

Nom et Prénom :

Procédés de fabrication - IGI 2- HEIG-VD

1^{er} décembre 2020

TRAVAIL ECRIT

- L'examen dure en tout **1h30**.
 - Tous les documents issus du cours sont admis : polycopié, problèmes et notes personnelles.
 - Les étudiants se muniront d'une calculatrice simple sans moyen de communication. Aucun autre appareil électronique n'est autorisé.
- Les étudiants sont priés de se munir du matériel nécessaire pour écrire (papier, stylos, crayons, gommes, ...).

Ex 1	
Total	

Problème 1

Vous recevez des barres cylindriques en acier toutes identiques de rayon $r = 20$ mm et de longueur $l = 500$ mm. Votre fournisseur vous affirme que ces barres ont été écrouies par étirage depuis un état recuit. Pour caractériser ce lot, vous sacrifiez une barre. Vous en extrayez un échantillon que vous soumettez pour test au laboratoire. On vous retourne les informations suivantes :

taux de déf. réelle en limite élastique $\varepsilon'_e = 0.0075$	module d'élasticité $E = 70 \text{ GPa}$	coefficient de Poisson $\nu = 0.45$
coefficient d'écrouissage $n = 0.3$	taux de déf. réel en rupture $\varepsilon'_{\text{ult}} = 0.39$	

TABLE 1 – Caractéristiques mécaniques du matériau considéré

Votre hiérarchie vous demande d'analyser les barres qui vous ont été fournies afin de pouvoir vous-même effectuer les opérations d'écrouissage sans plus avoir à les sous-traiter. Vous vous proposez donc de déterminer le taux de déformation permanent ε_p auquel votre fournisseur a amené les barres recuites avant de vous les livrer et d'estimer les énergies et les forces qui lui ont été nécessaires pour y parvenir. Pour cela vous effectuez un recuit sur une des barres et vous en extrayez un échantillon de traction que vous confiez au laboratoire. Le laboratoire vous communique une seule information. Elle concerne le taux de déformation réelle en limite élastique ε_e de l'échantillon recuit :

$$\varepsilon_e = 0.005$$

- a) Armand, votre bras droit, est hors de lui. Il se propose de redescendre immédiatement au labo demander des compléments d'information sur le module d'élasticité et les coefficients d'écrouissage et de Poisson de cet échantillon. Vous le retenez in extremis en lui disant que vous connaissez déjà les réponses. Donnez ci-dessous les valeurs que vous lui indiquez :

- Module d'élasticité :

- coefficient d'écrouissage :

- ### • coefficient de Poisson •

- b) Armand est stupéfait par votre savoir. Pour continuer à l'impressionner vous calculez, devant lui, les limites élastiques réelle et nominale σ_e et R_e du matériau recuit ainsi que son module d'écrouissage. Quels sont vos résultats :

- Limite élastique réelle :

- Limite élastique (nominale) :

- Module d'écrouissage :

- c) Armand vous met maintenant au défit de prédire **très exactement** la valeur R_m de la résistance du matériau recuit ainsi que le taux de déformation en écrouissement maximum ε_m . Vous répondez qu'une réponse **très exacte** est effectivement délicate à donner mais que vous pouvez en donner une approximation raisonnable sous une certaine hypothèse.

- Quelle est le nom de cette hypothèse :

- Y a-t-il un rapport entre l'auteur de cette hypothèse et votre assistant (question bonus) ?

- Sous cette hypothèse que vaut la résistance R_m du matériau recuit et que vaut le taux de déformation en écrouissage maximum ε_m ?

- d) Vous en revenez maintenant à votre préoccupation initiale, à savoir la détermination du taux d'écrouissage ε_p auquel votre fournisseur a amené, par étirage, les barres livrées. On vous demande donc de calculer

- Le taux de déformation ε_r auquel le fournisseur a relâché l'écrouissage :

- Le taux de déformation permanent ε_p atteint après relaxation (=taux d'écrouissage) :

- La longueur et le rayon initial l_0 et r_0 des barres telles qu'elles étaient avant que votre fournisseur ne les étire :

- e) Armand cherche une dernière fois à vous mettre au défi et vous demande d'estimer le taux de déformation ultime ε_{ult} du matériau recuit. Que lui répondez-vous ?

- f) Donnez maintenant une estimation inférieure et une estimation supérieure de la quantité d'énergie W qui a été nécessaire à votre fournisseur pour écrouir la totalité des 1'250 barres de votre commande. Donnez la réponse en kWh. Que constatez-vous ?

g) Calculez encore

- la force F_e que développe la machine de traction de votre fournisseur au moment où la barre passe en plasticité :

- la force F_r que développe la machine de traction de votre fournisseur au moment où la barre atteint le point de relaxation :

- la force maximale F_{\max} que développe la machine de traction de votre fournisseur durant l'opération d'écrouissage :

- la force F_{rup} que la machine de traction de votre fournisseur devrait développer s'il souhaitait casser une des barres à un moment donné :

