

## Introduction

Vous allez suivre une démarche d'investigation pour tenter d'expliquer la rupture systématique d'une pièce d'un système. Cette démarche doit conduire à vous donner les bases de la résistance des matériaux (RDM).

## Description de la problématique

Le système étudié est la perforatrice électrique ci-contre. Le clips du couvercle inférieur casse systématiquement dès la 1ère utilisation et sur toutes les perforatrices du même type.

La question est de savoir si avec les moyens ci-dessous, il aurait été possible de le prévoir ?

Et pour aller plus loin, vous êtes invités à proposer une solution à ce problème technique.

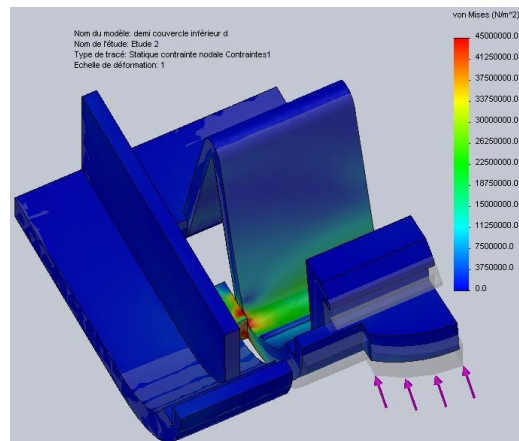
Nous disposons :

- D'un échantillon de matériau sous forme d'une tige que l'on appelle une \_\_\_\_\_



- D'un \_\_\_\_\_ qui permet de tirer sur une éprouvette et de mesurer l'effort appliqué sur l'éprouvette et son allongement.

- Du modèle de \_\_\_\_\_



## Analyse fonctionnelle du clip

### Assemblage du couvercle inférieur

L'encastrement du couvercle inférieur sur la base du perceuse électrique est réalisé à partir des éléments suivants :

- Mise en position :

---



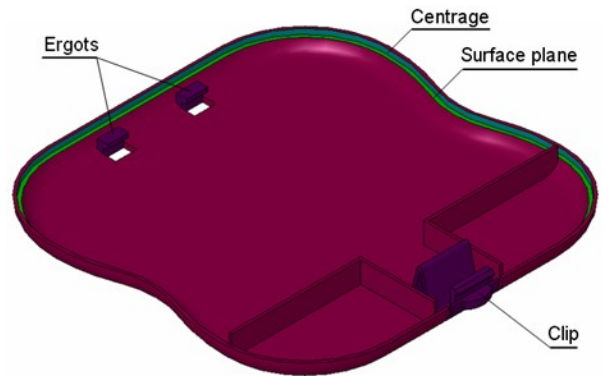
---

- Maintien en position :

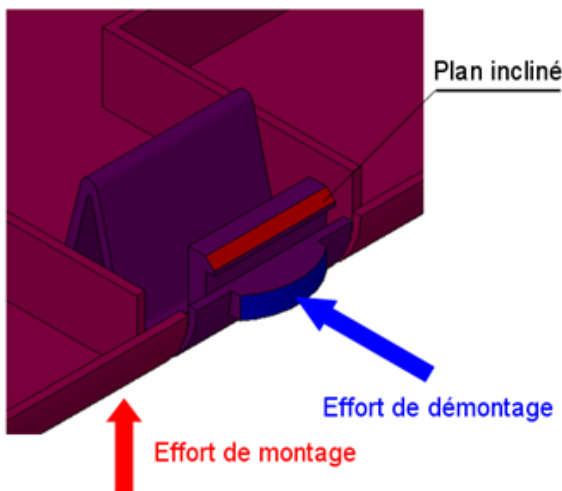
---



---



### Montage et démontage de l'assemblage

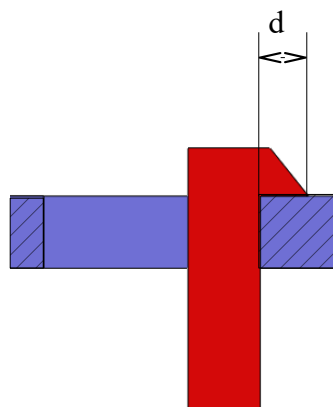


Lors de l'ouverture du couvercle, l'utilisateur exerce un effort sur le clip pour le déformer.

La flexion du clip doit être suffisante pour provoquer un déplacement  $d$  de manière à ce qu'il échappe à sa surface d'appui et permette l'ouverture du couvercle.

C'est lors de la phase de démontage que le clip casse.

L'effort de démontage est estimé à 24 N.



## Essais de traction

### Description de l'essai

Indépendamment de la matière testée, un essai de traction consiste à installer une éprouvette sur un banc d'essai de traction, à lui appliquer un effort croissant et à enregistrer simultanément l'effort appliqué et l'allongement provoqué sur l'éprouvette.

### Le banc d'essais

L'effort est appliqué en tournant le volant de charge.

Le volant de charge est en appui sur une poutre flexible. Le comparateur de charge indique la déformation de cette poutre. 1 mm de flèche relevé sur le comparateur de charge correspond à 1000 N appliqué sur l'éprouvette.

Un ou deux autres comparateurs permettent de déterminer l'allongement de l'éprouvette.



### Le protocole d'essai

#### Préparation

Mesures sur l'éprouvette :

Mesure de la largeur de l'éprouvette :  $l_0 =$

Mesure de l'épaisseur de l'éprouvette :  $e_0 =$

Mesure de sa longueur initiale :  $L_0 =$

#### Conduite de l'essai

Mettre les comparateurs à 0.

Appliquer la charge par demi tour de volant.

Enregistrer simultanément les déplacements lus sur les deux comparateurs.

Tracer la courbe de l'effort appliqué en fonction du déplacement subi.

Imprimer la courbe obtenue.

## Interprétation des résultats

### Forme de la courbe

Une première partie est linéaire. L'allongement est proportionnel à l'effort supporté.

On passe par un maximum d'effort et ensuite la courbe est plate ce qui signifie que l'effort n'augmente pas malgré l'allongement. L'éprouvette a donc supporté un effort maximum au-delà du quel elle s'est affaiblie.

On observe au-delà de cette limite une forte diminution locale de la section de l'éprouvette. Ce phénomène s'appelle la

Coller la courbe  
d'essai

### Grandeurs numériques

L'effort maxi supporté par l'éprouvette peut il être directement comparé à l'effort que subit le clip pour conclure sur sa tenue mécanique ?

Pour pouvoir comparer le comportement d'une éprouvette à celui d'une pièce réelle, il faut donc passer par des grandeurs indépendantes des dimensions de l'éprouvette.

Les notions de RdM ci-dessous vont nous y conduire.

## Notions de RdM

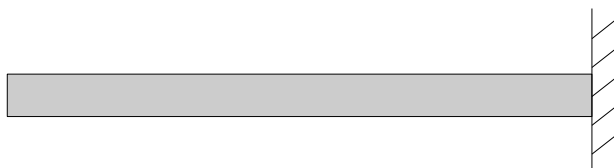
### La cohésion d'un matériau solide

Imaginons le cas d'une tige en traction comme montré ci-dessous.

Quand on tire sur la tige, les atomes qui la constituent tentent de rester coller les uns aux autres.

L'effort que les atomes exercent les uns sur les autres s'appel \_\_\_\_\_

Autre interprétation possible : Imaginez une poutre coupée puis recollée. L'effort de cohésion est l'effort que la colle devra supporter.



**Notion de contrainte**

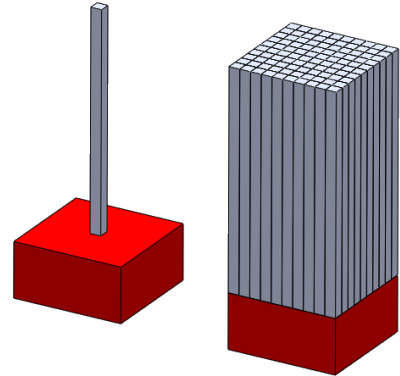
Rappel : 1 daN est approximativement le poids d'1 kg.

Une tige de section carrée de 1mm de coté soumise à une traction de 100 daN est « très chargée ».

Une tige de section carrée de 10 mm de coté soumise à la même traction est \_\_\_\_\_

Pour comparer le chargement de 2 tiges, il faut diviser la charge par l'aire de la section qui la supporte.

On obtient le nombre de daN que supporte chaque mm<sup>2</sup>.




---

---

---

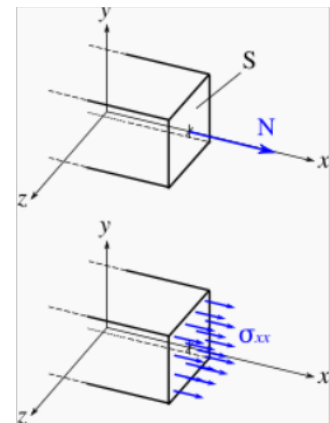
---

---

---

---

---



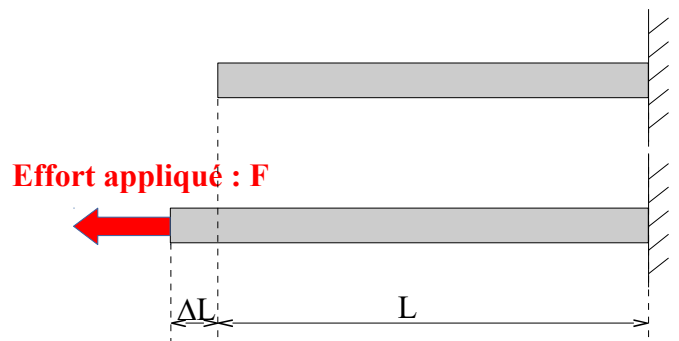
**Notion de déformation**

Quand on tire sur une barre, elle s'allonge.

---

Or une barre de 10 cm qui s'allonge de 10 mm est plus déformée qu'une barre de 1 m qui subit le même allongement.

La déformation  $\epsilon$  (epsilon) est donc la proportion d'allongement  $\Delta L$  par rapport à la longueur initiale  $L$ .




---

La déformation est sans unité puisqu'elle est le rapport entre deux longueurs. Il arrive néanmoins de l'exprimer en % ou en ‰.

## Notion d'élasticité

On dit qu'un matériau a un comportement **élastique** quand après avoir subi une déformation, il **reprend sa forme initiale**.

Pour simplifier les calculs, il est souvent considéré que le comportement du matériau est linéaire dans le domaine élastique.

Cette hypothèse se traduit mathématiquement par la loi de Hooke :

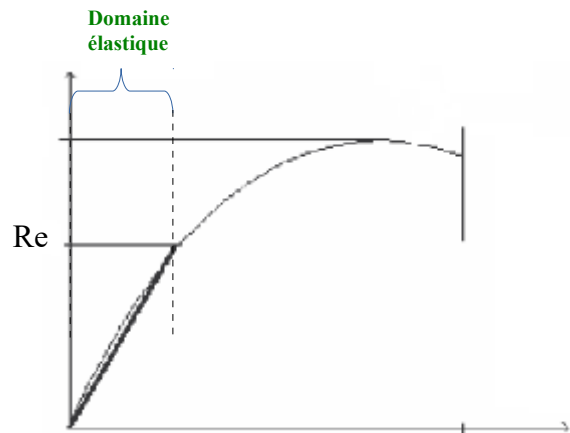
---



---



---



$E$  est le module d'Young ou module d'élasticité en MPa ou en  $\text{daN/mm}^2$ .  
Il correspond à la pente du diagramme contrainte-déformation dans sa partie linéaire.

---

Par ailleurs, la contrainte limite avant de sortir du domaine élastique s'appelle \_\_\_\_\_

---

## Notion de plasticité

Quand un matériau est sollicité au-delà de sa limite élastique  $R_e$  et qu'il est relâché ensuite, il suit le diagramme ci-contre.

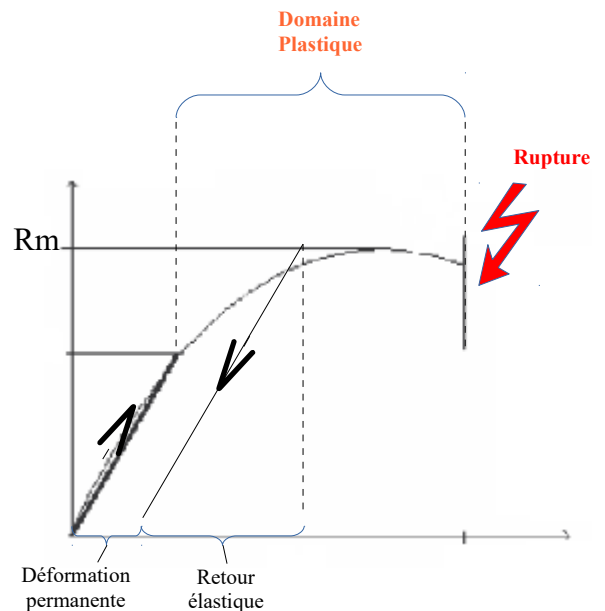
Il garde une déformation dite permanente après relâchement de la contrainte.

---

La part de déformation restituée après relâchement s'appelle le \_\_\_\_\_

La part de déformation restant après relâchement s'appelle la \_\_\_\_\_

---

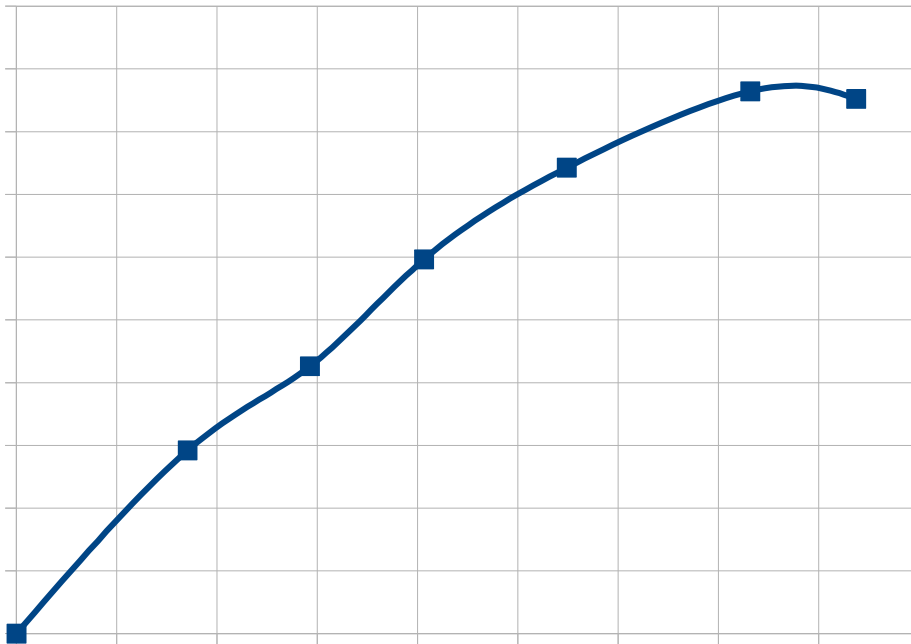


Si on augmente encore la déformation on arrive à la rupture.

## Exploitation des résultats d'essai

L'exploitation des résultats peut se faire à l'aide d'un tableur en définissant les formules pour le calcul de la contrainte et de la déformation.

On obtient un nouveau graphique avec la même allure mais évidemment des valeurs numériques différentes du premier graphique puisque les axes ne représentent pas les mêmes grandeurs physiques.



Re : \_\_\_\_\_

Rm : \_\_\_\_\_

Calcul de E :

---

---

---

---

---

---

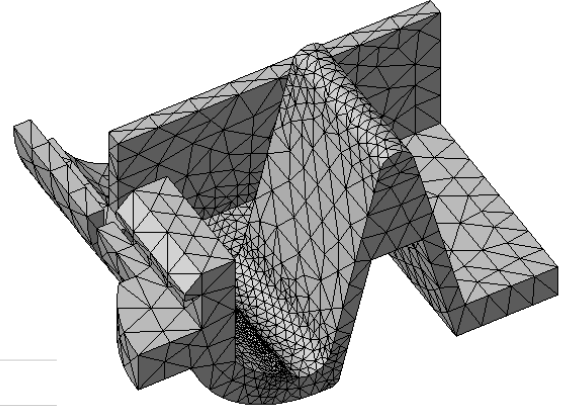
---

---

**Analyse du modèle de calcul par éléments finis**

**Principe de la modélisation par éléments finis**

Le principe des calculs par éléments finis est de remplacer l'étude d'une géométrie pouvant être complexe par l'étude d'un ensemble d'éléments simples.  
La géométrie à étudier est découpée en éléments.  
Ceci s'appelle le \_\_\_\_\_



Plus il y a d'éléments et plus le calcul est long.  
On réduit donc autant que possible le volume à mailler :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

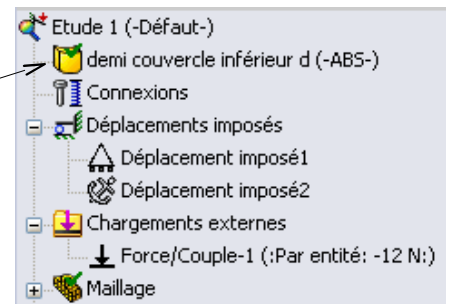
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Les données matériaux**

Les grandeurs caractéristiques du comportement mécanique du matériaux doivent être renseignées.



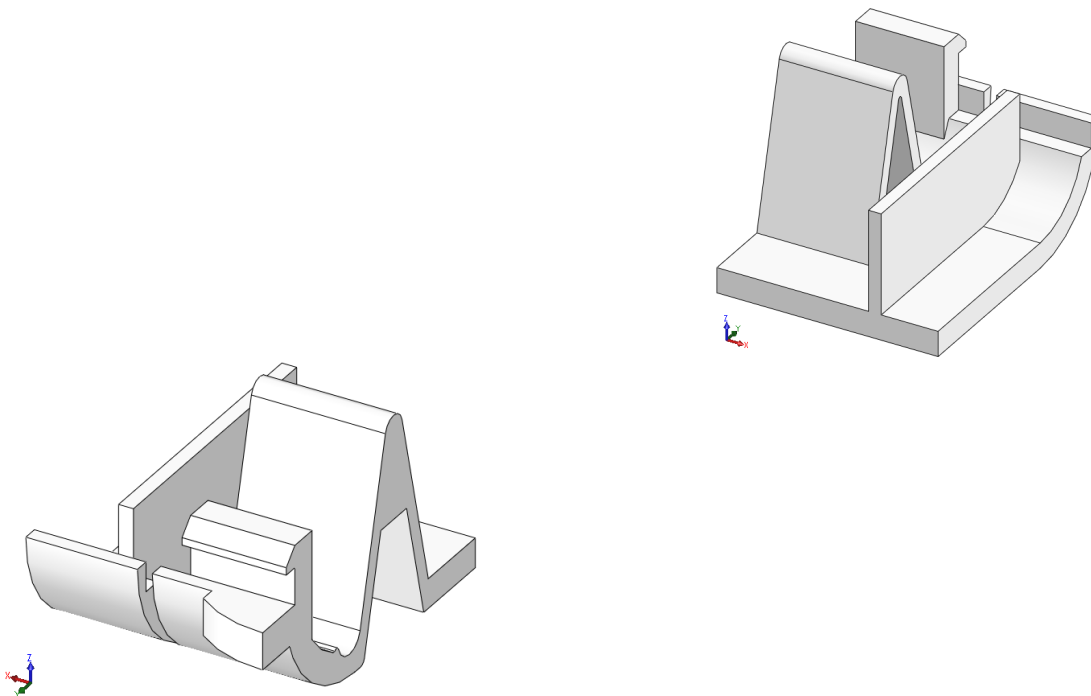
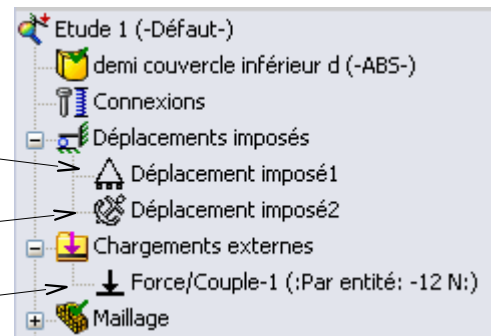
Grandeur mécanique	Valeur (unité)	Rôle dans la modélisation



## Les conditions limites et le chargement

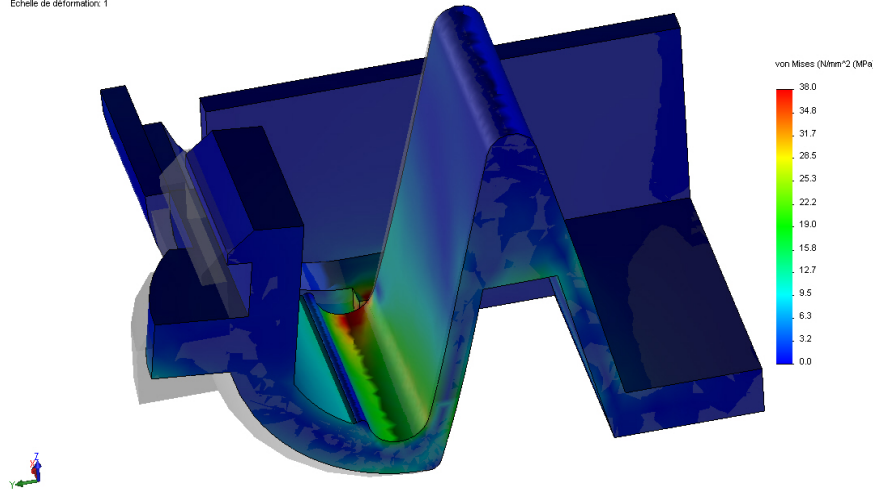
Repérer les schémas ci-dessous où se trouvent les conditions limites et les chargements suivants :

- Déplacement normal nul dans le plan de symétrie :  $U_x = 0$
- Encastrements : Les déplacements  $U_x = U_y = U_z = 0$  sur les nœuds
- La force appliquée  $F=24/2 = 12\text{N}$  sur le demi-clip



### Analyse des résultats

Nom du modèle: demi couvercle intérieur d  
Nom de l'étude: Etude 1  
Type de tracé: Statique contrainte nodale Contraintes1  
Echelle de déformation: 1



Version Education. Pour l'enseignement uniquement

### Proposition d'améliorations