



1 – Mise en situation

Les ingénieurs et les architectes élaborent leurs structures en mettant en œuvre des théories ; par exemple, le bon équilibre d'une structure se doit de répondre aux lois de la statique et son bon dimensionnement à celles de la mécanique des milieux déformables (ou mécanique des milieux continus, la MMC).

Par ailleurs, dans certains cas, la Résistance Des Matériaux (RDM) propose un cadre théorique suffisant en lieu et place de la MMC, c'est-à-dire offrant des résultats acceptables et concordants avec ceux de la MMC.

Concernant le domaine du dimensionnement des structures, les contextes d'ingénierie imposent donc :

- de connaître et maîtriser finement les matériaux.
- de mettre en relation pour un composant donné les grandeurs caractéristiques de son matériau avec sa géométrie et les efforts qu'il subit (son chargement) au travers d'une théorie ou d'une autre : MMC ou RDM.

2 – Problématique

*L'intérêt d'utiliser la RDM à la place de la MMC réside avant tout dans le fait que les calculs sont plus simples et plus rapides. Mais, **jusqu'à quelles limites peut-on utiliser la RDM à la place de la MMC ?***

C'est la question à laquelle on se propose de répondre.

3 – Démarche

Après une petite partie « questions de cours » pour se mettre dans le bain, l'idée sera de déterminer la contrainte et l'allongement d'une poutre en traction et ce, à l'aide de la RDM (calcul manuel) et à l'aide de la MMC dont les résultats seront obtenus par simulation numérique.

Une comparaison des résultats sera faite. Cela implique de calculer des écarts, de voir comment ils évoluent pour enfin en tirer des conclusions, c'est-à-dire les limites de validité de la RDM.



PARTIE A

Quelques questions de cours pour partir sur de bonnes bases...

Q1 – Le module d'Young est une propriété : optique électrique mécanique

Q2 – A partir de quel essai mécanique très classique peut-on le déterminer ? _____

L'essai en question donne un graphique (une courbe) dont une partie est une droite.

Q3 – La droite caractérise le domaine : élastique plastique

Q4 – Rappeler la loi de Hooke : _____ (équation de la droite)

Q5 – Le module d'Young correspond : au coefficient directeur à l'ordonnée à l'origine

Q6 – En considérant les forces en N et les distances en mm , donner l'unité du module d'Young : _____

Q7 – Ordre de grandeur du module d'Young pour :

⇒ les aciers : _____

⇒ les alliages légers : _____

⇒ le béton : _____

⇒ le verre : _____

Q8 – Rappeler les quatre hypothèses de la RDM.


☞ Appeler le professeur avant de passer à la suite.

PARTIE B

Etude d'une poutre sollicitée en traction simple

Démarrer Inventor et modéliser un cylindre en acier de diamètre $d = 60 \text{ mm}$ et de longueur $L = 2000 \text{ mm}$.

Réaliser une simulation élastique (Environnement >> Analyse des contraintes) avec les considérations suivantes : une des deux faces planes est bloquée. L'autre face plane reçoit un glisseur $F = 10^5 \text{ N}$ en son centre et orienté de telle sorte que le cylindre soit sollicité en traction.

 Q9 – Etablir les relations donnant la contrainte σ et l'allongement ΔL en fonction de L , d , E et F .

☞ Appeler le professeur pour qu'il les vérifie.

$\sigma =$ _____

$\Delta L =$ _____

Q10 – Rechercher sous Inventor la valeur de E qui a été utilisée (faut fouiller...) : $E =$ _____

Q11 – Ouvrir et compléter le tableau Excel « Analyse des écarts.xls ».

☞ Pour la valeur de E , mettre pour le moment la valeur évoquée à la Q10.



Q12 – Analyser et commenter les courbes des écarts relatifs (issues d'Excel) en fonction du rapport L/d .

☞ Evoquer en particulier l'hypothèse de la RDM (sur les quatre, voir Q8) qui est de moins en moins bien respectée. Donner aussi la limite du ratio L/d correspondant à un écart relatif maximum fixé à 10 %.

Il vous reste du temps ?

PARTIE C

Etude d'une pièce à géométrie complexe

Sous Inventor, ouvrir le fichier « Gachette.ipt » ; il s'agit de la gâchette de l'attacheur de vigne, pièce sur laquelle l'utilisateur appuie avec son doigt pour donner la consigne de mise en marche.

D'un point de vue procédé, cette pièce est obtenue par injection plastique.

Q13 – Matériau de la gâchette : _____

☞ Clic droit et suivre « I-Propriété » sous Inventor.

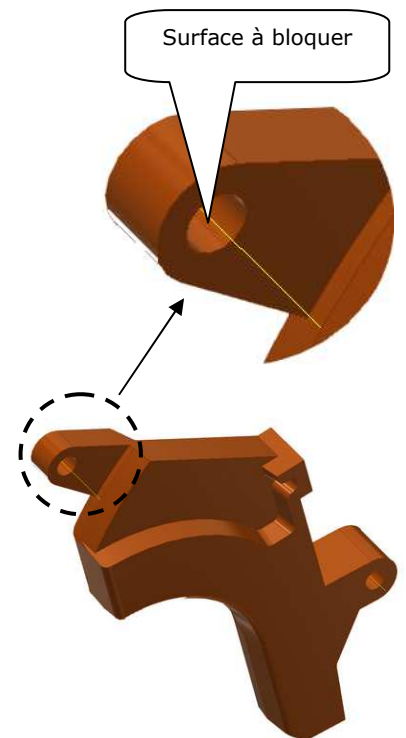
Q14 – Propriété du matériau :

$E =$ _____ $R_e =$ _____

☞ Consulter la fiche technique fournie (pdf).

Q15 – Rechercher (à l'aide du modelleur) l'intensité F_{max} de l'effort qui génère la rupture de la gâchette.

☞ L'effort du doigt sur la gâchette n'est pas mis \Rightarrow c'est à vous de le faire : placer l'effort au bon endroit, avec la bonne direction et le bon sens...



La condition de résistance étant :

$\sigma \leq R_m$

$\sigma \leq R_e$

$\sigma \leq R_{pe}$

$\tau \leq R_g$

$\tau \leq R_{pg}$

on trouve $F_{max} =$ _____



Q16 – Proposer et mettre en œuvre un petit protocole expérimental visant à déterminer l’effort qu’un utilisateur normal* est capable de générer avec son index (dans un mouvement comparable à celui du doigt sur la gâchette).

☞ *Le protocole sera simple, rapide à mettre en œuvre mais réaliste.*

☞ *Faire un petit schéma pour l’expliquer, avec un ou deux commentaires rapides.*

* on pourra considérer un homme peu précautionneux (mais tout de même pas Hulk)

on trouve $F_{doigt} =$ _____

Q17 – Conclusion :

Comparer F_{doigt} à F_{max} : _____

La gâchette est :

très surdimensionnée

raisonnablement surdimensionnée

sous-dimensionnée

Il vous reste encore du temps ???

PARTIE D

Complément sur le modeleur

Q18 – Remarque sur le maillage :

La simulation sous Inventor implique que la pièce soit maillée. Faire apparaître ce maillage et constater que sa densité est variable. Tenter une explication :

Q19 – Limite du modeleur :

Retourner dans le fichier avec le cylindre en acier, et lancer une simulation avec une force exagérément grande : $F = 10^{12} N$ par exemple.

Un message d’avertissement devrait survenir. Tenter une explication....
