $\sigma$
- ↔ Conforme à la littérature



Fin

Merci de votre attention !