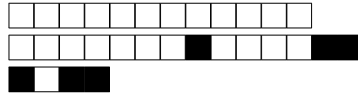


# Travail écrit

Nom :

- Tous les documents issus du cours sont admis: photocopié, problèmes et notes personnelles.
- Dans le cas de questions nécessitant un développement, il est recommandé de ne pas vous servir des cases officielles comme brouillon. Ne les utilisez que pour y écrire la version définitive de votre solution.
- Les étudiants se muniront d'une calculatrice simple sans moyen de communication. Aucun autre appareil électronique n'est autorisé.

Question	Nombre de points
1)	
<b>Total</b>	



**Question 1** Caractérisation d'un matériau et mise en oeuvre d'une production

On soumet à une expérience de traction un échantillon cylindrique de longueur  $\ell_0 = 100$  mm et de volume  $V_0 = 10'000$  mm<sup>3</sup> fait dans un matériau  $\mathcal{M}$  qui est incompressible. La courbe de la Fig. 1 représente la valeur de la contrainte en fonction du taux de déformation réel  $\varepsilon$ .

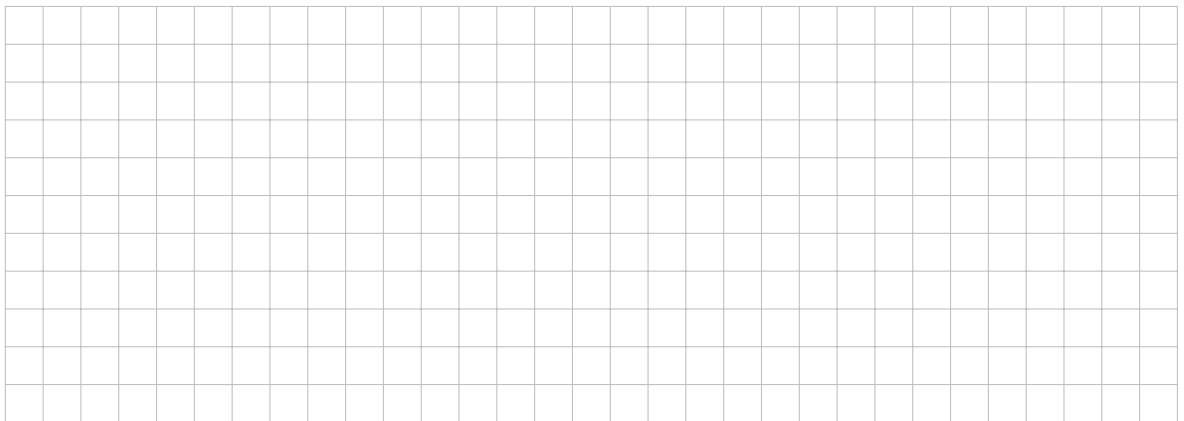
- a) Dites si la contrainte représentée sur le graphe de la Fig. 1 est la contrainte réelle ou bien la contrainte nominale. Sur quelle indice basez-vous votre réponse?



- b) **Cycle élastique.** Vous effectuez un premier cycle de déformation qui amène l'échantillon à la limite élastique et vous mesurez le travail  $A_e$  que cette opération vous coûte. On prétend que le rapport  $\eta_e = \frac{A_e}{V_0}$  correspond à une caractéristique géométrique particulière de la courbe représentée sur la graphe de la Fig. 1. Dessinez cette caractéristique en bleu.

- c) **Cycle de fort écrouissage.** Vous effectuez un second cycle de déformation qui amène l'échantillon en quasi-rupture où vous mesurez une longueur de  $\ell_{ult} = 125$  mm. Vous relâchez la force précautionneusement avant de sortir l'échantillon de la machine. A ce moment-là, l'échantillon mesure  $\ell_{p;ult} = 123$  mm.

- 1) On vous demande de représenter ce cycle en rouge sur la courbe déformation-contrainte de la Fig. 1.
- 2) Calculez les taux de déformation réels  $\varepsilon_{ult}$  et  $\varepsilon_{p;ult}$  et placez ces valeurs très précisément sur l'axe horizontal de la Fig. 1.



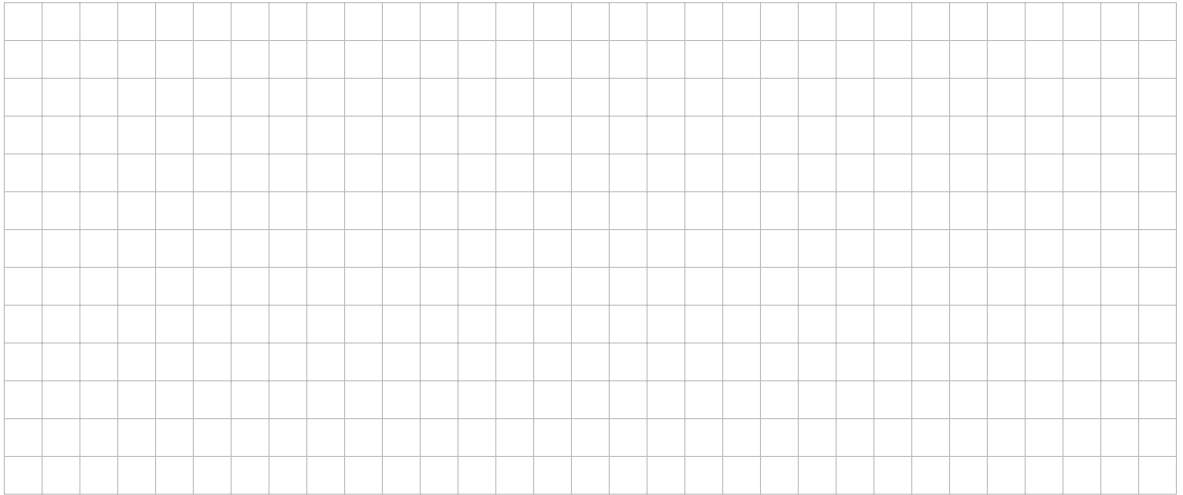
- 3) Vous mesurez le travail qui vous est **rendu** par la barre lors de la relaxation. Vous trouvez la valeur  $A_{rel}$ .

**Attention:**  $A_{rel}$  est le travail rendu lors de la relaxation, ne le confondez pas avec le travail à **fournir** pour amener la barre en quasi-rupture.

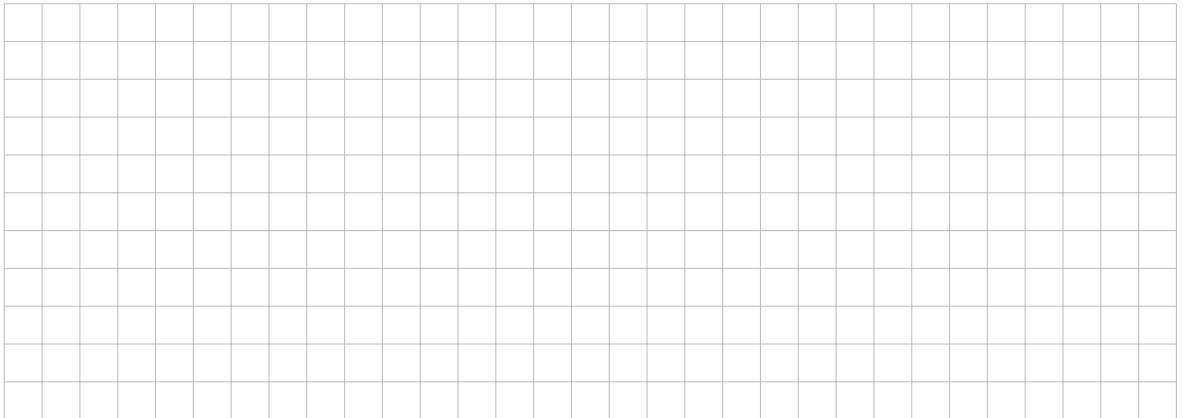
On prétend à nouveau que le rapport  $\eta_{rel} = \frac{A_{rel}}{V_0}$  correspond à une caractéristique géométrique particulière de la courbe représentée sur la graphe de la Fig. 1. Dessinez cette caractéristique en bleu.



- 4) La valeur de  $A_{rel}$  que vous avez mesurée est  $A_{rel} = 124 J$ . On vous demande d'en déduire le module d'Young du matériau  $\mathcal{M}$  en GPa.



- 5) La contrainte réelle de traction ultime  $\sigma_{ult}$  correspond aussi à une caractéristique essentielle de la courbe représentée sur la graphe de la Fig. 1. Dessinez cette caractéristique en vert puis calculez la valeur de  $\sigma_{ult}$  en MPa.



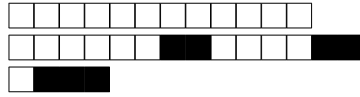
- d) **Analyse des propriétés élastiques.** La valeur précise du travail que vous avez fourni lors du premier cycle de traction (i.e le cycle élastique (cf. item b)) est de  $A_e = 40 J$ .

- 1) Utilisez cette information ainsi que toutes celles obtenues jusqu'à présent pour calculer la limite élastique **réelle** du matériau  $\mathcal{M}$ . Donnez cette valeur en MPa.









- 1) Calculez le taux de déformation réel maximal que vous pouvez appliquer aux barres (avant relaxation).

A large grid for calculation, consisting of 20 columns and 30 rows.

- 2) Calculez le taux de déformation réel maximal que vous pouvez appliquer de façon permanente à vos barres.

A large grid for calculation, consisting of 20 columns and 30 rows.

- 3) Vous appliquez à une barre donnée dix cycles d'étirage maximum entre lesquels vous intercalez un traitement thermique de recuit. On vous demande de calculer la longueur finale de la barre.

A large grid for calculation, consisting of 20 columns and 30 rows.

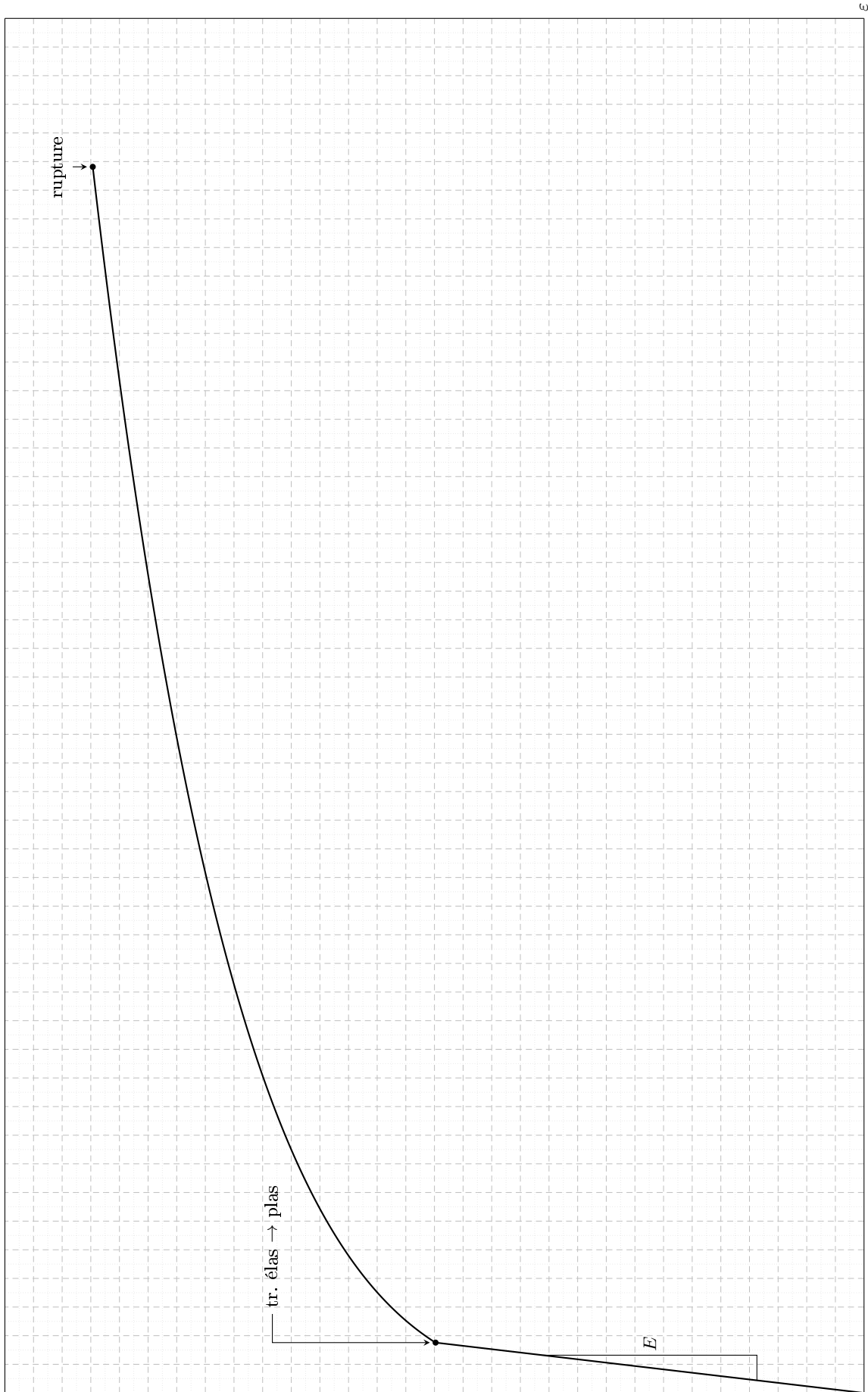
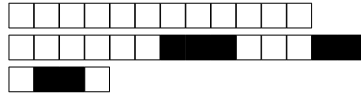


Figure 1: Courbe de traction ...