

Intéractions hydrogène/surface des semiconducteurs à large bande interdite

- **Introduction**
- **Intéractions hydrogène / semiconducteurs**

Barrière de surface

Intéractions hydrogène / défauts

Intéractions hydrogène / dopants

Réactivité chimique des surfaces

Procédé SMART-CUT[®]

- **Semiconducteurs à large bande interdite**

Semiconducteur composé (GaN)

Diamant

T. Kossiniewski

M.A. Pinault

J. Barjon

J.-M. Laroche

M. Barbé

E. Rzepka

D. Ballutaud

J. Chevallier



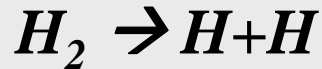
Semiconducteurs à large bande interdite

Matériaux	Si	GaAs	GaN	AlN	SiC (3C, 4H et 6H)	Diamant
Paramètre de maille(A)	5.43	5.65	3.189(a) 5.185(c)	3.11(a) 4.98(c)	4.35; 1.07(a), 10.05(c); 3.08(a), 15.117(c)	3.567
E _g (eV) à 300 K	1.14	1.43	3.4	6.2	2.4; 3.26; 3.10	5.47
Constante diélectrique	11.8	13.2	9	8.5	9.7; 9.7; 9.97	5.7
V _{saturation} (x10 ⁷ cm/s)	1	2	2.5		2.2; 2.0; 2.0	2.7
μ _n (cm ² /V.s) à 300 K	1500	8600	2000		1000; 900,1140	2400 [Nav,79] 4500 [Isb, 02]
μ _p (cm ² /V.s) à 300 K	480	130	200	14 [Edw, 65]	50; 120; 850	2100 [Nav,79] 3800 [Isb,02]
Champ de claquage (10 ⁵ V/cm)	3	5	50		20; 30; 30	200 [Isb, 02]
conductivité thermique (W/cm K)	1.5	0.46	1.3	3	3.2; 5; 4.9	24



Barrière de surface

- **Dissociation catalytique à la surface du métal**



surface volume

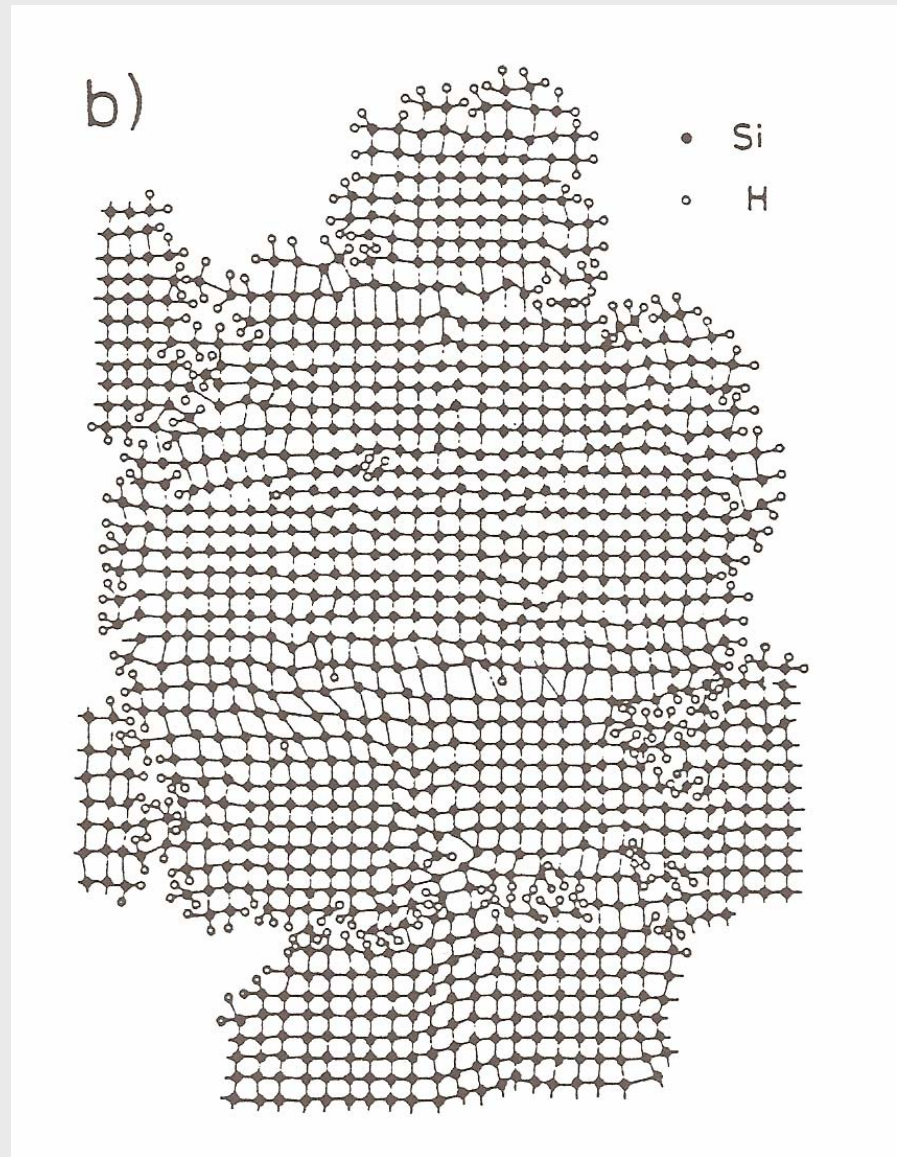
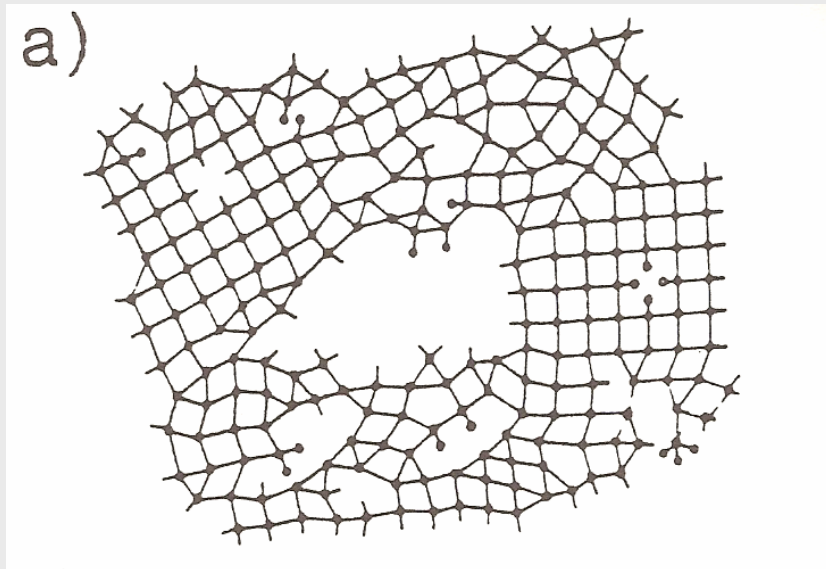
- **A la surface du semiconducteur**

*La dissociation doit être induite par un plasma,
froid ou thermique*

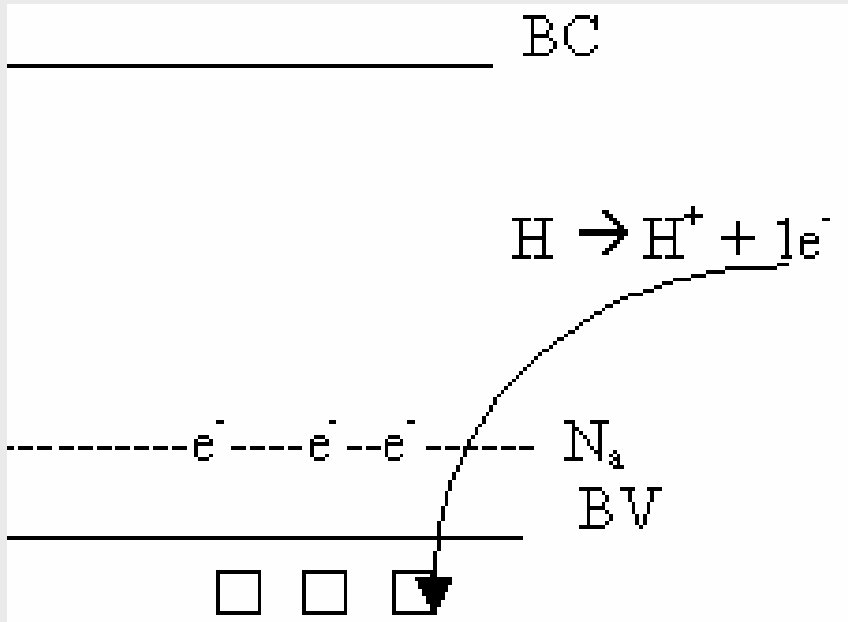


**gravure de la surface et/ou
diffusion**

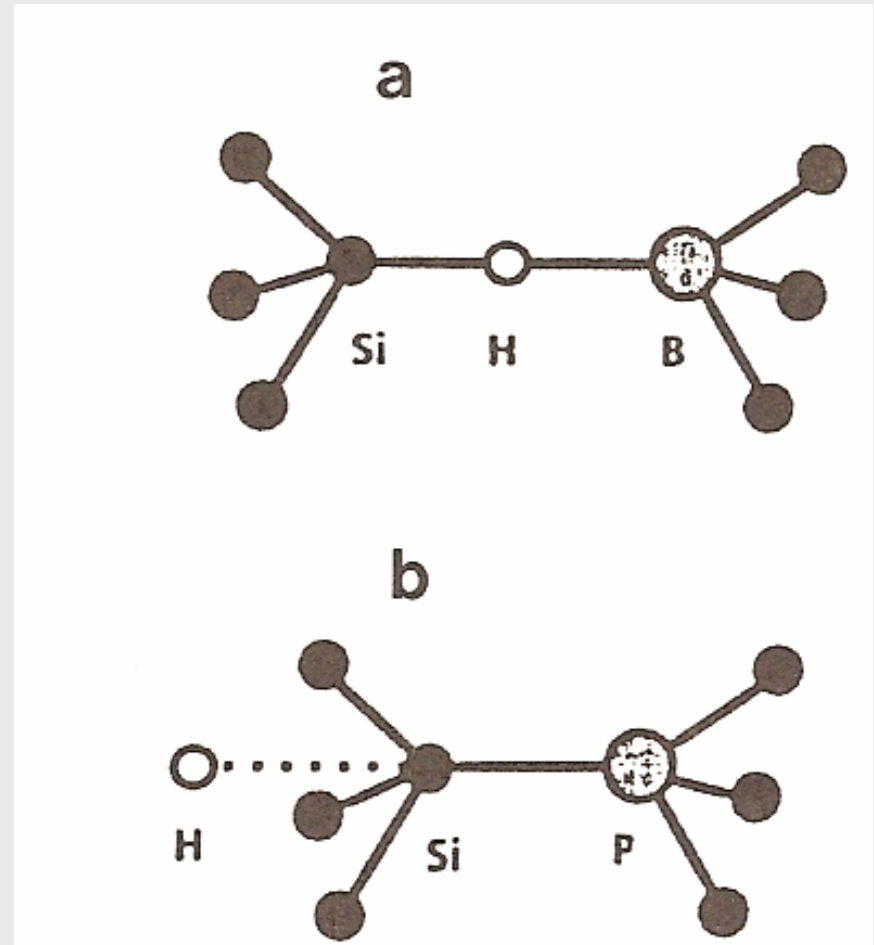
Intéractions hydrogène / défauts



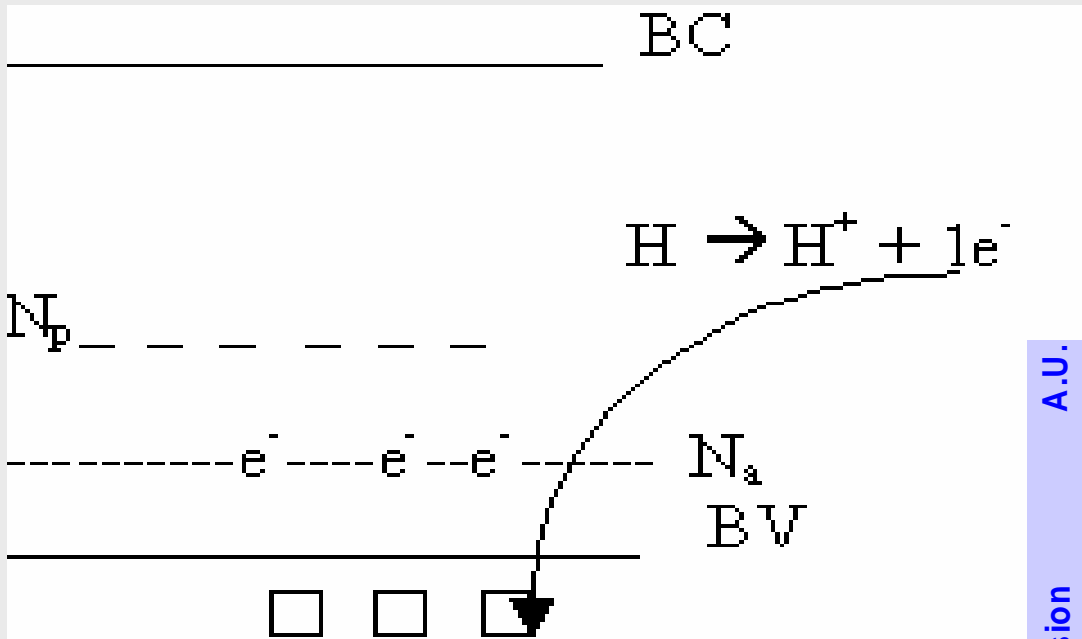
Intéractions hydrogène / dopants



J. Chevallier et al, Diamond
and Rel. Mat. **10** (2001) 399



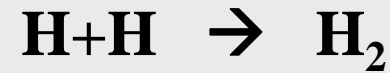
Intéractions hydrogène / dopants



Dissociation

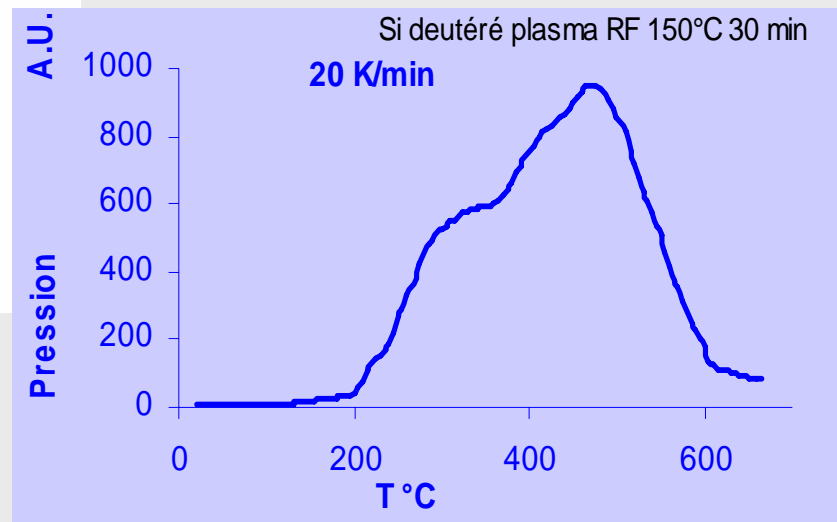
Diffusion

Désorption



Volume

surface



Réactivité chimique des surfaces

Exposition à un plasma H_2 μ -onde ou RF

- Semiconducteurs de type III-V (GaAs) ou II-VI (CdTe, ZnSe)

Exposition à H_2 \rightarrow gravure

\rightarrow réduction de l'oxyde de surface

\rightarrow enrichissement en métal

\rightarrow stabilisation par rapport à l'oxydation à l'air

Ce phénomène décroît lorsque la largeur de bande interdite augmente.

- Semiconducteurs IV (Si et diamant)

Exposition à H_2 \rightarrow gravure (la vitesse dépend de la nature du plasma et de la présence de traces d'oxygène)



Procédé SMART-CUT[®]

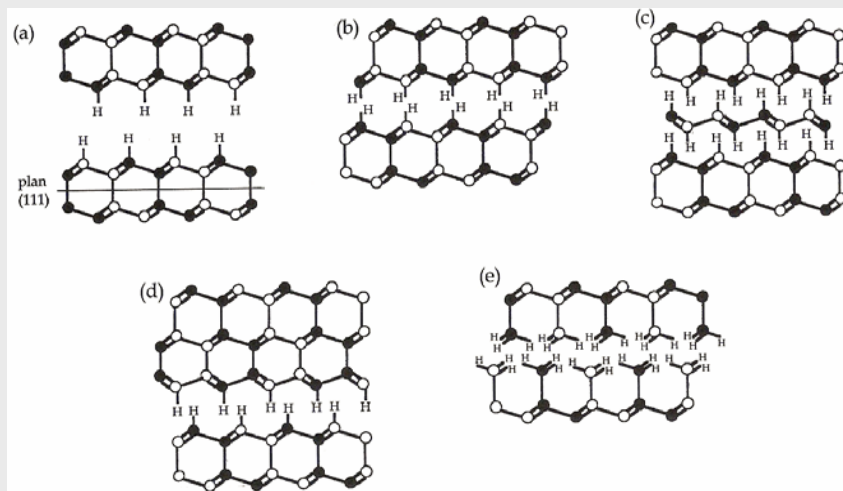
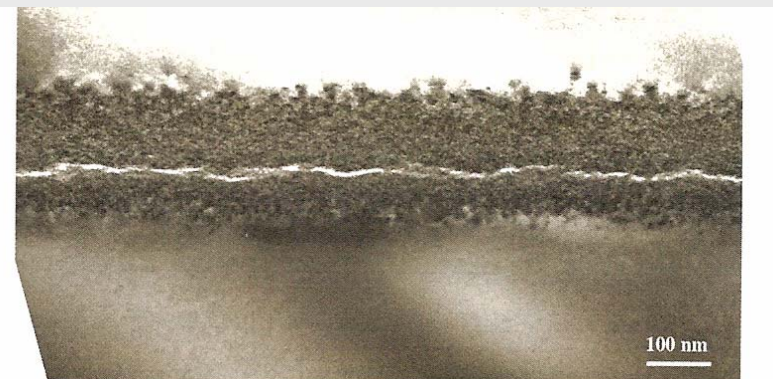
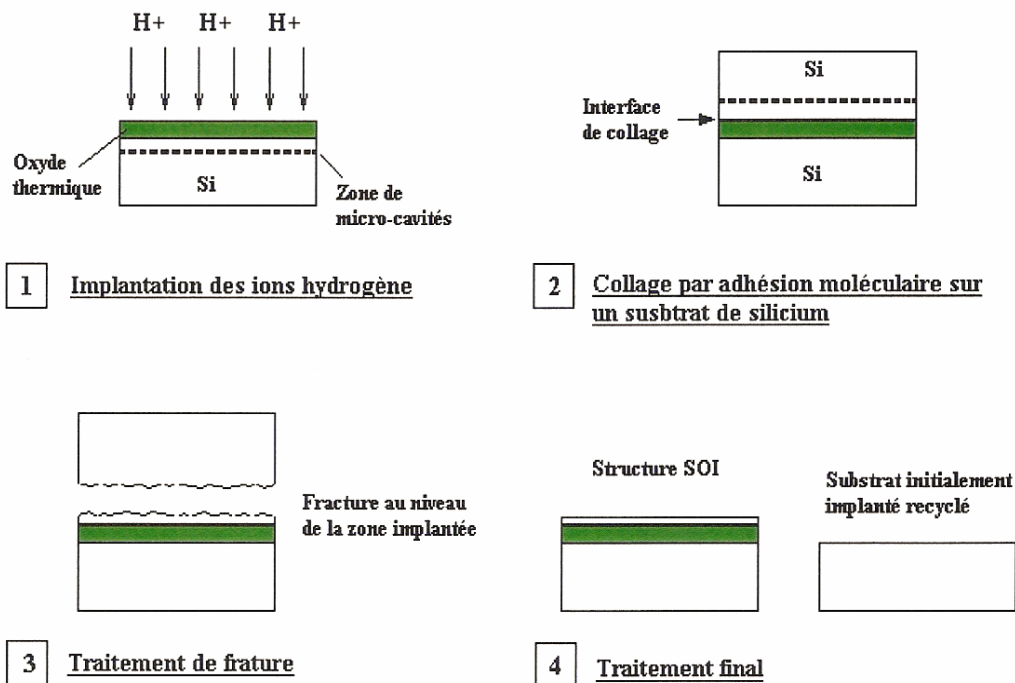
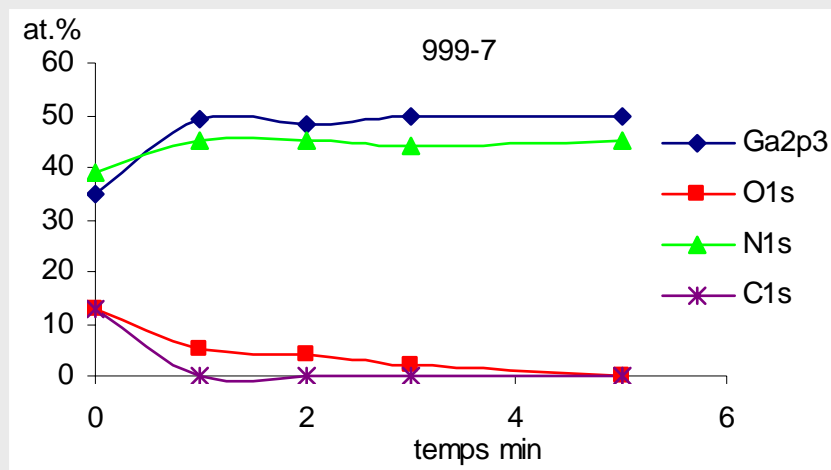


Figure I-9 : Principe du procédé Smart-Cut[®], développé pour l'élaboration de matériau SOI.

Semiconducteurs à large bande interdite

GaN

999-7					
temps min	Ga2p3	O1s	N1s	C1s	
0	35	13	39	13	
1	49	5	45	0	
2	48	4	45	0	
3	50	2	44	0	
5	50	0	45	0	



Semiconducteurs à large bande interdite

Diamant –dépôt MPCVD

- Le dépôt de diamant « basse pression basse température » par dépôt chimique en phase vapeur sous plasma micro-onde se produit **hors équilibre thermodynamique**.

La phase diamant est néanmoins obtenue car:

- l'hydrogène stabilise la structure sp³ du carbone en se fixant à la surface sous forme CH₃.
- la phase graphite est gravée par le plasma d'hydrogène plus rapidement que la phase diamant.

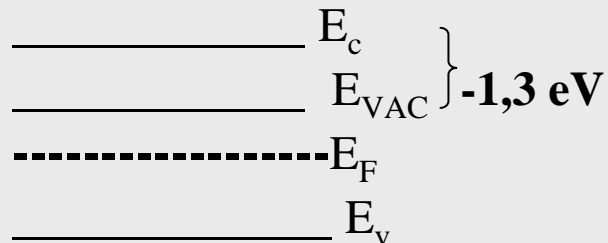
L. Wang, Thermodynamics of CVD Diamond Deposition Process, Springer, 2004.



Semiconducteurs à large bande interdite

Diamant – Propriétés électriques de la surface

L'affinité électronique du diamant est négative (d'autant plus que la surface est hydrogénée)

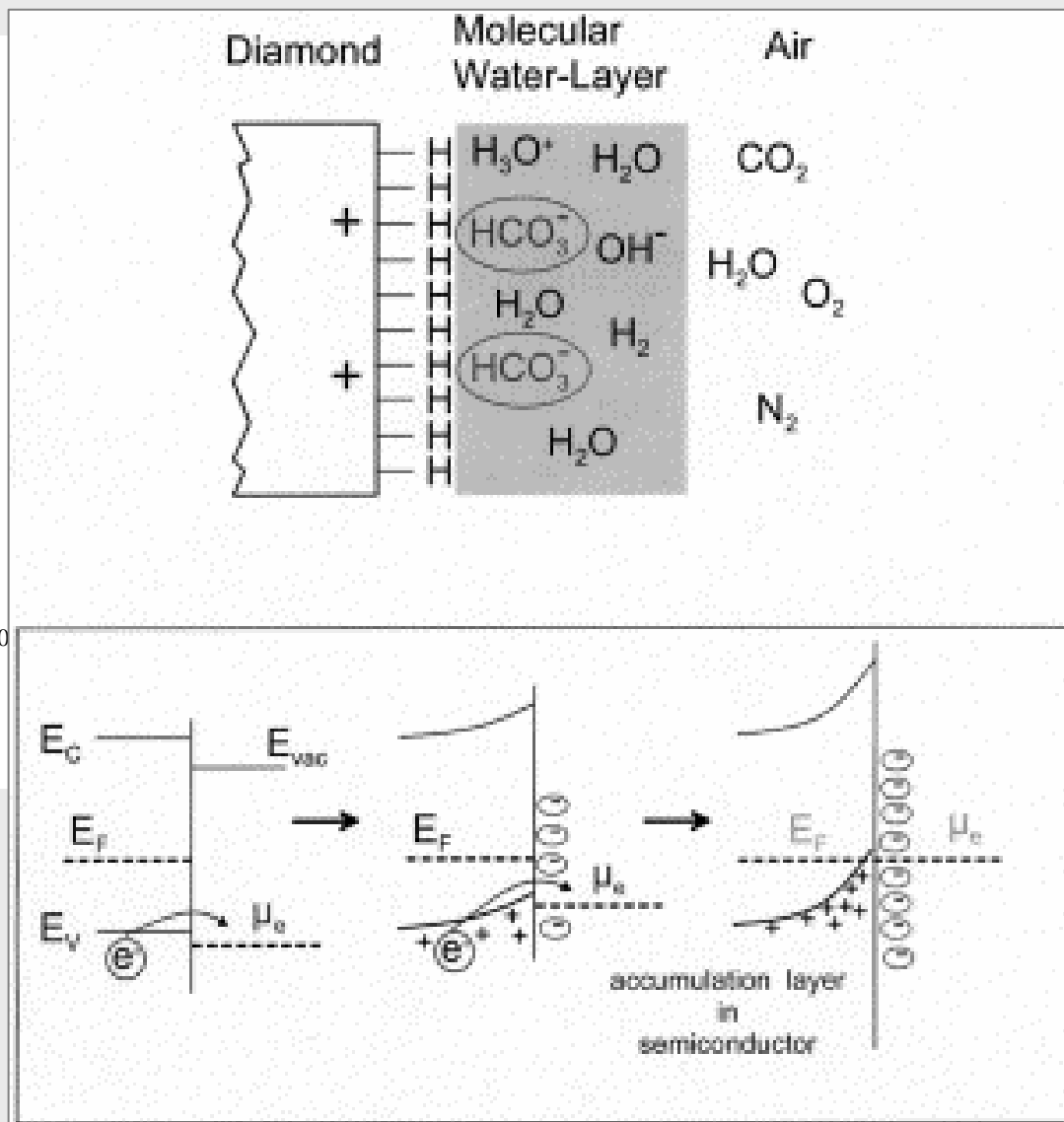
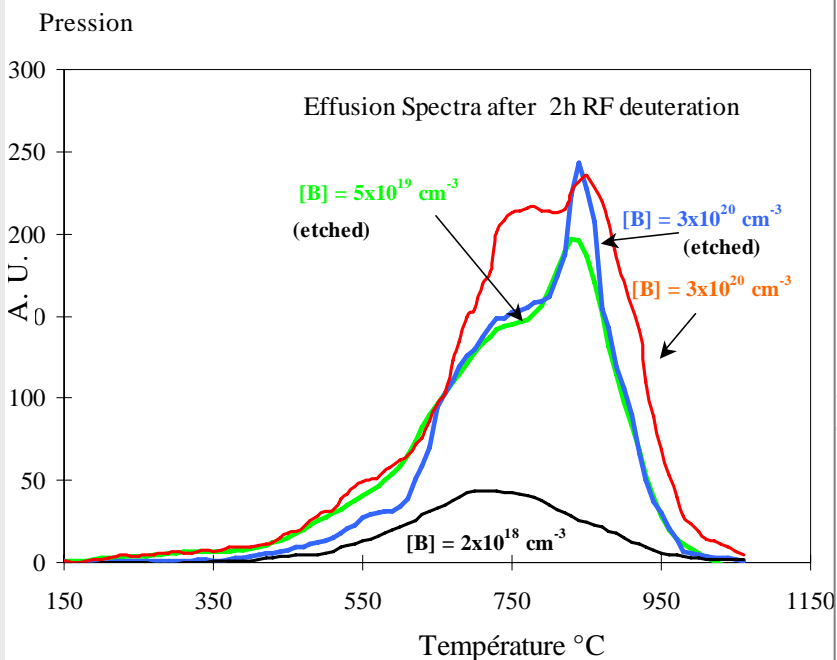


Ristein et al, Diamond and Rel. Mat. 10 (2001) 416.

La surface hydrogénée du diamant produit une couche superficielle dopée p^+ .

Surface hydrogénée	(100)	(111)	(110)
reconstruction de surface :	2x1:2H	1x1:H	1x1:2H

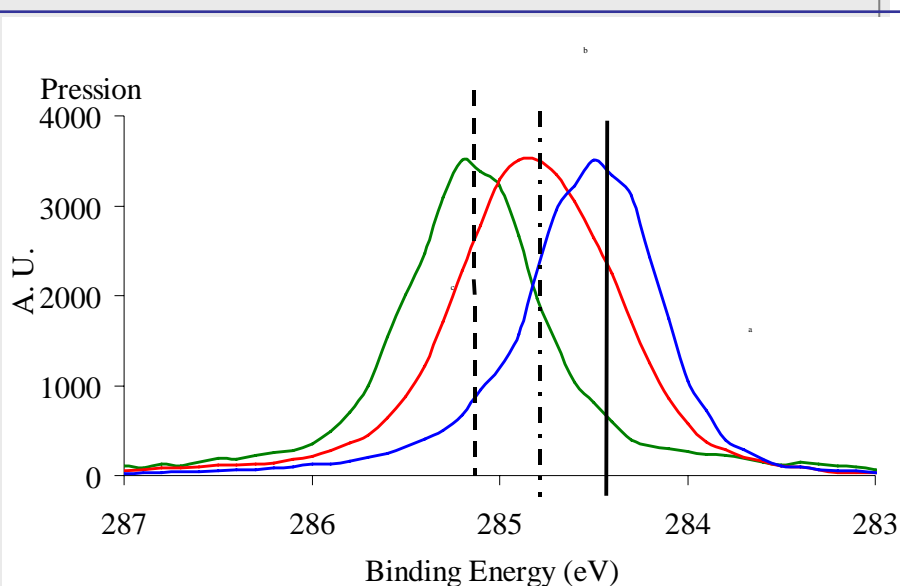
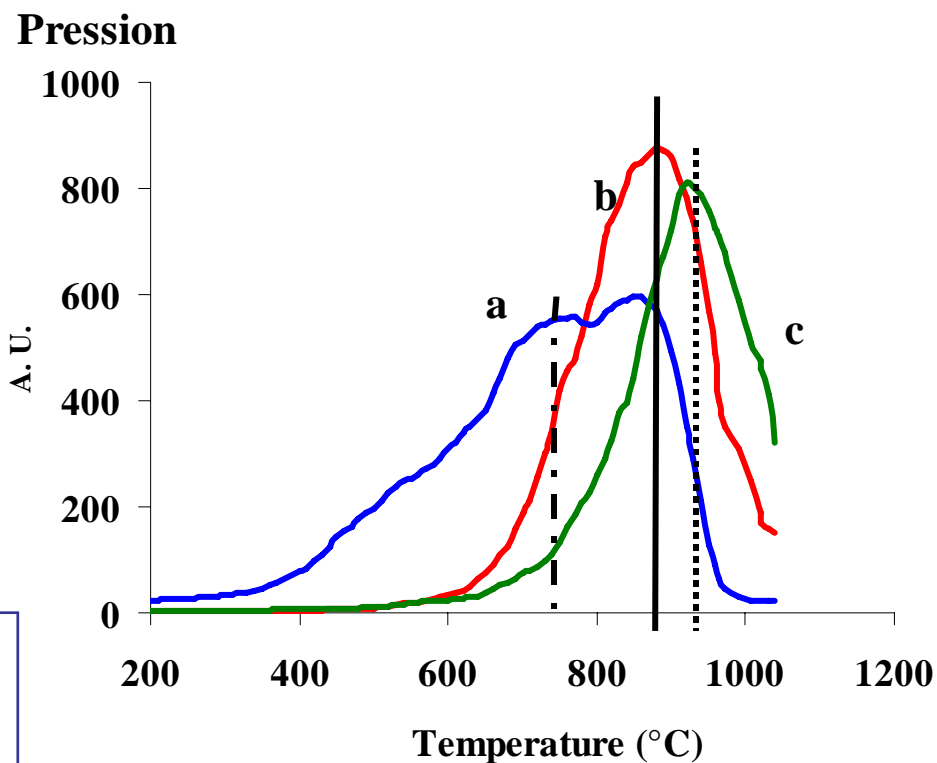
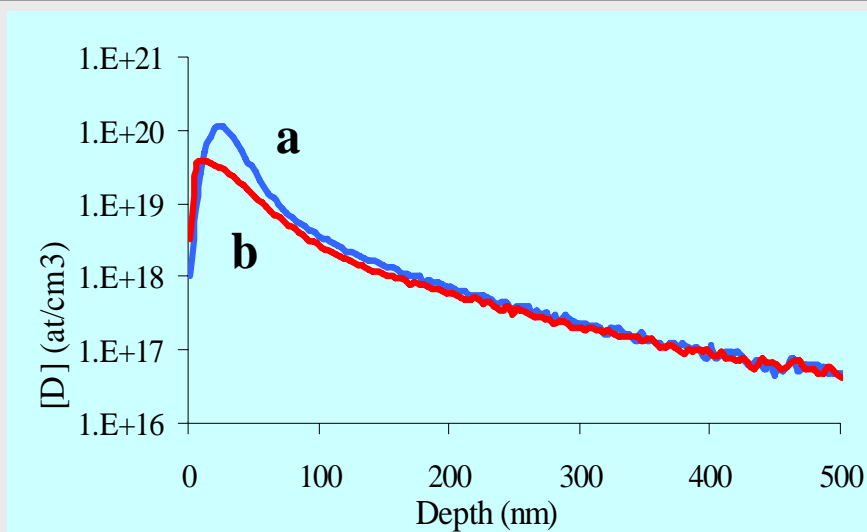
Diamant – Propriétés électriques de la surface



Ballutaud et al, Diamond and
Rel. Mat. 9 (2000) 1171



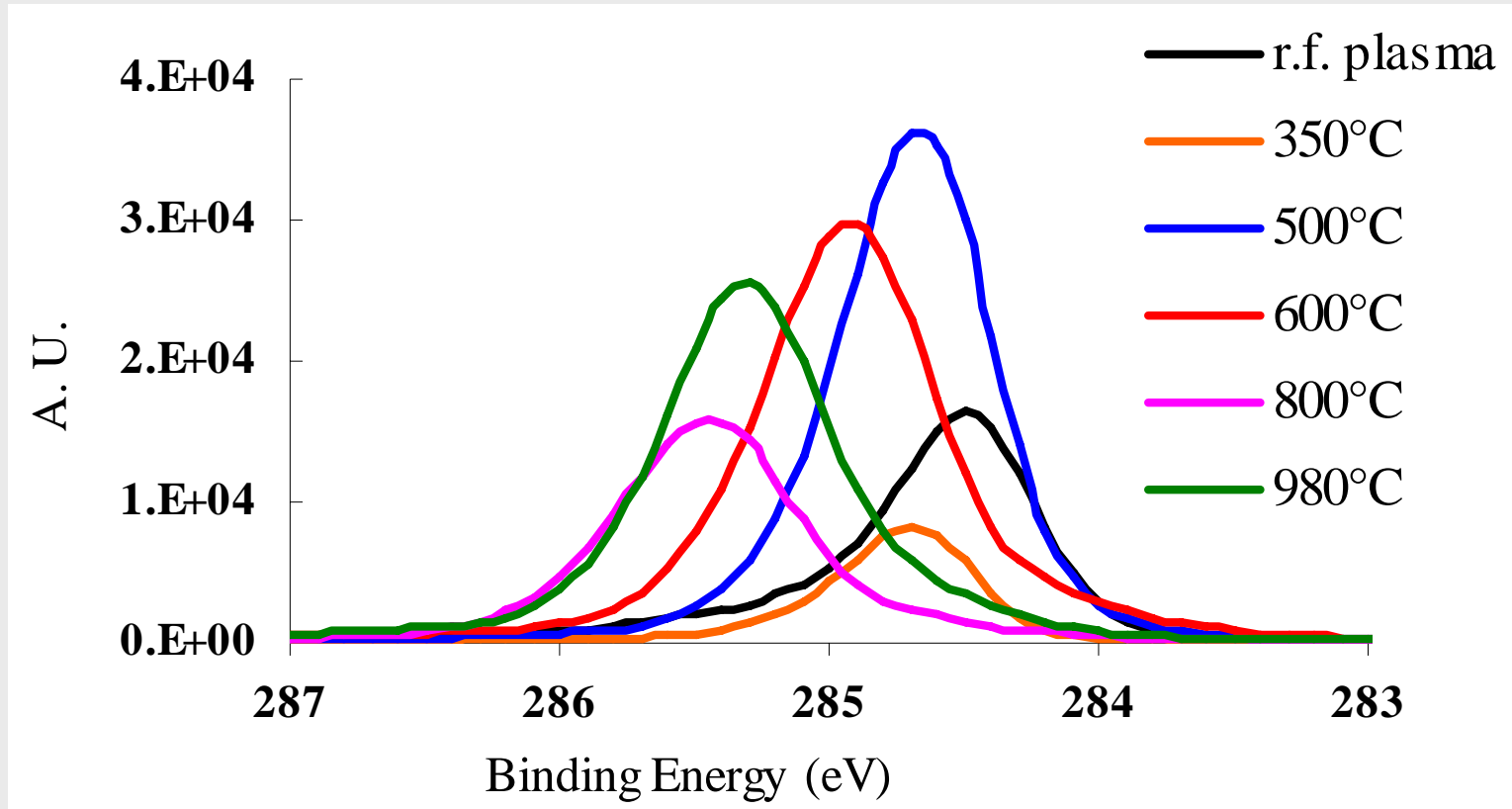
Diamant – Propriétés électriques de la surface



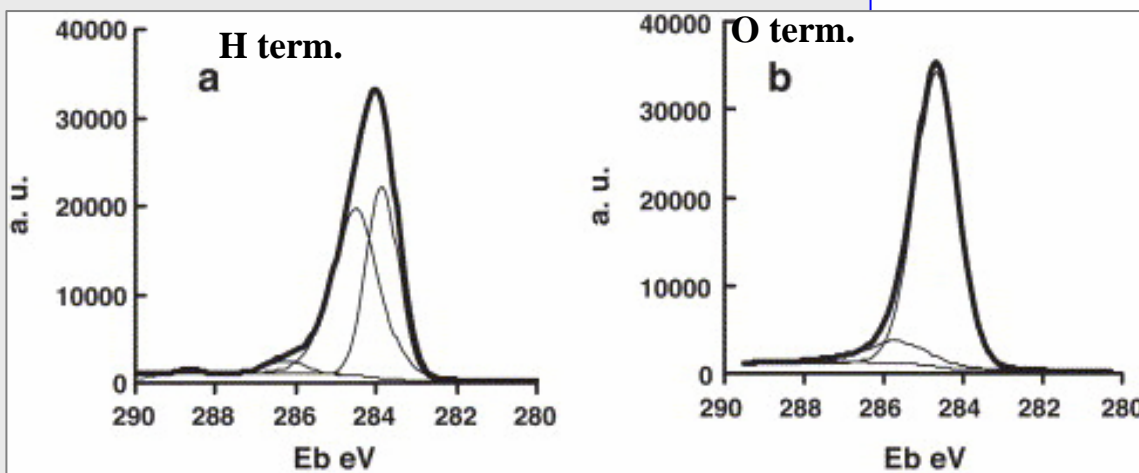
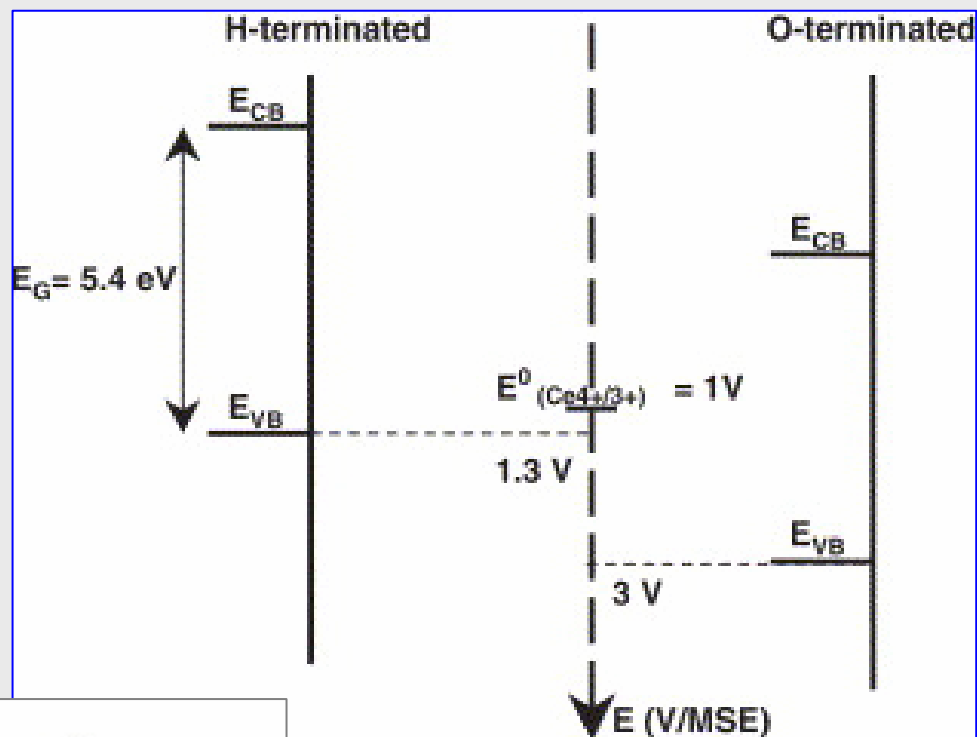
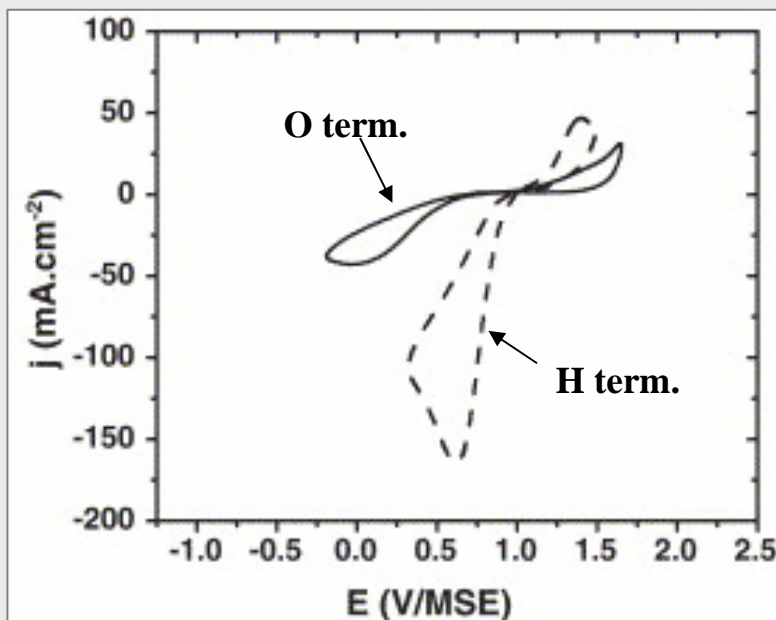
Ballutaud et al, *Diamond and Rel. Mat.* 10 (2001) 405



Diamant – Propriétés électriques de la surface



Diamant – Propriétés électriques de la surface



Simon et al, Diamond et
Rel. Mat. (sous presse)

