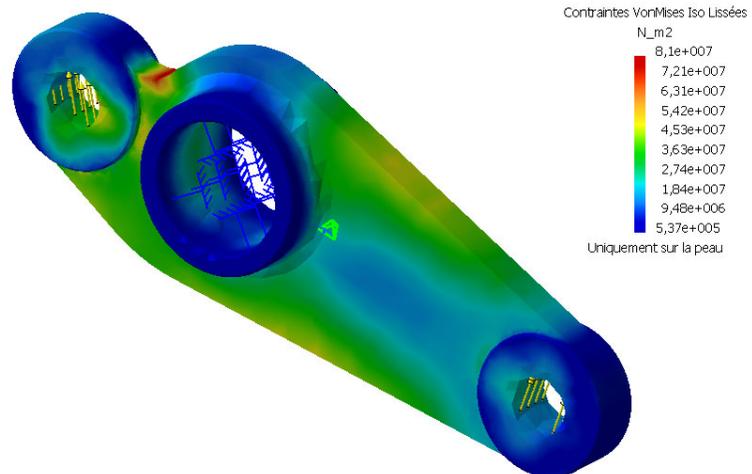


# Applications pédagogiques du calcul par éléments finis avec CATIA V5 en STS CPI

Frédéric XERRI

Lycée Louis Armand-Nogent sur Marne



# Applications pédagogiques du calcul par éléments fini avec CATIA V5 en STS CPI

## Contexte:

2<sup>ème</sup> année, 2<sup>ème</sup> semestre (mars-avril)

## Durée:

10h : 5 x 2h de TP (maxi)

+ utilisation dans le projet

(+ formation en autonomie: formation en ligne)

# Programme

Niveaux:

1.Information

2.Expression

3.Maîtrise d'outils

4.Maîtrise  
méthodologique

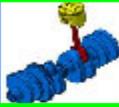
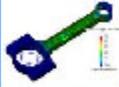
S6	Comportement des systèmes techniques	Niveaux			
		1	2	3	4
S66	Résistance des matériaux, Élasticité	Niveaux			
		1	2	3	4
S66 1	<b>Résistance des matériaux – Théorie des poutres :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Hypothèses de la résistance des matériaux :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○Modèle poutre.</li> <li>○Hypothèses sur les matériaux.</li> <li>○Hypothèses de Navier Bernoulli et de Barré de Saint Venant.</li> </ul> </li> <li>•Contraintes et lois de comportement :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○Torseur des efforts de cohésion dans une section droite d'une poutre.</li> <li>○Vecteur contrainte, contrainte normale et tangentielle.</li> <li>○Lois de Hooke.</li> </ul> </li> <li>•Les sollicitations simples :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○Traction, compression.</li> <li>○Torsion.</li> <li>○Flexion simple.</li> </ul> </li> <li>○Pour chaque sollicitation : étude des contraintes dans une section droite, condition de résistance, déformation, concentrations de contraintes.</li> <li>•Les sollicitations composées :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○Principe de superposition.</li> <li>○Flexion traction ou compression.</li> <li>○Flexion déviée limitée à la superposition de deux flexions simples pour des poutres à deux plans de symétrie.</li> <li>○Flexion torsion d'arbres à section circulaire (cas particulier des expressions des critères de limite élastique de Tresca et Von Mises).</li> </ul> </li> <li>•Cas particulier du cisaillement et du matage.</li> </ul>				
S66 2	<b>Élasticité</b> Un logiciel de prédimensionnement utilisant la méthode des éléments finis étant choisi : <ul style="list-style-type: none"> <li>•Entrées du logiciel pour formuler l'étude:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○Type et dimension du maillage.</li> </ul> </li> </ul>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○Conditions aux limites.</li> <li>○Liaisons (ou connexions) entre pièces.</li> <li>○Modèles de chargement.</li> <li>•Sorties du logiciel pour finaliser l'étude :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○Représentation par courbes ou zones d'isovaleurs (de contraintes, de déplacement...) selon un critère.</li> </ul> </li> </ul>				

Niveau  
d'expression

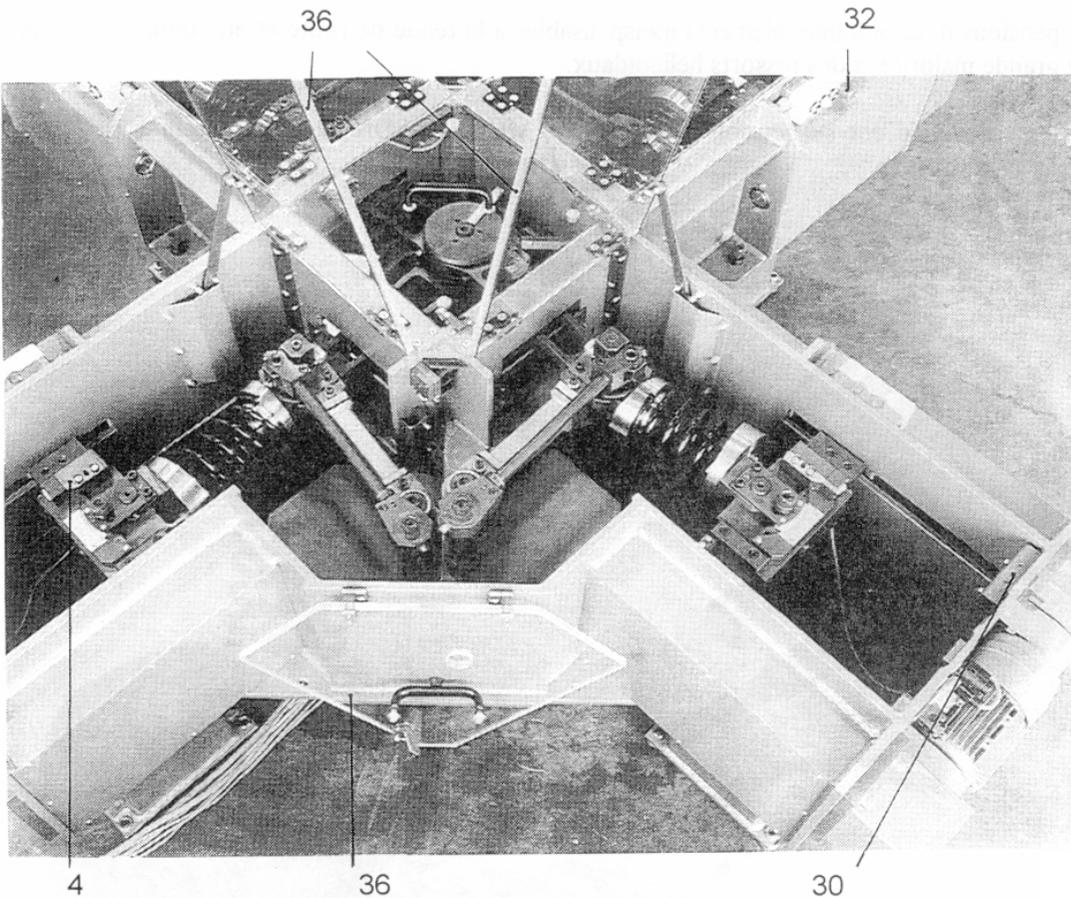
Maîtrise  
d'outils

## Compétences

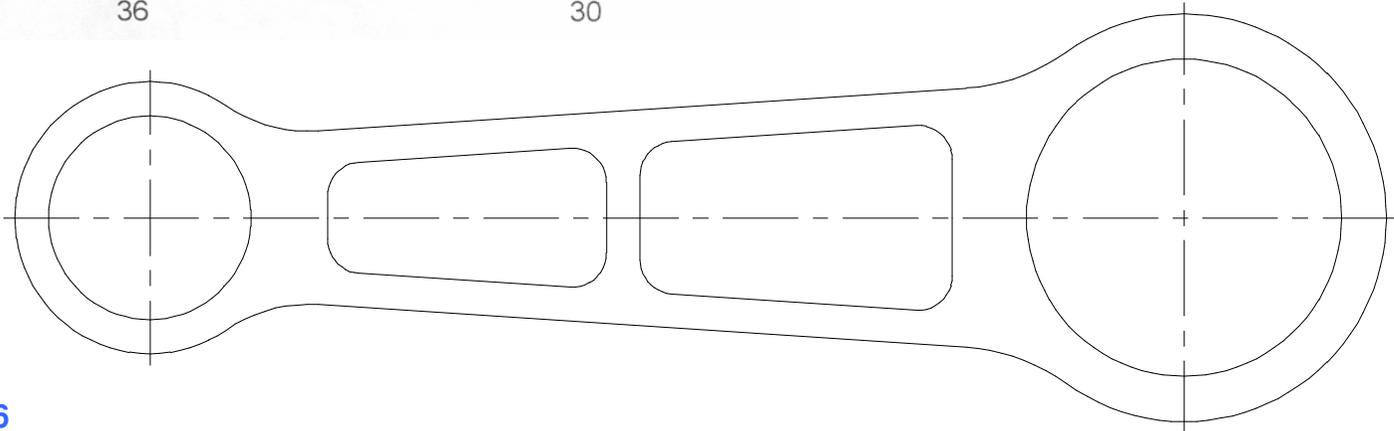
<b>•C19a. Exploiter un logiciel de calcul de structures : modélisation et saisie des données.</b>		
<b>•Données</b>	<b>•Compétence détaillée</b>	<b>•Critères et/ou indicateur de performance</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-La maquette numérique de conception préliminaire.</li> <li>-Les actions mécaniques appliquées.</li> <li>-Un logiciel de calcul de structure.</li> <li>-Les données sur les propriétés mécaniques des matériaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Définir les éléments à dimensionner.</li> <li>-Choisir le module de calcul adapté.</li> <li>-Proposer les modèles de chargement.</li> <li>-Identifier les conditions aux limites de l'étude.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pertinence du modèle d'étude retenu.</li> <li>-Respect de la démarche de calcul.</li> <li>•</li> </ul>
<b>•C19b. Exploiter un logiciel de calcul de structures : exploitation des résultats.</b>		
<b>•Données</b>	<b>•Compétence détaillée</b>	<b>•Critères et/ou indicateur de performance</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Les résultats des calculs effectués par un logiciel de calcul de structures (édités ou disponibles sur un poste informatique).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Identifier les éléments dimensionnés.</li> <li>-Décoder et interpréter les résultats.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Exactitude de l'interprétation des résultats.</li> <li>-Pertinence des conclusions.</li> </ul>

Image du TP	Nom du TP	Type	Objectifs	Prérequis	Support
	<a href="#">Présentation de l'atelier GSA</a>	Apprentissage	- Connaître les fonctionnalités	-Part Design	bielle de moteur de moto
	<a href="#">tp1-bielle de moteur de moto</a>	Apprentissage	<p>Verifier la resistance d'une piece</p> <p>Compétences visées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- acquérir la démarche de calcul</li> <li>- créer un document d'analyse</li> <li>- créer le modèle de calcul</li> <li>- sauver le document et lancer le calcul</li> <li>- visualiser et analyser les résultats</li> </ul>	- Part Design	bielle de moteur de moto
	<a href="#">tp2-pièces virtuelles</a>	Apprentissage	<p>Optimiser le modèle de chargement (liaisons et charges).</p> <p>Compétences visées :).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- utiliser des pièces virtuelles pour améliorer le modèle de chargement (liaisons et charges).</li> </ul>	-tp1 de ce module	bielle de moteur de moto
	<a href="#">tp3-Analyse et correction des tp1 et tp2</a>	Apprentissage	<p>- Présentation et analyse des résultats.</p> <p>Compétences visées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser des résultats de calculs</li> </ul>	-tp1 et tp 2 de ce module	bielle de moteur de moto
	<a href="#">tp4-Optimisation du calcul</a>	Apprentissage	<p>- Optimiser le modèle et le calcul.</p> <p>Compétences visées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- optimiser le modèle de chargement</li> <li>- optimiser le maillage</li> </ul>	- tp1 à tp3 de ce module	bielle de moteur
	<a href="#">tp5-Influence du maillage</a>	Apprentissage	<p>Compétences visees .:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- connaître l'influence de chaque type de maillage sur le calcul et les résultats.</li> </ul>	tp1 à tp 4 de ce module	bielle de moteur
	<a href="#">TP6-Optimisation d'une pièce</a>	Exercice	<p>Verifier la resistance d'une piece puis optimiser sa masse en modifiant sa forme.</p> <p>Compétences visées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- optimiser la masse d'une pièce</li> </ul>	-TP1 à TP5	Bielle de machine d'essai de ressort

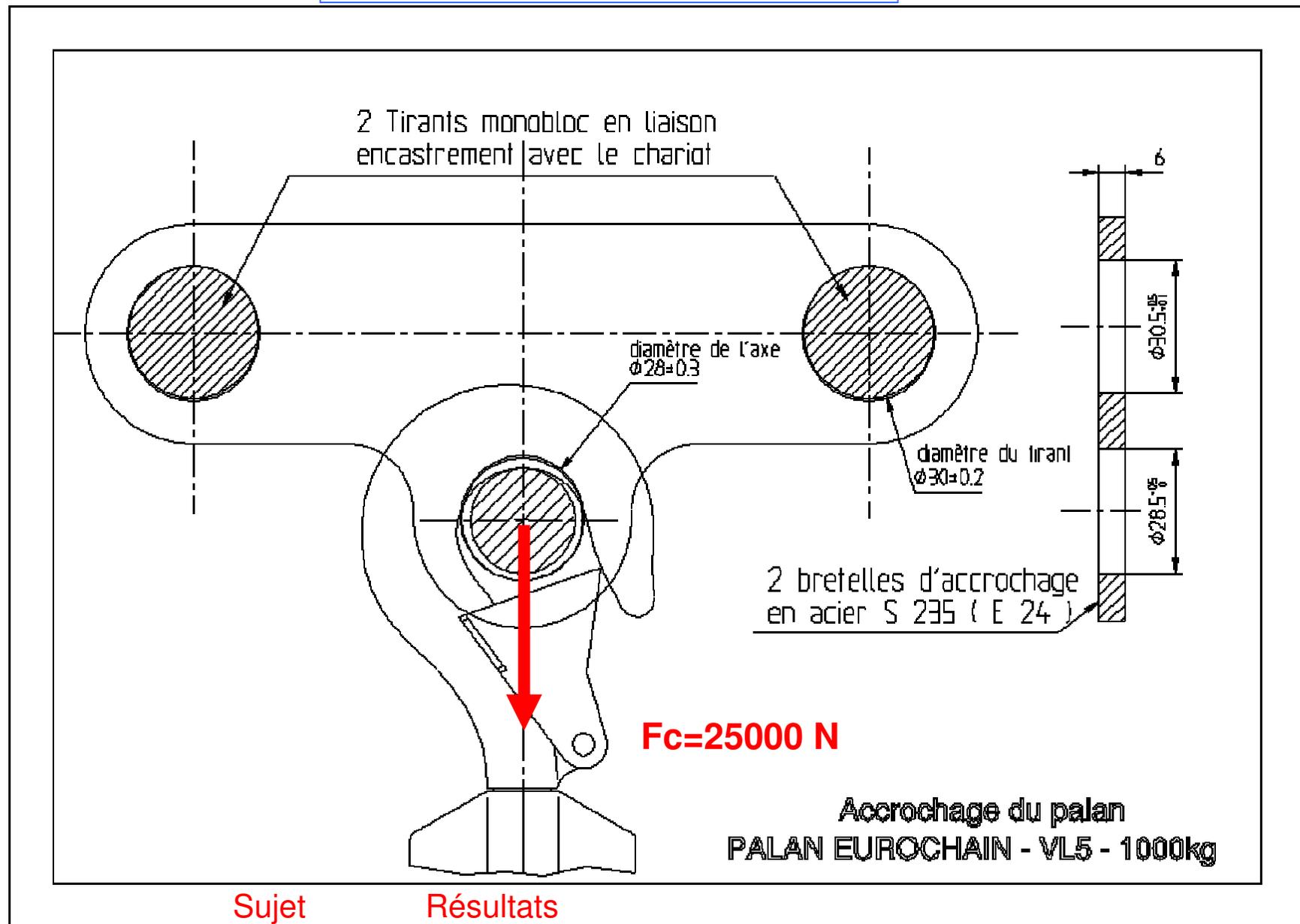
**Bielle de machine d'essai de ressort de suspension**



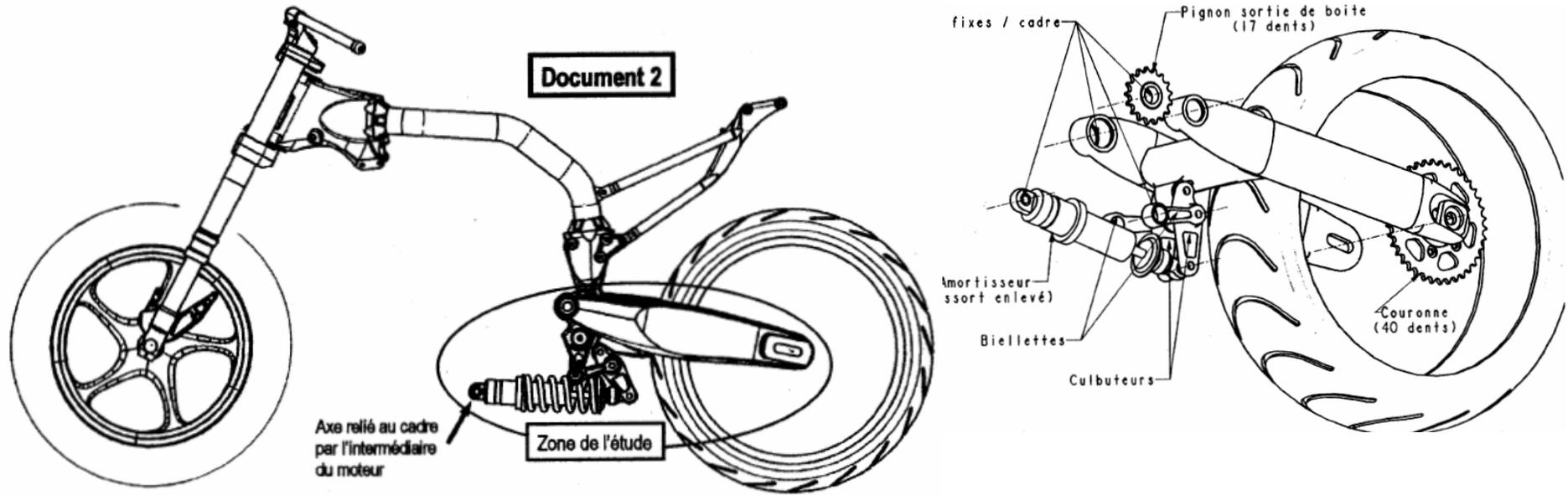
bielle-machine-essai-sujet



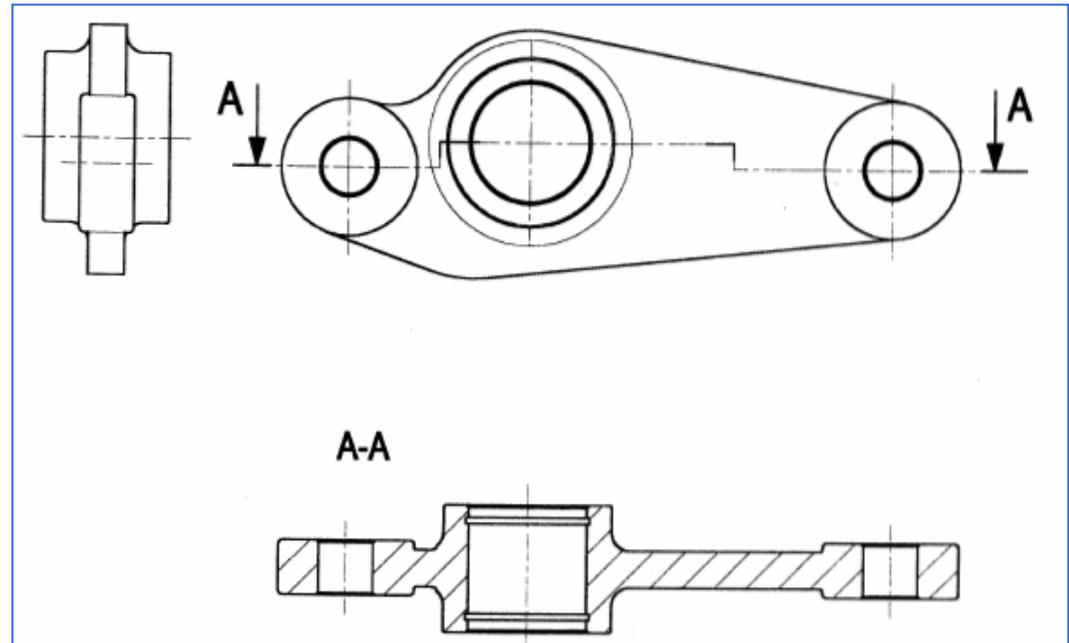
## Bretelle d'accrochage de palan



# Culbuteur de suspension de moto VOXAN

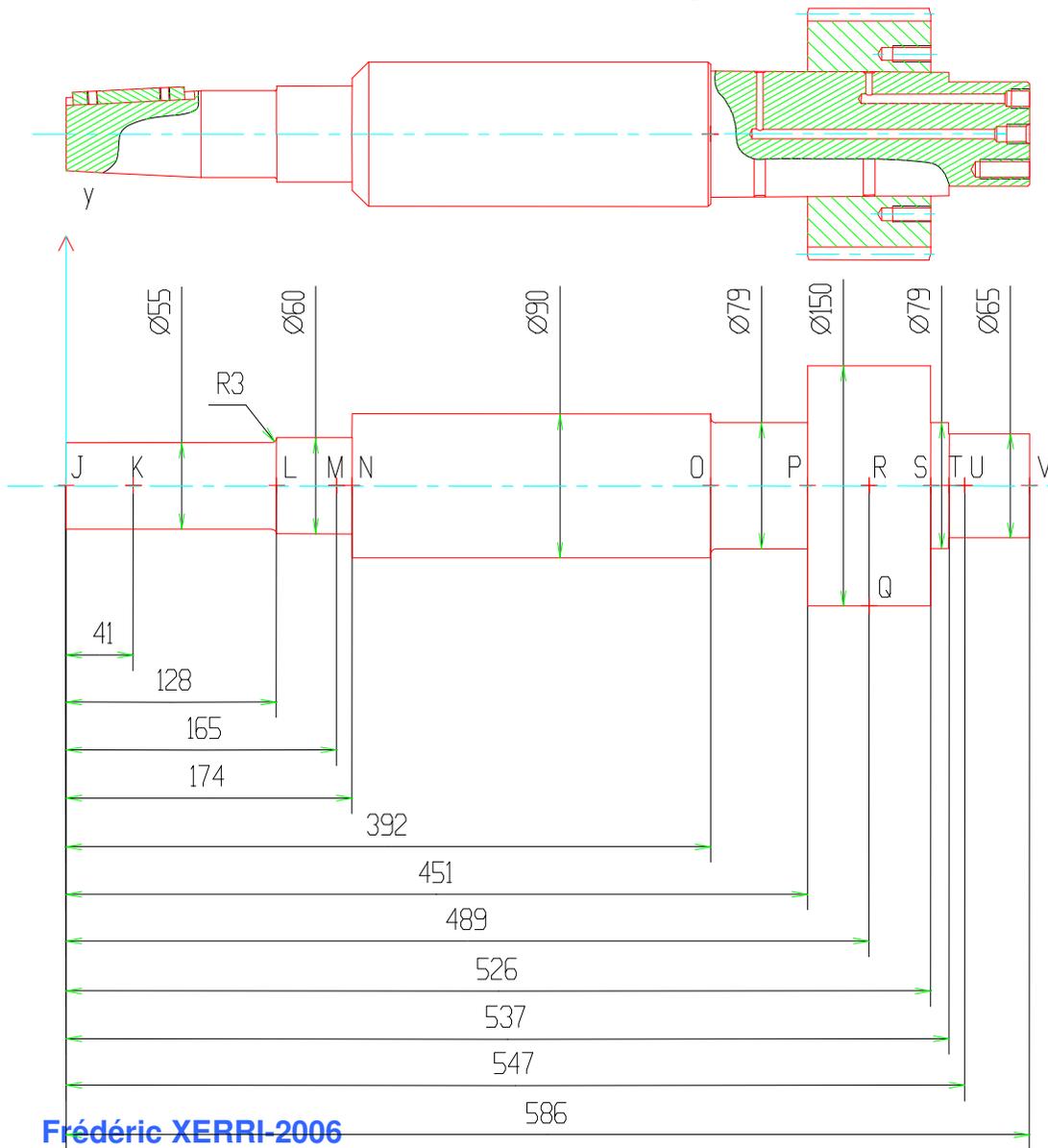


Sujet-Calcul GSA-CATIA V5



# Arbre d'entrée de réducteur marin

Matériau: 42CrMo4 (42CD4) cémenté, trempé



## Arbre d'entrée - Caractéristiques

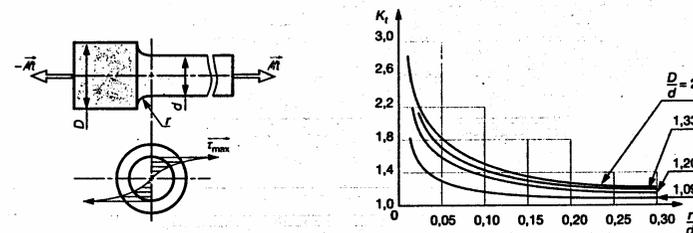
I - Matériaux de construction et caractéristiques (Extrait) (Résistance exprimée en MPa)

		$\phi < 16$			$16 < \phi < 40$			$\phi > 40$		
		A%	Re <sub>min</sub>	Rm	A%	Re <sub>min</sub>	Rm	A%	Re <sub>min</sub>	Rm
42Cr4	(42C4)	12	770	980	12	700	880	13	600	780
38CrMo4	(38CD4)	11	880	1080	11	740	930	12	620	780
42CrMo4	(42CD4)	10	850	1080	11	770	980	12	700	880
50CrV4	(50CV4)	8	930	1130	10	785	980	12	685	880
30CrMo12	(30CD12)	10	880	1080	10	810	1030	11	770	980

II - Relation entre la résistance élastique à la traction (Re) et la résistance pratique au cisaillement ou glissement (Reg)

Matériaux	Relation Reg = f(Re)
Acier doux (Re < 270 MPa) Alliages d'aluminium	Reg = 0,5 Re
Aciers mi-durs (320 < Re < 500 MPa)	Reg = 0,7 Re
Aciers durs (Re > 600 MPa) Fontes	Reg = 0,8 Re

III - Coefficients de concentration de contraintes en torsion K<sub>t</sub>



ANNEXE 3

BTS Conception de produits industriels Code Epreuve : CPE4CF1

Calcul GSA-CATIA V5

## 1<sup>ère</sup> Conclusion:

- Couleurs et animations qui plaisent aux élèves
- Outils intéressant pour visualiser des phénomènes complexes

-30% des élèves qui sont capables de réinvestir en semi-autonomie

-30 % qui exécutent sans comprendre

-30% qui ne maîtrisent rien par problème de niveau général en mécanique

## 2ème Conclusion:

- compétence C19b: Exploitation des résultats dans l'ensemble correct (si le modèle est donné)
- compétence C19a: Résultats rapides mais problèmes de modélisation
  - Modélisation des liaisons
  - Modélisation des actions mécaniques
  - Connaître la théorie des poutres (RDM)
  - Connaître les lois de l'élasticité (plus au programme à part loi de Hooke)
- Modélisation des pièces complexes nécessitent des compétences ingénieur-calcul

Pour un « bon » technicien CPI:

- A utiliser en phase de pré-dimensionnement de pièces
- Validation par Ingénieur-calcul