



Nanomanipulation d'hydrogène sur des surfaces de semi-conducteurs avec Rayonnement Synchrotron et Microscope à effet tunnel



Groupe Nanophysique
Laboratoire de Photophysique Moléculaire
Université de Paris-Sud, Orsay



Collaborations

A. Hoffman, Technion Institute (Haifa)
P. Bergonzo (CEA, Saclay)

Permanents

G. Comtet
G. Dujardin
A. Mayne
(L. Hellner)
D. Riedel
E. Boer-Duchemin

Post Doc

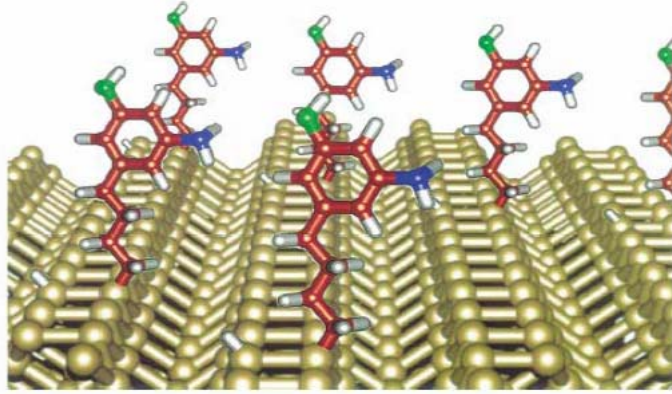
(M. Carbone)
(K. Bobrov)
(A. Laicktman)
M. Martin

Etudiants

(L. Soukiassian)
(M. Lastapis)
R. Bernard
M. Cranney
G. Baffou

Nanomanipulation d'hydrogène sur des surfaces de semi-conducteurs

Motivations

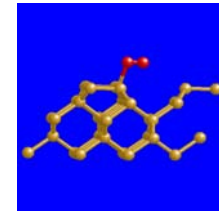
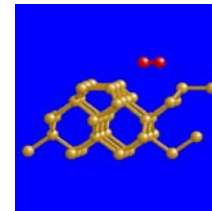
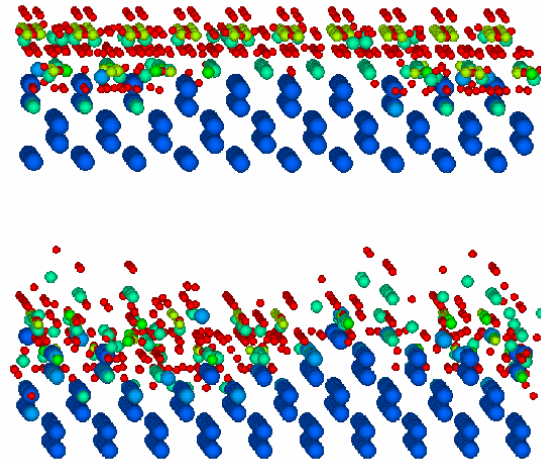


Bent, Surf. Sci. 500 (2002) 879

Molécules / Si(100)2x1

Fonctionnalisation des surfaces de silicium par des molécules organiques

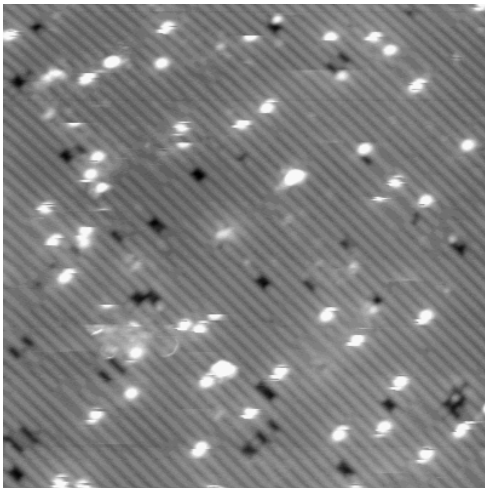
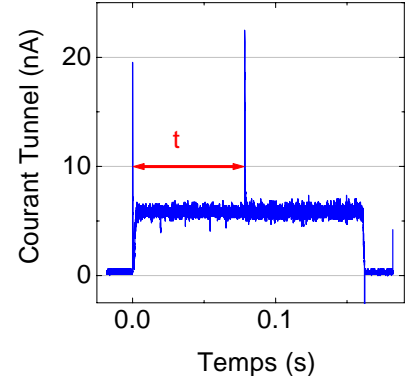
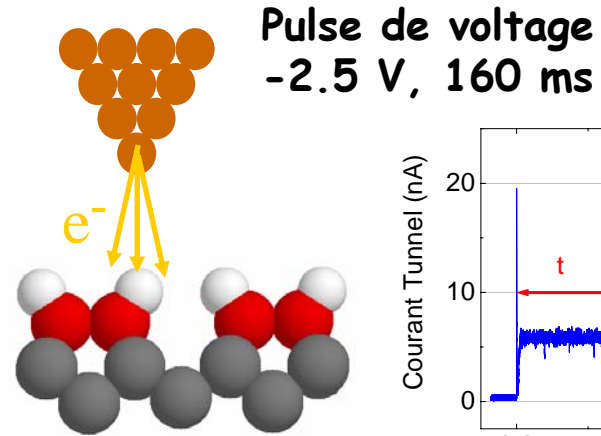
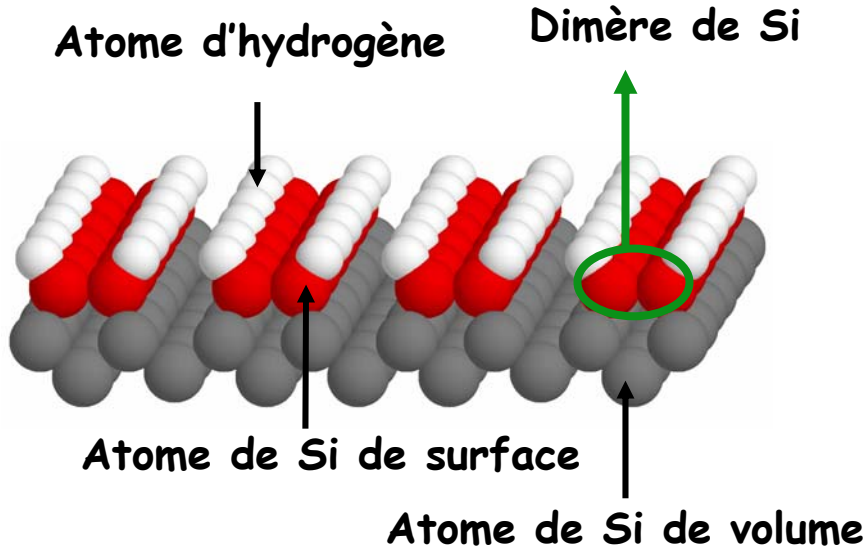
Connexion de molécules à un endroit précis et avec une géométrie d'adsorption particulière
 ➔ moules moléculaires



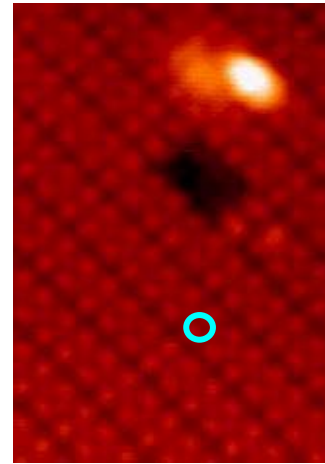
A. Estève et al., LAAS, Toulouse

Oxydation des surfaces

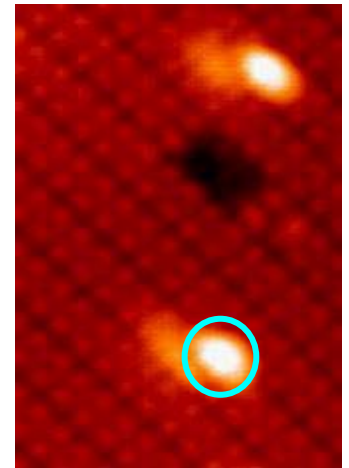
Fabrication de moules moléculaires sur une surface
hydrogénée de Si (100) 2x1 avec le STM



Topographie
STM 40x40 nm²
-2.5 V
0.5 nA



Avant le pulse



Après le pulse

Topographies STM 4x6 nm²

1.5 V, 0.4 nA

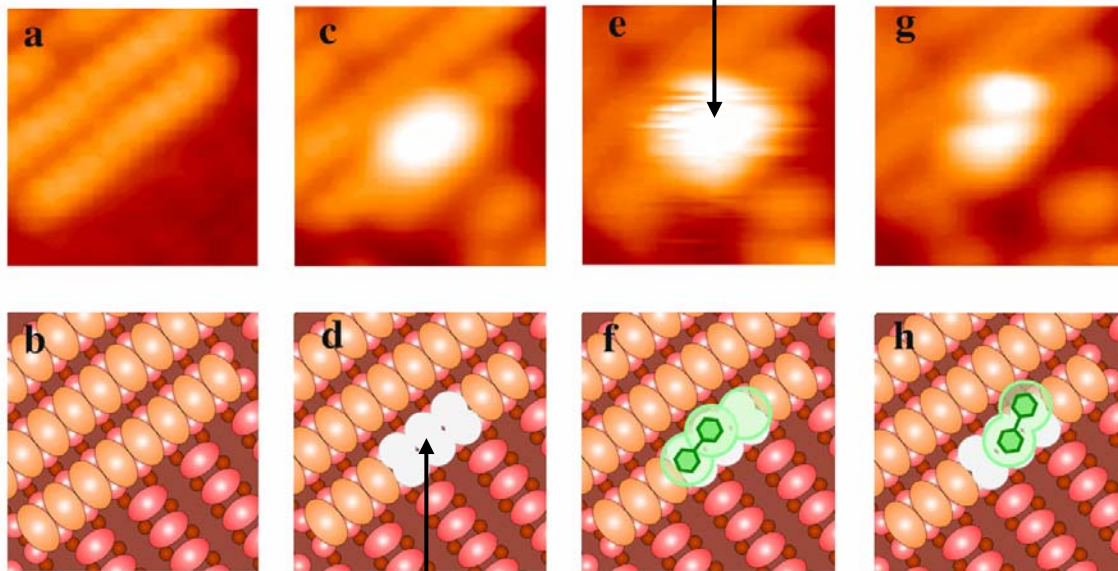
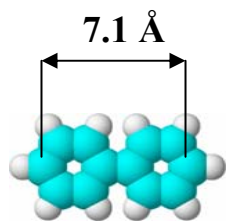


Nanomanipulation d'hydrogène sur une surface hydrogénée de Si (100) 2x1 avec le STM

Moules moléculaires

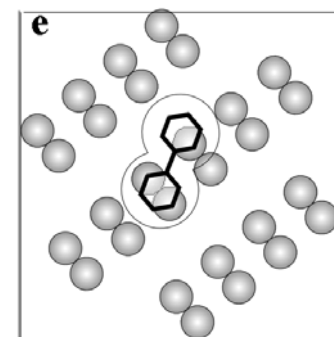
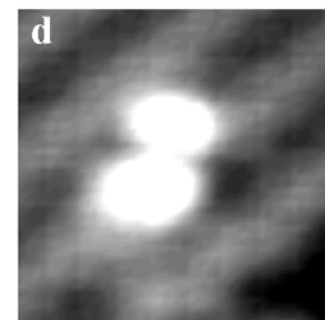
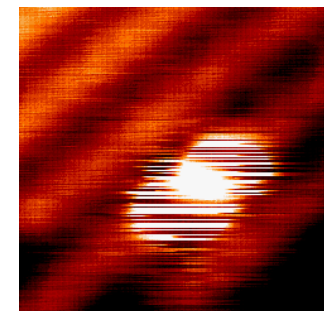


Topographies STM de la surface
de Si (100) 2x1 H



Moule moléculaire

Biphényl / Si(100)2x1





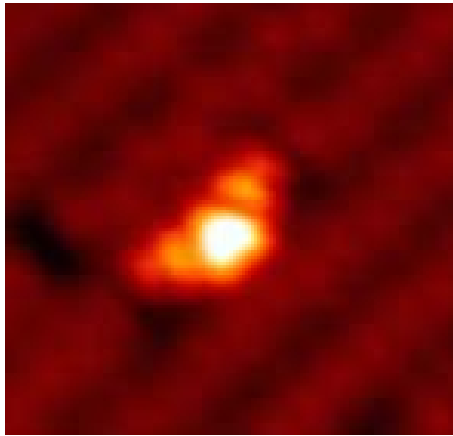
Nanomanipulation d'hydrogène sur une surface de Si (100) 2x1 avec le STM

Moules moléculaires

15.6 Å

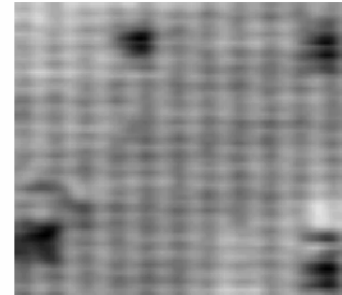
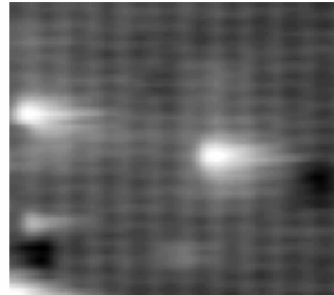


1,4'-Paraterphenyl-dimethylacetone
TRIMA

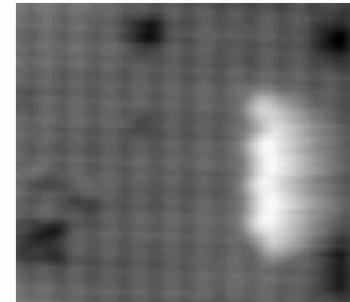
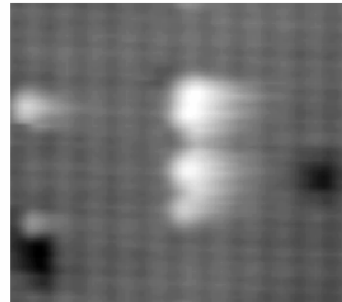


Topographie STM de
TRIMA / Si(100) 2x1
-2.0 V, 0.5 nA

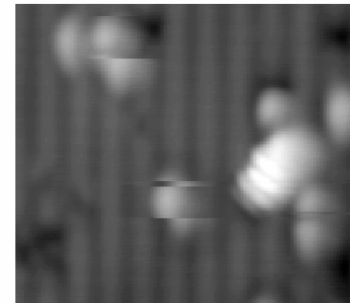
Topographies STM de la surface de Si(100) 2x1 H



Surface propre



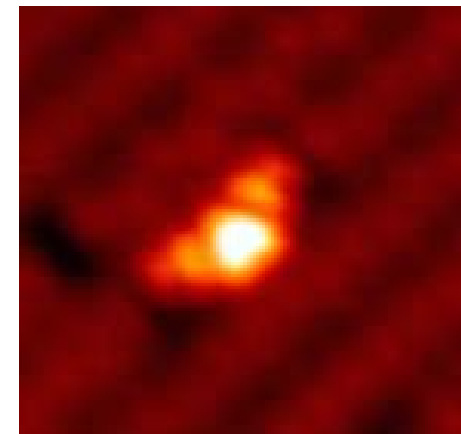
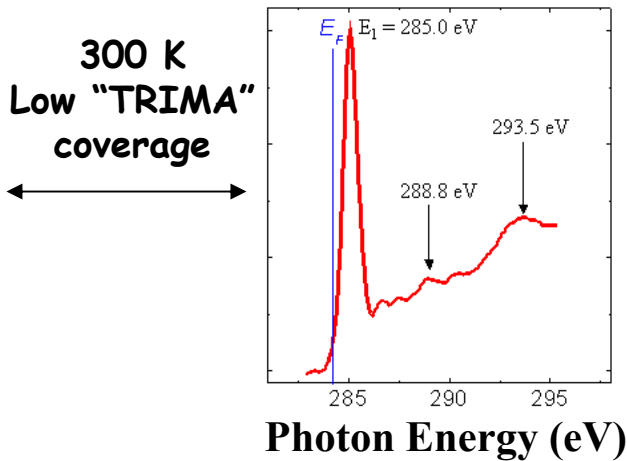
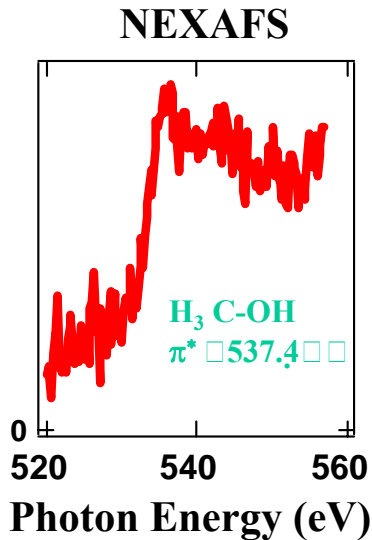
Surface avec
2 moules vides



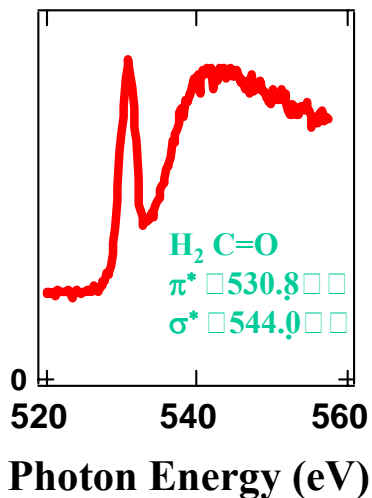
3 molécules
TRIMA
adsorbées

Nanomanipulation d'hydrogène sur une surface de Si (100) 2x1 avec le STM
Moules moléculaires

Adsorption de "TRIMA" sur Si(100)2x1



Topographie STM de TRIMA / Si(100)2x1
-2.0 V, 0.5 nA



NEXAFS et XPS montrent:
Rupture de la liaison C=O
Pas d'interaction Si-phenyl
Liaison Si-O



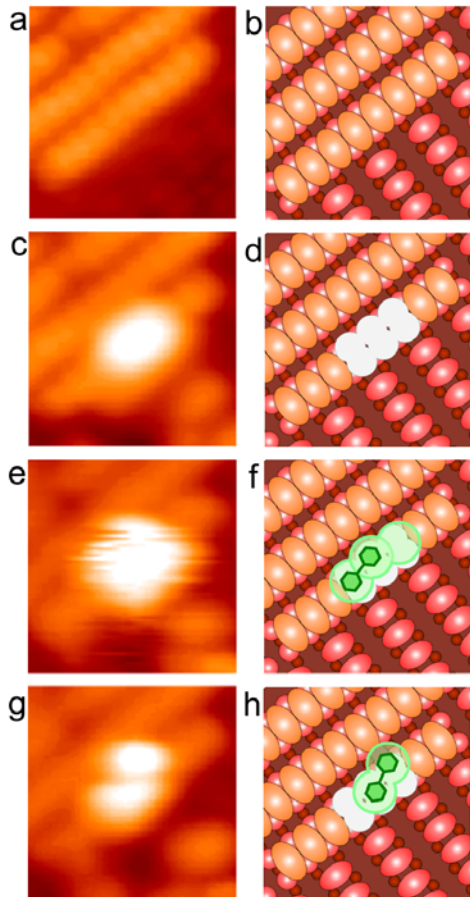
Nanomanipulation d'hydrogène sur une surface de Si (100) 2x1 avec le STM

Moules moléculaires

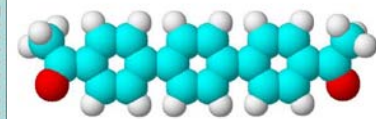
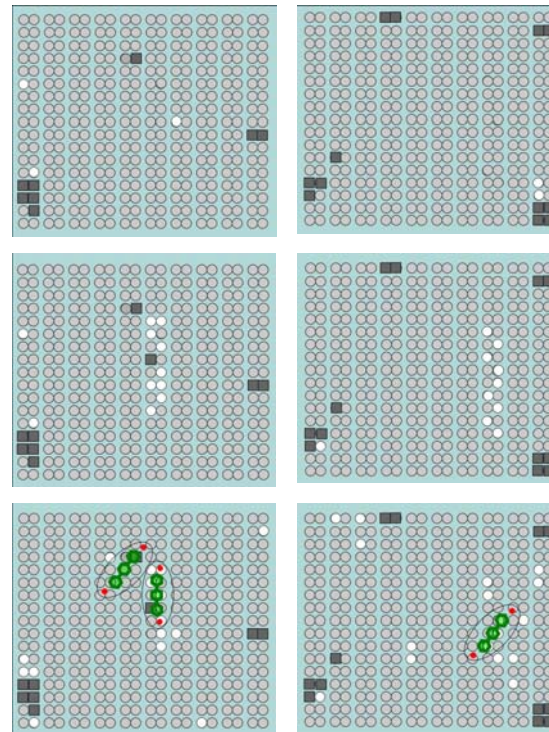


La manipulation d'H avec le STM crée

- site réactif adapté aux molécules avec point d'ancrage (TRIMA)
- moule moléculaire adapté aux molécules faiblement chimisorbées (biphényl)



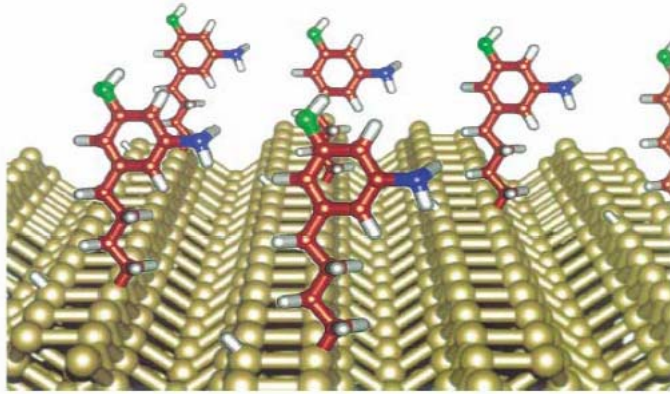
Biphényl



TRIMA

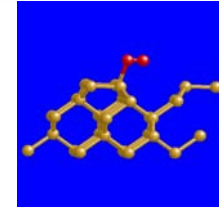
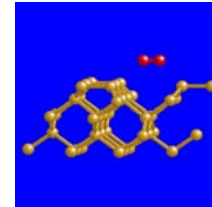
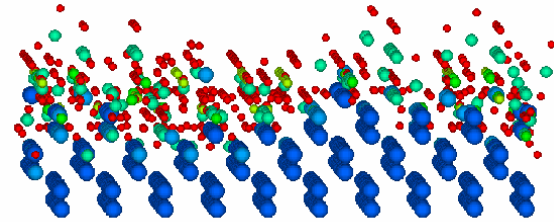
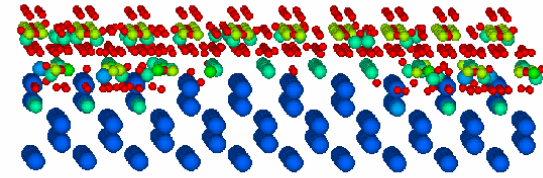
Nanomanipulation d'hydrogène sur des surfaces de semi-conducteurs

Motivations



Bent, Surf. Sci. 500 (2002) 879

Fonctionnalisation des surfaces de silicium par des molécules organiques

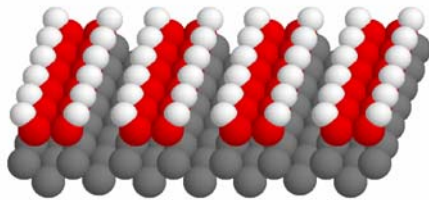
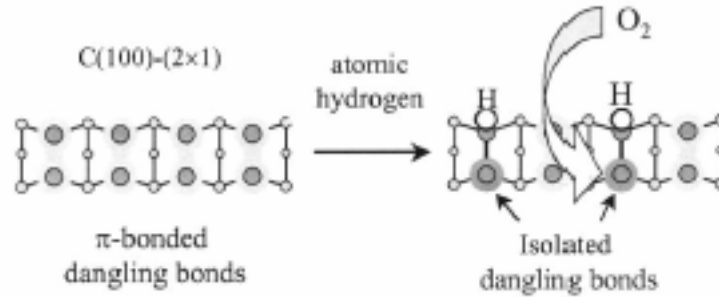


A. Estève et al., LAAS, Toulouse
 $O_2/Si(100)2 \times 1$

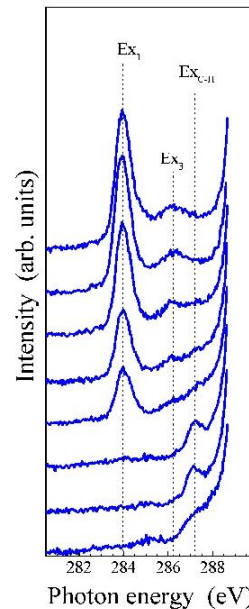
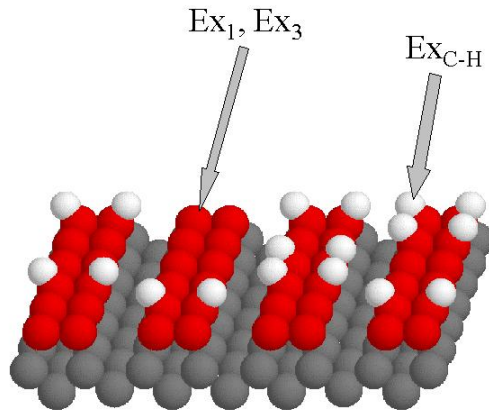
Oxydation des surfaces

**C(100)2x1 n'est pas réactif à O_2
 Une hydrogénation partielle le rend réactif**

Création de liaisons pendantes sur la surface de C(100)2x1

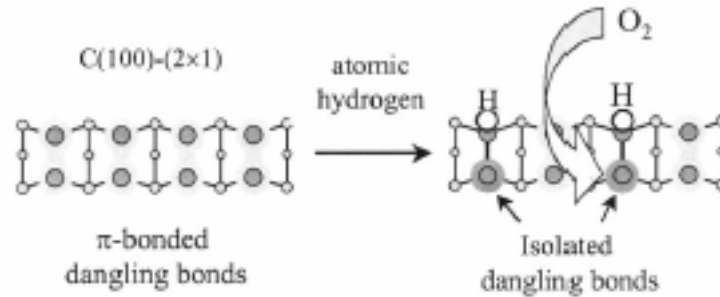


Le chauffage de la surface hydrogénée ne produit pas de liaisons pendantes

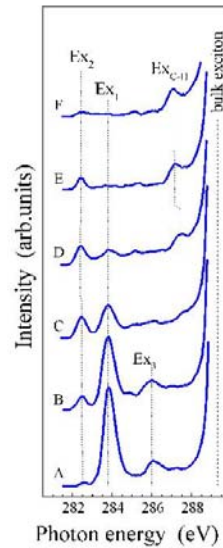
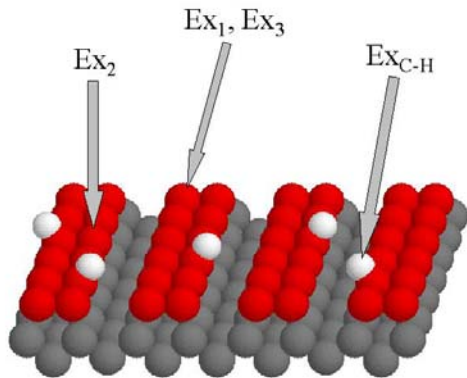


Des paires de liaisons pendantes (EX₁, EX₃) sont produites

Préparation de surfaces C(100) 2x1 partiellement hydrogénées et caractérisation avec le RS

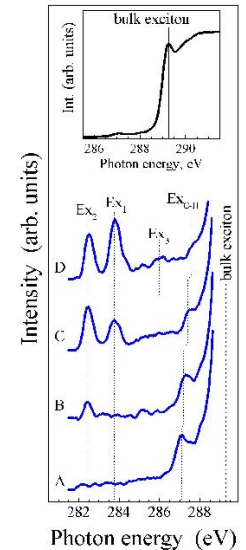
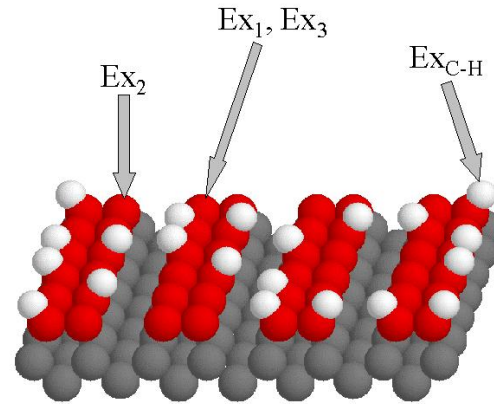


Dépôt d'hydrogène atomique in situ



NEXAFS

Irradiation photonique

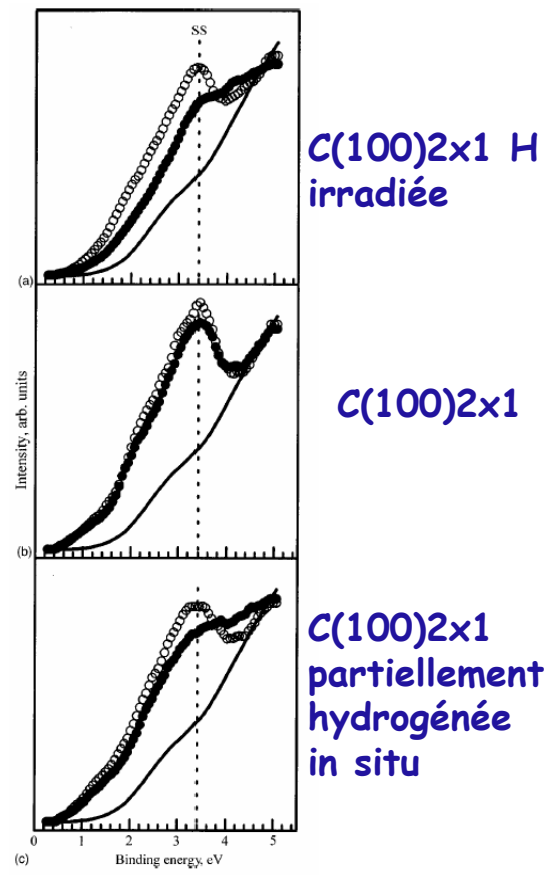
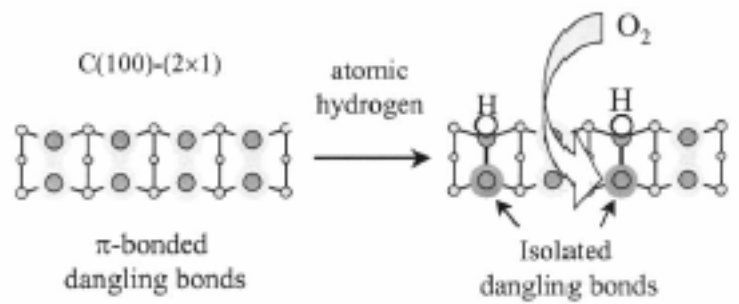


NEXAFS

Des liaisons pendantes (EX₂), et des paires de liaisons pendantes (EX₁, EX₃) sont produites

Réactivité de l'oxygène moléculaire sur des surfaces partiellement hydrogénées de C(100)2x1

Photoémission UV
 $h\nu=50\text{ eV}$



.....
 ——— + 25 L O_2



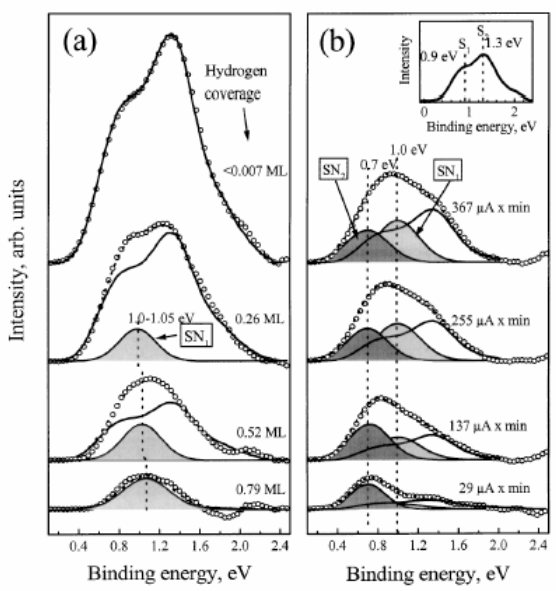
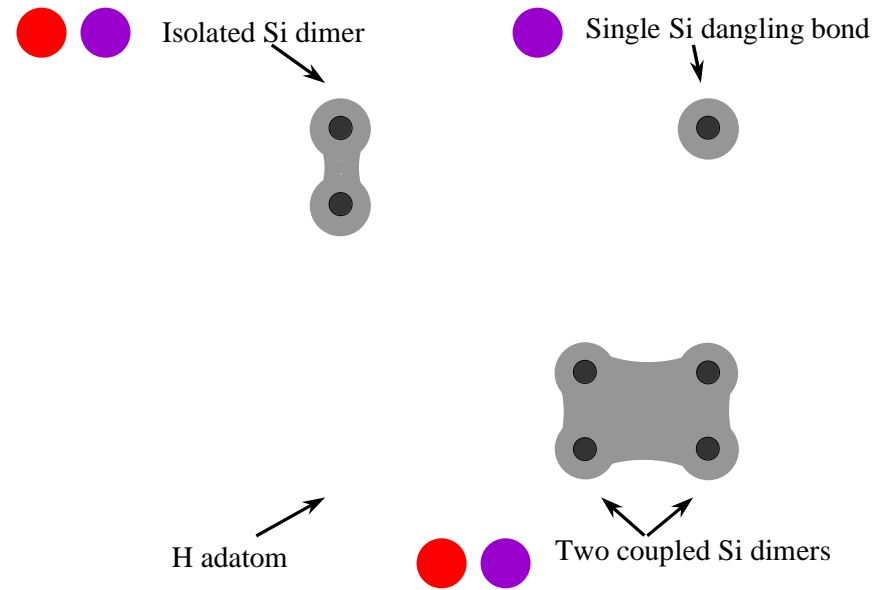
Conclusion



Dans certains cas (Si(100)), l'hydrogène peut passiver chimiquement la surface. Ceci peut être exploité pour adsorber de manière contrôlée des molécules dans des moules moléculaires

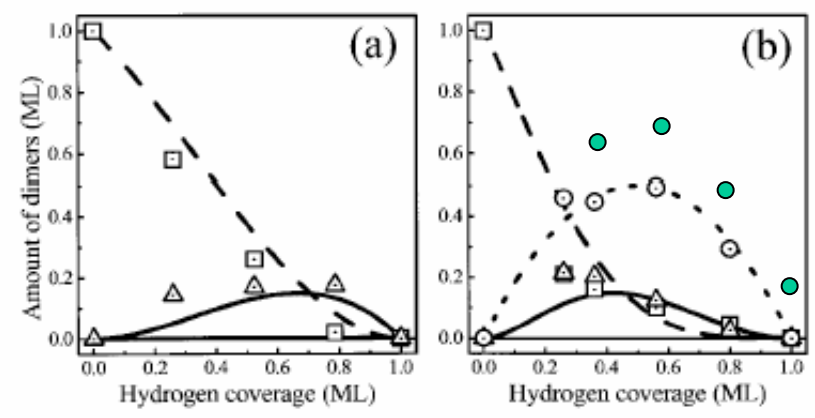
Dans d'autres cas (C(100)), l'hydrogénation partielle peut être utilisée pour rendre réactive à O₂ une surface initialement non réactive

Création de nouvelles structures sur le Si(100)2x1 H avec le Rayonnement Synchrotron



● **Chauffage thermique** ● **Irradiation photonique**

Chauffage thermique **Irradiation photonique**



● **Single Si dangling bond**