

**Projet informatique :**

*Calcul de taille de cupules par analyse d'images*

***Chloé VARENNE – Ingénieure Doctorante***

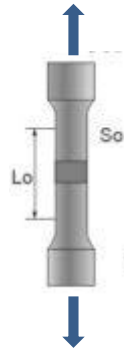
*Centre des Matériaux MINES Paris*

*Laboratoire Métallurgie Structurale Chimie Paris*

**Étudiants :** Malo ANCEAUX, Paul DHALLUIN, Léo SIMPLET

# Qu'est-ce qu'une cupule ?

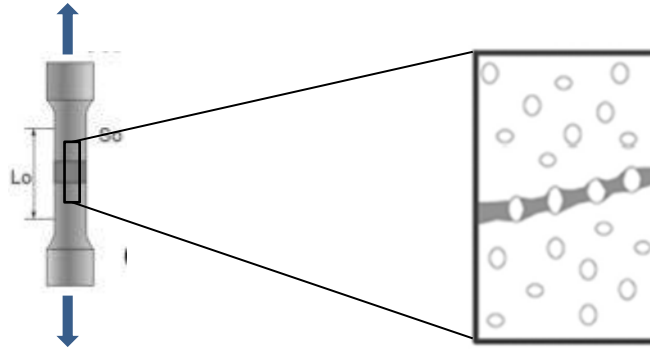
- L'étude des matériaux comprend notamment l'étude de leur rupture sous différentes sollicitations, proches de celles subies en service.
- Lorsqu'un matériau rompt sous l'effet de la sollicitation, on peut observer la surface où a eu lieu la rupture, aussi appelé faciès de rupture
- Exemple : test de traction (on tire sur une éprouvette du matériau)



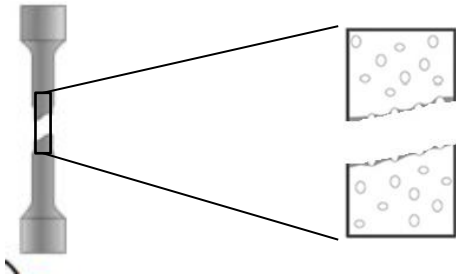
Faciès de rupture que l'on va observer

# Qu'est-ce qu'une cupule ?

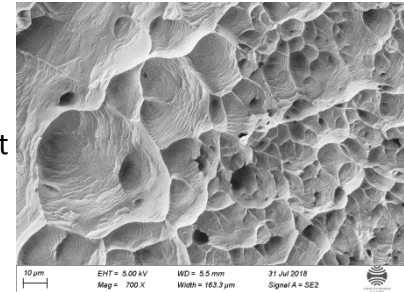
- Pendant la sollicitation, de l'endommagement va se former (trous que l'on voit sur le zoom)



- Divers paramètres intrinsèques au matériau vont faire que celui-ci va casser à un endroit précis, séparant les trous en deux → la cupule correspond donc à une moitié de trou d'endommagement

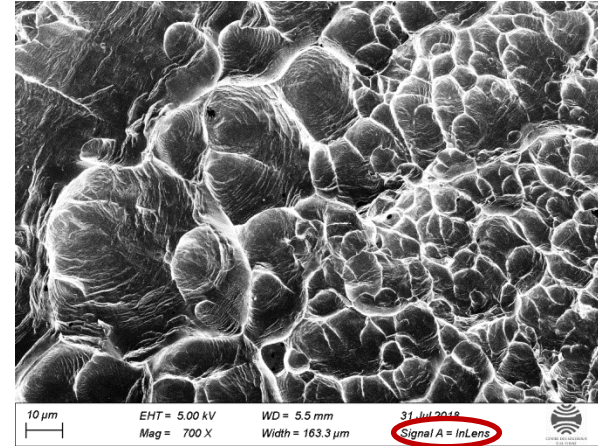
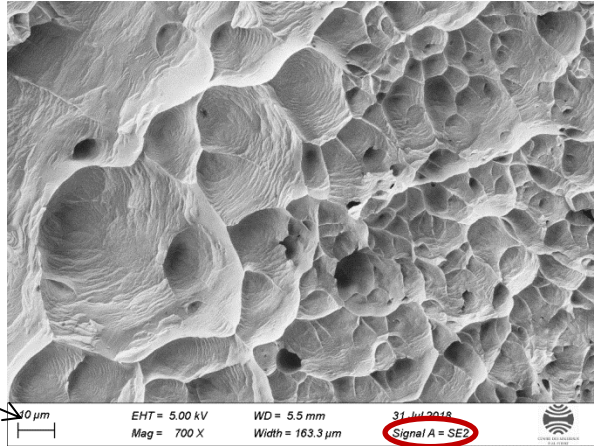


En réalité, vue de dessus,  
ça ressemble à ça, classiquement



# Sujet : calcul de tailles de cupules par analyses d'images

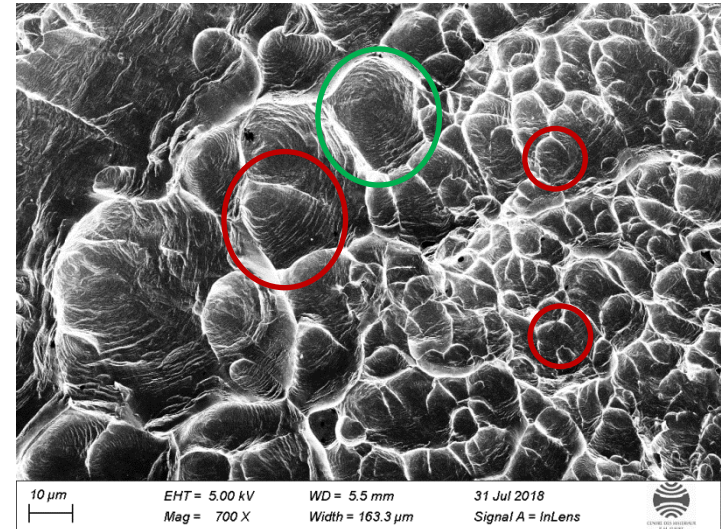
- Les photos fournies sont pris au Microscope Electronique à Balayage (MEB)  
C'est comme un microscope optique mais l'image est obtenue grâce aux électrons et non plus à la lumière  
Cela permet de descendre à l'échelle du micromètre voire de la 100aine de nanomètre.
- Deux types d'images car deux détecteurs ont été utilisés :



- Sans rentrer dans les détails, ces 2 détecteurs permettent de voir différents détails du faciès de rupture

# Sujet : calcul de tailles de cupules par analyses d'images

- On calcule la taille des cupules car elle peut varier suivant la sollicitation appliquée au matériau, ce qui est utile pour comprendre les mécanismes de rupture.
- Classiquement des logiciels d'analyse d'images tel que ImageJ sont utilisés et la cupule est considérée comme une ellipse ou un cercle dont on détermine le petit/grand axe ou le diamètre équivalent respectivement
- Problème :  
→ Certaines cupules ne sont pas « fermées » (verte = fermée, rouge = non fermée) et donc mal analysées par le logiciel (taille trop grande)

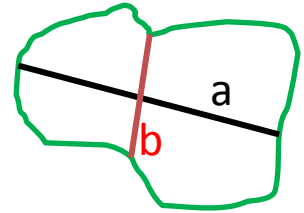


# Sujet : calcul de tailles de cupules par analyses d'images

- Votre sujet consiste donc à différencier cupule fermée et non fermée et à extraire les paramètres suivant en fonction du cas rencontré :

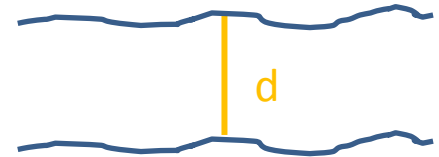
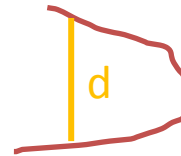
Cupule fermée :

- Diamètre équivalent  
(moyenne de deux valeurs obtenues à partir de l'aire et du périmètre)
- Plus grand axe :  $a$
- Plus petit axe :  $b$



Cupule non fermée

- Distance entre deux bords de la cupule



**Bien faire apparaître la surface de l'image analysée à chaque fois**

- Distribution de taille en fréquence cumulée : pour une image donnée, une fois la taille de chaque cupule déterminée, tracer un graphique fréquence cumulée en fonction de la taille caractéristique (diamètre équivalent,  $a$ ,  $b$  ou  $d$  suivant le cas)

# Sujet : calcul de tailles de cupules par analyses d'images

- Images à disposition :

A la fois SE2 et InLens (la même zone est souvent prise avec les deux détecteurs)

L'image InLens permet d'avoir les bords des cupules bien blancs en général.

Vous pouvez retoucher les images (seuillage de niveau de gris) pour faciliter l'analyse, si besoin

Vous pouvez également rogner l'image si elle présente des zones floues dues au reliefs du faciès de rupture

- Nomenclature : merci de bien conserver le nom de chaque image pour chaque fichier de taille que vous pourriez éditer (pour montrer la validité du programme)

Bon courage !