

# Présentation de TP en STS CPI

Support d'activité :

PINCE  
MOLLY



# Origines des TP proposés :

Suite au séminaire des 08 et 09 décembre 2008 :

- Réaliser un ou plusieurs TP disponibles pour toutes les sections de CPI à un coût abordable.
- Ces TP doivent pouvoir être mis en ligne sur le site du CNR CMAO.
- Réaliser un ou plusieurs TP dont le(s) CI n'ont pas été traités dans la liste disponible.
- Autorisation nécessaire de l'entreprise de pouvoir diffuser les informations sur le support d'activité.

# Dossiers Pédagogiques en STS CPI

Exploitations pédagogiques en TP			
Section de Technicien Supérieur CPI			
Liste des Centre d'Intérêts pour lesquels des TP sont disponibles			
<b>CI-2 : Guidages et assemblages</b>			
A-5 Etude de la fonction : Guidage en rotation par éléments roulants	TP1	TP2	
<b>CI-3 : Transmission de puissance, transformation de mouvement</b>			
A-2 Transmission par friction	TP1		
<b>CI-5 : Relation Produit - Matériau - Précision</b>			
A-3 Interaction fonction - matériau - géométrie - précision	TP1		
<b>CI-6 : Spécification de produits</b>			
A-2 Détermination des applications d'une pièce	TP1	TP2	TP3
<b>CI-8 : Représentation d'un produit technique</b>			
A-2 Méthode de lecture de construction de la maquette numérique	TP1	TP2	TP3
<b>CI-11 : RDM Elasticité</b>			
A-3 Elasticité	TP1		
<b>CI-12 : Etude dynamique des systèmes</b>			
A-2 Principe fondamental appliqué au solide en rotation	TP1		
A-3 Bilan énergétique des systèmes	TP1		
<b>CI-14 : Les possibilités d'obtention des pièces</b>			
A-2 Etude des différents modes de montage des pièces métalliques	TP1	TP2	TP3
A-3 Etude de la mise en forme des pièces plastiques	TP1	TP2	TP3
A-4 Etude des procédés par déformation plastique	TP1	TP2	
<b>CI-15 : Les possibilités d'assemblage des pièces</b>			
A-3 Etude des assemblages à vis	TP1		
Liste des Centre d'Intérêts pour lesquels aucun TP n'est disponible			
<b>CI-1 : Analyse fonctionnelle d'un produit</b>			
A-1 Approche externe de l'analyse fonctionnelle : le GAGF			
A-2 Approche interne de l'analyse fonctionnelle : le FAST			
A-3 Architecture fonctionnelle des chaînes d'inertion et d'énergie, fonctionnelles et flux			
<b>CI-3 : Guidages et assemblages</b>			
A-1 Etude de la fonction : Assemblage			
A-2 Etude de la fonction : Guidage en translation par glissement			
A-3 Etude de la fonction : Guidage en translation par éléments roulants			
A-4 Etude de la fonction : Guidage en rotation par glissement			
A-6 Etude des montages géométriques			
A-7 Etude de la liaison rotule			
A-8 Méthodisation des assemblages mécaniques			
<b>CI-3 : Transmission de puissance, transformation de mouvement</b>			
A-1 Transmission directe sans transformation de mouvement			

T  
P  
P  
r  
é  
v  
u  
s

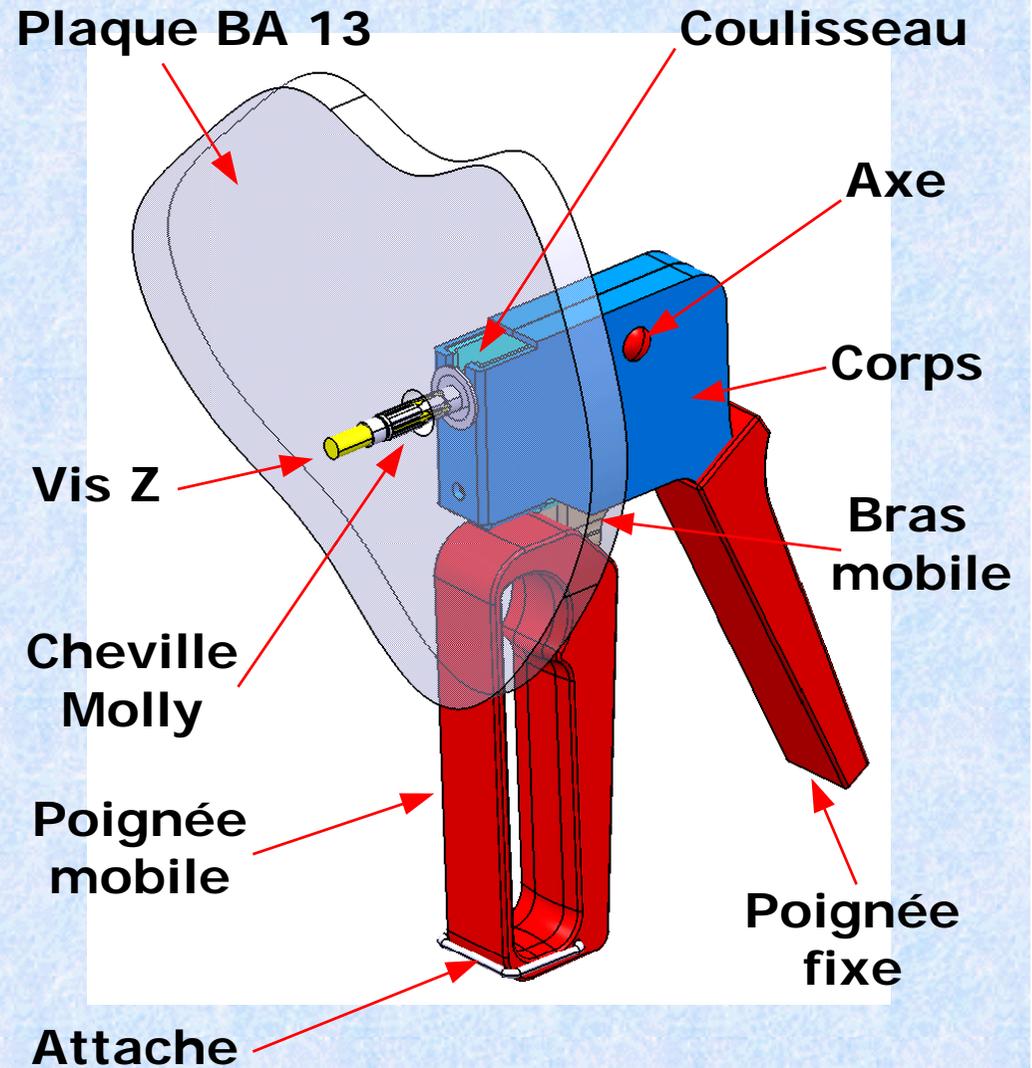
A-3 Transmission par adhérence sans transformation de mouvement			
A-4 Transmission par obstacle sans transformation de mouvement			
A-5 Transmission avec transformation de mouvement			
<b>CI-4 : Métrisation, conversion d'énergie</b>			
A-1 Métrisation électrique			
A-2 Actionneur pneumatique			
A-3 Actionneur hydraulique			
A-4 Capteurs			
<b>CI-5 : Relation Produit - Matériau - Précision</b>			
A-1 Classes et caractéristiques des matériaux			
A-2 Traitement des matériaux			
<b>CI-6 : Spécification de produits</b>			
A-1 Décodage d'une spécification. Appropriation du langage ISO.			
<b>CI-7 : Organisation et suivi de projets</b>			
A-1 Méthode de gestion de projet			
A-2 Etude des outils de la créativité			
<b>CI-8 : Représentation d'un produit technique</b>			
A-1 Schématisation en phase de recherche de solutions			
A-3 Outils d'exploitation de la maquette numérique			
<b>CI-9 : Cinématique</b>			
A-1 Cinématique d'un point d'un solide			
A-2 Mouvements plans			
A-3 Etude des trajectoires cinématiques			
<b>CI-10 : Statique</b>			
A-1 Méthodisation des actions mécaniques			
A-2 Définition de la forme d'une étude			
A-3 Principes fondamentaux de la statique			
A-4 Résolutions d'un problème			
<b>CI-11 : RDM Elasticité</b>			
A-1 Théorie des poutres à flexions simples			
A-2 Sollicitations composées		TP1	
<b>CI-12 : Etude dynamique des systèmes</b>			
A-1 Principe fondamental appliqué au solide en translation			
<b>CI-13 : Mécanique des fluides</b>			
A-1 Statique des fluides			
A-2 Écoulement unidimensionnel			
<b>CI-14 : Les possibilités d'obtention des pièces</b>			
A-1 Etude des procédés par enlèvement de matière			
A-3 Etude des différents procédés de découpage des tôles		TP1	TP2
A-6 élaboration des pièces en matériaux composites			
<b>CI-15 : Les possibilités d'assemblage des pièces</b>			
A-1 Etude des différents procédés de soudage			
A-2 Etude du collage			

# Origine, études et travaux préalables

- L'origine du support (pince Molly) provient d'une expérience personnelle lors de son utilisation : **La pince est défaillante dans certains cas d'utilisation.**
- Obtention de l'autorisation de l'entreprise EMHART, fabricant de la pince, pour la diffusion sur le site du CNR CMAO : **Accord reçu le 05 janvier 2009 de l'entreprise EMHART de Fresnes (94).**
- Réalisation de la maquette numérique et du dossier technique : **aucune donnée de l'entreprise.**
- Réalisation d'essais et de simulations sur les chevilles métalliques et la pince Molly MT 93.

# Travaux d'avant TP

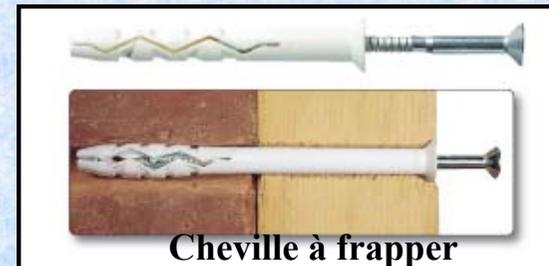
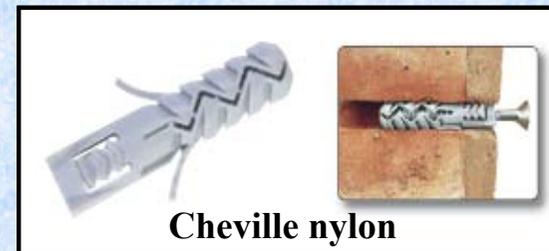
Réalisation  
de la  
maquette  
numérique



# Travaux d'avant TP

Réalisation  
du  
Dossier  
Technique

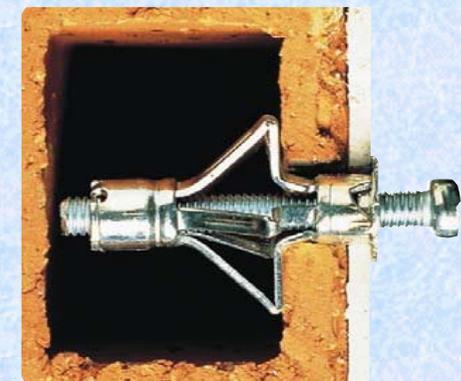
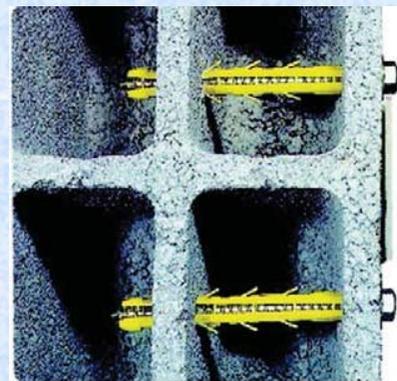
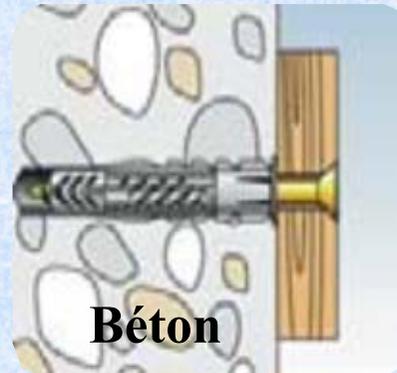
## Présentation de différents types de chevilles :



# Travaux d'avant TP

Réalisation  
du  
Dossier  
Technique

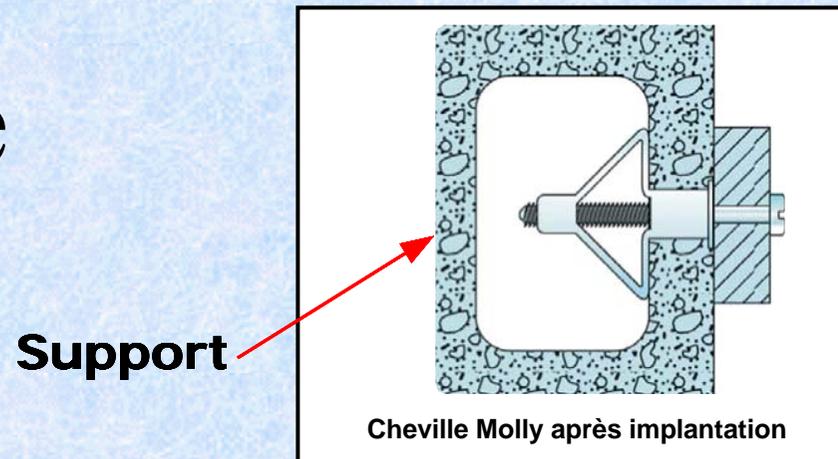
## Présentation des différents matériaux d'ancrage :



# Travaux d'avant TP

Réalisation  
du  
Dossier  
Technique

## Description d'une cheville MOLLY monobloc



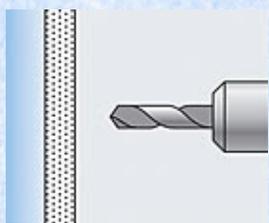
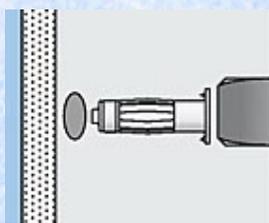
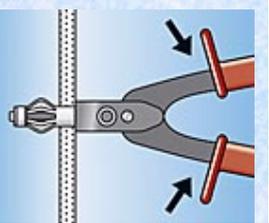
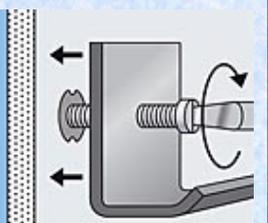
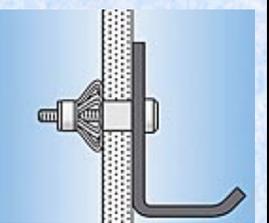
# Travaux d'avant TP

Réalisation du

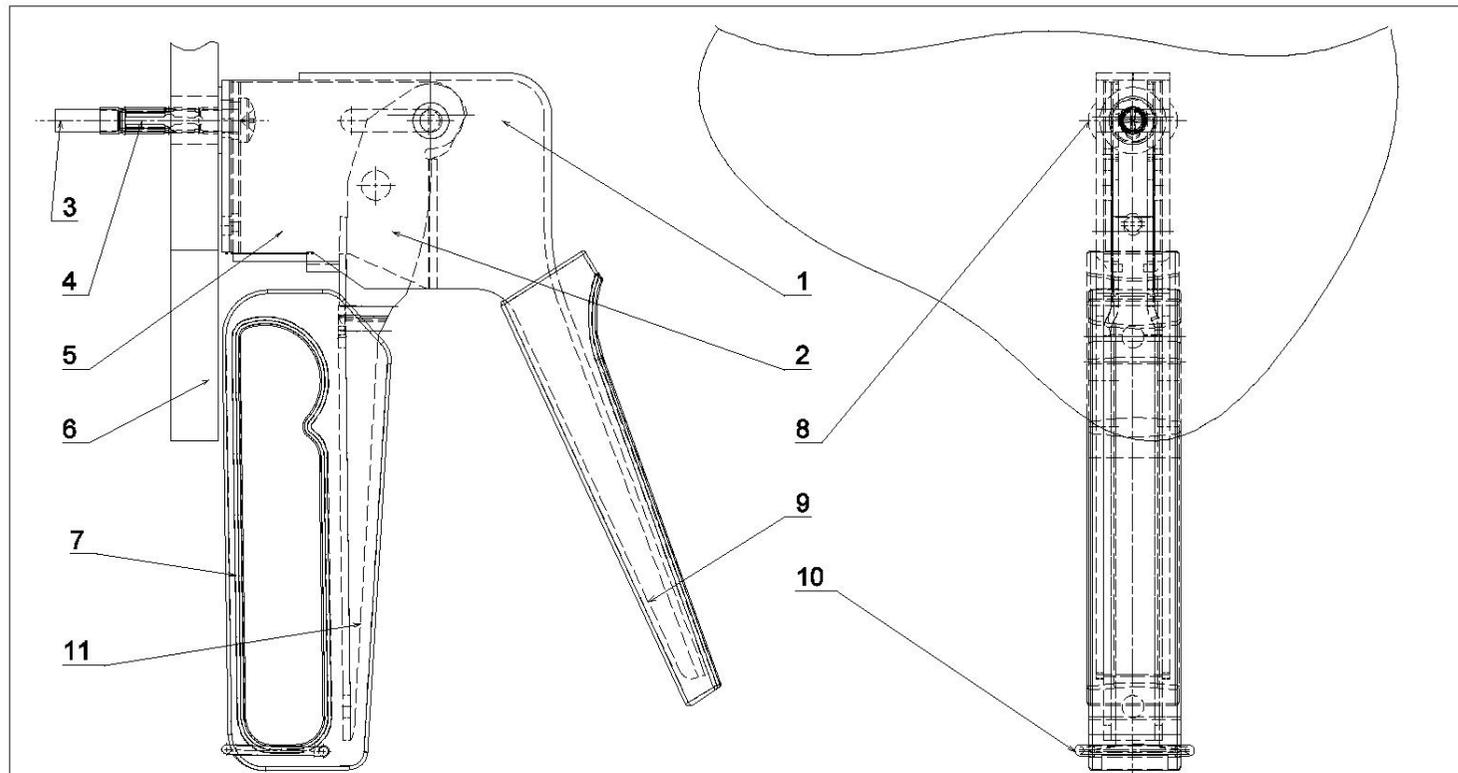
Dossier

Technique

Mise en oeuvre d'une  
cheville MOLLY

				
Effectuer le perçage en fonction de la cheville choisie	Introduire la cheville	Expanser la cheville à l'aide de la pince <u>jusqu'à ressentir une résistance</u>	Retirer la vis, poser l'objet à fixer et serrer la vis	L'objet est serré sur son support
Documentation Fournisseur				

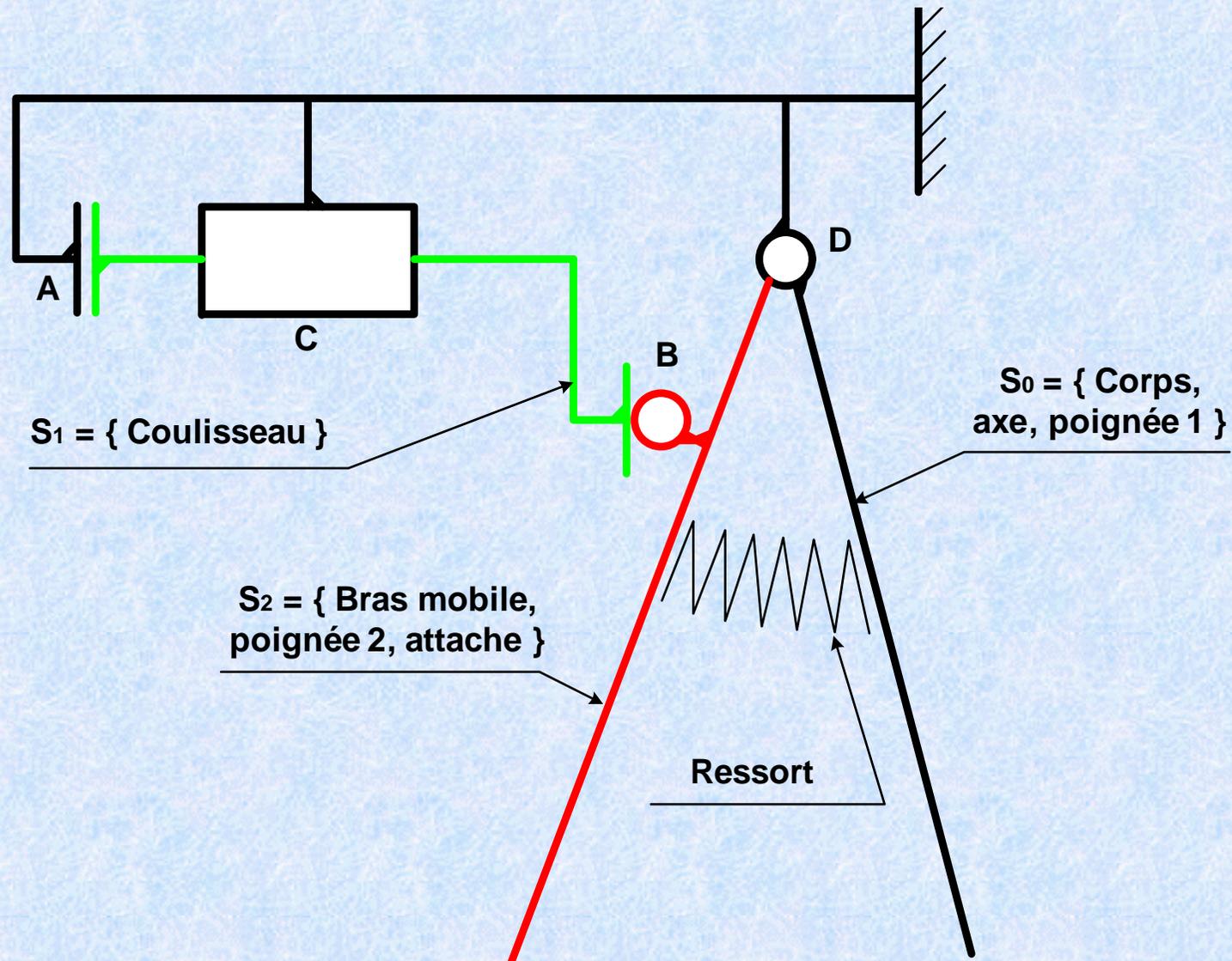
# Dossier Technique : Plan d'ensemble



12	Ressort de torsion	1	C 50		
11	Attache	1	S 235		
10	Poignée fixe	1	PE		
9	Axe	1	C 30		
8	Poignée mobile	1	PE		
7	Support (BA 13)	1	Plâtre		
6	Coulisseau	1	S 275		
5	Corps	1	S 275		
4	Cheville	1	S 275		

3	Vis	1	S 235		
2	Bras mobile	1	S 275		
1	Corps	1	S 275		
Rep. Désignation		Nb.	Matière	Observations	Référence
ECHELLE: 1:1		<b>Pince MOLLY</b>			Dessiné par <b>LEONARD</b>
LYCEE CHARLES JULY SAINT AVOLD		N°			
<b>A 3</b>		DOSSIER DE CONCEPTION			8/11

# Schéma cinématique minimal de la pince



# Travaux d'avant TP

Réalisation du  
Dossier  
Technique

Détermination de l'effort de  
déformation d'une cheville :

Essai de compression d'une  
cheville MOLLY 6x37/15  
réalisé en section STI option  
Génie des matériaux  
du LTR Charles Jully  
de Saint Avold.

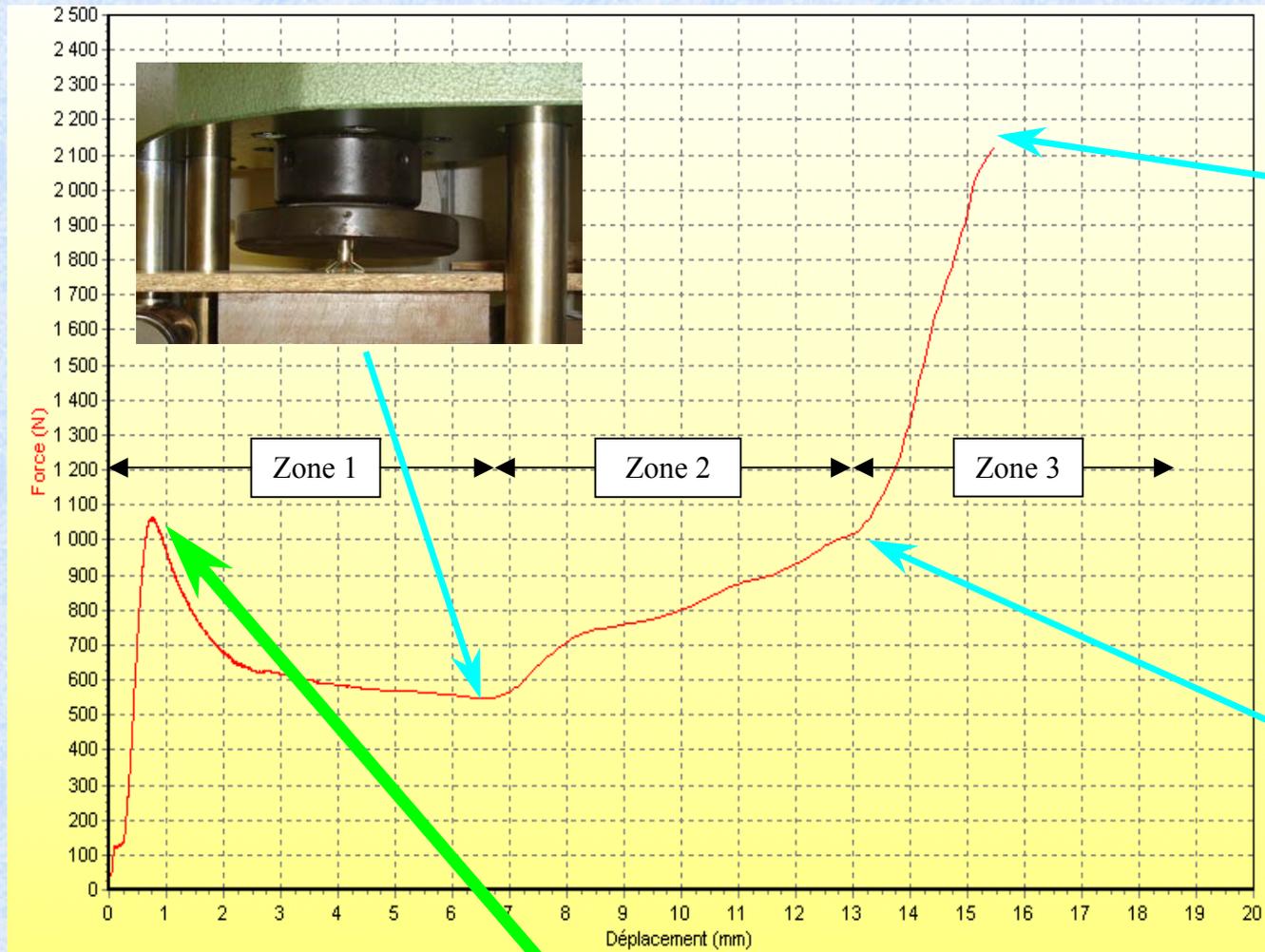
# Machine de mesure WOLPERT

Micro-ordinateur  
avec logiciel de  
relevé de mesures



Zone de test  
de compression  
de la cheville

# Résultats de l'essai



**$F_{\text{maxi}} = 1\ 050\ \text{N}$**

# Simulation sur le logiciel ABAKUS

Il permet :

- de réaliser des simulations sur des matériaux non linéaires dans les zones de déformations élastique et plastique ;
- de faire des calculs suivant des paliers de déformation ;
- de dimensionner et de simuler des procédés dans les domaines de déformation plastique : pliage, emboutissage ;
- d'inclure des paramètres thermiques ;
- de réaliser des liens directs avec les fichiers pièces et assemblages du logiciel Catia.

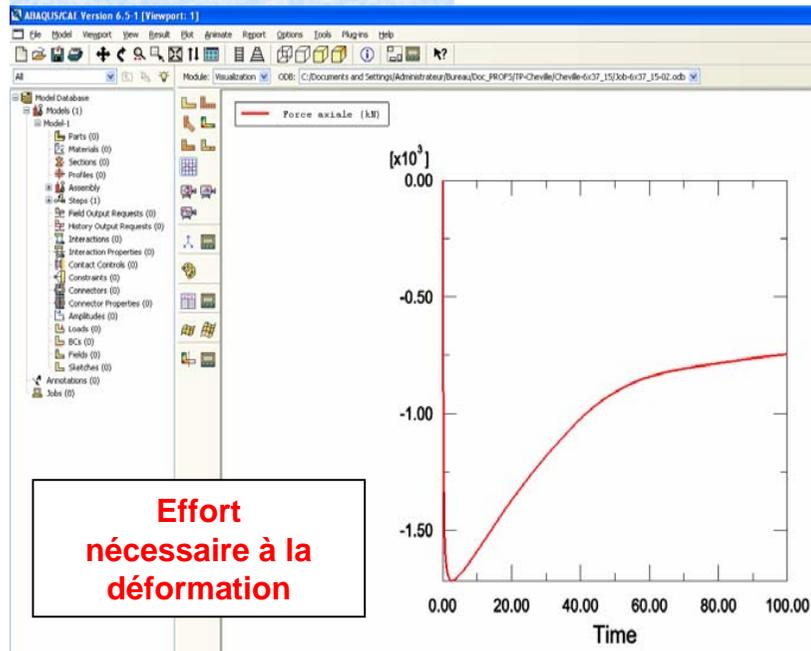
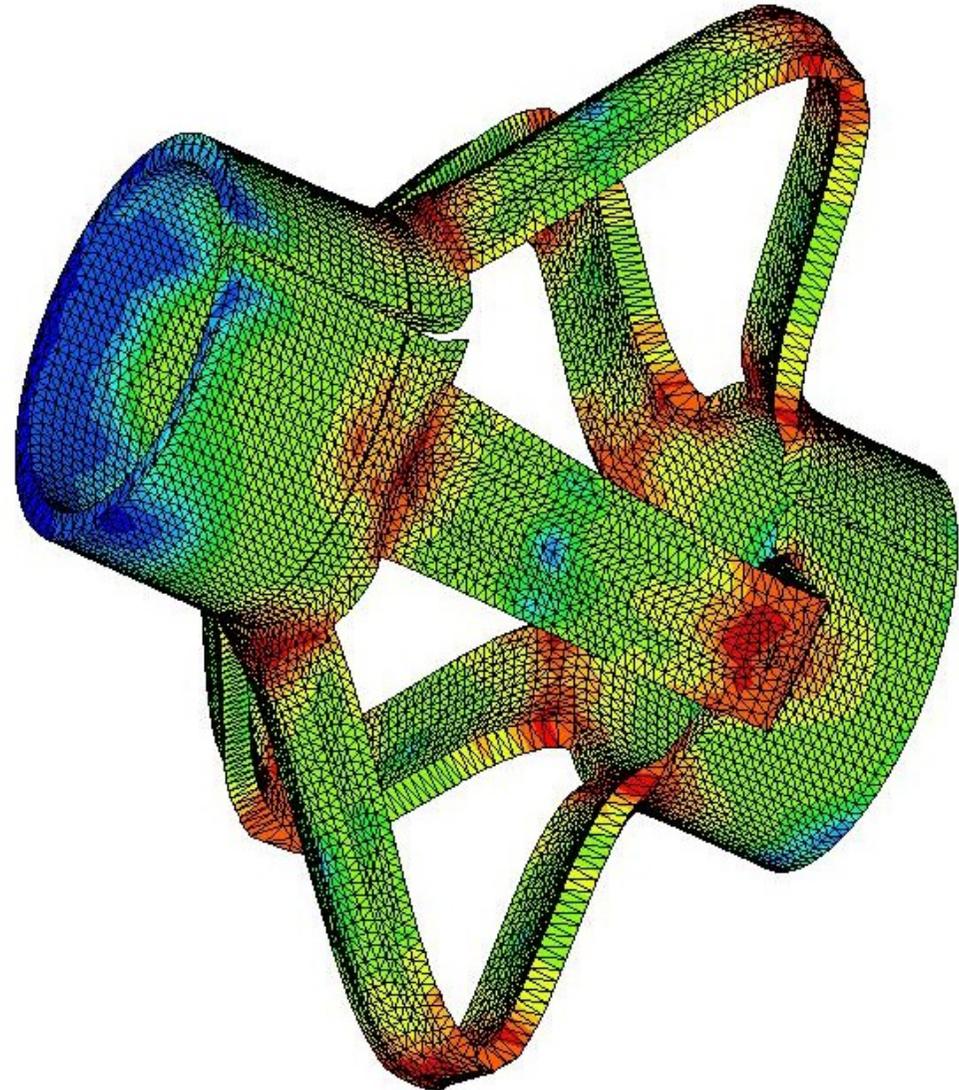
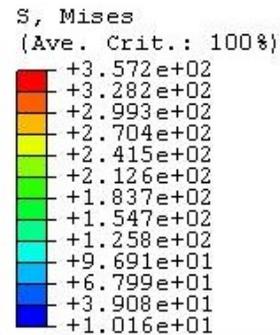
→ Maîtrise du logiciel de simulation non demandée aux étudiants, visualisation des résultats seulement.

# Simulation sur ABAKUS

Les paramètres pour cette simulation :

- Compression sur une cheville Molly 6x37/15 en S 235
- Simulation correspondant à la zone 1 (Déformations normales d'implantation de la cheville Molly) ;
- Simulation incluant les déformations élastiques et plastiques dans cette zone ;
- Liaison encastrement à une extrémité ;
- Déplacements imposés à l'autre extrémité.

# Résultats de la simulation (non optimisés)



**Effort  
nécessaire à la  
déformation**

# Exploitations pédagogiques

## CI-8 : Représentation d'un produit technique

A-2 Méthodologies de construction de la maquette numérique

EP 1  
(TP 1)

EP 2  
(TP 2)

## CI-14 : Les procédés d'obtention des pièces

A-5 Étude des différents procédés de découpage des tôles.

EP 3  
(TP 1)

EP 4  
(TP 2)

## CI-11 : RDM Élasticité

A-2 Sollicitations composées

EP 5  
(TP 1)

→ + Exploitations pédagogiques en  
**Electrotechnique** et **Physique appliquée**  
(à inclure sur le site du CNR CMAO?)

# Exploitation pédagogique 1 en Construction des systèmes techniques.

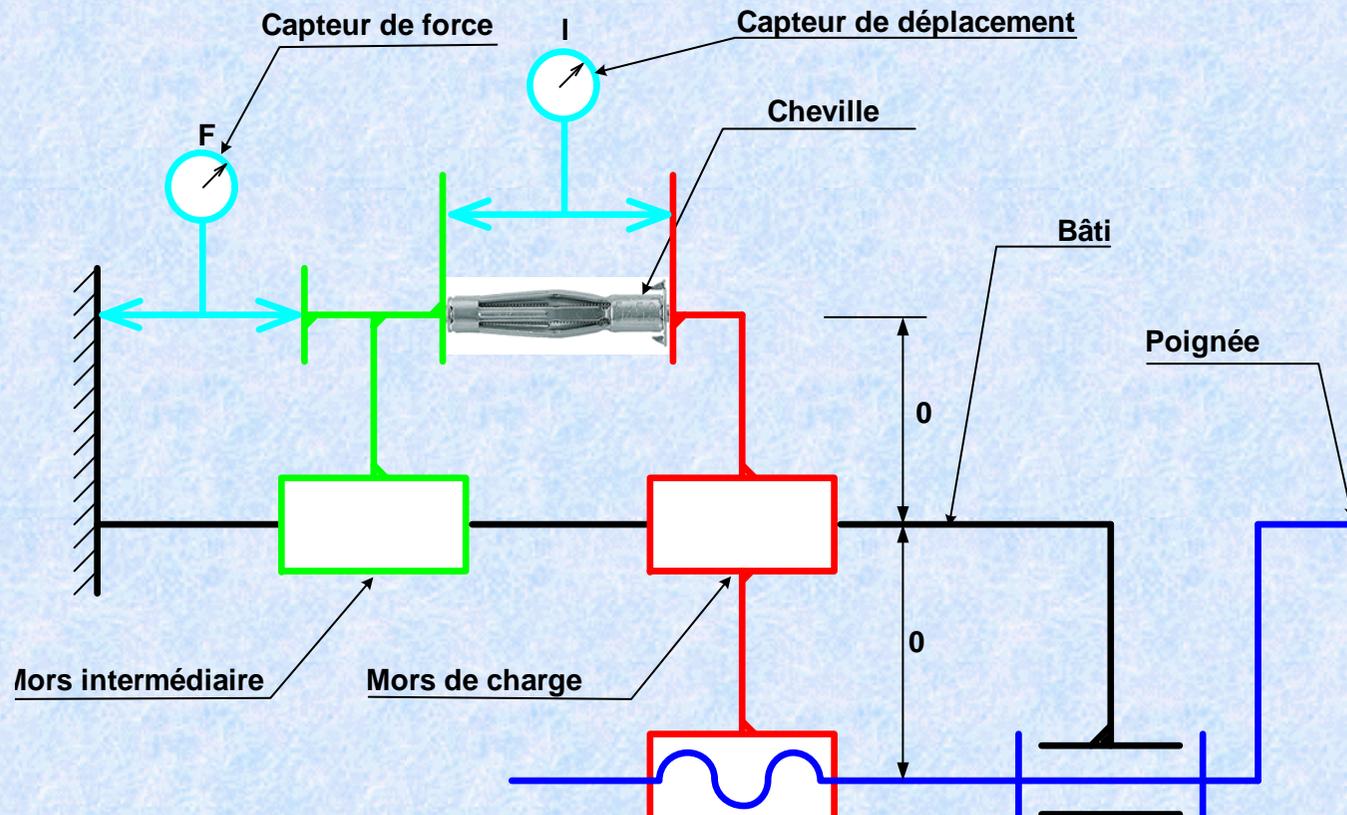
**Problématique : *Élaborer une maquette numérique de conception préliminaire d'un banc d'essais de compression permettant de tester les chevilles MOLLY en cours de fabrication et les chevilles des autres fabricants.***

**Objectifs opérationnels du TP :**

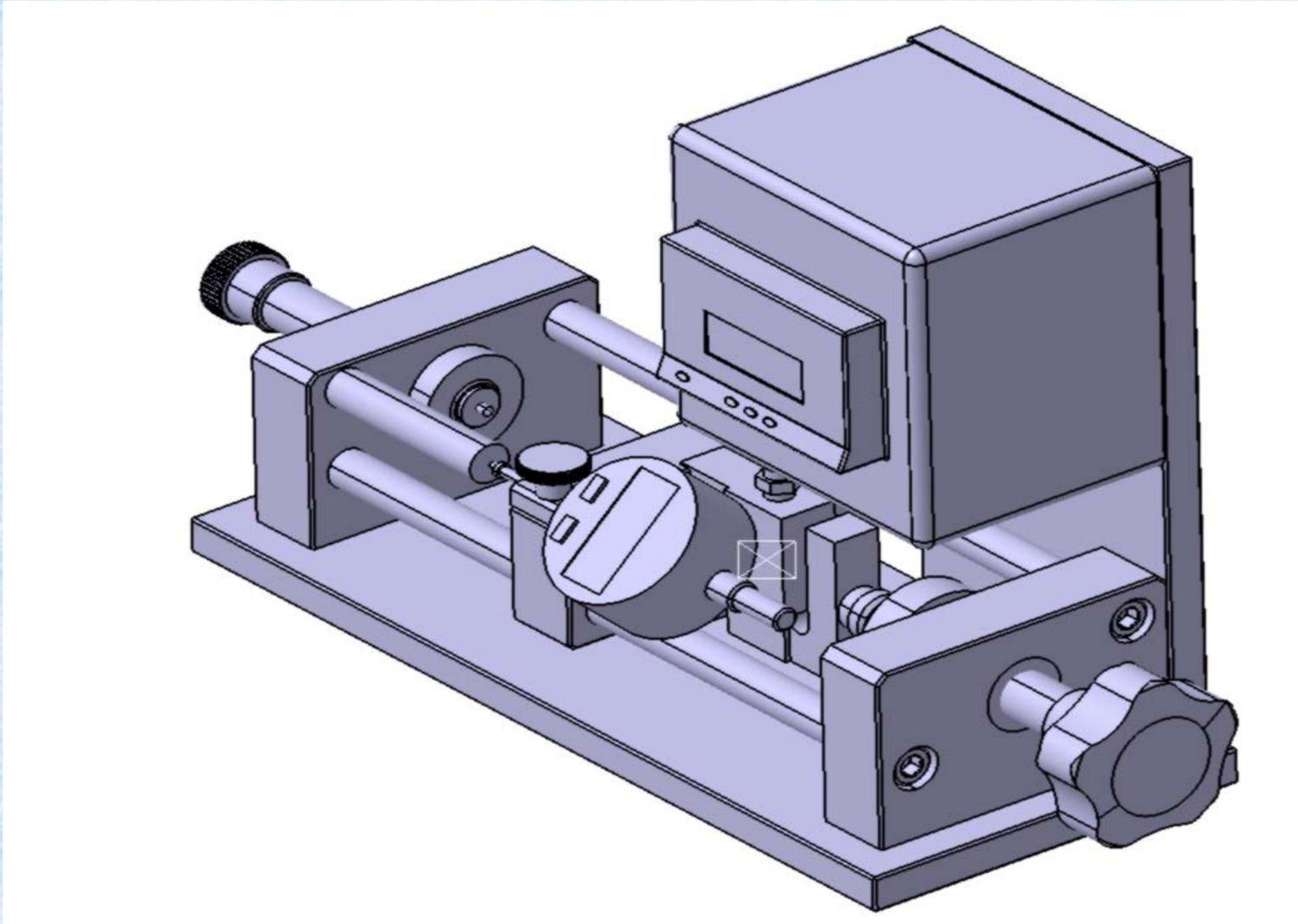
- *Mettre en œuvre une démarche de recherche d'information.*
- *Classer, hiérarchiser des informations.*
- *Synthétiser une information.*
- *Rechercher un principe de solution.*
- *Utiliser des procédures de choix de composants sur catalogues, CD ROM, en ligne sur des sites industriels.*
- *Mettre en œuvre l'outil informatique.*

# Exploitation pédagogique 1 en Construction des systèmes techniques

## Schéma de principe



# Maquette numérique du banc de mesure



# TP d'électrotechnique

## Choix d'un Capteur.

- **CENTRES D'INTÉRÊTS** : Choix d'un constituant électrique d'acquisition d'une grandeur physique et représentation normalisée
- **Compétences attendues** : (domaine du génie électrique)
  - C04 : Analyser et comparer des solutions techniques et argumenter.
  - C05 : Dégager les principes qui régissent des solutions techniques.
  - C09 : Rechercher et expliciter un principe de solution.
  - C10 : Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.
- **Pré requis** : - Grandeurs physiques et conversion d'unité.
  - Décodage du Cdcf.
  - Lecture de documents en anglais.
  - Notions de contraintes et de déformations.

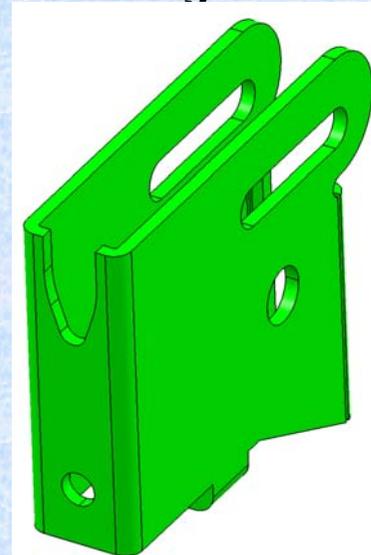
- **Connaissances associées :** \* S 54 Choix de capteurs.
  - Critères techniques.
  - Performance.
  - Fonction globale.
  - Dimensionnement.\* S 55 représentation normalisée.
  - Symbolique et fonctionnelle.
- **Données :** - Extrait du Cdcf.
  - PC (Internet avec lien vers le constructeur de capteurs).
  - Dossier technique.
  - Dossier Ressources.
- **Critères et modalités d'évaluation :**
  - Pertinence du modèle de capteur proposé et retenu.
  - Validité des entrées.
  - Exactitude des résultats et qualité de leur interprétation.
  - Respect de la démarche de choix.
  - Pertinence des conclusions.
- **Durée du TP :** 2 heures

# Exploitation pédagogique 3 en Industrialisation des produits.

**Problématique :** *Adapter les formes du coulisseau à un mode de production sériel : la découpe des tôles et le pliage.*

## **Objectifs opérationnels du TP :**

- 1 - **Création des géométries compatibles avec le procédé de fabrication :**
  - Étudier la forme développée du coulisseau.
  - Prévoir le grugeage des angles.
  - Définir le rayon intérieur mini acceptable en pliage (garantissant l'épaisseur et un allongement des fibres) pour une tôle en acier qualité courante (pas d'amorce de rupture).
  - Étudier la position des plis par rapport à la direction de laminage.
  - Créer le dessin de définition du produit.
- 2 - **Étude de la mise en bande :**
  - Premier cas : découpage d'un seul flan à la fois .
  - Deuxième cas : découpage simultané de deux flans.
  - Dans les deux cas : déterminer la largeur de bande, calculer la chute et étudier le début de bande.
  - Choisir la solution la plus économique.
- 3 - **Détermination de l'effort de découpage.**
- 4 - **Choix d'une presse.**
- 5 - **Étude de la position de l'outillage sur la presse.**



# Exploitation pédagogique 4 en Industrialisation des produits.

**Problématique : Adapter les formes du coulisseau à un mode de production sériel : le pliage.**

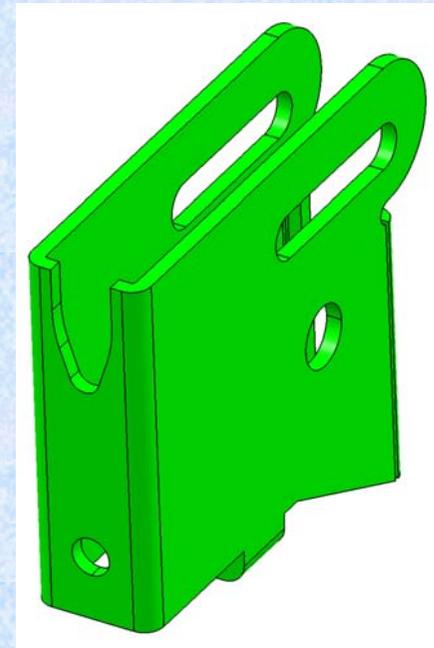
**Objectifs opérationnels du TP :**

***Création des géométries compatibles avec le procédé de fabrication :***

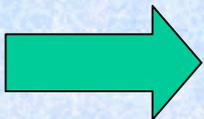
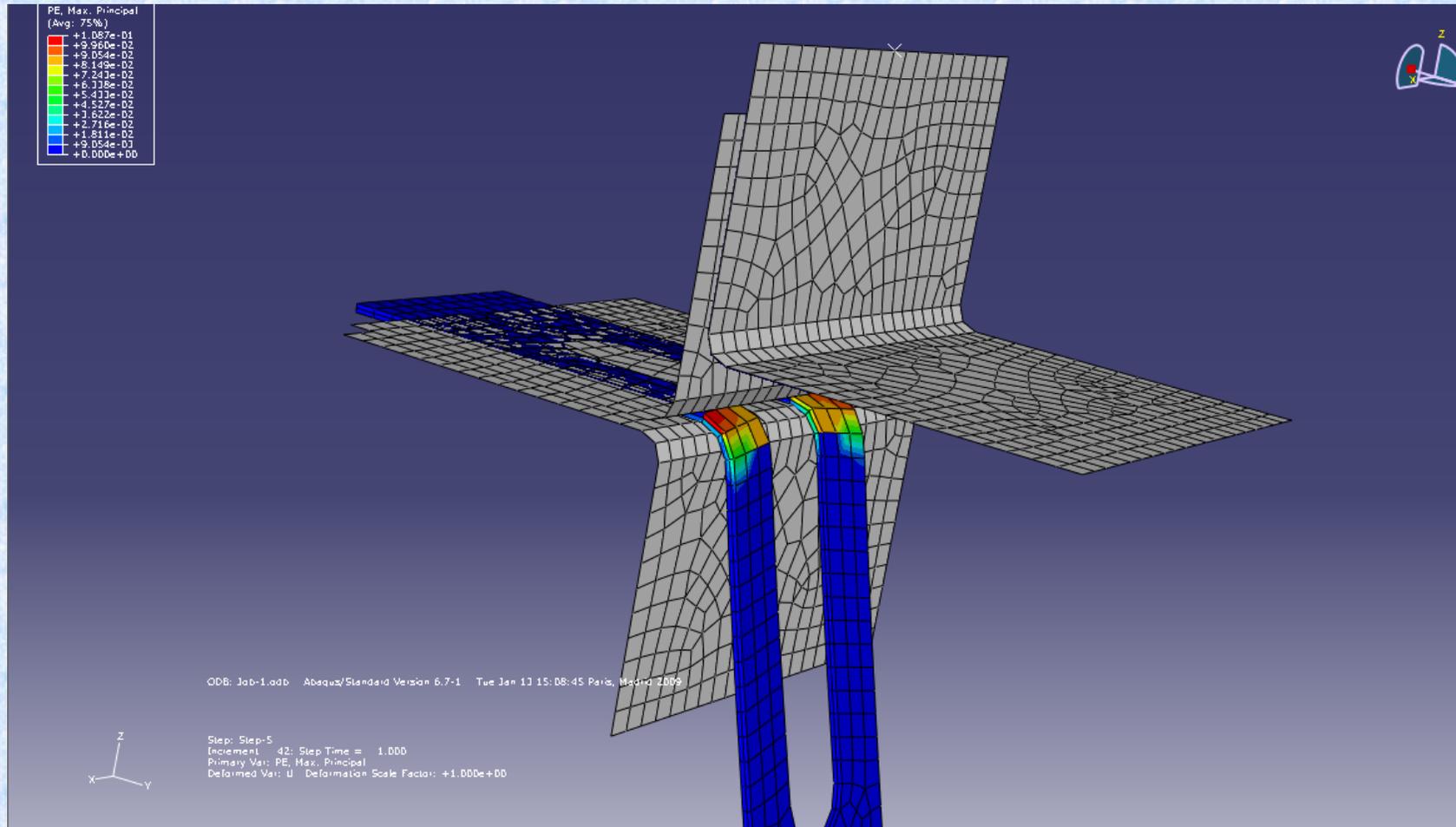
- Programmer plusieurs calculs de l'opération de pliage sur Abaqus en faisant varier le rayon intérieur.***

***A partir de ces simulations :***

- Analyser la déformation au niveau du congé.***
- Analyser comment se fait le retour élastique.***
- définir le rayon intérieur mini acceptable en pliage dans le cas du coulisseau de la pince MOLLY (garantissant l'épaisseur et un allongement des fibres pour une tôle en acier qualité courante (pas d'amorce de rupture)).***



# Opération de pliage sur Abaqus

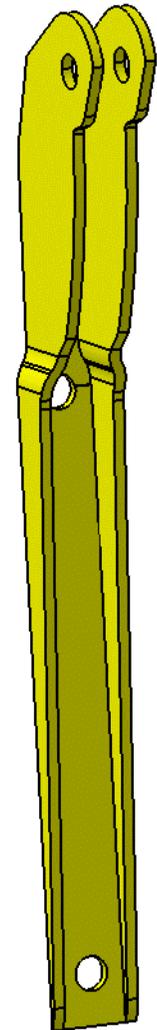


# Exploitation pédagogique 5 en Comportement des systèmes techniques.

**Problématique :** *Proposer des solutions de modifications du modèle de Pince MOLLY MT 93 (bras mobile) en vue de le fiabiliser et de diminuer son coût.*

**Objectifs opérationnels du TP :**

- *Analyser le mécanisme.*
- *Déterminer les grandeurs physiques.*
- *Mettre en œuvre l'outil informatique de simulation : module GSA de Catia.*
- *Confronter les résultats obtenus au réel.*
- *Analyser et interpréter les résultats (contraintes).*
- *Proposer et justifier d'autres solutions constructives.*
- *Mettre à jour le modèle numérique, le valider.*
- *Choisir le matériau.*



# Fiche pédagogique 5

Support d'activité	<b>PINCE MOLLY</b>
Thème	<b>S6. Comportement des systèmes techniques</b>
Filière	<b>BTS CPI</b>

<b>CENTRES D'INTÉRÊTS</b>	<b>CI 10 Statique.</b> <b>CI 11 RDM Élasticité.</b>		
Objectifs pédagogiques visés (compétences attendues)	<b>C13. Valider une géométrie ou une architecture, par simulation informatique ou calcul élémentaire des comportements mécaniques.</b> <b>C19a. Exploiter un logiciel de calcul de structures : modélisation et saisie des données.</b> <b>C19b. Exploiter un logiciel de calcul de structures : exploitation des résultats.</b>		
Pré requis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principe fondamental de la statique.</li> <li>- Décodage du Cdcf.</li> <li>- Caractéristiques principales et domaine d'utilisation des matériaux.</li> <li>- Notions de contraintes et de déformations.</li> </ul>		
Compétences détaillées issues du programme officiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Créer un modèle d'étude adapté.</li> <li>- Mettre en œuvre l'outil informatique ou le protocole de calcul élémentaire, utilisant le modèle d'étude retenu.</li> <li>- Analyser et interpréter les résultats.</li> <li>- Définir les éléments à dimensionner.</li> <li>- Choisir le module de calcul adapté.</li> <li>- Proposer les modèles de chargement. Identifier les conditions aux limites de l'étude.</li> <li>- Identifier les éléments dimensionnés</li> <li>- Décoder et interpréter les résultats.</li> </ul>		
Connaissances associées	<b>S62 Modélisation des actions mécaniques.</b> <b>S63 Statique.</b> <b>S66 Résistance des matériaux, Élasticité.</b>		
Durée du TP	4 h	Nombre d'étudiants	4

# Fiche pédagogique 5

<b>Descriptif de l'activité</b>	
Problématique	<i>Proposer des solutions de modifications du modèle pince MOLLY MT 93 en vue de le fiabiliser et de diminuer son coût.</i>
Données	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Extrait du Cdcf.</i></li><li>- <i>Maquette numérique de la pince Molly MT 93</i></li><li>- <i>Maquette instrumentée de détermination de Effort/Déplacement.</i></li><li>- <i>Micro-ordinateur avec Logiciel CATIA V5R16 et Logiciel de choix de matériau CES Edupack.</i></li><li>- <i>Pince Molly MT 93.</i></li><li>- <i>Dossier Technique.</i></li><li>- <i>Dossier Ressources.</i></li></ul>
Objectifs opérationnels du TP	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Analyser le mécanisme.</i></li><li>- <i>Déterminer les grandeurs physiques.</i></li><li>- <i>Mettre en œuvre l'outil informatique de simulation.</i></li><li>- <i>Confronter les résultats obtenus au réel.</i></li><li>- <i>Analyser et interpréter les résultats (contraintes).</i></li><li>- <i>proposer et justifier d'autres solutions constructives.</i></li><li>- <i>Mettre à jour le modèle numérique, le valider.</i></li><li>- <i>Choisir le matériau.</i></li></ul>
Critères et modalités d'évaluation liés aux objectifs pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Pertinence du modèle d'étude proposé et retenu.</i></li><li>- <i>Validité des entrées.</i></li><li>- <i>Exactitude des résultats et qualité de leur interprétation.</i></li><li>- <i>Respect de la démarche de calcul.</i></li><li>- <i>Pertinence des conclusions.</i></li></ul>

# CONSTAT et PROBLEMATIQUE du TP (EP 5)

CONSTAT : L'utilisation de la pince MOLLY MT 93 a amené aux **constats suivants** :

- Dans le cas d'une utilisation normale (zone 1), **LA PINCE RESISTE** parfaitement pour déformer une cheville ;
- Dans le cas d'une utilisation anormale (zone 3), la tête de vis et le nez sont en contact. L'effort augmente très rapidement jusqu'à 2 000 N, voire plus si l'opérateur insiste. **LA PINCE "FLANCHE"**

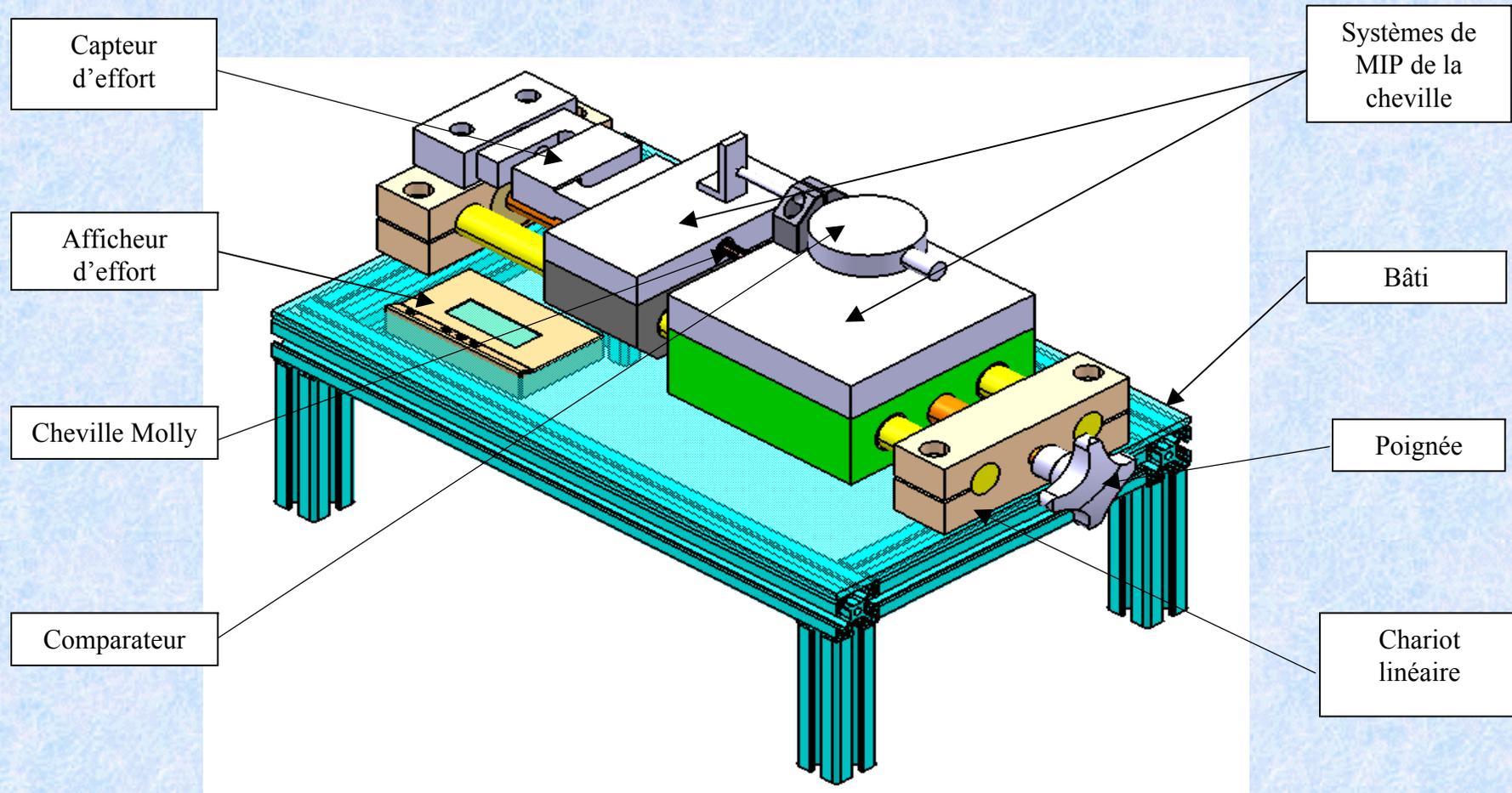
# Pinces neuve et déformée



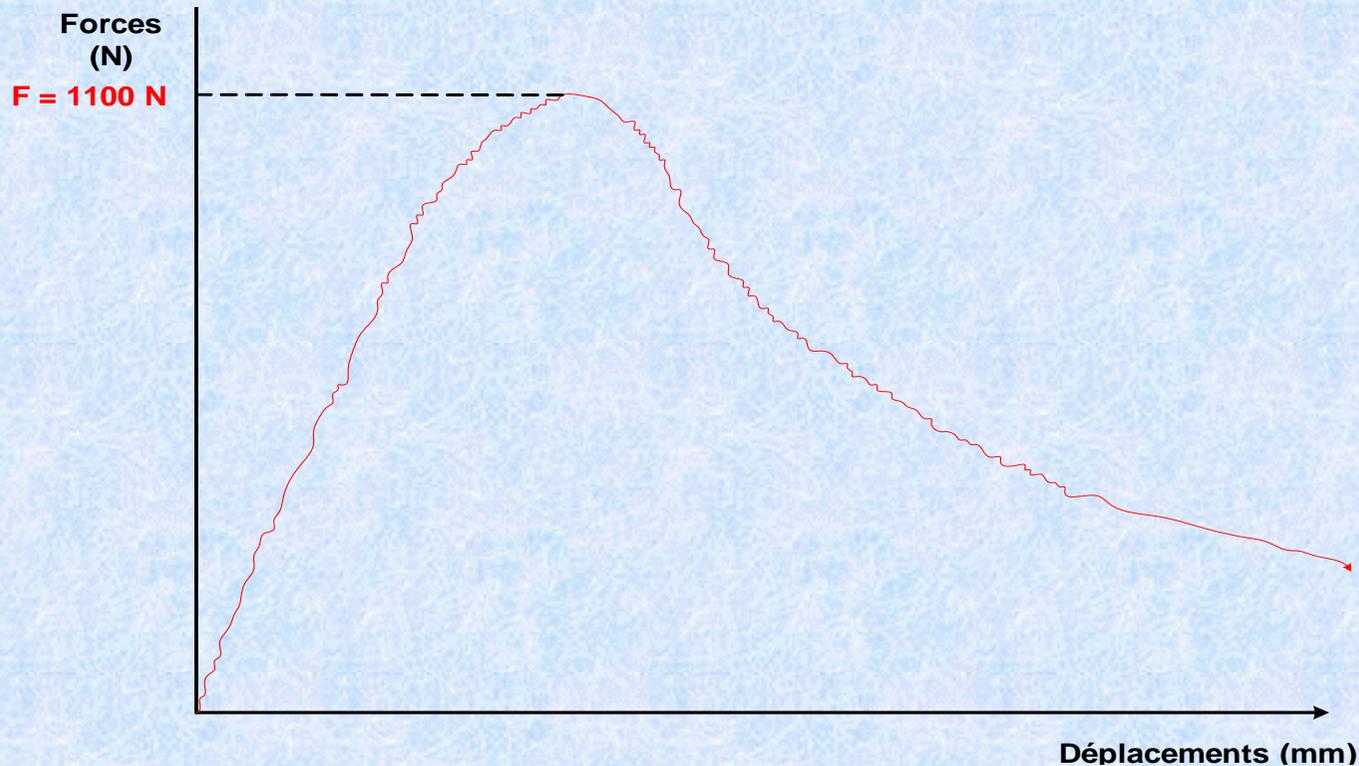
**Zone de déformations importantes sur le bras mobile**

- **Problématique** : Suite aux réclamations d'un certain nombre de ses clients, la société EMHART, fabriquant des pinces Molly, a décidé de trouver des solutions de modifications du modèle pince MOLLY MT 93 de sa gamme en vue de le fiabiliser et de diminuer son coût.
- **Objectif** : Effectuer une *pré-étude* afin de valider un *nouveau modèle de pince*.

# Présentation du banc de mesure

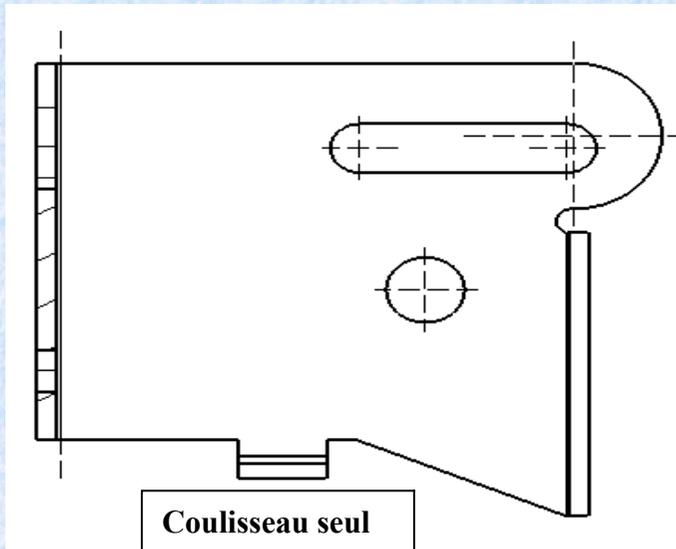


# 1<sup>ère</sup> partie : Détermination pratique de l'effort maximal d'implantation d'une cheville

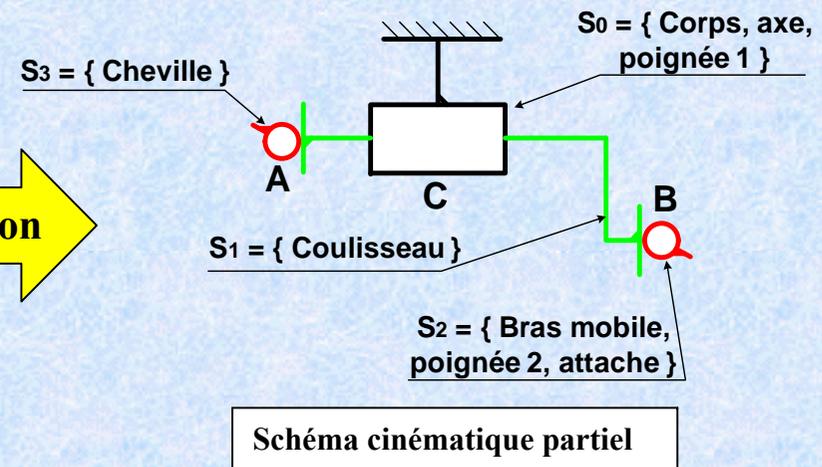


→ Effort maxi nécessaire pour déformer la cheville lors de son implantation :  **$F = 1100 \text{ N}$**

## 2<sup>ème</sup> partie : Détermination de l'effort entre le coulisseau et le bras mobile.



Modélisation



- Isolement du coulisseau (S<sub>1</sub>) en position pince ouverte.
- BAME appliquées.
- Application du PFS : Théorème de la résultante statique en projection sur x.

**Résultat :**  $\| \overrightarrow{\mathbf{B}(S_2 \rightarrow S_1)} \| = 1\ 100\ \text{N}$

## 2<sup>ème</sup> partie : Détermination de l'effort maxi entre le coulisseau et le bras mobile.

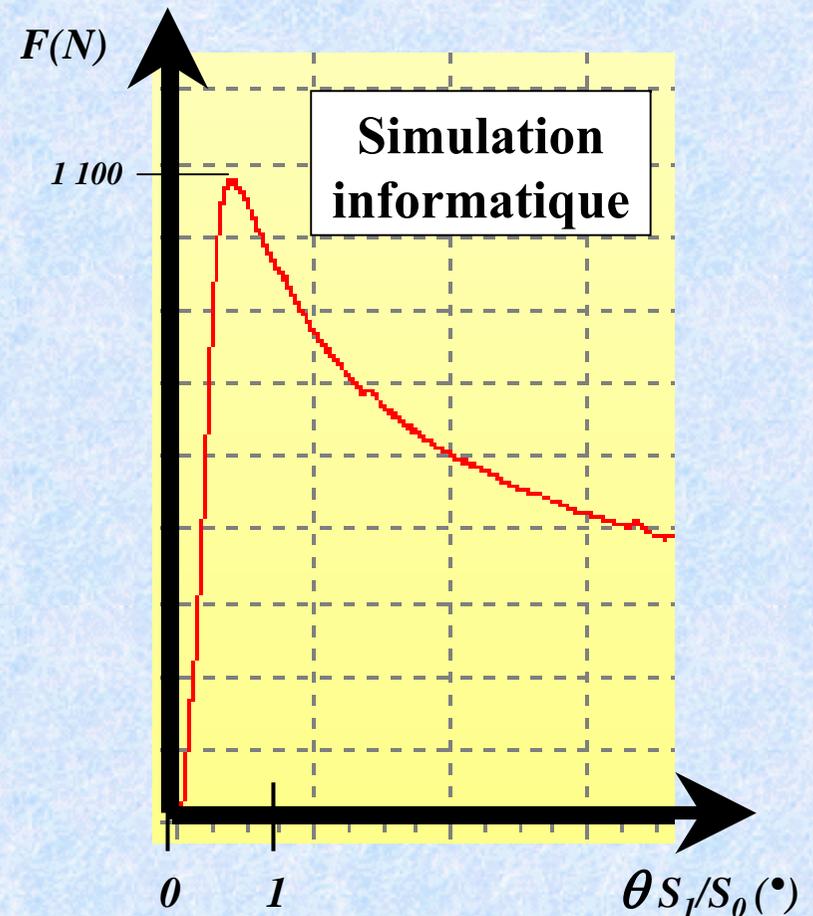
Valeur maximale de l'effort lors de la déformation de la cheville :

$$\rightarrow F = 1\ 100\ N$$

Position correspondante du bras mobile :  $\rightarrow \theta_{S1/S0} = 0,5^\circ$

CONCLUSION : L'effort maxi se produit au début de la déformation de la cheville, donc en début de phase de serrage du bras mobile :

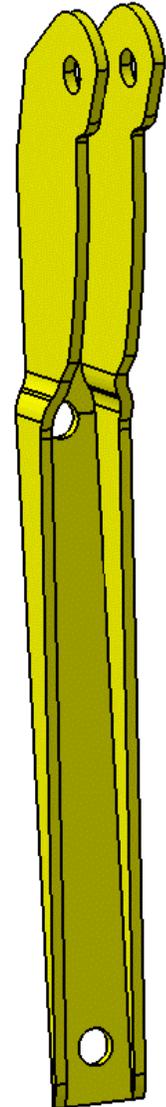
$\rightarrow$  **Cas le plus défavorable.**



# 3<sup>ème</sup> partie : Simulation sur le logiciel Catia avec le module GSA

## DEMARCHE D'ETUDE DU BRAS MOBILE :

- Calculs par simulation informatique de la résistance du bras mobile initial
- Calculs par simulation informatique après modifications de forme de la résistance du bras mobile initial : retrait des trous, flancs de largeur constante, modification de l'épaisseur.
- Changer de matériaux : utiliser le logiciel CES Edupack 2008 (4<sup>ème</sup> partie).



# 3<sup>ème</sup> partie : Simulation sur le logiciel Catia avec le module GSA

Simulation : Étude du bras mobile

Données : - liaison pivot avec jeu = 0.1 mm

(Connexion de contact)

- contact linéique en B

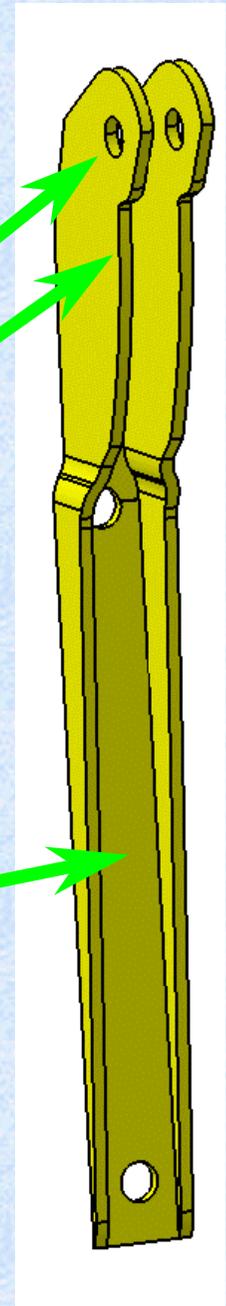
(Connexion de contact)

-  $p = 0.1$  MPa : **Utilisation normale**

(ou 0.2 MPa : **Utilisation anormale**)

$p$  définie par une étude statique

- Matériau S 235



# 3<sup>ème</sup> partie : Simulation sur le logiciel Catia avec le module GSA.

Cas de simulation 1 : Bras mobile initial  
**Utilisation normale**

Données :  $p = 0.1 \text{ MPa}$

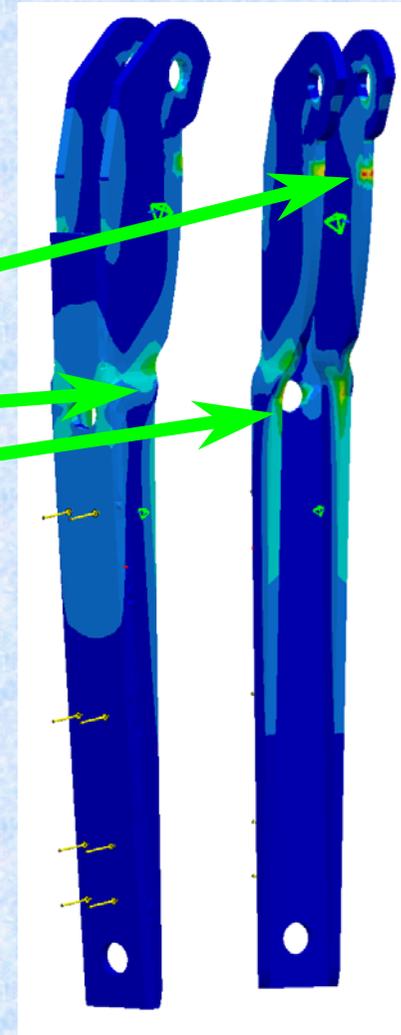
Résultats :  $\sigma_1 = 231 \text{ MPa}$  (**matage**)

$\sigma_2 = 144 \text{ MPa}$  (**flanc**)

$\sigma_3 = 95 \text{ MPa}$  (trou)

$\sigma_4 = 84 \text{ MPa}$  (pivot)

Conclusion : **Le bras mobile résiste**  
parfaitement lors de l'implantation  
de la cheville ( $s = 1.6$ ).



# 3ème partie : Simulation sur le logiciel Catia avec le module GSA.

Cas de simulation 2 : Bras mobile initial  
**Utilisation anormale**

Données :  $p = 0.2 \text{ MPa}$

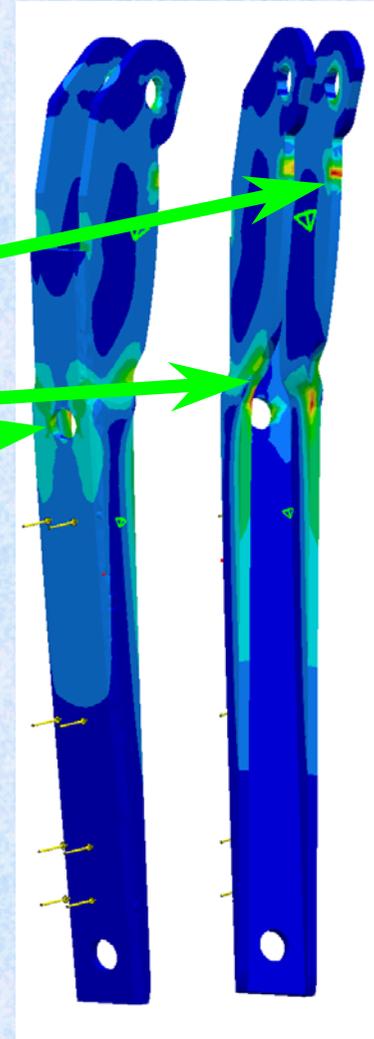
Résultats :  $\sigma_1 = 416 \text{ MPa}$  (**matage**)

$\sigma_2 = 278 \text{ MPa}$  (**flanc**)  $> Re$

$\sigma_3 = 199 \text{ MPa}$  (trou)

$\sigma_4 = 168 \text{ MPa}$  (pivot)

Conclusion : Le bras mobile subit une contrainte excessive lors de l'implantation de la cheville, **il fléchit irrémédiablement si  $p > 0.2 \text{ MPa}$  ( $s = 0.85$ )**



# 3ème partie : Simulation sur le logiciel Catia avec le module GSA.

Cas de simulation 3 : Bras mobile modifié,  
**Suppression du trou Utilisation anormale**

Données :  $p = 0.2 \text{ MPa}$

Résultats :  $\sigma_1 = 405 \text{ MPa (matage)}$

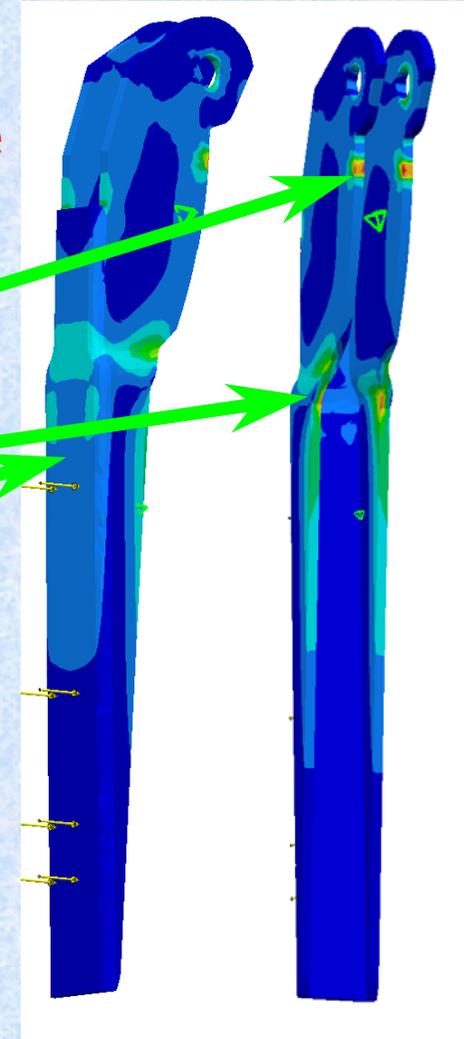
$\sigma_2 = 282 \text{ MPa (flanc)} > Re$

$\sigma_3 = 57 \text{ MPa (ex trou)}$

$\sigma_4 = 155 \text{ MPa (pivot)}$

Conclusion : Le bras mobile subit une contrainte excessive lors de l'implantation de la cheville,  
**il fléchit irrémédiablement**

**Le retrait du trou a peu d'influence!**



# 3ème partie : Simulation sur le logiciel Catia avec le module GSA.

**Cas de simulation 4 :** Bras mobile modifié,  
**Suppression du trou + flancs parallèles**  
**Utilisation anormale**

Données :  $p = 0.23 \text{ MPa}$

Résultats :  $\sigma_1 = 559 \text{ MPa}$  (**matage**)

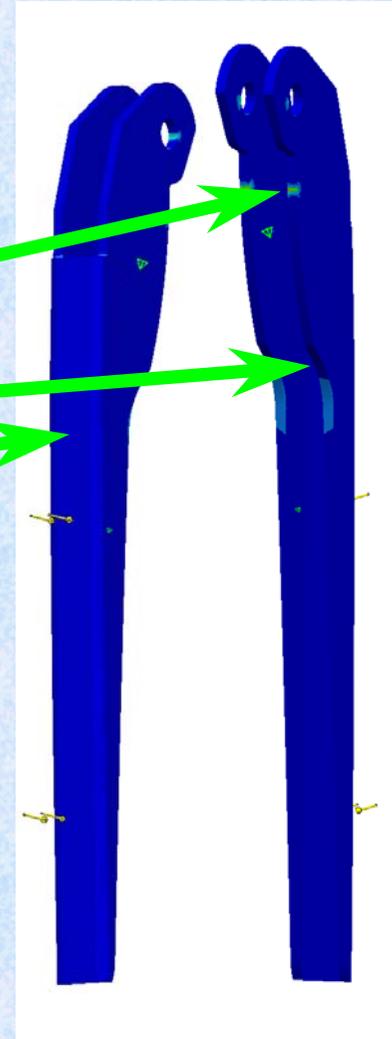
$\sigma_2 = 116 \text{ MPa}$  (flanc)

$\sigma_3 = 63 \text{ MPa}$  (ex trou)

$\sigma_4 = 509 \text{ MPa}$  (**pivot**)  $> Re$

Conclusion : Le bras mobile subit une contrainte excessive au contact avec le coulisseau (matage), les contraintes de compression sont importantes dans la liaison pivot.

→ La solution n'est pas acceptable



# 3ème partie : Simulation sur le logiciel Catia avec le module GSA.

Cas de simulation 5 : Bras mobile modifié,  
Suppression du trou + flancs parallèles + ép. 3 mm

**Utilisation anormale**

Données :  $p = 0.23 \text{ MPa}$

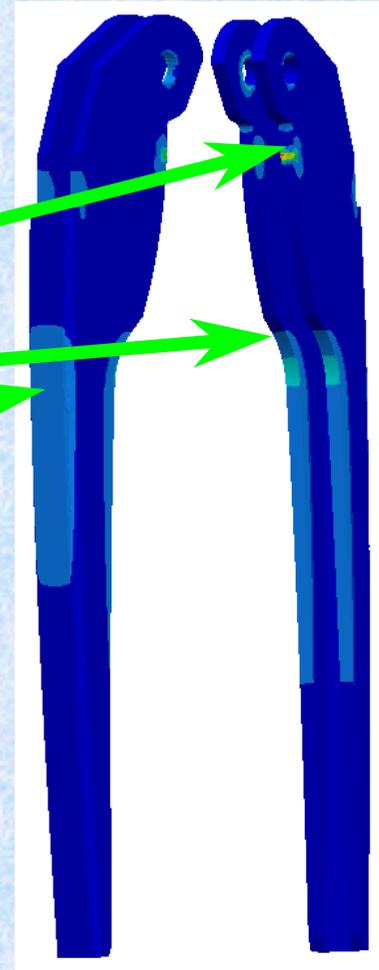
Résultats :  $\sigma_1 = 311 \text{ MPa}$  (matage)

$\sigma_2 = 70 \text{ MPa}$  (flanc)

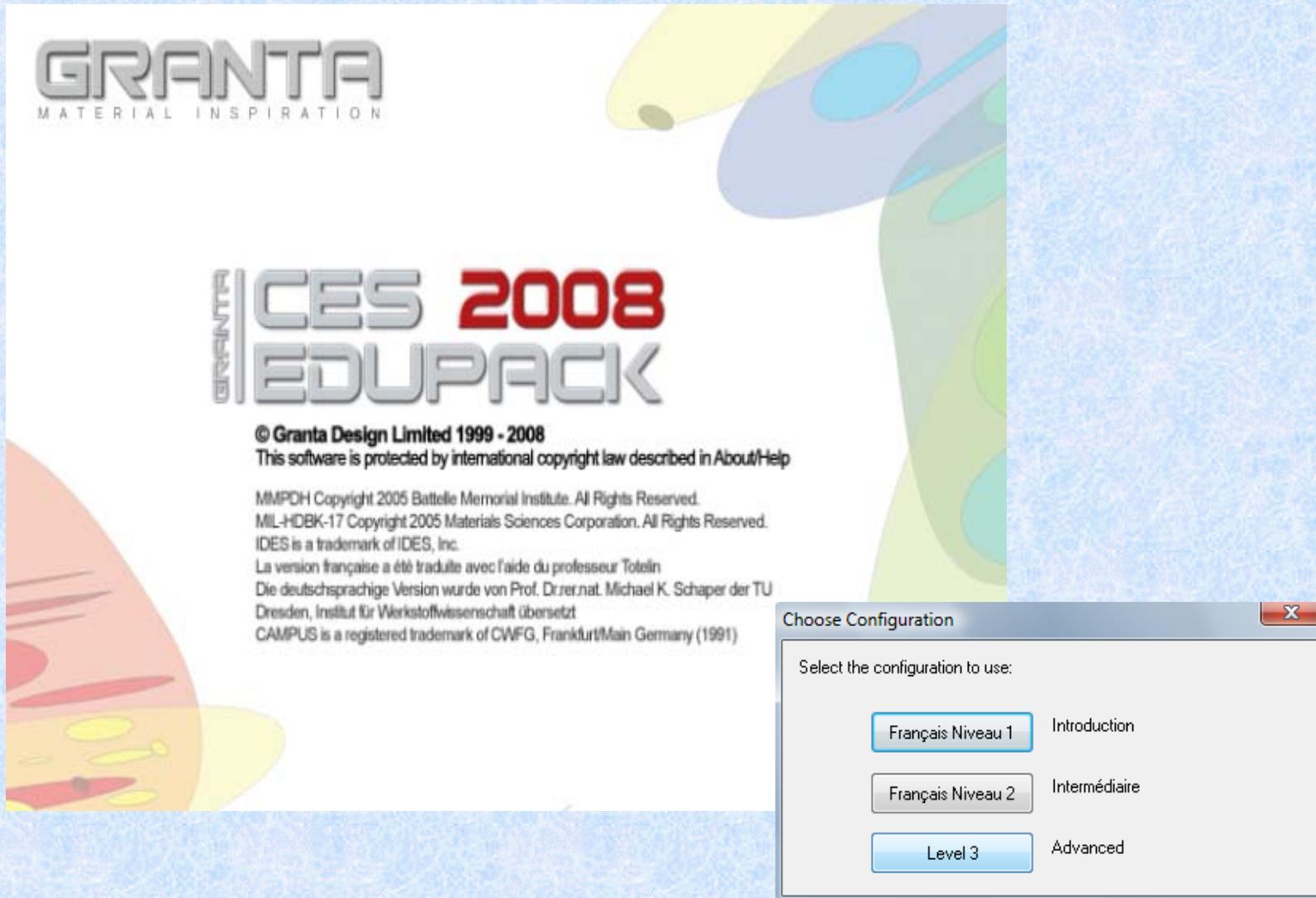
$\sigma_3 = 43 \text{ MPa}$  (ex trou)

$\sigma_4 = 112 \text{ MPa}$  (pivot)

Conclusion : Le bras mobile subit une contrainte importante au contact avec le coulisseau (matage), ailleurs les contraintes sont acceptables et très homogènes. → La solution peut être acceptée et le modèle est validé.



# 4<sup>ème</sup> partie : Choix d'un nouveau matériau



The image shows the software box art for Granta CES 2008 EduPack. The box art features the Granta logo at the top left, followed by the text 'MATERIAL INSPIRATION'. Below this, the title 'CES 2008 EDUPACK' is displayed in large, stylized letters. The background of the box art is white with colorful, abstract shapes in yellow, blue, green, and red. Below the title, there is a copyright notice: '© Granta Design Limited 1999 - 2008'. This is followed by a line of text: 'This software is protected by international copyright law described in About/Help'. Below that, there are three lines of smaller text: 'MMPDH Copyright 2005 Battelle Memorial Institute. All Rights Reserved.', 'MIL-HDBK-17 Copyright 2005 Materials Sciences Corporation. All Rights Reserved.', and 'IDES is a trademark of IDES, Inc.'. The next line of text is: 'La version française a été traduite avec l'aide du professeur Totelin'. This is followed by: 'Die deutschsprachige Version wurde von Prof. Dr.rer.nat. Michael K. Schaper der TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft übersetzt'. The final line of text is: 'CAMPUS is a registered trademark of CWFG, Frankfurt/Main Germany (1991)'. In the bottom right corner of the image, there is a small dialog box titled 'Choose Configuration'. The dialog box has a close button (X) in the top right corner. The text inside the dialog box reads: 'Select the configuration to use:'. Below this text, there are three buttons arranged vertically. The first button is labeled 'Français Niveau 1' and is followed by the text 'Introduction'. The second button is labeled 'Français Niveau 2' and is followed by the text 'Intermédiaire'. The third button is labeled 'Level 3' and is followed by the text 'Advanced'.

**GRANTA**  
MATERIAL INSPIRATION

**GRANTA | CES 2008  
EDUPACK**

© Granta Design Limited 1999 - 2008  
This software is protected by international copyright law described in About/Help

MMPDH Copyright 2005 Battelle Memorial Institute. All Rights Reserved.  
MIL-HDBK-17 Copyright 2005 Materials Sciences Corporation. All Rights Reserved.  
IDES is a trademark of IDES, Inc.  
La version française a été traduite avec l'aide du professeur Totelin  
Die deutschsprachige Version wurde von Prof. Dr.rer.nat. Michael K. Schaper der TU  
Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft übersetzt  
CAMPUS is a registered trademark of CWFG, Frankfurt/Main Germany (1991)

Choose Configuration

Select the configuration to use:

Français Niveau 1	Introduction
Français Niveau 2	Intermédiaire
Level 3	Advanced

# 1<sup>ère</sup> sélection : **300 MPa < $\sigma$ < 800 MPa**

The screenshot shows the CES EduPack 2008 software interface. The main window is titled "Untitled - CES EduPack 2008 - [Stage 1 - Limite élastique]". The interface is divided into several sections:

- 1. Selection Data:** Database: CES EduPack 2008 Level 3, Material Universe: All Bulk Materials.
- 2. Selection Stages:** Stage 1: Limite élastique.
- 3. Results: 845 of 2849 pass**

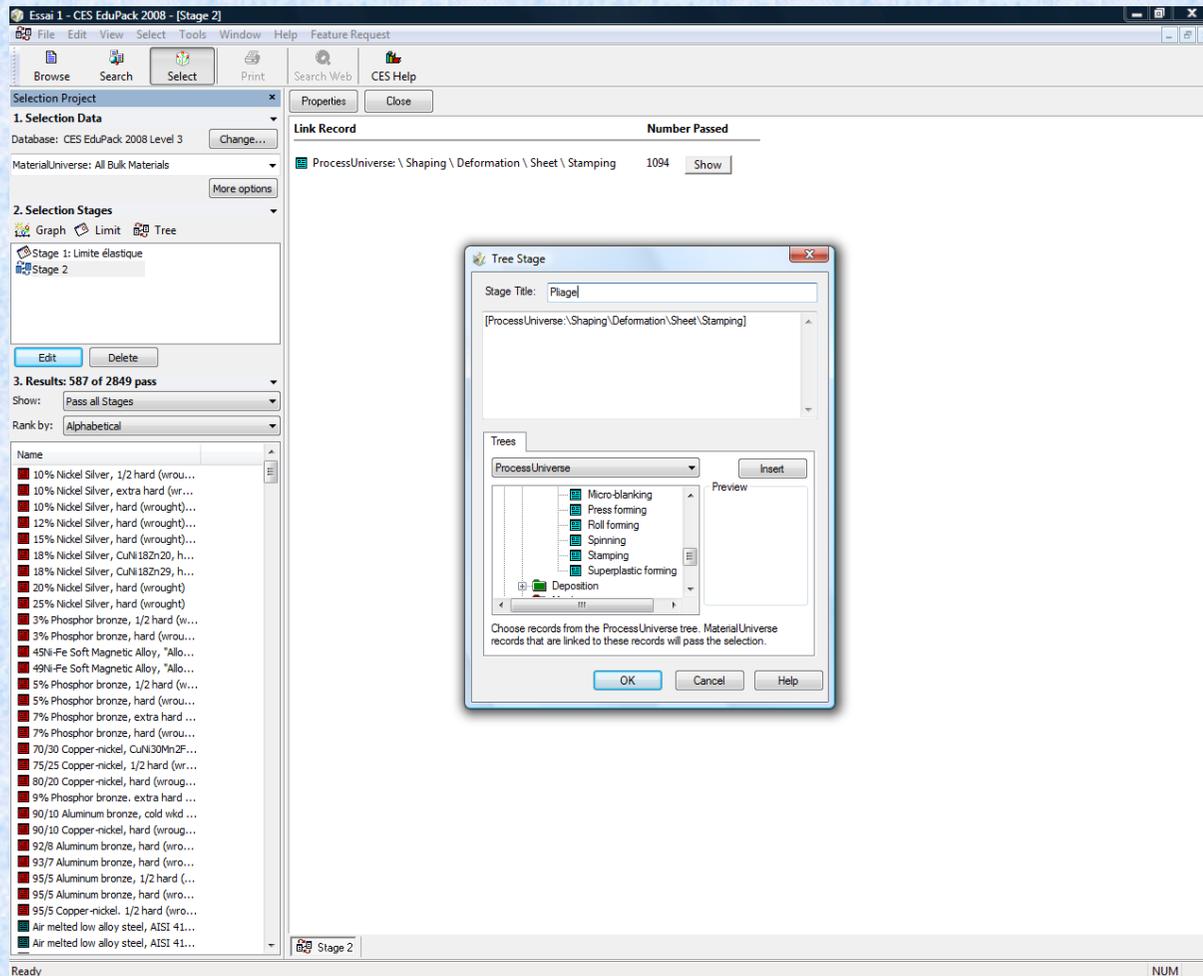
The "Results" section shows a list of materials with checkboxes and a "Rank by" dropdown set to "Alphabetical". The "Properties" panel on the right shows selection criteria for mechanical properties:

	Minimum	Maximum	
Young's modulus			GPa
Shear modulus			GPa
Bulk modulus			GPa
Poisson's ratio			
Shape factor			
Yield strength (elastic limit)	300	800	MPa
Tensile strength			MPa
Compressive strength			MPa
Flexural strength (modulus of rupture)			MPa
Elongation			%
Hardness - Vickers			HV
Fatigue strength at 10 <sup>7</sup> cycles			MPa
Fracture toughness			MPa.m <sup>1/2</sup>
Mechanical loss coefficient (tan delta)			

The "Properties" panel also includes sections for Thermal properties, Electrical properties, Optical properties, Durability, Primary material production: energy, CO2 and water, Material processing: energy, Material processing: CO2 footprint, and Material recycling: energy, CO2 and recycle fraction.

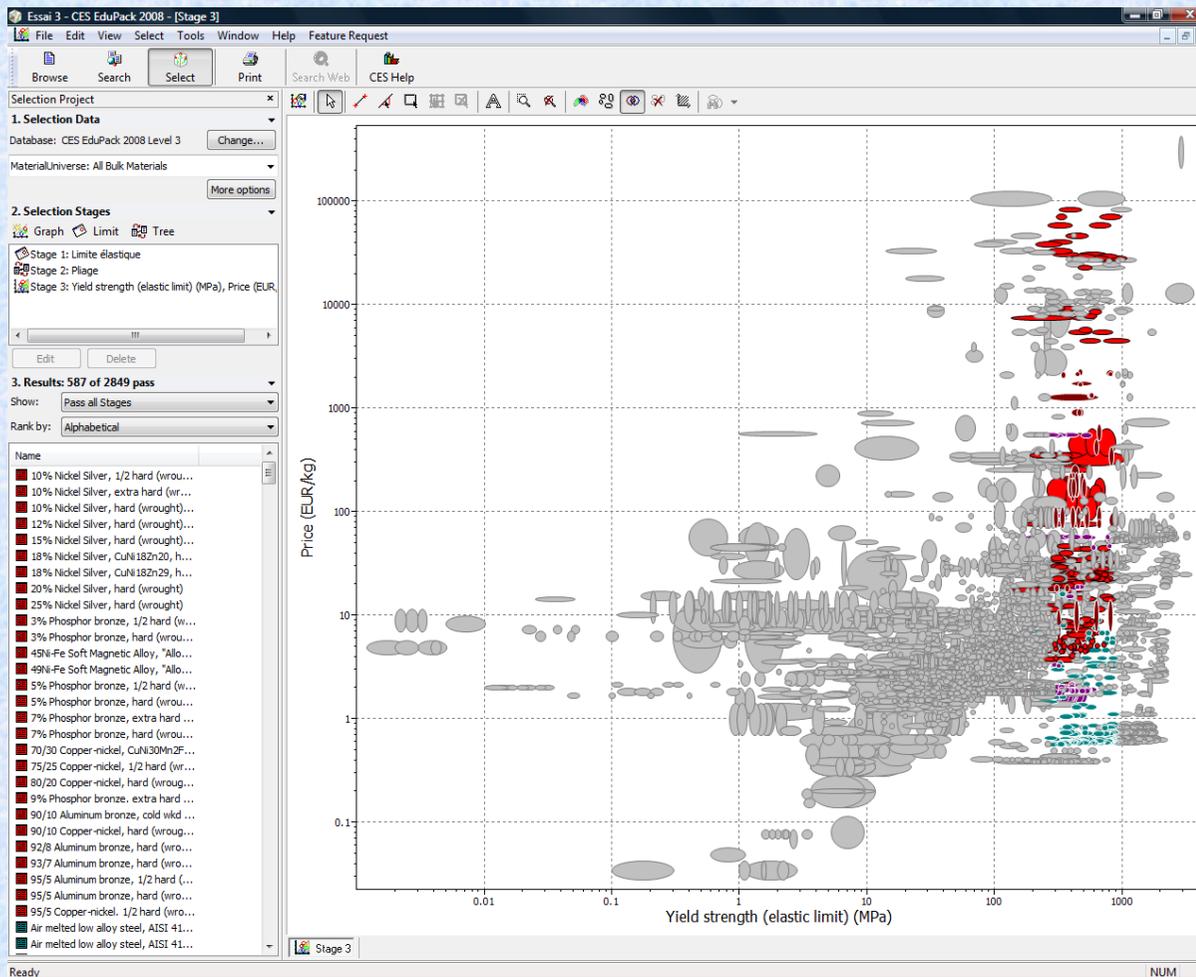
→ On passe de  
2849 à 845  
matériaux

# 2<sup>ème</sup> sélection : Choix d'un procédé de mise en forme : Le Pliage



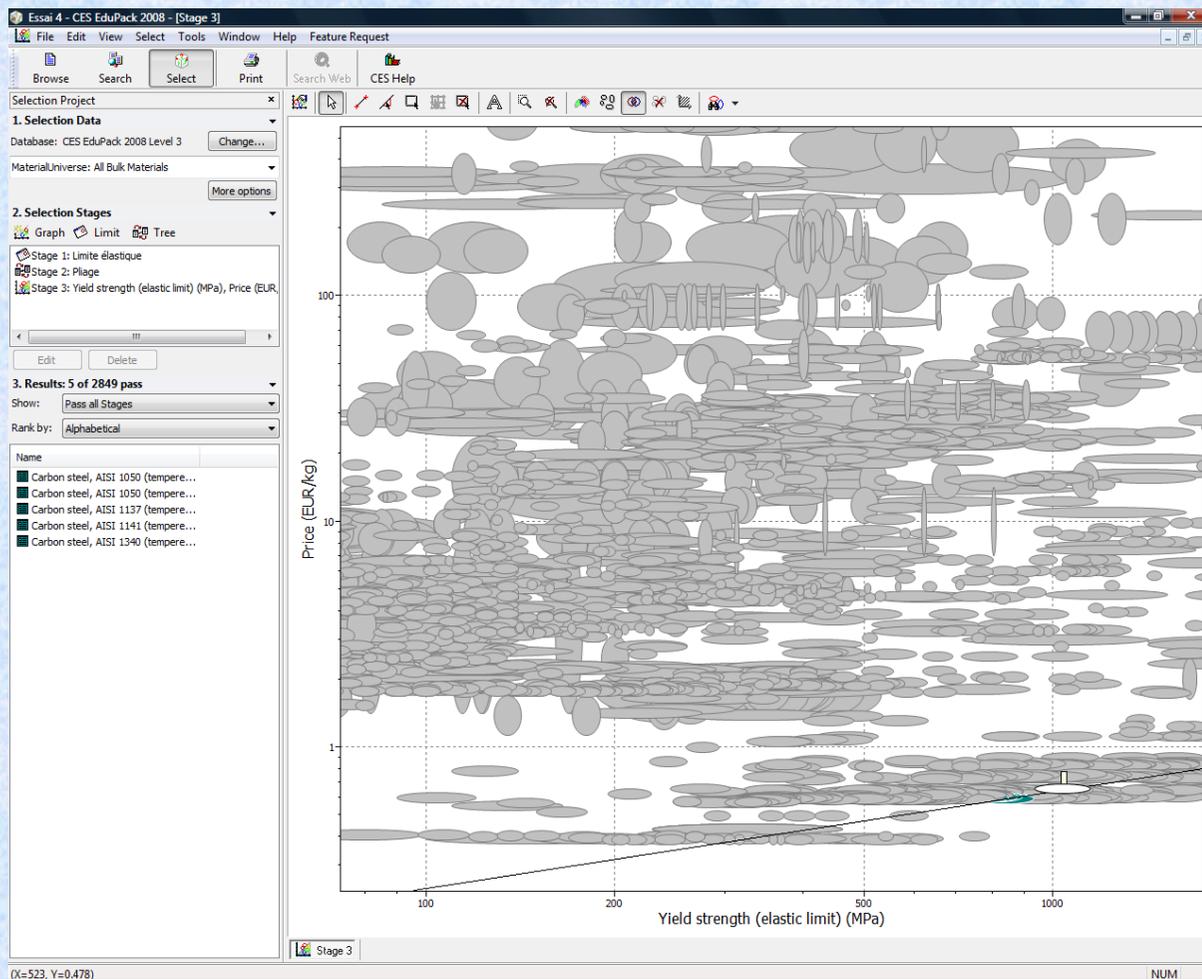
→ On passe de  
845 à **587**  
matériaux

# 3<sup>ème</sup> sélection : Choix d'un affichage du graphe Coût/ $\sigma_e$



→ On sélectionne  
les **587**  
matériaux

# 4<sup>ème</sup> sélection : Choix de matériaux au coût le plus bas



→ On passe de  
587 à 5  
matériaux

# Choix d'un matériau

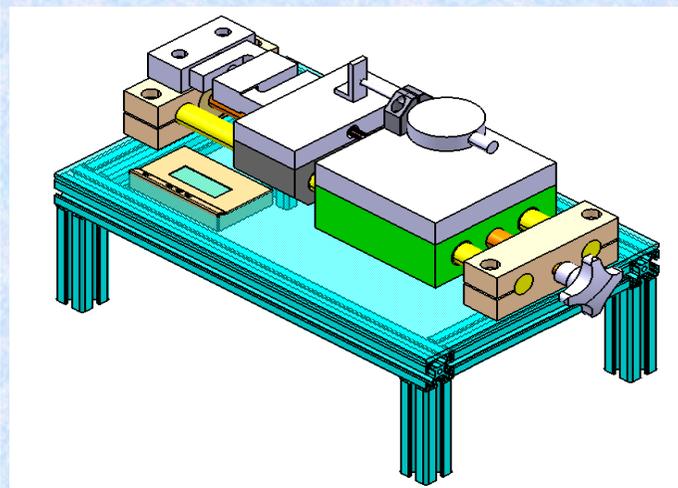
Carbon steel, AISI 1050 (tempered @ 205 C, H2O quenched)			
<b>General properties</b>			
<b>Designation</b>			
Carbon steel, AISI 1050 (tempered @ 205 C, H2O quenched)			
Density	7.8e3	- 7.9e3	kg/m³
Price	* 0.576	- 0.634	EUR/kg
<b>Tradenames</b>			
B/55, Steelmark-Eagle & Globe (AUSTRALIA); LASALLE 1045, LaSalle Steel Co. (USA);			
<b>Composition</b>			
<b>Composition (summary)</b>			
Fe/ 48-.55C/ 6-.9Mn/ <.04P/ <.05S			
<b>Base</b>			
C (carbon)	0.48	- 0.55	%
Fe (iron)	98.5	- 98.9	%
Mn (manganese)	0.6	- 0.9	%
P (phosphorus)	0	- 0.04	%
S (sulfur)	0	- 0.05	%
<b>Mechanical properties</b>			
Young's modulus	208	- 216	GPa
Shear modulus	80	- 85	GPa
Bulk modulus	161	- 176	GPa
Poisson's ratio	0.285	- 0.295	
Shape factor	31		
Yield strength (elastic limit)	725	- 890	MPa
Tensile strength	1.01e3	- 1.24e3	MPa
Compressive strength	725	- 890	MPa
Flexural strength (modulus of rupture)	725	- 890	MPa
Elongation	7	- 11	%
Hardness - Vickers	465	- 565	HV
Fatigue strength at 10 <sup>7</sup> cycles	* 429	- 498	MPa
Fracture toughness	* 32	- 55	MPa.m <sup>1/2</sup>
Mechanical loss coefficient (tan delta)	* 3.9e-4	- 5e-4	
<b>Thermal properties</b>			
Melting point	1.4e3	- 1.5e3	°C
Maximum service temperature	* 165	- 195	°C
Minimum service temperature	* -38	- -8	°C
Thermal conductivity	49	- 53	W/m.K
Specific heat capacity	465	- 505	J/kg.K
Thermal expansion coefficient	10	- 12	µstrain/°C
<b>Electrical properties</b>			
Electrical resistivity	16	- 19	µohm.cm

→ Parmi les 5 matériaux sélectionnés : Carbon steel AISI 1050 = **C 50** (2x), 1137, 1141 et 1340), seule la nuance 1050 a une correspondance européenne.

**Choix : C 50**

# Coût indicatif du banc de mesure, pince et chevilles comprises.

Bâti Elcom (hors perçage + taraudage)	55 €
Module de guidage linéaire IGUS SHT-20-AWM-200_Z-AL	280 €
Boîtier coussinet IGUS RJUMT-05-20	115 €
Compareur T&O	125 €
Afficheur Pont de jauges DITEL Junior JR-LCC	155 €
Jauge de contrainte 200 kg TEDEA HUNTLEIGH	170 €
Bride support de compareur	20 €
Poignée Emile Maurin	35 €
Diverses pièces à usiner	200 €
Pince Molly MT 93 (Brico Dépôt)	11.50 €
Boite de 50 vis 6x37/15 (Brico Dépôt)	13.50 €
<b>TOTAL</b>	<b>1180 €</b>



# Remerciements à

**Roland Klipfel**, Professeur de Construction en STS CPI

**Christian Dal Santo**, Professeur d'Industrialisation en STS CPI

**Serge Bourson**, Professeur de Productique en STI Génie des Matériaux

**Pierre Henrion**, Professeur d'Electrotechnique en STS CPI

**Jean-François Mann**, Professeur de Physiques Appliquées en STS CPI

# FIN

**Claude LEONARD**,

Professeur de Mécanique en STS CPI