

Procédés de fabrication I - IGI, série 1

17 octobre 2025

Enoncé exercice 1 a)

Loi de Hooke linéarisée

- Votre chef d'atelier a l'habitude de caractériser l'état de déformation d'une barre étirée par le taux de déformation **nominal** :

$$e = \frac{l - l_0}{l_0}, \quad l_0, l : \text{longueur initiale et finale.} \quad (1)$$

et de calculer la contrainte réelle $\sigma = \frac{F}{S}$ en utilisant la loi de Hooke dite **linéarisée** :

$$\sigma = Ee \quad (\text{Loi de Hooke linéarisée}) \quad (2)$$

Il effectue une traction et mesure

$$e = 0.005 \quad (3)$$

- a) Selon votre chef d'atelier, quelle sera la contrainte réelle σ que la machine de traction est censée développer en fin d'expérience ?

Corrigé exercice 1 a)

Loi de Hooke linéarisée

- a) *La contrainte réelle de fin d'expérience prédite par le chef d'atelier qui utilise la loi de Hooke linéarisée est :*

$$\sigma = Ee = 50 \times 50 \times 0.005 = 0.250 \text{ GPa} = 250 \text{ MPa.} \quad (4)$$

Enoncé exercice 1 b)-c)

Loi de Hooke linéarisée

- Votre chef d'atelier a l'habitude de caractériser l'état de déformation d'une barre étirée par le taux de déformation **nominal** :

$$e = \frac{l - l_0}{l_0}, \quad l_0, l : \text{longueur initiale et finale.} \quad (5)$$

et de calculer la contrainte réelle $\sigma = \frac{F}{S}$ en utilisant la loi de Hooke dite **linéarisée** :

$$\sigma = Ee \quad (\text{Loi de Hooke linéarisée}) \quad (6)$$

Il effectue une traction et mesure

$$e = 0.005 \quad (7)$$

- b) Quelle est la valeur **exacte** de cette contrainte, c'est à dire celle qu'on obtient en utilisant la **vraie** loi de Hooke :

$$\sigma = E\varepsilon \quad (\text{Loi de Hooke}) \quad (8)$$

où ε est le taux de déformation réel ?

- c) Que concluez-vous, est-ce que le niveau d'erreur est acceptable ?

Enoncé exercice 1 b)-c)

Loi de Hooke linéarisée

- Votre chef d'atelier a l'habitude de caractériser l'état de déformation d'une barre étirée par le taux de déformation **nominal** :

$$e = \frac{l - l_0}{l_0}, \quad l_0, l : \text{longueur initiale et finale.} \quad (5)$$

et de calculer la contrainte réelle $\sigma = \frac{F}{S}$ en utilisant la loi de Hooke dite **linéarisée** :

$$\sigma = Ee \quad (\text{Loi de Hooke linéarisée}) \quad (6)$$

Il effectue une traction et mesure

$$e = 0.005 \quad (7)$$

- b) Quelle est la valeur **exacte** de cette contrainte, c'est à dire celle qu'on obtient en utilisant la **vraie** loi de Hooke :

$$\sigma = E\varepsilon \quad (\text{Loi de Hooke}) \quad (8)$$

où ε est le taux de déformation réel ?

- c) Que concluez-vous, est-ce que le niveau d'erreur est acceptable ?

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e)$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e).$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005) \approx 0.005 - 0.0000125 = 0.0048875$$

- On voit que l'erreur commise en utilisant la relation $\varepsilon = e$ est de l'ordre de 0.25%, ce qui est très faible.

- On voit également que l'erreur commise en utilisant la relation $\varepsilon = \ln(1 + e)$ est de l'ordre de 0.25%, ce qui est très faible.

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e).$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005) = \ln 1.005 \approx 0.00498$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e).$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005) = \ln 1.005 \simeq 0.00498$$

et, à la place des 250 MPa prédit par le chef d'atelier, la vraie loi de Hooke donne :

$$\sigma = E\varepsilon = 200 \times 10^9 \times 0.00498 = 996 \text{ MPa} \quad (9)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e).$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005) = \ln 1.005 \simeq 0.00498$$

et, à la place des 250 MPa prédit par le chef d'atelier, la vraie loi de Hooke donne :

$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 0.00498 \quad (9)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e).$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005) = \ln 1.005 \simeq 0.00498$$

et, à la place des 250 MPa prédit par le chef d'atelier, la vraie loi de Hooke donne :

$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 0.00498 \quad (9)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e).$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005) = \ln 1.005 \simeq 0.00498$$

et, à la place des 250 MPa prédit par le chef d'atelier, la vraie loi de Hooke donne :

$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 0.00498 \approx 0.249 \text{ GPa} = 249 \text{ MPa}. \quad (9)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e).$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005) = \ln 1.005 \simeq 0.00498$$

et, à la place des 250 MPa prédit par le chef d'atelier, la vraie loi de Hooke donne :

$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 0.00498 \approx 0.249 \text{ GPa} = 249 \text{ MPa}. \quad (9)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e).$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005) = \ln 1.005 \simeq 0.00498$$

et, à la place des 250 MPa prédit par le chef d'atelier, la vraie loi de Hooke donne :

$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 0.00498 \approx 0.249 \text{ GPa} = 249 \text{ MPa.} \quad (9)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative. En effet, les données comme la valeur de E ou bien celles de l et l_0 sont forcément mesurées avec une précision plus grande que la donnée.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e).$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005) = \ln 1.005 \simeq 0.00498$$

et, à la place des **250 MPa** prédit par le chef d'atelier, la vraie loi de Hooke donne :

$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 0.00498 \approx 0.249 \text{ GPa} = \mathbf{249 \text{ MPa}}. \quad (9)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative. En effet les données, comme la valeur de E ou bien celles de l et l_0 sont rarement mesurées avec une précision plus grande que le pourcent.

Corrigé exercice 1 b)-c)

- Si on sait ce que vaut $e = \frac{l-l_0}{l_0}$, il n'est pas nécessaire de connaître la longueur initiale l_0 pour calculer le taux de déformation réel $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$. On peut en effet tirer la valeur du rapport $\frac{l}{l_0}$ de la mesure de e :

$$e = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \Rightarrow \frac{l}{l_0} = 1 + e \Rightarrow \varepsilon = \ln(1 + e).$$

- Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.005) = \ln 1.005 \simeq 0.00498$$

et, à la place des **250 MPa** prédit par le chef d'atelier, la vraie loi de Hooke donne :

$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 0.00498 \approx 0.249 \text{ GPa} = \mathbf{249 \text{ MPa}}. \quad (9)$$

- L'erreur commise est faible (moins de 1%) et n'est certainement pas significative. En effet les données, comme la valeur de E ou bien celles de l et l_0 sont rarement mesurées avec une précision plus grande que le pourcent.

Enoncé exercice 1 d)

Loi de Hooke linéarisée

- Votre chef d'atelier a l'habitude de caractériser l'état de déformation d'une barre étirée par le taux de déformation **nominal** :

$$e = \frac{l - l_0}{l_0}, \quad l_0, l : \text{longueur initiale et finale.} \quad (10)$$

et de calculer la contrainte réelle $\sigma = \frac{F}{S}$ en utilisant la loi de Hooke dite **linéarisée** :

$$\sigma = Ee \quad (\text{Loi de Hooke linéarisée}) \quad (11)$$

Il effectue une traction et mesure

$$e = 0.005 \quad (12)$$

- d) Refaites tout le raisonnement ci-dessus dans le cas où la déformation effectuée est une **grande** déformation qui correspond au taux nominal

$$e = 0.75. \quad (13)$$

La stratégie de votre chef d'atelier se justifie-t-elle encore ?

Corrigé exercice 1 d)

- a) Dans le cas où $e = 0.75$, alors la contrainte réelle de fin d'expérience prédite par le chef vaudra

$$\sigma = Ee = 50 \times 50 \times 0.75 = 37.5 \text{ GPa} = 37'500 \text{ MPa.} \quad (14)$$

- b) Le taux réel ϵ caractérisant cette grande déformation est cette fois :

$$\epsilon = \ln(1 + e) = \ln(1 + 0.75) \simeq 0.559.$$

- c) La vraie valeur de la contrainte réelle en fin d'expérience sera

$$\sigma = E\epsilon = 50 \times 50 \times 0.559 = 27.98 \text{ GPa} = 27'980 \text{ MPa.} \quad (15)$$

- d) Dans le cas des grandes déformations, il n'est donc plus possible d'utiliser la loi de Hooke linéarisée pour calculer les contraintes réelles.

Corrigé exercice 1 d)

- a) Dans le cas où $e = 0.75$, alors la contrainte réelle de fin d'expérience prédite par le chef vaudra

$$\sigma = Ee = 50 \times 50 \times 0.75 = 37.5 \text{ GPa} = 37'500 \text{ MPa}. \quad (14)$$

- b) Le taux réel ε caractérisant cette grande déformation est cette fois :

$$\varepsilon = \ln(1 + e) = \ln(1 + 0.75) \simeq 0.559.$$

- c) La vraie valeur de la contrainte réelle en fin d'expérience sera

$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 50 \times 0.559 = 27.98 \text{ GPa} = 27'980 \text{ MPa}. \quad (15)$$

- d) Dans le cas des grandes déformations, il n'est donc plus possible d'utiliser la loi de Hooke linéarisée pour calculer les contraintes réelles.

Corrigé exercice 1 d)

- a) Dans le cas où $e = 0.75$, alors la contrainte réelle de fin d'expérience prédite par le chef vaudra

$$\sigma = Ee = 50 \times 50 \times 0.75 = 37.5 \text{ GPa} = 37'500 \text{ MPa}. \quad (14)$$

- b) Le taux réel ε caractérisant cette grande déformation est cette fois :

$$\varepsilon = \ln(1 + e) = \ln(1 + 0.75) \simeq 0.559.$$

- c) La vraie valeur de la contrainte réelle en fin d'expérience sera

$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 50 \times 0.559 = 27.98 \text{ GPa} = 27'980 \text{ MPa}. \quad (15)$$

- d) Dans le cas des grandes déformations, il n'est donc plus possible d'utiliser la loi de Hooke linéarisée pour calculer les contraintes réelles. Elle conduit systématiquement à un surestimation de l'effort nécessaire pour atteindre le niveau de déformation souhaité.

Corrigé exercice 1 d)

- a) Dans le cas où $e = 0.75$, alors la contrainte réelle de fin d'expérience prédite par le chef vaudra

$$\sigma = Ee = 50 \times 50 \times 0.75 = 37.5 \text{ GPa} = 37'500 \text{ MPa}. \quad (14)$$

- b) Le taux réel ε caractérisant cette grande déformation est cette fois :

$$\varepsilon = \ln(1 + e) = \ln(1 + 0.75) \simeq 0.559.$$

- c) La vraie valeur de la contrainte réelle en fin d'expérience sera

$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 50 \times 0.559 = 27.98 \text{ GPa} = 27'980 \text{ MPa}. \quad (15)$$

- d) Dans le cas des grandes déformations, il n'est donc plus possible d'utiliser la loi de Hooke linéarisée pour calculer les contraintes réelles. Elle conduit systématiquement à une surestimation de l'effort nécessaire pour atteindre le niveau de déformation souhaité.

Corrigé exercice 1 d)

- a) Dans le cas où $e = 0.75$, alors la contrainte réelle de fin d'expérience prédite par le chef vaudra

$$\sigma = Ee = 50 \times 50 \times 0.75 = 37.5 \text{ GPa} = 37'500 \text{ MPa}. \quad (14)$$

- b) Le taux réel ε caractérisant cette grande déformation est cette fois :

$$\varepsilon = \ln(1 + e) = \ln(1 + 0.75) \simeq 0.559.$$

- c) La vraie valeur de la contrainte réelle en fin d'expérience sera

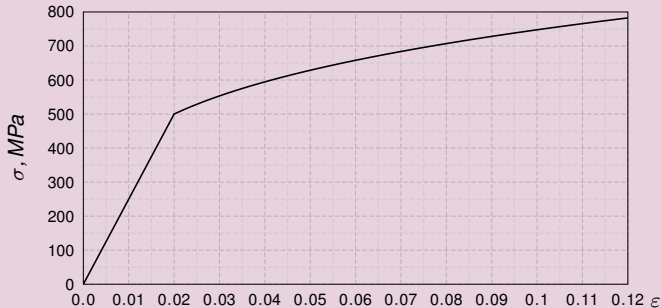
$$\sigma = E\varepsilon = 50 \times 50 \times 0.559 = 27.98 \text{ GPa} = 27'980 \text{ MPa}. \quad (15)$$

- d) Dans le cas des grandes déformations, il n'est donc plus possible d'utiliser la loi de Hooke linéarisée pour calculer les contraintes réelles. Elle conduit systématiquement à une surestimation de l'effort nécessaire pour atteindre le niveau de déformation souhaité.

Enoncé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

- Voici la courbe de traction réelle d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:



a) Déterminez graphiquement :

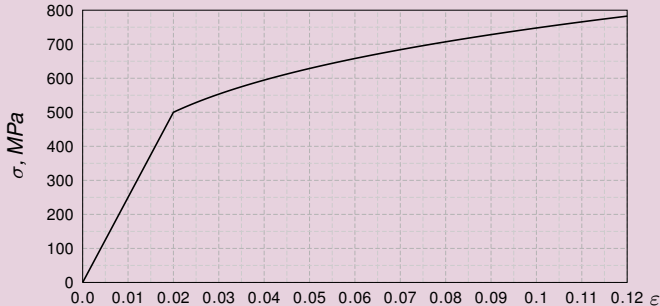
- 1) le taux de déformation réel en limite élastique ϵ_e ,
- 2) la limite élastique σ_e ,
- 3) le module d'Young E .

Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

- a) Le taux de déformation réel en limite élastique ε_e et la limite élastique σ_e sont les coord. du point où la courbe de traction réelle passe d'un comportement linéaire (élasticité) à un comportement sous-linéaire (plasticité). On lit sur la Fig. que

$\varepsilon_e \approx 0.02$ et que $\sigma_e \approx 500$ MPa.

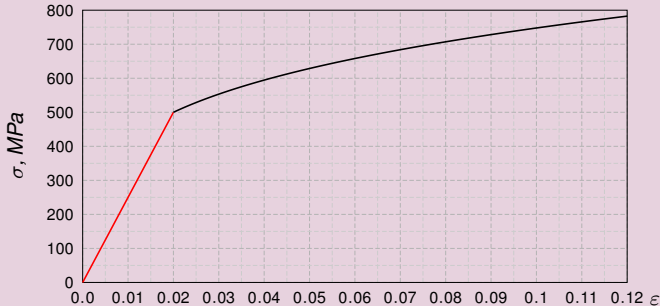


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

- a) Le taux de déformation réel en limite élastique ε_e et la limite élastique σ_e sont les coord. du point où la courbe de traction réelle passe d'un **comportement linéaire (élasticité)** à un comportement sous-linéaire (plasticité). On lit sur la Fig. que

$\varepsilon_e \approx 0.02$ et que $\sigma_e \approx 500$ MPa.

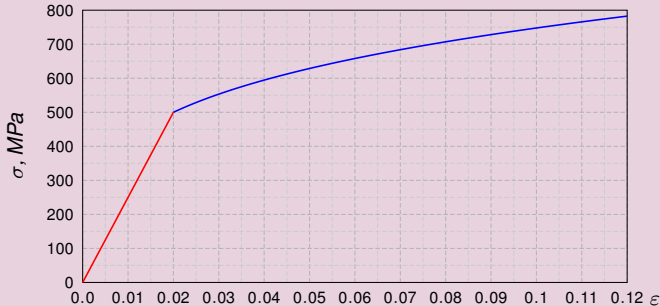


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

- a) Le taux de déformation réel en limite élastique ε_e et la limite élastique σ_e sont les coord. du point où la courbe de traction réelle passe d'un comportement linéaire (élasticité) à un comportement sous-linéaire (plasticité). On lit sur la Fig. que

$\varepsilon_e \approx 0.02$ et que $\sigma_e \approx 500$ MPa.

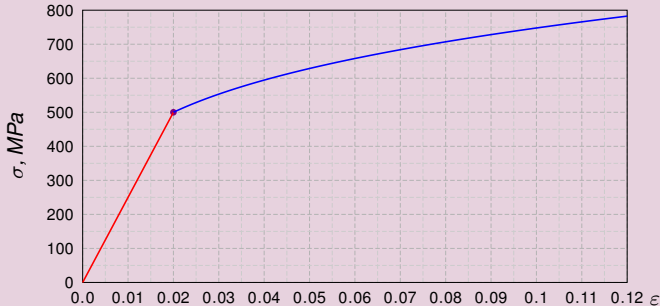


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

- a) Le taux de déformation réel en limite élastique ε_e et la limite élastique σ_e sont les coord. du point où la courbe de traction réelle passe d'un comportement linéaire (élasticité) à un comportement sous-linéaire (plasticité). On lit sur la Fig. que

$\varepsilon_e \approx 0.02$ et que $\sigma_e \approx 500 \text{ MPa}$.

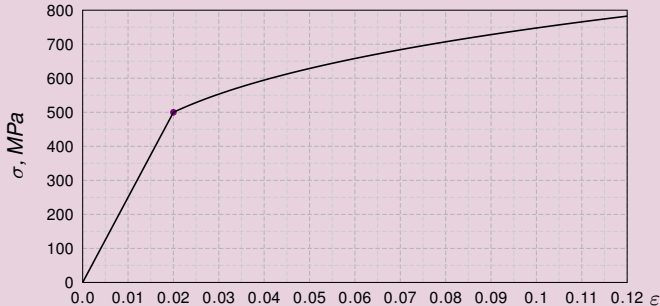


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

- a) Le taux de déformation réel en limite élastique ε_e et la limite élastique σ_e sont les coord. du **point** où la courbe de traction réelle passe d'un comportement linéaire (élasticité) à un comportement sous-linéaire (plasticité). On lit sur la Fig. que

$\varepsilon_e \approx 0.02$ et que $\sigma_e \approx 500 \text{ MPa}$.

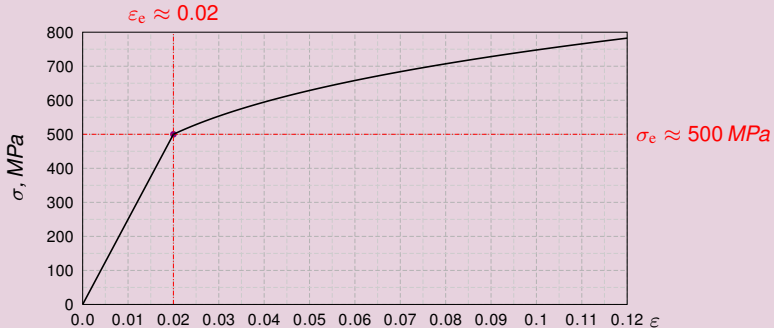


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

- a) Le taux de déformation réel en limite élastique ε_e et la limite élastique σ_e sont les coord. du **point** où la courbe de traction réelle passe d'un comportement linéaire (élasticité) à un comportement sous-linéaire (plasticité). On lit sur la Fig. que

$$\varepsilon_e \approx 0.02 \quad \text{et que} \quad \sigma_e \approx 500 \text{ MPa.}$$

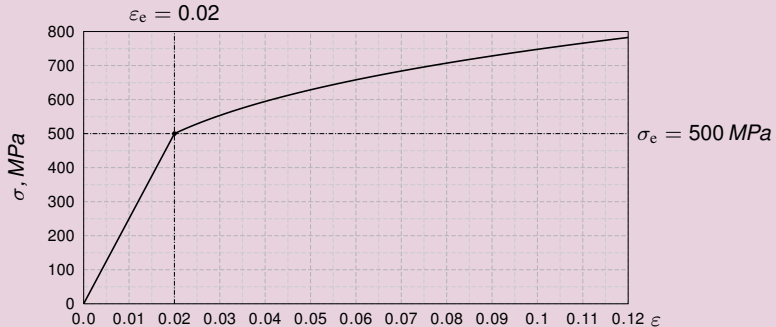


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

a) Le module d'Young est la pente de la partie linéaire de la courbe de traction réelle :

$$E = \frac{\sigma_e}{\varepsilon_e}$$

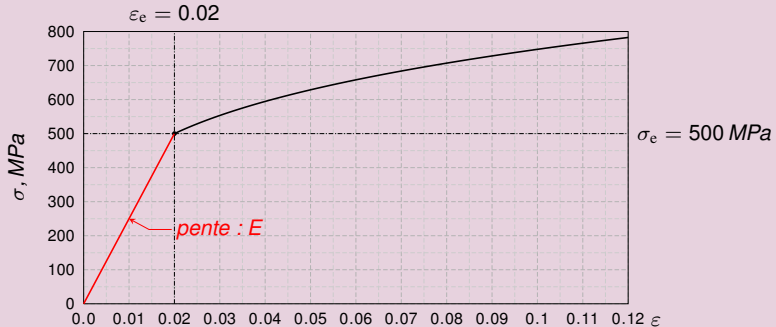


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

a) Le module d'Young est la pente de la partie *linéaire de la courbe de traction réelle* :

$$E = \frac{\sigma_e}{\varepsilon_e} \approx \frac{500}{0.02}$$

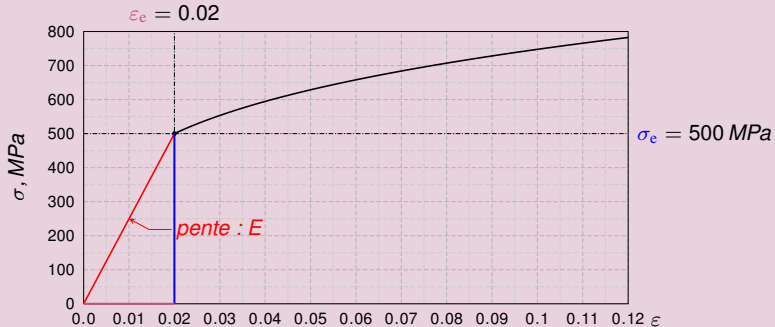


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

a) Le module d'Young est la pente de la partie *linéaire* de la courbe de traction réelle :

$$E = \frac{\sigma_e}{\varepsilon_e} \approx \frac{500}{0.02}$$

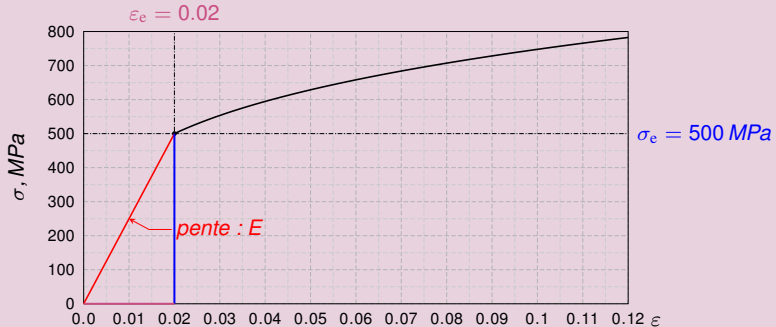


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

a) Le module d'Young est la pente de la partie *linéaire de la courbe de traction réelle* :

$$E = \frac{\sigma_e}{\varepsilon_e} \approx \frac{500}{0.02} = 25'000 \text{ MPa}$$

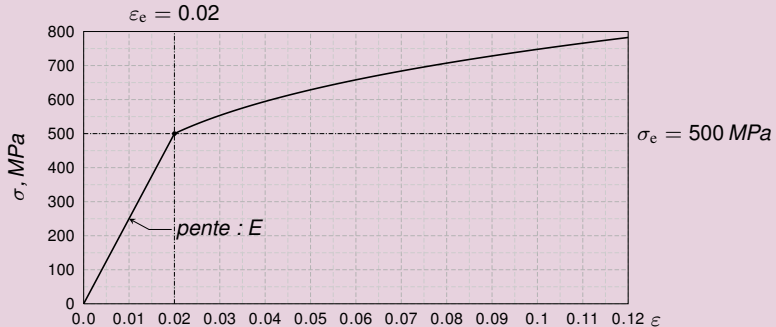


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

a) Le module d'Young est la pente de la partie linéaire de la courbe de traction réelle :

$$E = \frac{\sigma_e}{\varepsilon_e} \approx \frac{500}{0.02} = 25'000 \text{ MPa} = 25 \text{ GPa}$$

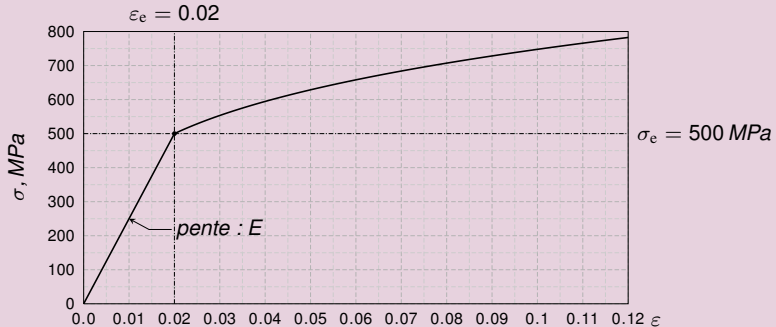


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

a) Le module d'Young est la pente de la partie linéaire de la courbe de traction réelle :

$$E = \frac{\sigma_e}{\varepsilon_e} \approx \frac{500}{0.02} = 25'000 \text{ MPa} = 25 \text{ GPa.}$$

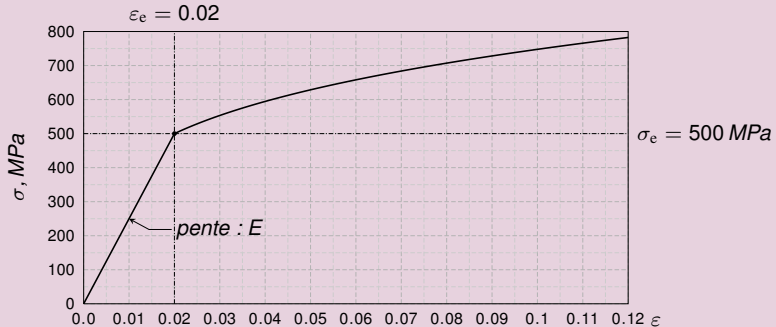


Corrigé exercice 2 a)

Etude d'une courbe de traction

a) Le module d'Young est la pente de la partie linéaire de la courbe de traction réelle :

$$E = \frac{\sigma_e}{\varepsilon_e} \approx \frac{500}{0.02} = 25'000 \text{ MPa} = 25 \text{ GPa}.$$



Enoncé exercice 2 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. permanent

- Une barre de longueur $\ell_0 = 1'000 \text{ mm}$ est faite dans le matériau $\mathcal{M}$ et vous aimeriez déformer cette barre de façon permanente jusqu'à une longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$.

1) Quel taux de déformation réel ε_p devez-vous atteindre de façon permanente ?

Corrigé exercice 2 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. permanent

- Une barre de longueur $\ell_0 = 1'000 \text{ mm}$ est faite dans le matériau $\mathcal{M}$ et vous aimeriez déformer cette barre de façon permanente jusqu'à une longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$.
- 1) Le taux de déformation réel ε_p qu'on atteint en amenant à la longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$ une barre de longueur initiale $\ell = 1'000 \text{ mm}$ est

$$\varepsilon_p = \ln \frac{\ell}{\ell_0} = \ln \frac{1'057}{1'000}$$

Corrigé exercice 2 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. permanent

- Une barre de longueur $\ell_0 = 1'000 \text{ mm}$ est faite dans le matériau $\mathcal{M}$ et vous aimeriez déformer cette barre de façon permanente jusqu'à une longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$.
- 1) Le taux de déformation réel ε_p qu'on atteint en amenant à la longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$ une barre de longueur initiale $\ell = 1'000 \text{ mm}$ est

$$\varepsilon_p = \ln \frac{\ell}{\ell_0} = \ln \frac{1'057}{1'000} \approx 0.055$$

Corrigé exercice 2 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. permanent

- Une barre de longueur $\ell_0 = 1'000 \text{ mm}$ est faite dans le matériau $\mathcal{M}$ et vous aimeriez déformer cette barre de façon permanente jusqu'à une longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$.
- 1) Le taux de déformation réel ε_p qu'on atteint en amenant à la longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$ une barre de longueur initiale $\ell = 1'000 \text{ mm}$ est

$$\varepsilon_p = \ln \frac{\ell}{\ell_0} = \ln \frac{1'057}{1'000} \approx 0.055$$

Corrigé exercice 2 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. permanent

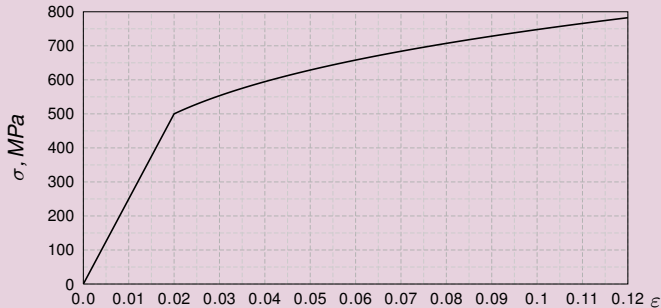
- Une barre de longueur $\ell_0 = 1'000 \text{ mm}$ est faite dans le matériau $\mathcal{M}$ et vous aimeriez déformer cette barre de façon permanente jusqu'à une longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$.
- 1) Le taux de déformation réel ε_p qu'on atteint en amenant à la longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$ une barre de longueur initiale $\ell = 1'000 \text{ mm}$ est

$$\varepsilon_p = \ln \frac{\ell}{\ell_0} = \ln \frac{1'057}{1'000} \approx 0.055$$

Enoncé exercice 2 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. en relaxation

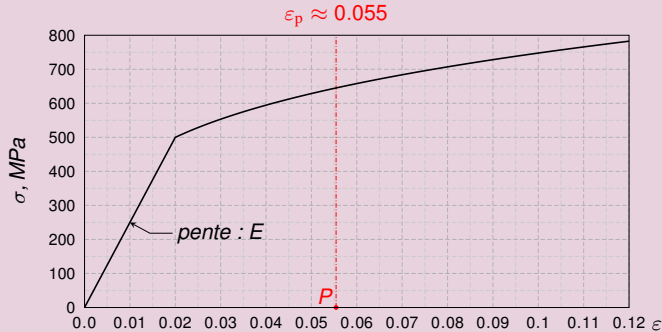
- Une barre de matériau $\mathcal{M}$ et de longueur $\ell_0 = 1'000 \text{ mm}$ doit être déformée de façon permanente jusqu'à une longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$.



- 2) Déterminez graphiquement le taux de déformation réel ϵ_r que vous devez atteindre avant d'entamer la relaxation ainsi que la contrainte réelle σ_r induite dans la barre à ce moment-là.

Corrigé exercice 2 b)

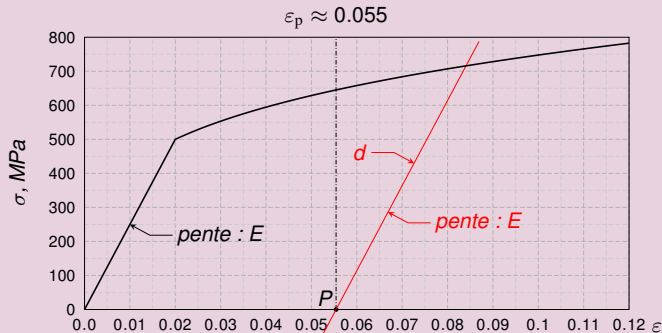
Déformation d'une barre - taux de déf. en relaxation



- 1) On place le point P de coordonnées $(\epsilon_p \approx 0.055, 0.0)$ dans le graphique. Par ce point, on mène une parallèle d à la droite de montée élastique. Le point R en lequel cette droite coupe la courbe de traction reste au point de relaxation.

Corrigé exercice 2 b)

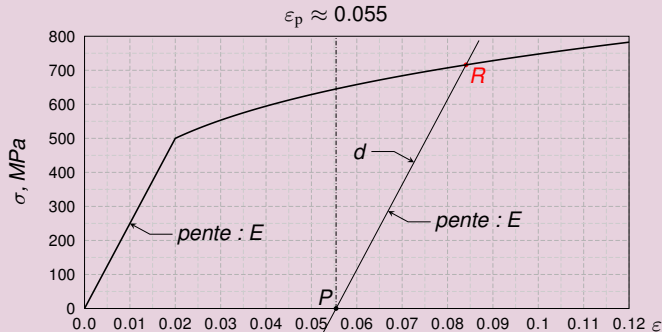
Déformation d'une barre - taux de déf. en relaxation



- 1) On place le point P de coordonnées $(\varepsilon_p \approx 0.055, 0.0)$ dans le graphique. Par ce point, on mène une parallèle d à la droite de montée élastique. Le point R en lequel cette droite coupe la courbe de traction réelle est le point de **relaxation**. Ses coordonnées sont $(\varepsilon_R, \sigma_R)$.

Corrigé exercice 2 b)

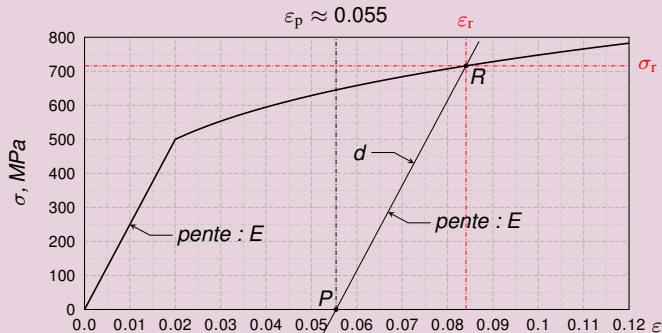
Déformation d'une barre - taux de déf. en relaxation



- 1) On place le point P de coordonnées $(\varepsilon_p \approx 0.055, 0.0)$ dans le graphique. Par ce point, on mène une parallèle d à la droite de montée élastique. Le point R en lequel cette droite coupe la courbe de traction réelle est le point de **relaxation**. Ses coordonnées sont $(\varepsilon_r, \sigma_r)$.

Corrigé exercice 2 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. en relaxation

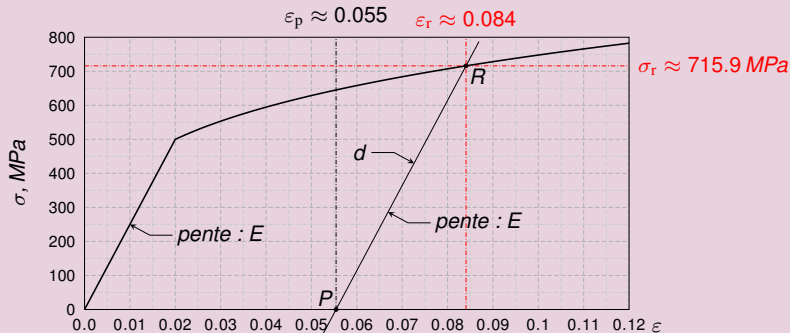


- 1) On place le point P de coordonnées $(\epsilon_p \approx 0.055, 0.0)$ dans le graphique. Par ce point, on mène une parallèle d à la droite de montée élastique. Le point R en lequel cette droite coupe la courbe de traction réelle est le point de **relaxation**. Ses coordonnées sont (ϵ_r, σ_r) . On mesure sur le dessin que

$\epsilon_r \approx 0.084$ et que $\sigma_e \approx 716 \text{ MPa}$.

Corrigé exercice 2 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. en relaxation

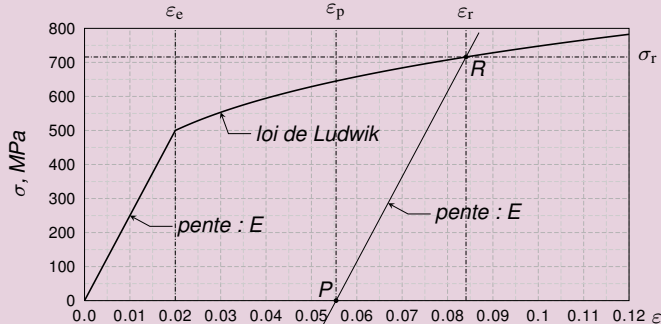


- 1) On place le point P de coordonnées $(\epsilon_p \approx 0.055, 0.0)$ dans le graphique. Par ce point, on mène une parallèle d à la droite de montée élastique. Le point R en lequel cette droite coupe la courbe de traction réelle est le point de **relaxation**. Ses coordonnées sont (ϵ_r, σ_r) . On mesure sur le dessin que

$$\epsilon_r \approx 0.084 \quad \text{et que} \quad \sigma_e \approx 716 \text{ MPa.}$$

Enoncé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

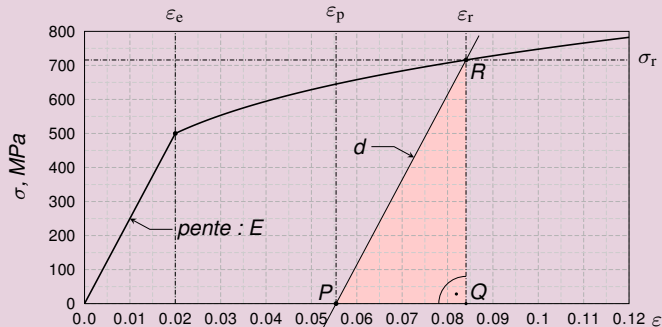


- 3) Si, lors de son écoulement, le matériau $\mathcal{M}$ suit une loi de Ludwik (coefficient. n), justifiez que les taux de déformation réels permanent ε_p et en relaxation ε_r sont liés par l'équation dite de la **déformation permanente** :

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \left(\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} \right)^n.$$

Corrigé exercice 2 b)

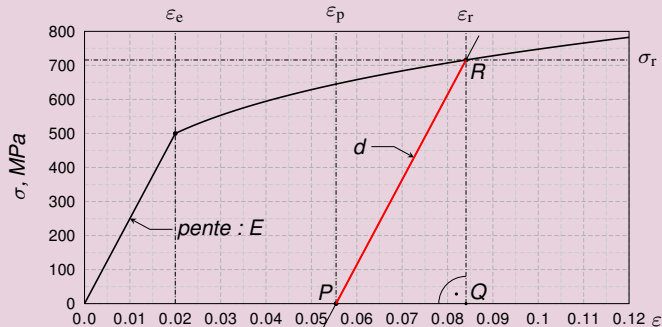
Equation de la déformation permanente



3) Le triangle RQP est rectangle en Q. La pente de son hypoténuse vaut E_p .

Corrigé exercice 2 b)

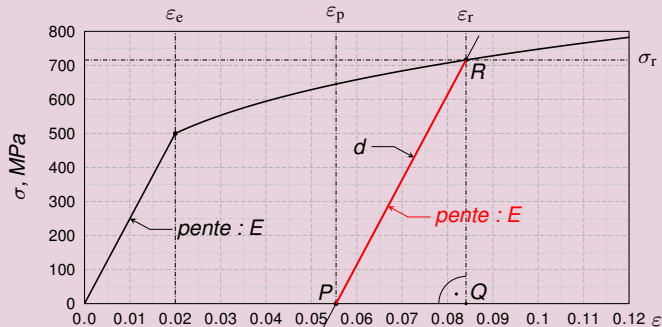
Equation de la déformation permanente



3) Le triangle RQP est rectangle en Q. La pente de son hypothénuse vaut E , donc

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente



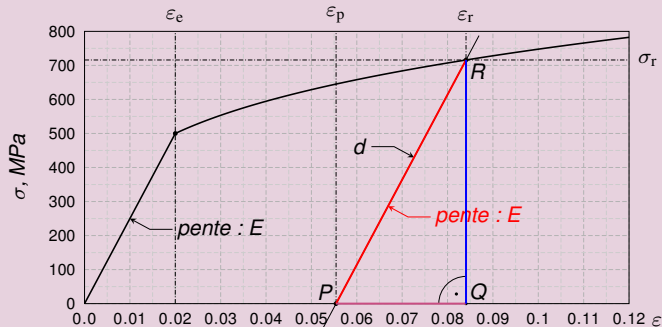
3) Le triangle RQP est rectangle en Q. La pente de son hypoténuse vaut E , donc

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E.$$

(16)

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente



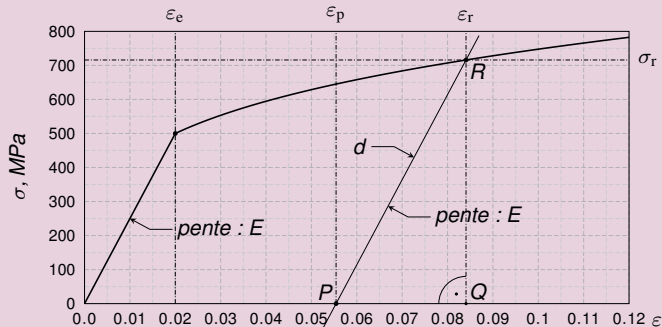
3) Le triangle RQP est rectangle en Q. La pente de son hypoténuse vaut E , donc

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E.$$

(16)

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

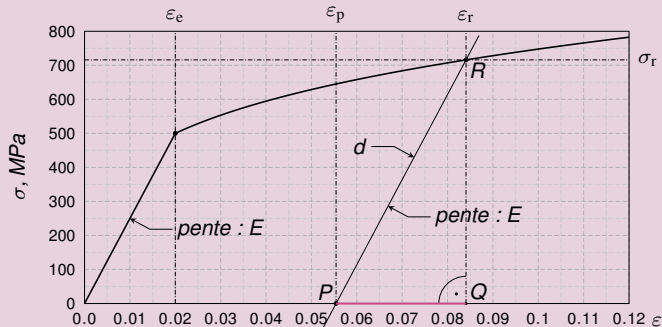


3) Le triangle RQP est rectangle en Q. La pente de son hypoténuse vaut E , donc

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E. \quad (16)$$

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

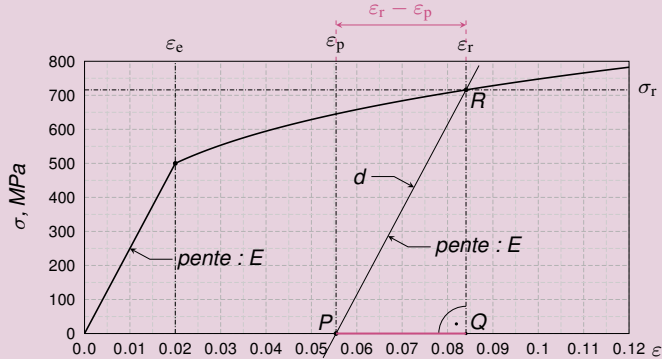


3) Or $\overline{PQ} = \epsilon_r - \epsilon_p$ et $\overline{RQ}$

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E \Rightarrow \frac{K \epsilon_r^n}{\epsilon_r - \epsilon_p} = E.$$

Corrigé exercice 2 b)

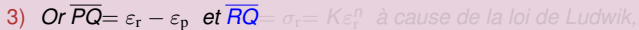
Equation de la déformation permanente



3) Or $\overline{PQ} = \epsilon_r - \epsilon_p$ et $\overline{RQ} = \sigma_r$

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E \Rightarrow \frac{K \epsilon_r^n}{\epsilon_r - \epsilon_p} = E.$$

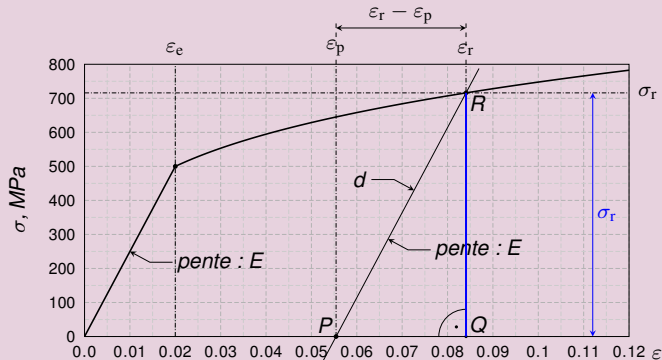
Equation de la déformation permanente



17 / 27

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

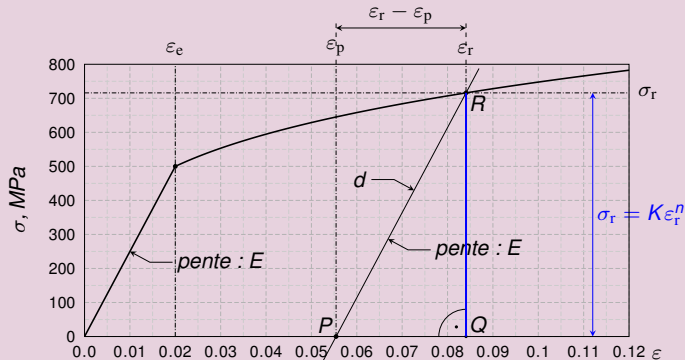


3) Or $\overline{PQ} = \epsilon_r - \epsilon_p$ et $\overline{RQ} = \sigma_r = K\epsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E \Rightarrow \frac{K\epsilon_r^n}{\epsilon_r - \epsilon_p} = E.$$

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

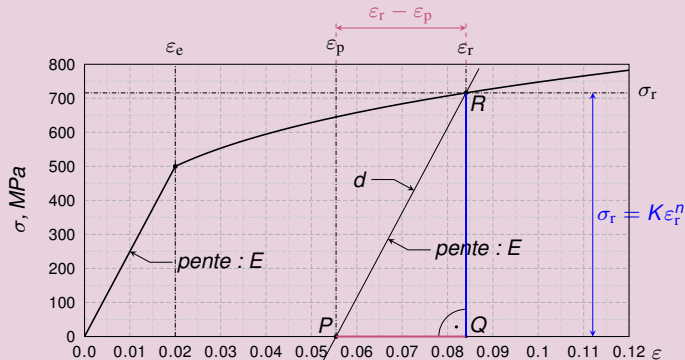


3) Or $\overline{PQ} = \epsilon_r - \epsilon_p$ et $\overline{RQ} = \sigma_r = K\epsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E \Rightarrow \frac{K\epsilon_r^n}{\epsilon_r - \epsilon_p} = E.$$

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente



3) Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $\overline{RQ} = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E \implies \frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que
- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut
- On divise la relation obtenue par ε_r^n

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut

- On divise la relation obtenue par ε_e^n

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut

- On divise la relation obtenue par ε_r^n

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut

- On divise la relation obtenue par ε_r^n

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut

$$\frac{E}{K} = \frac{1}{\varepsilon_p} \quad \text{car } \sigma_p = K\varepsilon_p^n = E\varepsilon_p.$$

- On divise la relation obtenue par ε_p^n

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\varepsilon_e^{1-n}}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- On divise la relation obtenue par ε_e^n

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\varepsilon_e^{1-n}} = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- On divise la relation obtenue par ε_e^n

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\varepsilon_e^{1-n}} = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- On divise la relation obtenue par ε_e^n

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e^{1-n}}} = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- On divise la relation obtenue par ε_e^n

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\varepsilon_e^{1-n}} = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- On divise la relation obtenue par ε_e^n on trouve que

$$\frac{\varepsilon_r^n}{\varepsilon_e^n} = \frac{\varepsilon_r - \varepsilon_p}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e}.$$

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\varepsilon_e^{1-n}} = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- On divise la relation obtenue par ε_e^n on trouve que

$$\frac{\varepsilon_r^n}{\varepsilon_e^n} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e}$$

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\varepsilon_e^{1-n}} = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- On divise la relation obtenue par ε_e^n on trouve que

$$\frac{\varepsilon_r^n}{\varepsilon_e^n} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} \iff \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \left(\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e}\right)^n$$

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\varepsilon_e^{1-n}} = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- On divise la relation obtenue par ε_e^n on trouve que

$$\frac{\varepsilon_r^n}{\varepsilon_e^n} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} \iff \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \left(\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e}\right)^n$$

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\varepsilon_e^{1-n}} = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- On divise la relation obtenue par ε_e^n on trouve que

$$\frac{\varepsilon_r^n}{\varepsilon_e^n} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} \iff \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \left(\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e}\right)^n \quad (\text{Eq. 2.2 page 1})$$

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_e^n}} = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- On divise la relation obtenue par ε_e^n on trouve que

$$\frac{\varepsilon_r^n}{\varepsilon_e^n} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} \iff \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \left(\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e}\right)^n \quad (\text{Equ. déf. perm.})$$

Corrigé exercice 2 b)

Equation de la déformation permanente

- Or $\overline{PQ} = \varepsilon_r - \varepsilon_p$ et $RQ = \sigma_r = K\varepsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

$$\frac{K\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = E.$$

- Si on divise cette relation par K et qu'on la multiplie par $\varepsilon_r - \varepsilon_p$, on trouve que

$$\varepsilon_r^n = \frac{E}{K}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}} = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}$ Avec cette information :

$$\varepsilon_r^n = \frac{\varepsilon_e^n}{\varepsilon_e}(\varepsilon_r - \varepsilon_p).$$

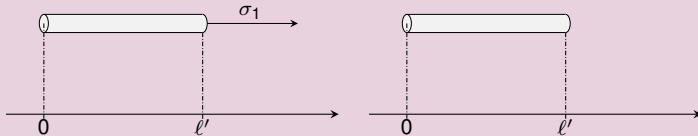
- On divise la relation obtenue par ε_e^n on trouve que

$$\frac{\varepsilon_r^n}{\varepsilon_e^n} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} \iff \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \left(\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e}\right)^n \quad \text{(Equ. déf. perm.)}$$

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$:



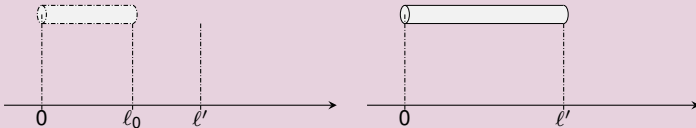
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$:



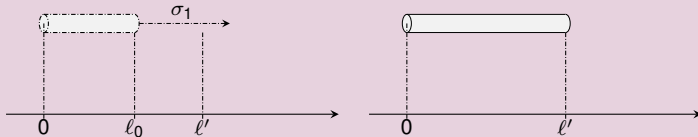
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$:



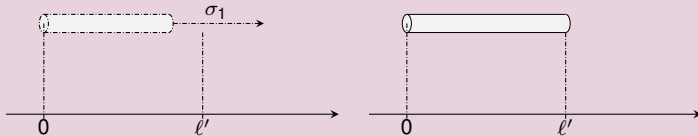
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$:



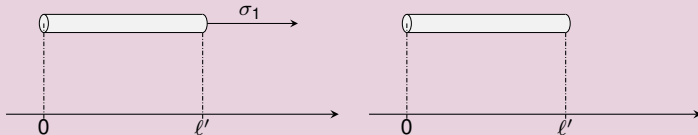
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$:



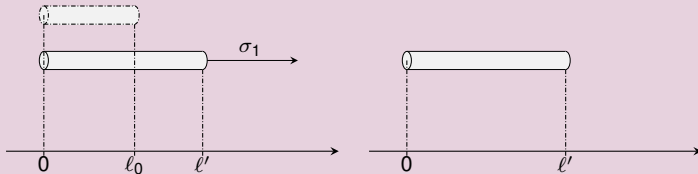
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$:



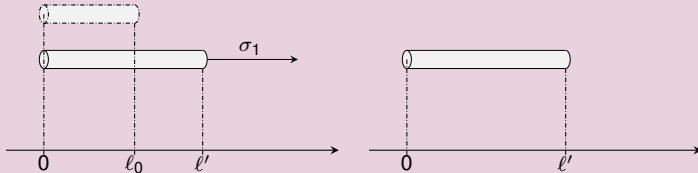
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$: niveau de contrainte σ .



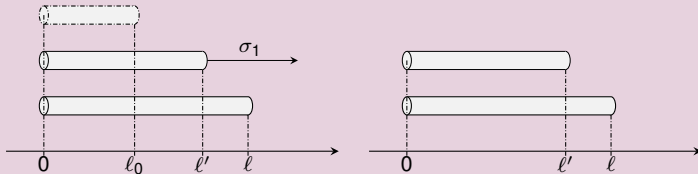
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .



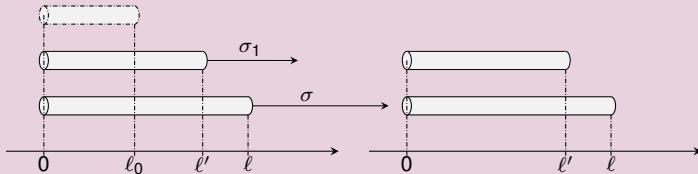
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000$ mm et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030$ mm : niveaux de contrainte : σ et σ_2 .



La matière dans laquelle elles sont faites a les caractéristiques suivantes :

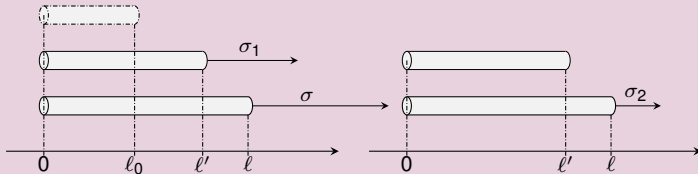
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1$ -	$E = 300$ GPa	$n = 0.26$ -

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .



Les matériaux sont caractérisés par les caractéristiques suivantes :

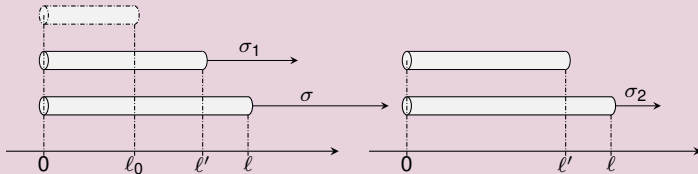
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .



- La matière dans laquelle elles sont faites a les caractéristiques suivantes :

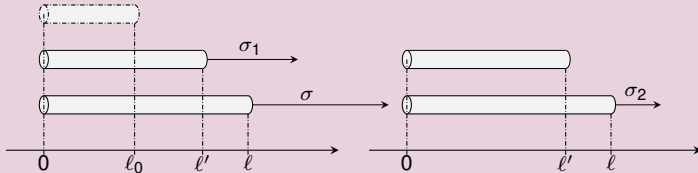
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 a)

Expérience des deux barres en élasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000$ mm et de même matière :
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .
- La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.
- On les étire à une long. commune $\ell = 2030$ mm : niveaux de contrainte : σ et σ_2 .



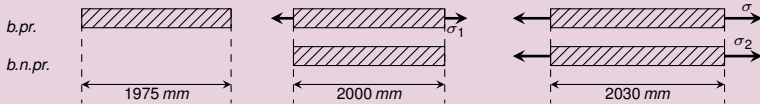
- La matière dans laquelle elles sont faites a les caractéristiques suivantes :

tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.1$ -	$E = 300$ GPa	$n = 0.26$ -

1) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

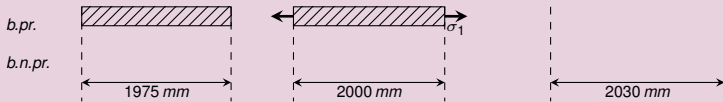


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- Incrément de contrainte b. pr. :
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

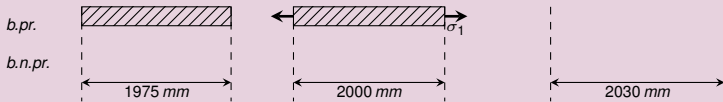


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	<i>ét. 1</i>	<i>ét. 2</i>	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

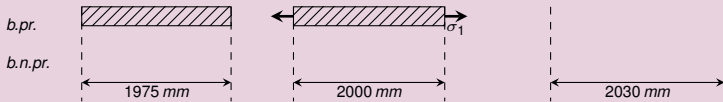


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	<i>ét. 1</i>	<i>ét. 2</i>	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

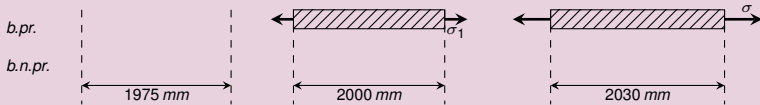


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	<i>ét. 1</i>	<i>ét. 2</i>	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

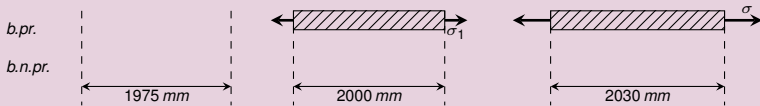


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	<i>ét. 1</i>	<i>ét. 2</i>	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

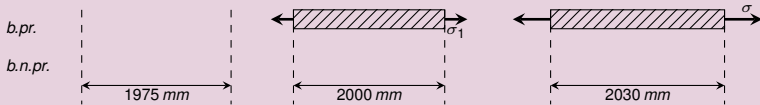


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	<i>ét. 1</i>	<i>ét. 2</i>	
<i>identifier ε</i>	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
<i>localiser ε</i>	$< \varepsilon_e \implies \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \implies \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \implies \text{Hooke}$
<i>calculer σ</i>	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

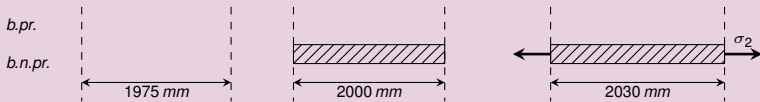


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	<i>ét. 1</i>	<i>ét. 2</i>	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

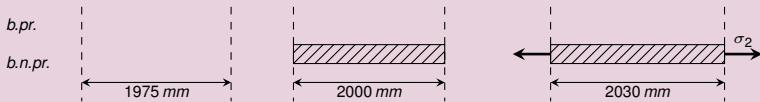


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- Incrément de contrainte b. pr. :
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

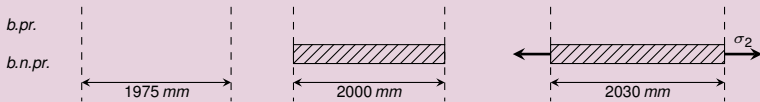


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- Incrément de contrainte b. pr. :
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

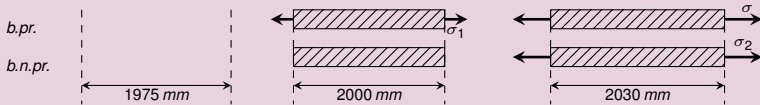


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- Incrément de contrainte b. pr. :
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

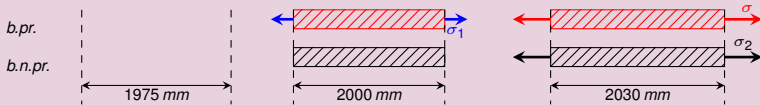


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma_2 - \sigma_1$
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

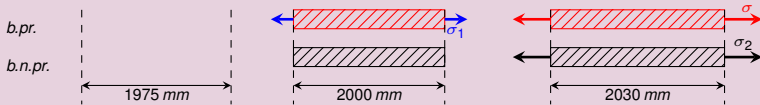


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte *b. pr.* :** $\sigma - \sigma_1$
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

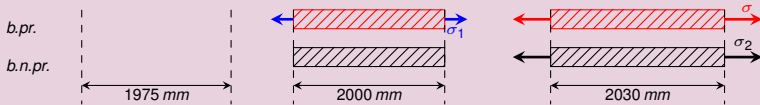


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. :** $\sigma - \sigma_1 = 8.25 - 3.78$
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

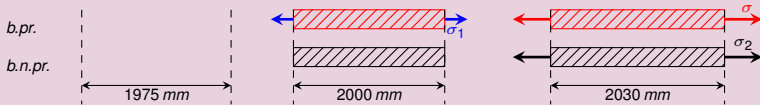


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \implies \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \implies \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \implies \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte *b. pr.* :** $\sigma - \sigma_1 = 8.25 - 3.78 = 4.47 \text{ GPa}$
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

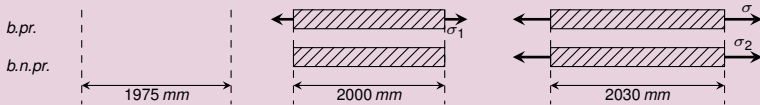


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \implies \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \implies \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \implies \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte *b. pr.* : $\sigma - \sigma_1 = 8.25 - 3.78 = 4.47 \text{ GPa}$**
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

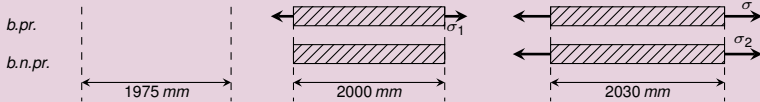


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. :** $\sigma - \sigma_1 = 8.25 - 3.78 = 4.47 \text{ GPa} = \sigma_2$.
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

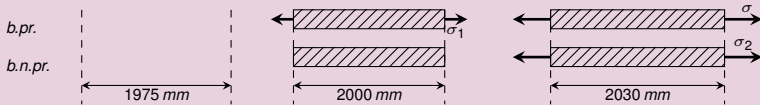


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 = 8.25 - 3.78 = 4.47 \text{ GPa} = \sigma_2$.**
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

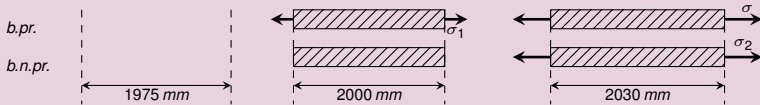


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 = 8.25 - 3.78 = 4.47 \text{ GPa} = \sigma_2$.**
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière. Mais cela est dû au fait qu'on a mesuré la déformabilité dans le régime élastique (Hooke).

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

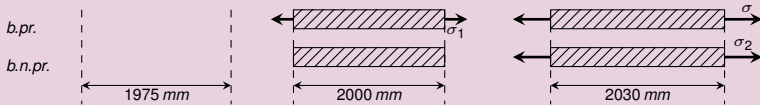


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 = 8.25 - 3.78 = 4.47 \text{ GPa} = \sigma_2$.**
- **Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière.** *Mais cela est dû au fait qu'on est resté ici dans le régime élastique (loi de Hooke).*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

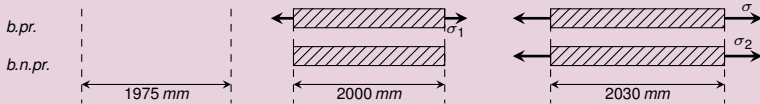


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 = 8.25 - 3.78 = 4.47 \text{ GPa} = \sigma_2$.**
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière. Mais cela est dû au fait qu'on est resté ici dans le régime **élastique** (loi de Hooke). On verra ci-après qu'il en va tout autrement lorsqu'on atteint la **plasticité** : dans ce cas, la précontrainte améliore la déformabilité.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

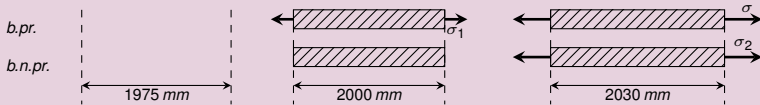


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 = 8.25 - 3.78 = 4.47 \text{ GPa} = \sigma_2$.**
- Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière. Mais cela est dû au fait qu'on est resté ici dans le régime **élastique** (loi de Hooke). On verra ci-après qu'il en va tout autrement lorsqu'on atteint la **plasticité** : dans ce cas, la précontrainte améliore la déformabilité. *Le fait que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité est intimement lié au caractère réversible (donc élastique) des déformations.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes



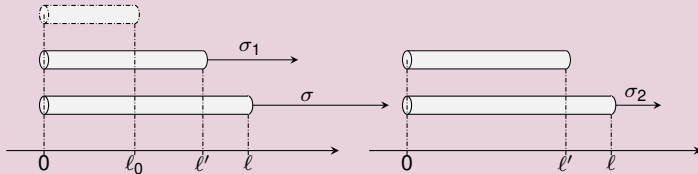
	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} = 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} = 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} = 0.0149$
localiser ε	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$	$< \varepsilon_e \Rightarrow \text{Hooke}$
calculer σ	$\sigma_1 = 3.78 \text{ GPa}$	$\sigma = 8.25 \text{ GPa}$	$\sigma_2 = 4.47 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 = 8.25 - 3.78 = 4.47 \text{ GPa} = \sigma_2$.*
- *Cette observation signifie que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité de la matière. Mais cela est dû au fait qu'on est resté ici dans le régime **élastique** (loi de Hooke). On verra ci-après qu'il en va tout autrement lorsqu'on atteint la **plasticité** : dans ce cas, la précontrainte améliore la déformabilité. Le fait que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité est intimement lié au caractère **réversible** (donc élastique) des déformations.*

Enoncé exercice 3 b)

Expérience des deux barres en plasticité

- On reprend l'expérience des deux barres. Elles ont la même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$.



La 1^{ère} barre étirée depuis une barre plus courte précontrainte à un niveau σ_1 . La 2^{ème} n'est pas précontrainte.

- La matière dans laquelle elles sont faites a des caractéristiques un peu différentes (limite élastique plus faible) :

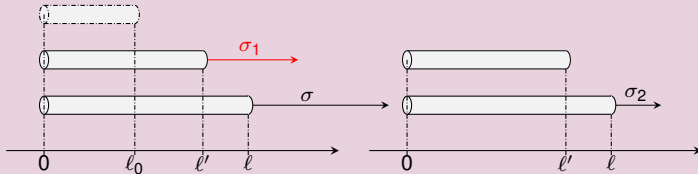
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.01 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

- Calculer le module d'érouissage K de la matière.
- Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 b)

Expérience des deux barres en plasticité

- On reprend l'expérience des deux barres. Elles ont la même longueur $\ell' = 2000$ mm.



La 1^{ère} barre étirée depuis une barre plus courte est précontrainte à un niveau σ_1 . La 2^{ème} n'est pas précontrainte. On les étire toutes les deux à une longueur commune $\ell = 2030$ mm en appliquant des contraintes totales σ et respectivement σ_2 .

- La matière dans laquelle elles sont faites a des caractéristiques un peu différentes (limite élastique plus faible) :

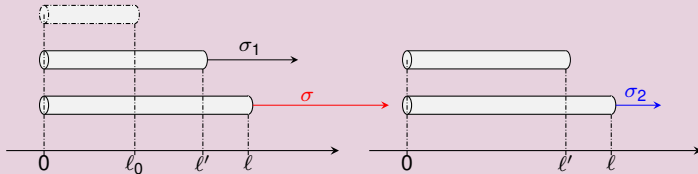
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\epsilon_e = 0.01$ -	$E = 300$ GPa	$n = 0.26$ -

- Calculer le module d'écrouissage K de la matière.
- Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 b)

Expérience des deux barres en plasticité

- On reprend l'expérience des deux barres. Elles ont la même longueur $\ell' = 2000$ mm.



La 1^{ère} barre étirée depuis une barre plus courte est précontrainte à un niveau σ_1 . La 2^{ème} n'est pas précontrainte. On les étire toutes les deux à une longueur commune $\ell = 2030$ mm en appliquant des contraintes totales σ et respectivement σ_2 .

- La matière dans laquelle elles sont faites a des caractéristiques un peu différentes (limite élastique plus faible) :

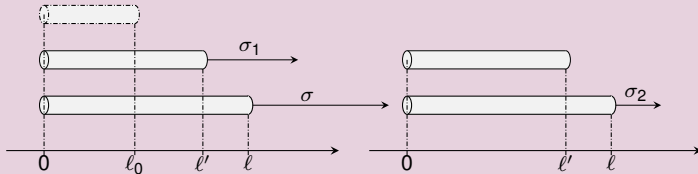
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\epsilon_e = 0.01$ -	$E = 300$ GPa	$n = 0.26$ -

- Calculer le module d'écrouissage K de la matière.
- Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 b)

Expérience des deux barres en plasticité

- On reprend l'expérience des deux barres. Elles ont la même longueur $\ell' = 2000$ mm.



La 1^{ère} barre étirée depuis une barre plus courte est précontrainte à un niveau σ_1 . La 2^{ème} n'est pas précontrainte. On les étire toutes les deux à une longueur commune $\ell = 2030$ mm en appliquant des contraintes totales σ et respectivement σ_2 .

- La matière dans laquelle elles sont faites a des caractéristiques un peu différentes (*limite élastique plus faible*) :

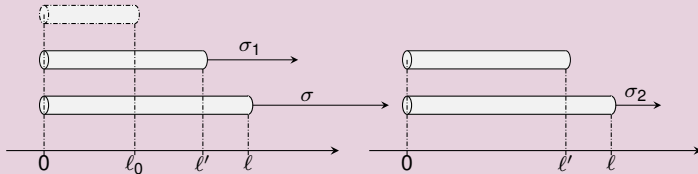
tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\epsilon_e = 0.01$ -	$E = 300$ GPa	$n = 0.26$ -

- Calculer le module d'écrouissage K de la matière.
- Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 b)

Expérience des deux barres en plasticité

- On reprend l'expérience des deux barres. Elles ont la même longueur $\ell' = 2000$ mm.



La 1^{ère} barre étirée depuis une barre plus courte est précontrainte à un niveau σ_1 . La 2^{ème} n'est pas précontrainte. On les étire toutes les deux à une longueur commune $\ell = 2030$ mm en appliquant des contraintes totales σ et respectivement σ_2 .

- La matière dans laquelle elles sont faites a des caractéristiques un peu différentes (limite élastique plus faible) :

tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.01$ -	$E = 300$ GPa	$n = 0.26$ -

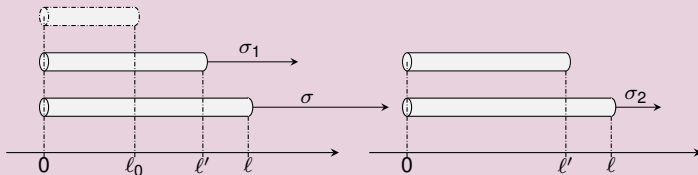
1) Calculer le module d'écrouissage K de la matière.

2) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Enoncé exercice 3 b)

Expérience des deux barres en plasticité

- On reprend l'expérience des deux barres. Elles ont la même longueur $\ell' = 2000$ mm.



La 1^{ère} barre étirée depuis une barre plus courte est précontrainte à un niveau σ_1 . La 2^{ème} n'est pas précontrainte. On les étire toutes les deux à une longueur commune $\ell = 2030$ mm en appliquant des contraintes totales σ et respectivement σ_2 .

- La matière dans laquelle elles sont faites a des caractéristiques un peu différentes (limite élastique plus faible) :

tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.01$ -	$E = 300$ GPa	$n = 0.26$ -

- Calculer le module d'écrouissage K de la matière.
- Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

Corrigé exercice 3 b1)

Expérience des deux barres : module d'écrouissage

- *Le module d'écrouissage K est lié au taux de déformation réel par la formule de compatibilité entre loi de Hooke et de Ludwik :*

$$K = E \varepsilon_e^{1-n} \simeq 200 \cdot (0.01)^{1-0.25} = 1000 \text{ MPa} \quad (17)$$

Corrigé exercice 3 b1)

Expérience des deux barres : module d'écrouissage

- *Le module d'écrouissage K est lié au taux de déformation réel par la formule de compatibilité entre loi de Hooke et de Ludwik :*

$$K = E \epsilon_e^{1-n} \simeq 300 \times (0.01)^{1-0.26} \simeq 9.934 \text{ GPa}. \quad (17)$$

Corrigé exercice 3 b1)

Expérience des deux barres : module d'écrouissage

- *Le module d'écrouissage K est lié au taux de déformation réel par la formule de compatibilité entre loi de Hooke et de Ludwik :*

$$K = E \varepsilon_e^{1-n} \simeq 300 \times (0.01)^{1-0.26} \simeq 9.934 \text{ GPa}. \quad (17)$$

Corrigé exercice 3 b1)

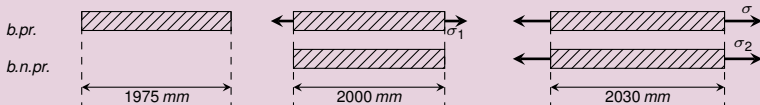
Expérience des deux barres : module d'écrouissage

- *Le module d'écrouissage K est lié au taux de déformation réel par la formule de compatibilité entre loi de Hooke et de Ludwik :*

$$K = E \varepsilon_e^{1-n} \simeq 300 \times (0.01)^{1-0.26} \simeq 9.934 \text{ GPa.} \quad (17)$$

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

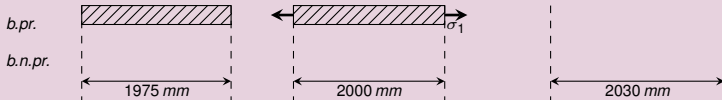


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.*
- *Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

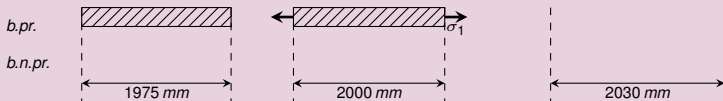


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	<i>ét. 1</i>	<i>ét. 2</i>	
<i>identifier ε</i>	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
<i>localiser ε</i>	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
<i>calculer σ</i>	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.*
- *Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

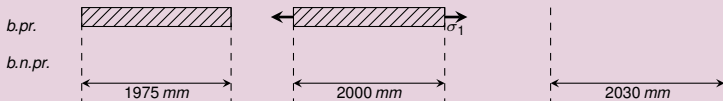


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	<i>ét. 1</i>	<i>ét. 2</i>	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.*
- *Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

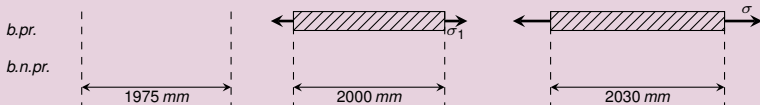


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	<i>ét. 1</i>	<i>ét. 2</i>	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.*
- *Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

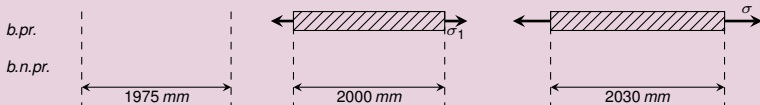


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.*
- *Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

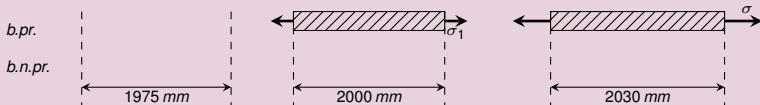


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.*
- *Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes



barre précontrainte
ét. 1

ét. 2

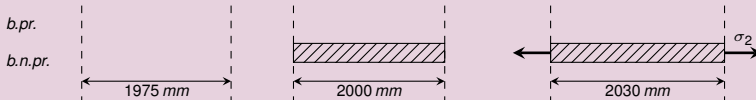
barre non précontrainte

identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.*
- *Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

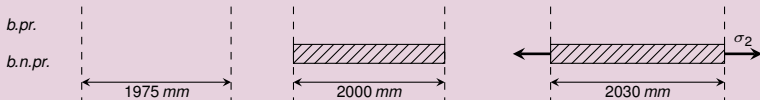


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.*
- *Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

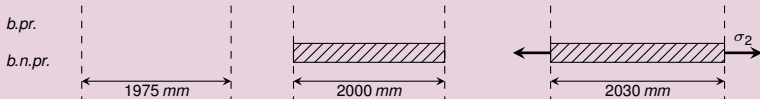


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.*
- *Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

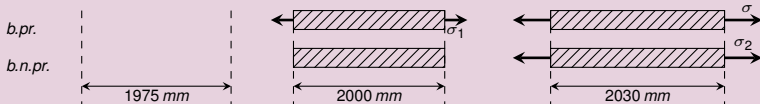


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- *Incrément de contrainte b. pr. :*
- *Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.*
- *Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

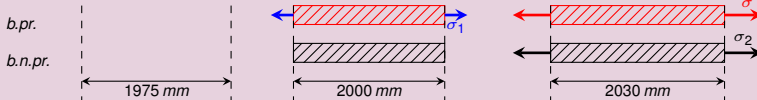


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1$
- Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

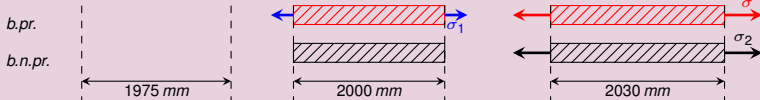


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. :** $\sigma - \sigma_1$
- Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

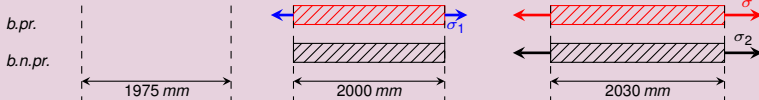


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. :** $\sigma - \sigma_1 \simeq 3.902 - 3.185$
- Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

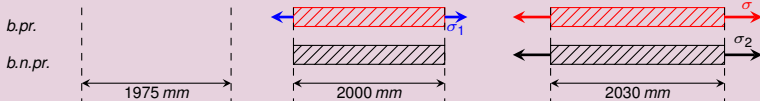


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. :** $\sigma - \sigma_1 \simeq 3.902 - 3.185 \simeq 0.717 \text{ GPa}$
- Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

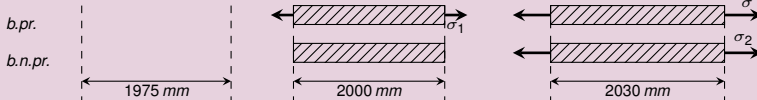


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 \simeq 3.902 - 3.185 \simeq 0.717 \text{ GPa}$**
- Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

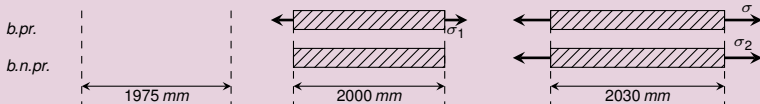


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. :** $\sigma - \sigma_1 \simeq 3.902 - 3.185 \simeq 0.717 \text{ GPa} \ll \sigma_2$.
- Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

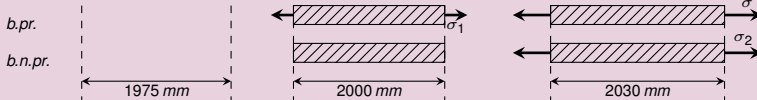


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 \simeq 3.902 - 3.185 \simeq 0.717 \text{ GPa} \ll \sigma_2$.**
- Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

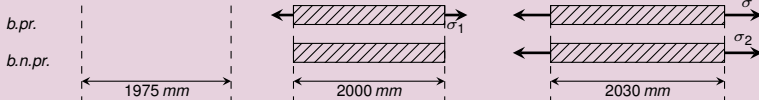


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 \simeq 3.902 - 3.185 \simeq 0.717 \text{ GPa} \ll \sigma_2$.**
- Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

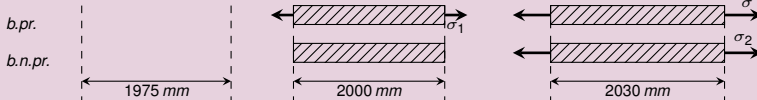


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- **Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 \simeq 3.902 - 3.185 \simeq 0.717 \text{ GPa} \ll \sigma_2$.**
- **Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.**
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes.

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes

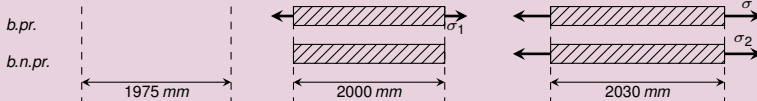


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 \simeq 3.902 - 3.185 \simeq 0.717 \text{ GPa} \ll \sigma_2$.
- Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes. *Celles-ci seront donc plus faciles à travailler que les barres relâchées.*

Corrigé exercice 3 b2)

Expérience des deux barres : contraintes



	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Incrément de contrainte b. pr. : $\sigma - \sigma_1 \simeq 3.902 - 3.185 \simeq 0.717 \text{ GPa} \ll \sigma_2$.
- Si le domaine plastique est atteint, l'incrément de contrainte pour mener des barres d'une longueur de départ à une longueur d'arrivée est différent si les barres sont relâchées ou précontraintes.
- Comme c'est dans sa partie élastique que l'étirage nécessite le plus de force, l'essentiel de l'effort aura déjà été consenti pour les barres précontraintes. Celles-ci seront donc plus faciles à travailler que les barres relâchées.

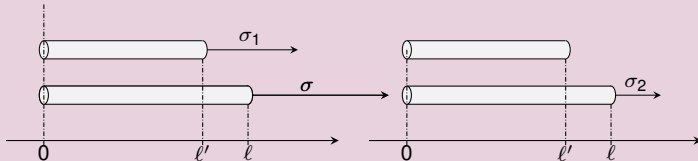
Enoncé exercice 3 b)

Expérience des deux barres en plasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :

tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.01 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n = 0.26 -$

- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte. On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .



- 3) Que se passerait-il si le coefficient d'écrouissage n du matériau était quasiment nul ?

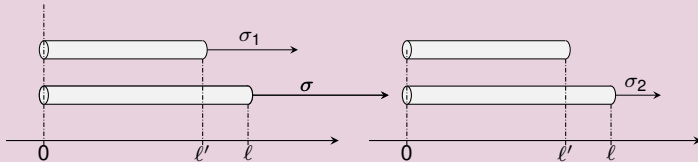
Enoncé exercice 3 b)

Expérience des deux barres en plasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000 \text{ mm}$ et de même matière :

tx. de déf. réel en lim. élas.	module d'Young	coeff. d'écr.
$\varepsilon_e = 0.01 -$	$E = 300 \text{ GPa}$	$n \approx 0 -$

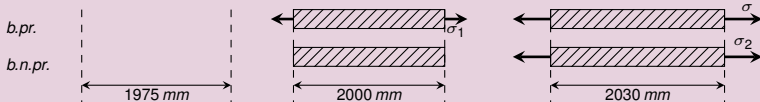
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte. On les étire à une long. commune $\ell = 2030 \text{ mm}$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .



- 3) Que se passerait-il si le coefficient d'écrouissage n du matériau était quasiment nul ?

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

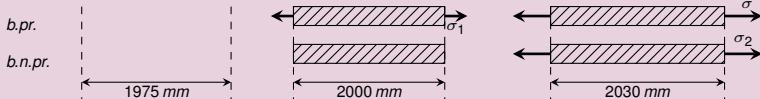


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K\varepsilon^n$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

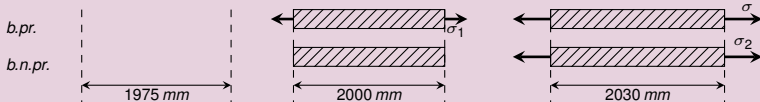


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K\varepsilon^n$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

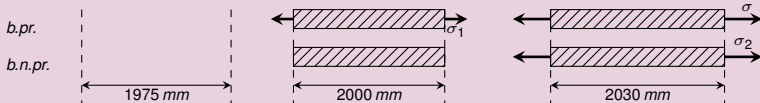


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K\varepsilon^0$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal



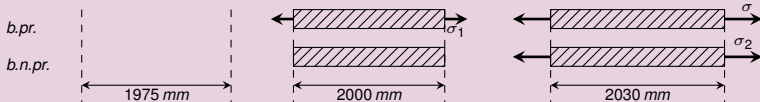
	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K\varepsilon^0$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Que se passe-t-il quand on élève à la puissance zéro un nombre > 0 ?

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal



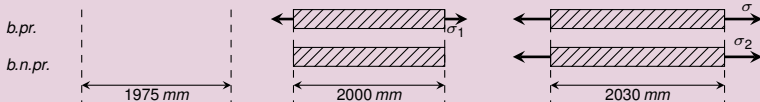
	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K$
- L'incrément de contrainte pour la b. pr. est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Que se passe-t-il quand on élève à la puissance zéro un nombre > 0 ?

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

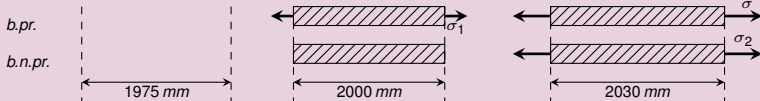


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K = c^{ste}$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal



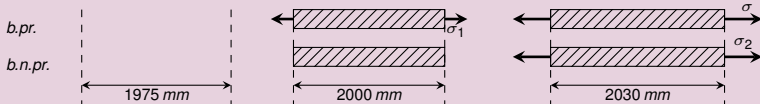
	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K = c^{ste}$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Que vaut cette constante ?

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

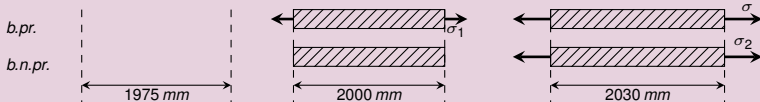


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K = C^{ste} = \sigma_e$
- L'incrément de ctrnt. pour la *b. pr.* est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

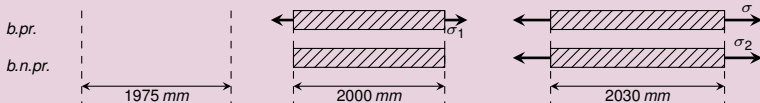


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq 3.185 \text{ GPa}$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K = c^{\text{ste}} = \sigma_e$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

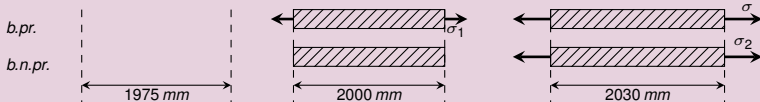


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq \sigma_e$	$\sigma \simeq 3.902 \text{ GPa}$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K = c^{ste} = \sigma_e$
- L'incrément de contrainte pour la b. pr. est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

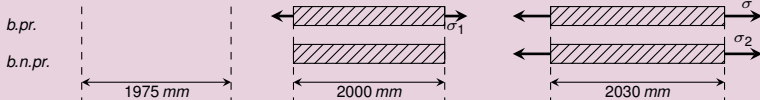


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq \sigma_e$	$\sigma \simeq \sigma_e$	$\sigma_2 \simeq 3.327 \text{ GPa}$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K = c^{ste} = \sigma_e$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul :
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

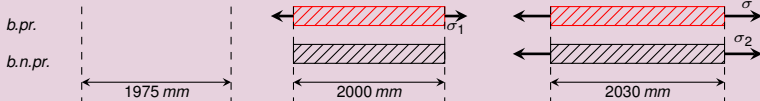


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq \sigma_e$	$\sigma \simeq \sigma_e$	$\sigma_2 \simeq \sigma_e$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K = c^{ste} = \sigma_e$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul : $\sigma_1 \simeq \sigma_e$ et $\sigma_2 \simeq \sigma_e = 0$
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

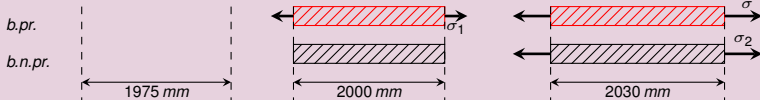


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq \sigma_e$	$\sigma \simeq \sigma_e$	$\sigma_2 \simeq \sigma_e$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K = c^{ste} = \sigma_e$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul : $\sigma - \sigma_1 \approx \sigma_e - \sigma_e = 0$
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

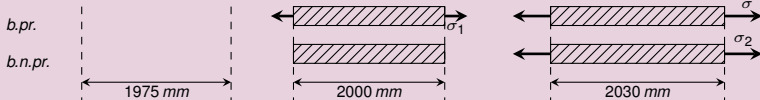


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik
calculer σ	$\sigma_1 \simeq \sigma_e$	$\sigma \simeq \sigma_e$	$\sigma_2 \simeq \sigma_e$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K = c^{ste} = \sigma_e$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul : $\sigma - \sigma_1 \approx \sigma_e - \sigma_e = 0$
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 3 b3)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal



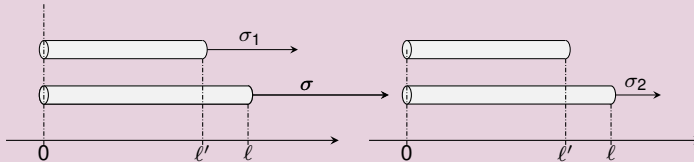
	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \Rightarrow \text{Ludwik}$
calculer σ	$\sigma_1 \simeq \sigma_e$	$\sigma \simeq \sigma_e$	$\sigma_2 \simeq \sigma_e$

- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K = c^{ste} = \sigma_e$
- L'incrément de ctrnt. pour la b. pr. est donc presque nul : $\sigma - \sigma_1 \approx \sigma_e - \sigma_e = 0$
- Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un **matériau plastiquement idéal** est donc **infinitement** plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Enoncé exercice 3 b)

Expérience des deux barres en plasticité

- On a deux barres de même longueur $\ell' = 2000$ mm et de même matière. La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte. On les étire à une long. commune $\ell = 2030$ mm : niveaux de contrainte : σ et σ_2 .



- 4) Une machine de traction n'est généralement pas pilotée en fonction de la contrainte réelle qu'elle applique mais en fonction de la force de traction F qu'elle développe :
- Pouvez-vous calculer le réglage de cette force en fin d'opération pour la barre précontrainte.
 - S'il vous manque une information partez du principe que l'alliage est incompressible.

Corrigé exercice 3 b4)

Mesure de la force

- La force s'obtient en multipliant la contrainte $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ par la surface S de la surface droite de la barre en fin d'expérience, *or la surface S est inconnue. !*

$$F = \sigma S \quad (18)$$

- En cours de traction, la surface droite diminue à partir de sa valeur initiale $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2 \simeq \frac{3.14}{4} \times 50^2 \simeq 1963 \text{ mm}^2$.

Corrigé exercice 3 b4)

Mesure de la force

- La force s'obtient en multipliant la contrainte $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ par la surface S de la surface droite de la barre en fin d'expérience, or la surface S est **inconnue** !

$$F = \sigma S \quad (18)$$

- En cours de traction, la surface droite diminue à partir de sa valeur initiale $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2 \simeq \frac{3.14}{4} \times 50^2 \simeq 1963 \text{ mm}^2$. Si le corps est étiré, on anticipe la diminution de S par l'équation de conservation du volume :

$$S_0 l_0 = S l$$

où $l_0 = 1975 \text{ mm}$ et $l = 2030 \text{ mm}$. On trouve pour S :

$$S = 1853 \text{ mm}^2$$

Corrigé exercice 3 b4)

Mesure de la force

- La force s'obtient en multipliant la contrainte $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ par la surface S de la surface droite de la barre en fin d'expérience, or la surface S est **inconnue** !

$$F = \sigma S \quad (18)$$

- En cours de traction, la surface droite diminue à partir de sa valeur initiale $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2 \simeq \frac{3.14}{4} \times 50^2 \simeq 1963 \text{ mm}^2$. Si le corps est incompressible, on anticipe la diminution de S par l'équation de conservation du volume :

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

où $\ell_0 = 1'975 \text{ mm}$ et $\ell = 2030 \text{ mm}$. On résoud pour S il vient :

$$S = \frac{S_0 \ell_0}{\ell}$$

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (18), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 \quad (19)$$

Corrigé exercice 3 b4)

Mesure de la force

- La force s'obtient en multipliant la contrainte $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ par la surface S de la surface droite de la barre en fin d'expérience, or la surface S est **inconnue** !

$$F = \sigma S \quad (18)$$

- En cours de traction, la surface droite diminue à partir de sa valeur initiale $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2 \simeq \frac{3.14}{4} \times 50^2 \simeq 1963 \text{ mm}^2$. Si le corps est incompressible, on anticipe la diminution de S par l'équation de conservation du volume :

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

où $\ell_0 = 1'975 \text{ mm}$ et $\ell = 2030 \text{ mm}$. On résoud pour S il vient :

$$S = \frac{S_0 \ell_0}{\ell} \simeq \frac{1963 \times 1975}{2030} \simeq 1909 \text{ mm}^2$$

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (18), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 \quad (19)$$

Corrigé exercice 3 b4)

Mesure de la force

- La force s'obtient en multipliant la contrainte $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ par la surface S de la surface droite de la barre en fin d'expérience, or la surface S est **inconnue** !

$$F = \sigma S \quad (18)$$

- En cours de traction, la surface droite diminue à partir de sa valeur initiale $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2 \simeq \frac{3.14}{4} \times 50^2 \simeq 1963 \text{ mm}^2$. Si le corps est incompressible, on anticipe la diminution de S par l'équation de conservation du volume :

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

où $\ell_0 = 1'975 \text{ mm}$ et $\ell = 2030 \text{ mm}$. On résoud pour S il vient :

$$S = \frac{S_0 \ell_0}{\ell} \simeq \frac{1963 \times 1975}{2030} \simeq 1909 \text{ mm}^2.$$

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (18), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 \quad (19)$$

Corrigé exercice 3 b4)

Mesure de la force

- La force s'obtient en multipliant la contrainte $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ par la surface S de la surface droite de la barre en fin d'expérience, or la surface S est **inconnue** !

$$F = \sigma S \quad (18)$$

- En cours de traction, la surface droite diminue à partir de sa valeur initiale $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2 \simeq \frac{3.14}{4} \times 50^2 \simeq 1963 \text{ mm}^2$. Si le corps est incompressible, on anticipe la diminution de S par l'équation de conservation du volume :

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

où $\ell_0 = 1'975 \text{ mm}$ et $\ell = 2030 \text{ mm}$. On résoud pour S il vient :

$$S = \frac{S_0 \ell_0}{\ell} \simeq \frac{1963 \times 1975}{2030} \simeq 1909 \text{ mm}^2.$$

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (18), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 \quad (19)$$

Corrigé exercice 3 b4)

Mesure de la force

- La force s'obtient en multipliant la contrainte $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ par la surface S de la surface droite de la barre en fin d'expérience, or la surface S est **inconnue** !

$$F = \sigma S \quad (18)$$

- En cours de traction, la surface droite diminue à partir de sa valeur initiale $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2 \simeq \frac{3.14}{4} \times 50^2 \simeq 1963 \text{ mm}^2$. Si le corps est incompressible, on anticipe la diminution de S par l'équation de conservation du volume :

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

où $\ell_0 = 1'975 \text{ mm}$ et $\ell = 2030 \text{ mm}$. On résoud pour S il vient :

$$S = \frac{S_0 \ell_0}{\ell} \simeq \frac{1963 \times 1975}{2030} \simeq 1909 \text{ mm}^2.$$

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (18), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 = 7'452 \text{ kN} \simeq 7'450 \text{ kN} \quad (19)$$

Corrigé exercice 3 b4)

Mesure de la force

- La force s'obtient en multipliant la contrainte $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ par la surface S de la surface droite de la barre en fin d'expérience, or la surface S est **inconnue** !

$$F = \sigma S \quad (18)$$

- En cours de traction, la surface droite diminue à partir de sa valeur initiale $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2 \simeq \frac{3.14}{4} \times 50^2 \simeq 1963 \text{ mm}^2$. Si le corps est incompressible, on anticipe la diminution de S par l'équation de conservation du volume :

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

où $\ell_0 = 1'975 \text{ mm}$ et $\ell = 2030 \text{ mm}$. On résoud pour S il vient :

$$S = \frac{S_0 \ell_0}{\ell} \simeq \frac{1963 \times 1975}{2030} \simeq 1909 \text{ mm}^2.$$

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (18), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 = 7'452 \text{ kN} = 7.452 \text{ MN}. \quad (19)$$

Corrigé exercice 3 b4)

Mesure de la force

- La force s'obtient en multipliant la contrainte $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ par la surface S de la surface droite de la barre en fin d'expérience, or la surface S est **inconnue** !

$$F = \sigma S \quad (18)$$

- En cours de traction, la surface droite diminue à partir de sa valeur initiale $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2 \simeq \frac{3.14}{4} \times 50^2 \simeq 1963 \text{ mm}^2$. Si le corps est incompressible, on anticipe la diminution de S par l'équation de conservation du volume :

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

où $\ell_0 = 1'975 \text{ mm}$ et $\ell = 2030 \text{ mm}$. On résoud pour S il vient :

$$S = \frac{S_0 \ell_0}{\ell} \simeq \frac{1963 \times 1975}{2030} \simeq 1909 \text{ mm}^2.$$

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (18), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 = 7'452 \text{ kN} = 7.452 \text{ MN}. \quad (19)$$

Corrigé exercice 3 b4)

Mesure de la force

- La force s'obtient en multipliant la contrainte $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ par la surface S de la surface droite de la barre en fin d'expérience, or la surface S est **inconnue** !

$$F = \sigma S \quad (18)$$

- En cours de traction, la surface droite diminue à partir de sa valeur initiale $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2 \simeq \frac{3.14}{4} \times 50^2 \simeq 1963 \text{ mm}^2$. Si le corps est incompressible, on anticipe la diminution de S par l'équation de conservation du volume :

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

où $\ell_0 = 1'975 \text{ mm}$ et $\ell = 2030 \text{ mm}$. On résoud pour S il vient :

$$S = \frac{S_0 \ell_0}{\ell} \simeq \frac{1963 \times 1975}{2030} \simeq 1909 \text{ mm}^2.$$

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (18), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 = 7'452 \text{ kN} = 7.452 \text{ MN}. \quad (19)$$