

Ecole Publique d'Ingénieurs en 3 ans

Enoncé du TP4

SIMULATION NUMERIQUE

DOMAINE D'ELASTICITE

Gislaine MARIE
Sophie EVE

gislaine.marie@ensicaen.fr
sophie.eve@ensicaen.fr



www.ensicaen.fr

TP4 –DOMAINE D'ELASTICITE

L'objectif de ce TP est de consolider, par simulation numérique, la compréhension de la détermination du domaine d'élasticité d'un acier en utilisant le critère de Von Mises.

Introduction

L'essai de traction simple permet de déterminer la limite d'élasticité d'un métal qui permet à son tour de déterminer théoriquement la frontière du domaine d'élasticité pour les chargements complexes (cf Fig. 1).

Les chargements complexes sont possibles par traction sur des éprouvettes ayant des géométries adaptées. C'est ce que nous nous proposons de vérifier ici en travaillant sur les quatre géométries utilisées dans les essais expérimentaux. L'analyse des contraintes (dans le repère des contraintes principales, dans le repère initial ainsi que la contrainte équivalente) nous permettra d'interpréter le type de chargement. Les essais de traction jusqu'à plastification en utilisant, pour frontière, le critère équivalent de Von Mises, nous permettront de vérifier le domaine d'élasticité annoncé.

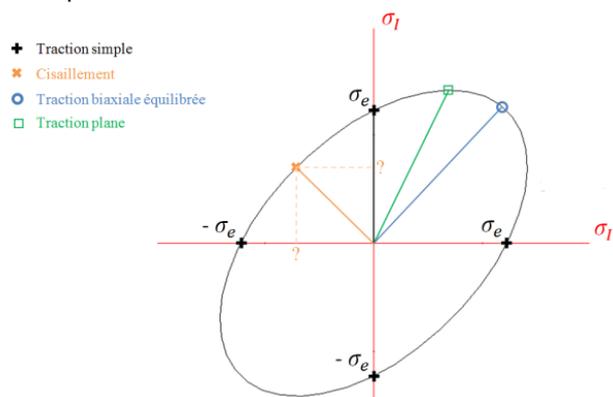


Figure 1-Surface de charge définie par le critère de Von Mises

Rappels :

- La plastification a lieu lorsque $\sigma_{eq\ VM} \geq \sigma_e$
- Les contraintes planes selon Von Mises s'écrivent : $\sigma_{eq} = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + \sigma_1^2 + \sigma_2^2}$ ($\sigma_3 = 0$)
- L'essai de traction plane doit permettre de générer un chargement qui conduit à des déformations nulles dans la largeur de l'éprouvette en plasticité ($\varepsilon_1 = -\varepsilon_3$; $\varepsilon_2 = 0$).

1. Etude numérique

1.1. Mise en données des quatre types d'essai mécanique

Dans ce TP, nous allons nous concentrer sur le domaine de plasticité d'un acier isotrope simple dont le domaine d'élasticité est linéaire. Ce matériau aura pour caractéristiques mécaniques $E=210\text{Gpa}$, $\nu=0,3$ et $Re=250\text{MPa}$. Les plans des éprouvettes se trouvent en annexes de cet énoncé et le fichiers .catpart de la dernière pièce (éprouvette de cisaillement) vous est fourni.

1.1.1. Eprouvette de traction simple

Tâche 1 : En reprenant les dimensions de l'éprouvette de traction simple en annexe, faites quelques calculs de RDM afin de déterminer l'effort de traction nécessaire pour plastifier le centre de l'éprouvette (section utile). **On notera cette force F_{max} .**

Ce calcul n'est valable que pour cette éprouvette pour connaître l'effort max pour plastifier le centre de celle-ci.

Tâche 2 : Faites la mise en donnée en suivant la description qui suit.

1. Géométrie (depuis le Workbench)

Créer la géométrie de l'éprouvette de traction simple sous le logiciel de CAO que vous désirez (CATIA, Design modeler ou SpaceClaim).

La mise en donnée de l'essai se fait ensuite par la création d'une simulation **structure statique** pour laquelle on importe le fichier de géométrie créé (clic droit sur géométrie > importer la géométrie).

Avant d'accéder à la modélisation dans Design Modeler, pensez à mettre à jour chaque simulation dans le Workbench.

2. Maillage (Mechanical)

Pour la mise en donnée, réalisez un maillage de bonne qualité. Conseils : on peut piloter localement le maillage des surfaces dans l'**épaisseur** de l'éprouvette pour y obtenir 3 éléments auquel on ajoute un second dimensionnement plus grossier sur le reste de l'éprouvette (en imposant 10 à 20 éléments dans la **largeur** de l'éprouvette). Privilégiez des **éléments hexaédriques**.

3. Chargements et conditions aux limites (Mechanical)

Le chargement est un effort de traction quelconque appliqué sur la face supérieure de l'éprouvette - représentant le mors mobile de la machine - tandis que le mors fixe est représenté par un support sans frottement sur la face inférieure de l'éprouvette.

4. Observation des résultats (Mechanical)

Dans un premier temps, observez vos résultats : dans le repère des contraintes principales ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$), dans le repère initial de l'éprouvette ($\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}$) ainsi que la contrainte équivalente de Von Mises $\sigma_{eq VM}$ (en rendre compte de manière synthétique dans votre rapport).

1.1.2. Autres éprouvettes

Tâche 3 : Faites la mise en donnée des trois autres éprouvettes dans 3 simulations distinctes. Il faut prendre un effort par défaut pour obtenir un premier résultat pour chaque éprouvette.

1.2. Traitement des résultats - Limite du domaine d'élasticité du matériau

Tâche 4 : Rechercher l'effort nécessaire pour arriver à $\sigma_{eq VM} = R_e$ **au centre de l'éprouvette** pour chacune d'entre-elles (L'étude est linéaire au niveau du chargement et du comportement du matériau, il est possible de trouver un effort satisfaisant avec un produit en croix sur la base du premier résultat).

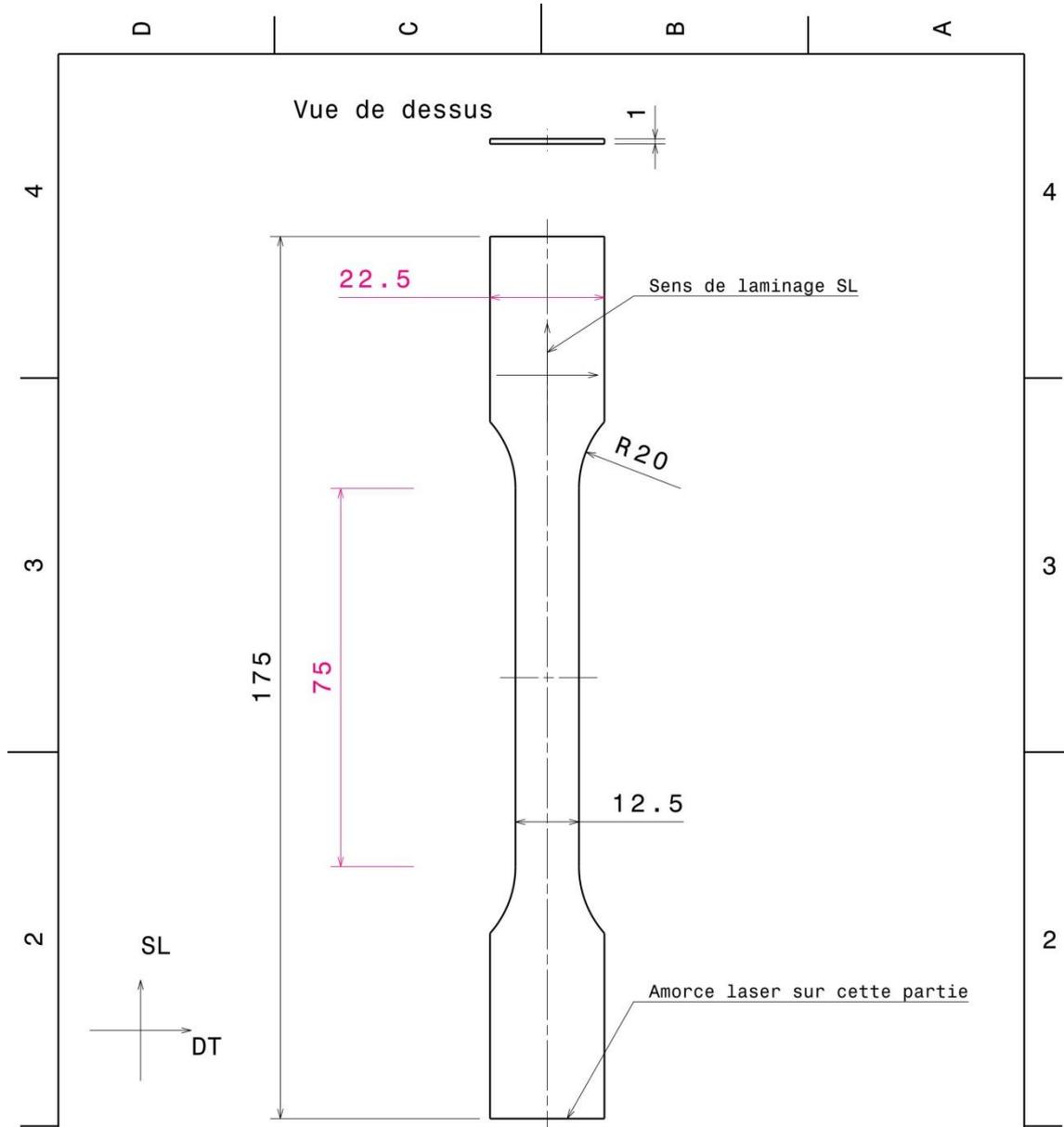
Tâche 5 : Pour chaque éprouvette, faites le lien entre les contraintes dans le repère principal et les contraintes dans le repère global au centre de l'éprouvette (**faites référence à votre cours d'élastoplasticité**).

Tâche 6 : Relevez les états de contrainte ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$), ($\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}$) sur la section utile des quatre éprouvettes + autres contrainte ou scalaires vous semblant nécessaire (! **cisaillement**).

Tâche 7 : Pour la suite, nous allons ignorer la troisième dimension des éprouvettes pour nous placer dans le cas 2D. Remplacez dans un graphique (σ_2, σ_1) les quatre points liés aux essais numériques (Cf Figure 1). Concluez quant à vos résultats numériques.

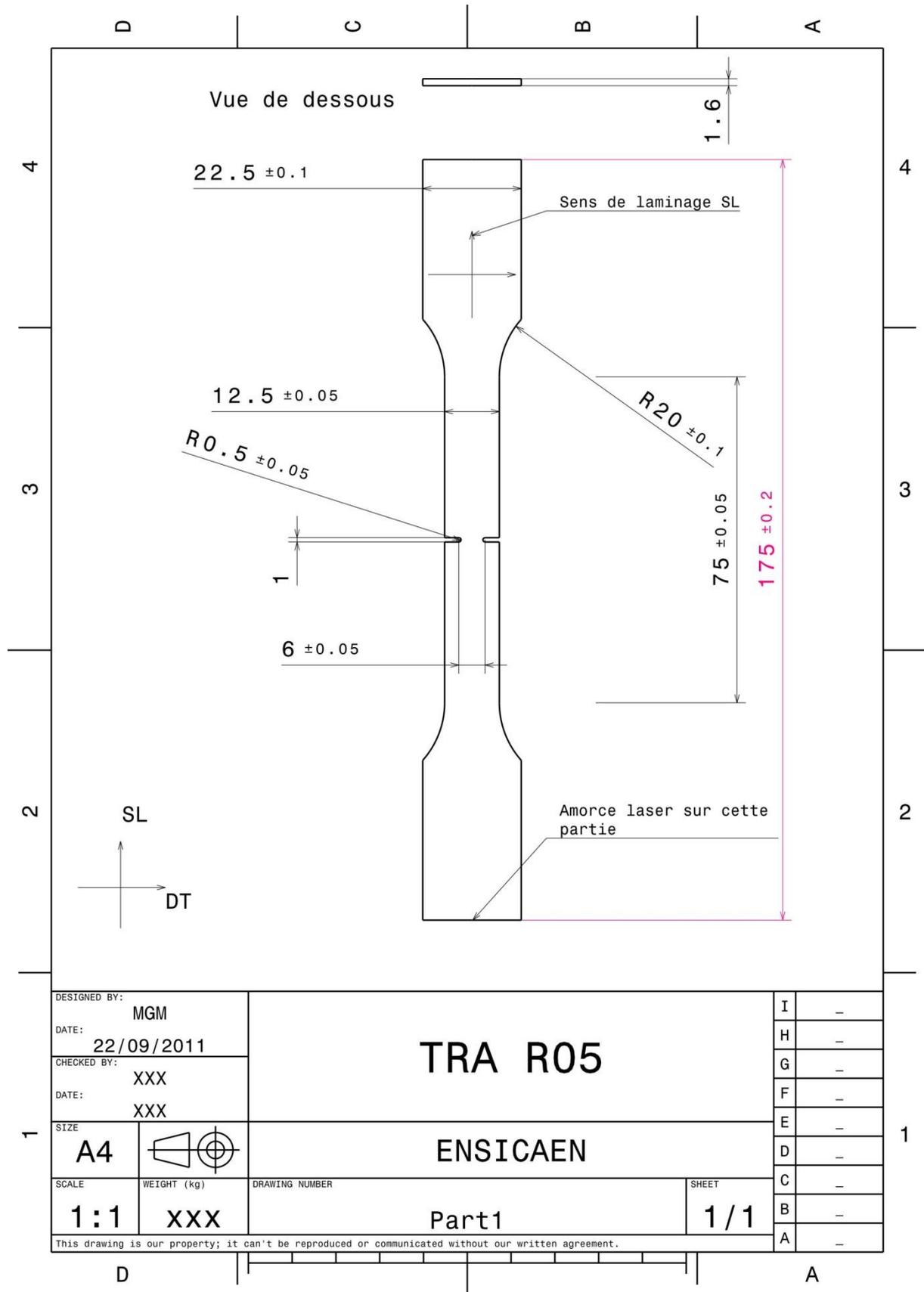
ANNEXES - EPROUVETTES

Traction Simple

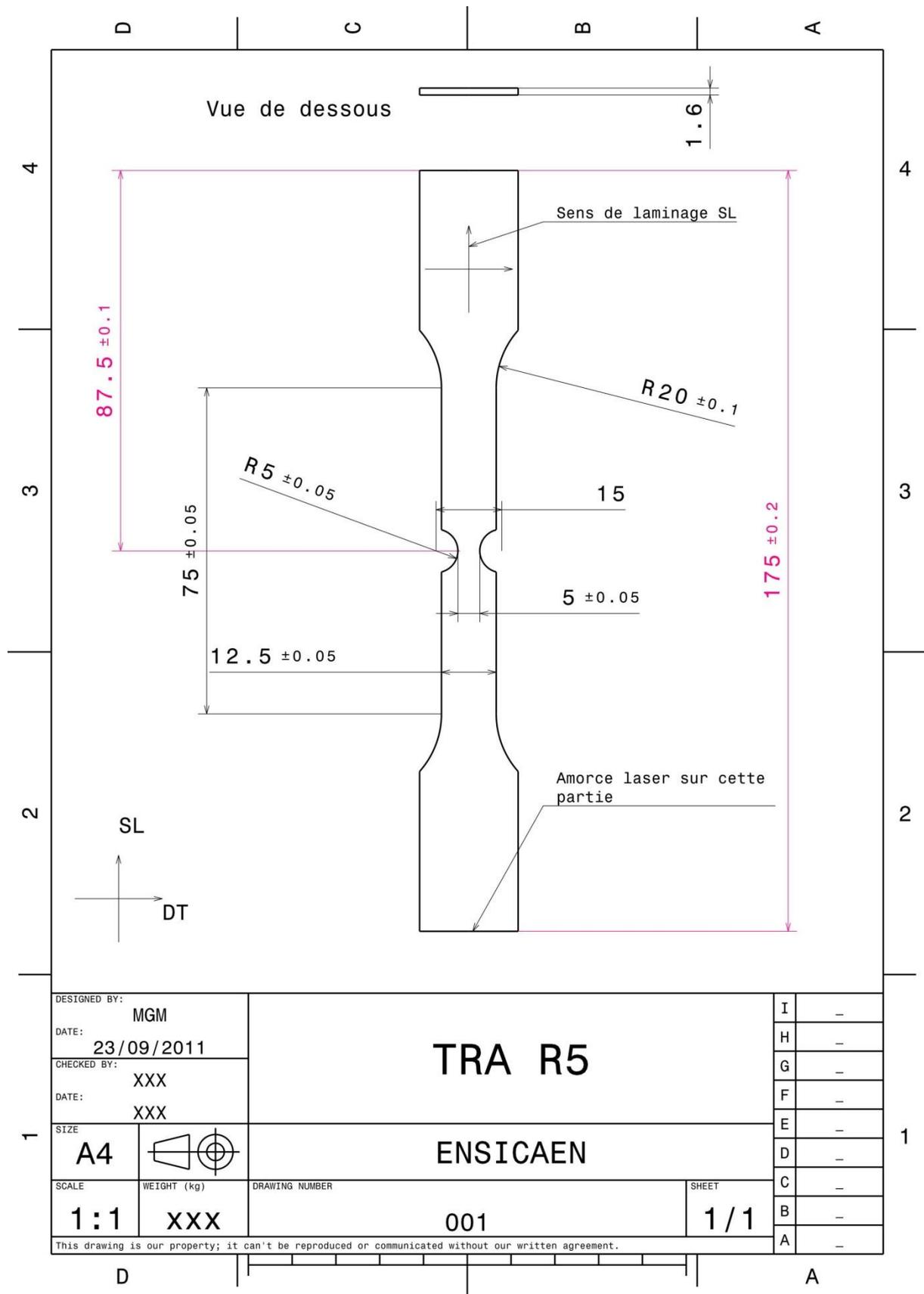


DESIGNED BY: MGM	TRA 1		I	-	
DATE: 21/09/2011			H	-	
CHECKED BY: XXX	ENSICAEN		G	-	
DATE: XXX			F	-	
SIZE: A4	ENSICAEN		E	-	
SCALE: 1:1			WEIGHT (kg): XXX	D	-
DRAWING NUMBER: 001		SHEET: 1/1		C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				B	-
				A	-

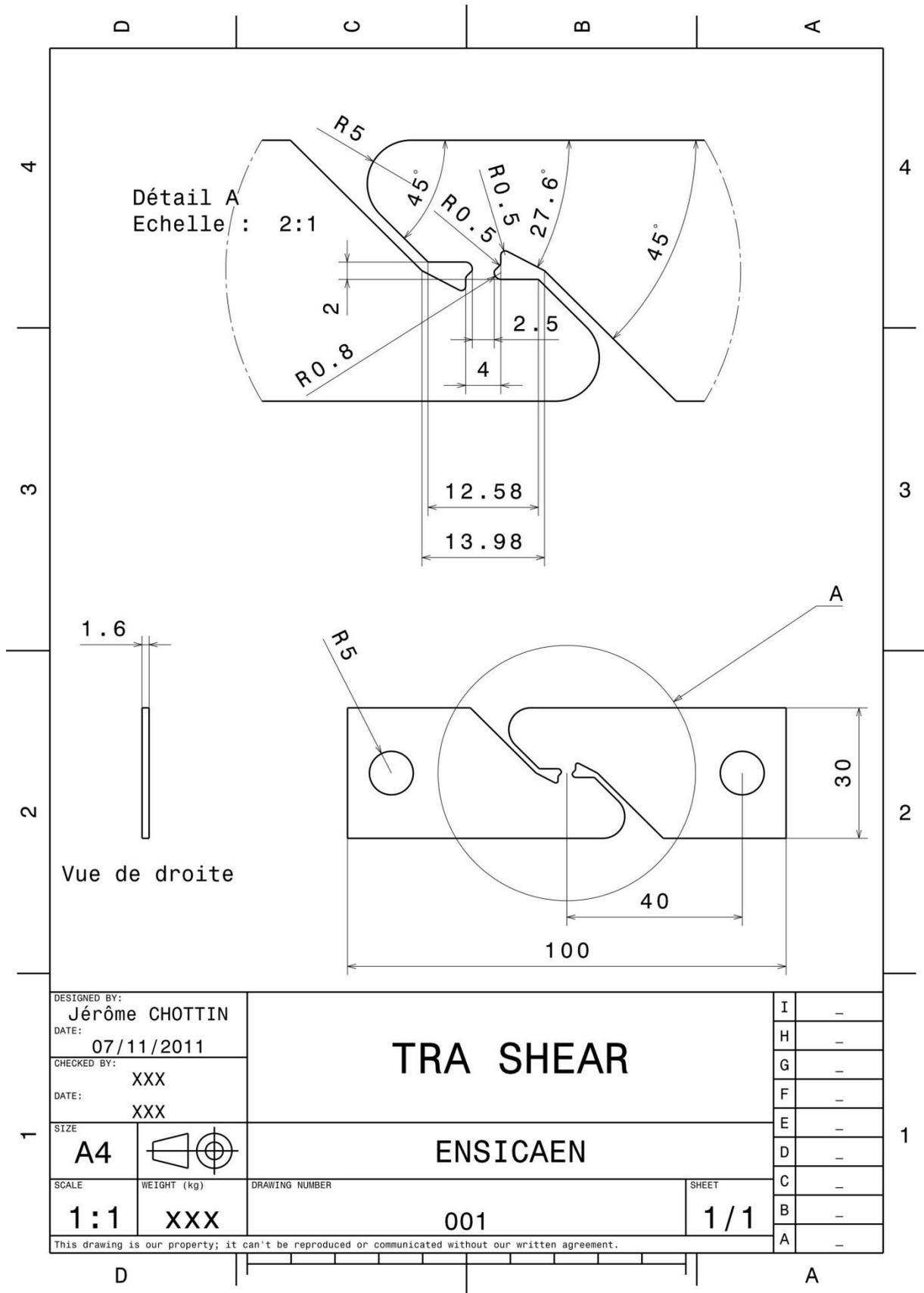
Traction Plane



Traction Biaxiale



Cisaillement





Ecole Publique d'Ingénieurs en 3 ans

6 boulevard Maréchal Juin, CS 45053
14050 CAEN cedex 04

