Procédés de fabrication I - IGI, série 2

20 octobre 2023

Enoncé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

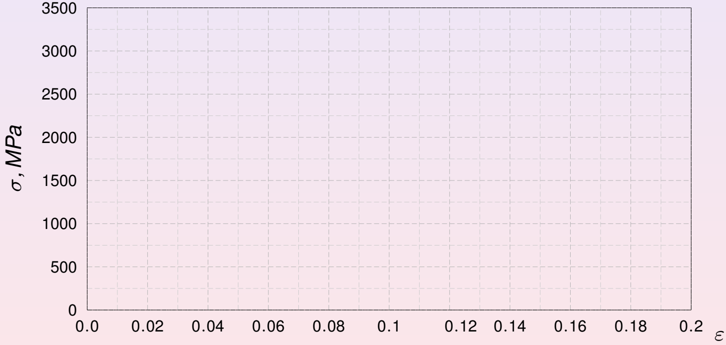
Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100\ GPa$	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

a) *Esquissez la courbe de traction réelle de ce matériau.*

Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

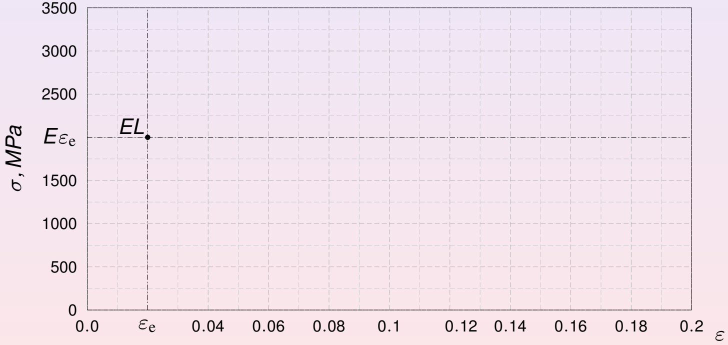
- *On place le point* $EL(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine.*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

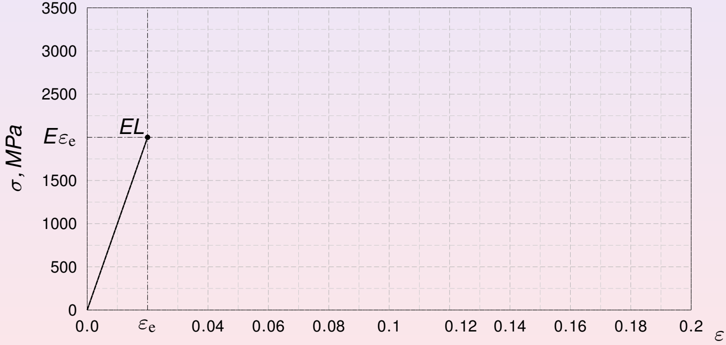
- *On place le point EL*$(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine.*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

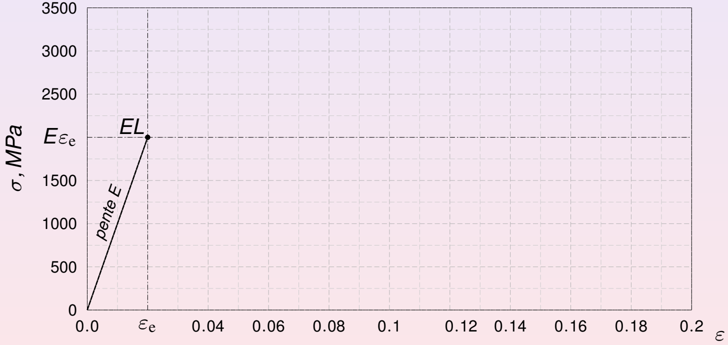
- *On place le point EL*$(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine.*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

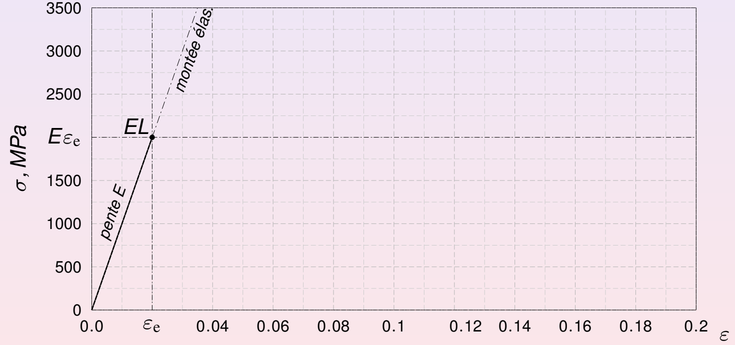
- *On place le point EL*$(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine.* *Entre les abscisses* ε_e *et* ε_{ult}



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

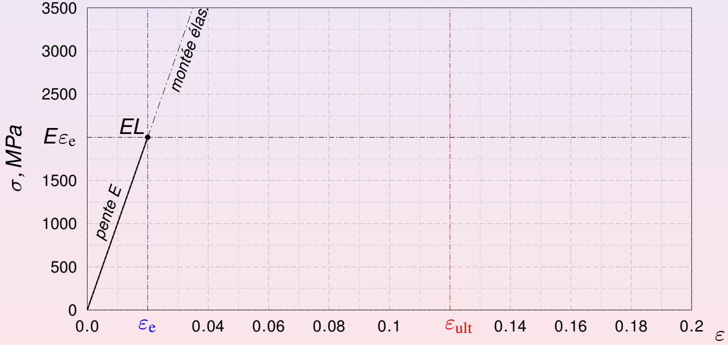
- *On place le point EL($\varepsilon_e, E\varepsilon_e$) et on le relie à l'origine.* *Entre les abscisses ε_e et ε_{ult} on prolonge la courbe par le graphe de $\varepsilon \to K\varepsilon^n$ avec*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

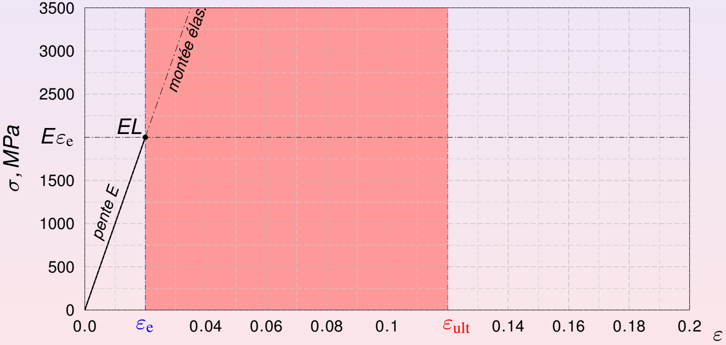
- *On place le point EL*$(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine. Entre les abscisses* ε_e *et* ε_{ult} *on prolonge la courbe par le graphe de* $\varepsilon \to K\varepsilon^n$ *avec* $K = E\varepsilon_e^{1-n} = 100 \times 0.02^{0.8} \approx 4.373$ *GPa.*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

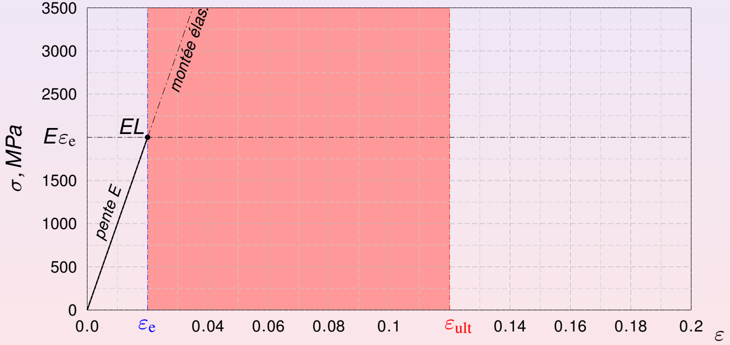
- *On place le point EL*$(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine. Entre les abscisses* ε_e *et* ε_{ult} *on prolonge la courbe par le graphe de* $\varepsilon \to K\varepsilon^n$ *avec* $K = E\varepsilon_e^{1-n} = 100 \times 0.02^{0.8} \approx 4.373$ *GPa.*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

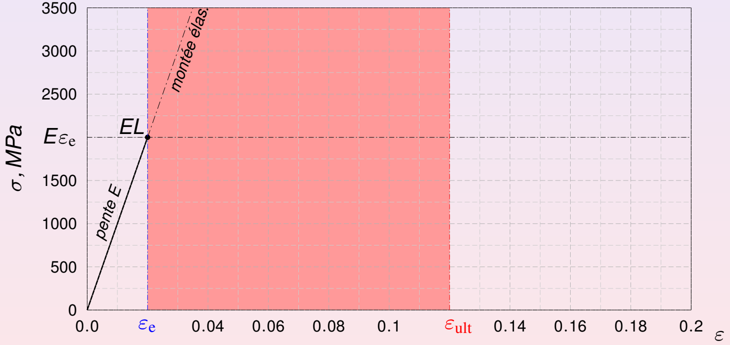
- *On place le point EL*$(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine. Entre les abscisses* ε_e *et* ε_{ult} *on prolonge la courbe par le graphe de* $\varepsilon \to K\varepsilon^n$ *avec* $K = E\varepsilon_e^{1-n} = 100 \times 0.02^{0.8} \approx 4.373$ *GPa.*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

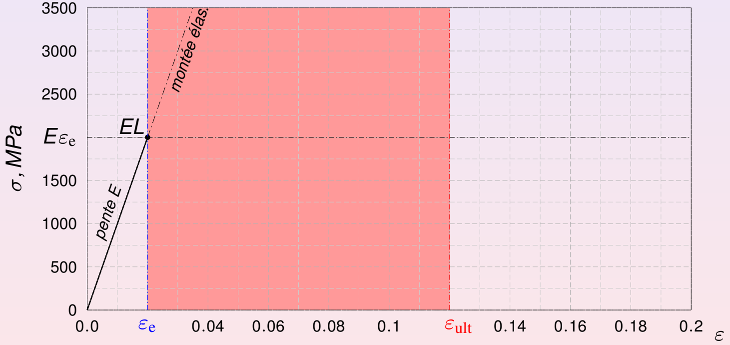
- *On place le point EL*$(\varepsilon_{\mathrm{e}}, E\varepsilon_{\mathrm{e}})$ *et on le relie à l'origine. Entre les abscisses* ε_{e} *et* $\varepsilon_{\mathrm{ult}}$ *on prolonge la courbe par le graphe de* $\varepsilon \to K\varepsilon^n$ *avec* $K = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n} = 100 \times 0.02^{0.8} \approx 4.373$ *GPa.*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

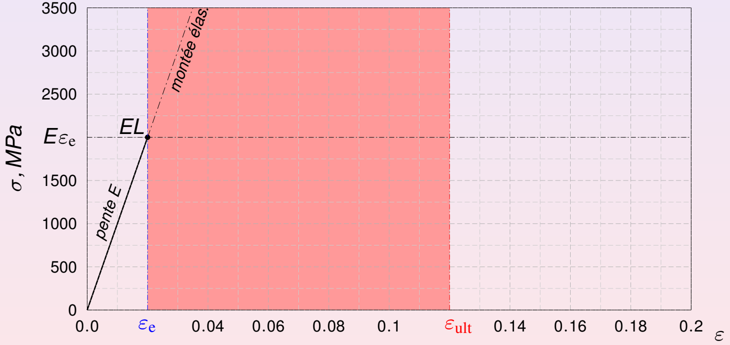
- *On place le point* $EL(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine. Entre les abscisses* ε_e *et* ε_{ult} *on prolonge la courbe par le graphe de* $\varepsilon \to K\varepsilon^n$ *avec* $K = E\varepsilon_e^{1-n} = 100 \times 0.02^{0.8} \approx 4.373\ GPa$.



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

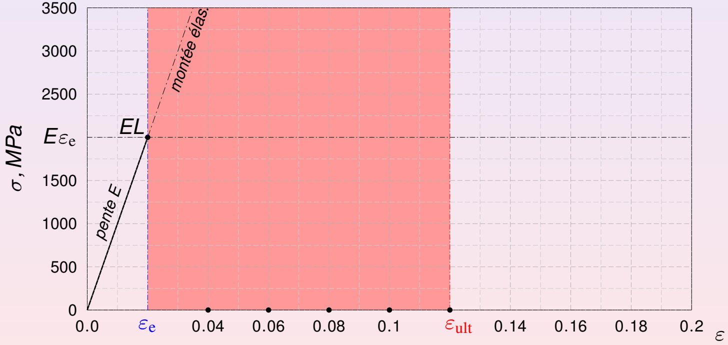
- *On place le point* $EL(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine. Entre les abscisses* ε_e *et* ε_{ult} *on prolonge la courbe par le graphe de* $\varepsilon \to K\varepsilon^n$ *avec* $K = E\varepsilon_e^{1-n} = 100 \times 0.02^{0.8} \approx 4.373$ *GPa.*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

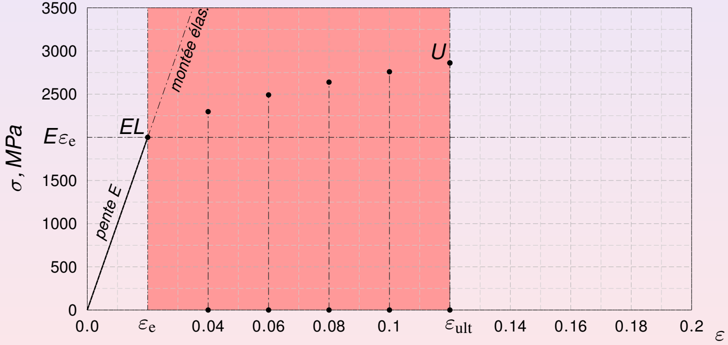
- *On place le point EL*$(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine. Entre les abscisses* ε_e *et* ε_{ult} *on prolonge la courbe par le graphe de* $\varepsilon \to K\varepsilon^n$ *avec* $K = E\varepsilon_e^{1-n} = 100 \times 0.02^{0.8} \approx 4.373$ *GPa.*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

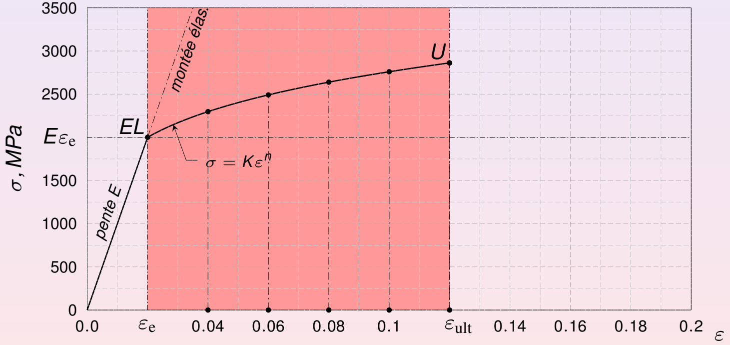
- *On place le point EL*$(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine. Entre les abscisses* ε_e *et* ε_{ult} *on prolonge la courbe par le graphe de* $\varepsilon \to K\varepsilon^n$ *avec* $K = E\varepsilon_e^{1-n} = 100 \times 0.02^{0.8} \approx 4.373$ *GPa.*



Corrigé exercice 1 a)

Courbe de traction réelle

- *On place le point EL*$(\varepsilon_e, E\varepsilon_e)$ *et on le relie à l'origine. Entre les abscisses* ε_e *et* ε_{ult} *on prolonge la courbe par le graphe de* $\varepsilon \to K\varepsilon^n$ *avec* $K = E\varepsilon_e^{1-n} = 100 \times 0.02^{0.8} \approx 4.373$ *GPa.*



Enoncé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100$ *GPa*	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

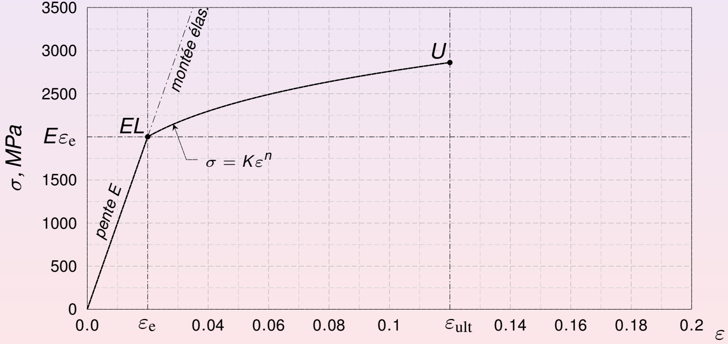
b) *Calculez la contrainte de traction ultime* σ_{ult}.

Corrigé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La contrainte ultime se lit sur la courbe de traction réelle.* *On trouve que*

$$\sigma_{\mathrm{ult}} = K{\varepsilon_{\mathrm{ult}}}^n \simeq 4.373 \times 0.12^{0.2} \simeq 2.861 \text{ GPa} = 2861 \text{ MPa}$$

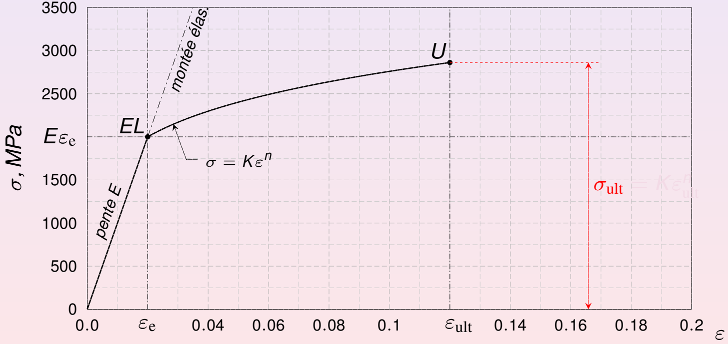


Corrigé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La contrainte ultime se lit sur la courbe de traction réelle.* On trouve que

$$\sigma_{\text{ult}} = K{\varepsilon_{\text{ult}}}^n \simeq 4.373 \times 0.12^{0.2} \simeq 2.861 \text{ GPa} = 2861 \text{ MPa}$$

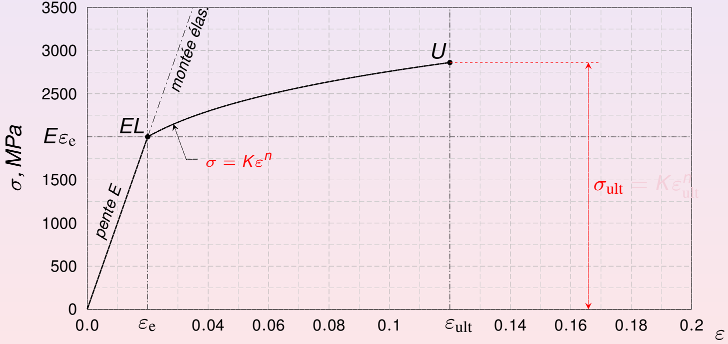


Corrigé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La contrainte ultime se lit sur la courbe de traction réelle.* *On trouve que*

$$\sigma_{\text{ult}} = K{\varepsilon_{\text{ult}}}^{n} \simeq 4.373 \times 0.12^{0.2} \simeq 2.861 \text{ GPa} = 2861 \text{ MPa}$$

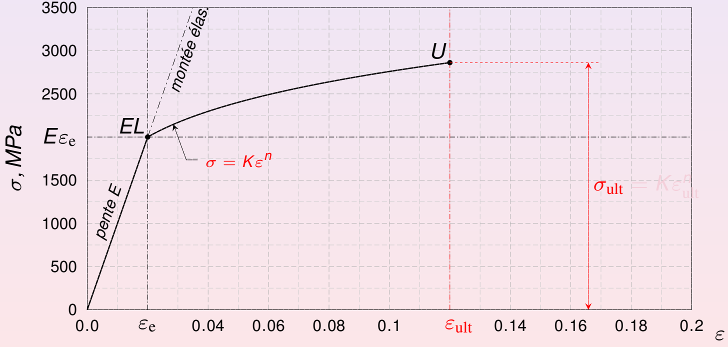


Corrigé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La contrainte ultime se lit sur la courbe de traction réelle.* On trouve que

$$\sigma_{\mathrm{ult}} = K{\varepsilon_{\mathrm{ult}}}^{n} \approx 4.373 \times 0.12^{0.2} \approx 2.861 \text{ GPa} = 2861 \text{ MPa}$$

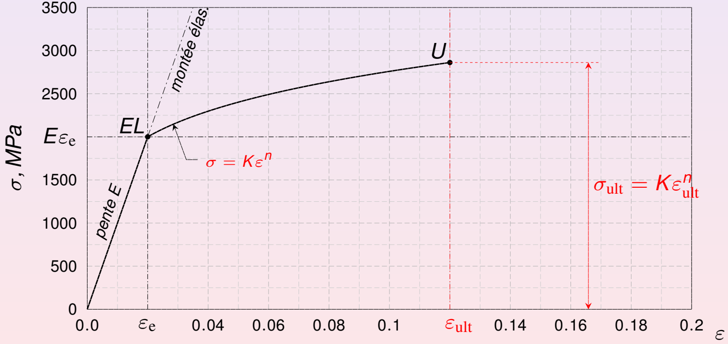


Corrigé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La contrainte ultime se lit sur la courbe de traction réelle.* On trouve que

$$\sigma_{\mathrm{ult}} = K{\varepsilon_{\mathrm{ult}}}^{n} \approx 4.373 \times 0.12^{0.2} \approx 2.861 \text{ GPa} = 2861 \text{ MPa}$$

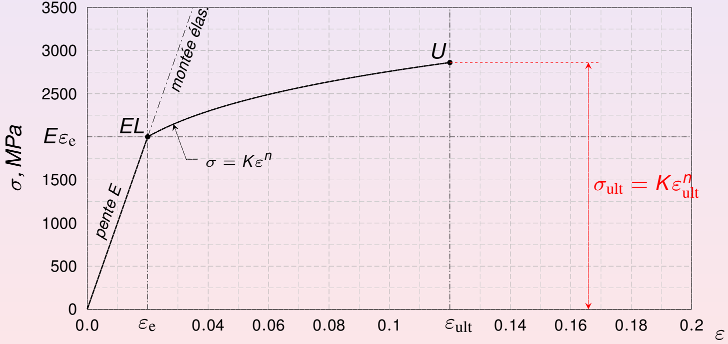


Corrigé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La contrainte ultime se lit sur la courbe de traction réelle. On trouve que*

$$\sigma_{\text{ult}} = K{\varepsilon_{\text{ult}}}^{n} \approx 4.373 \times 0.12^{0.2} \approx 2.861\ GPa = 2861\ MPa$$

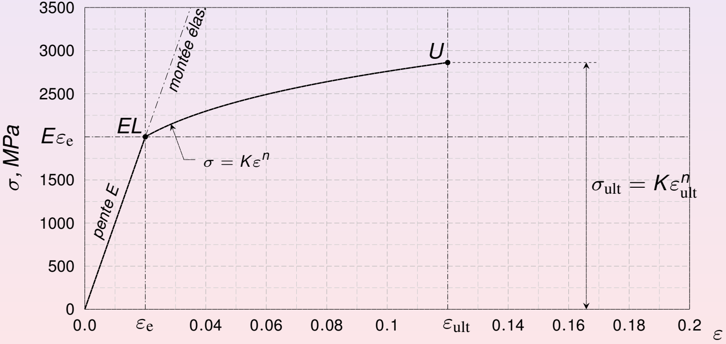


Corrigé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La contrainte ultime se lit sur la courbe de traction réelle. On trouve que*

$$\sigma_{\mathrm{ult}} = K{\varepsilon_{\mathrm{ult}}}^{n} \approx 4.373 \times 0.12^{0.2} \approx 2.861\ GPa = 2861\ MPa$$

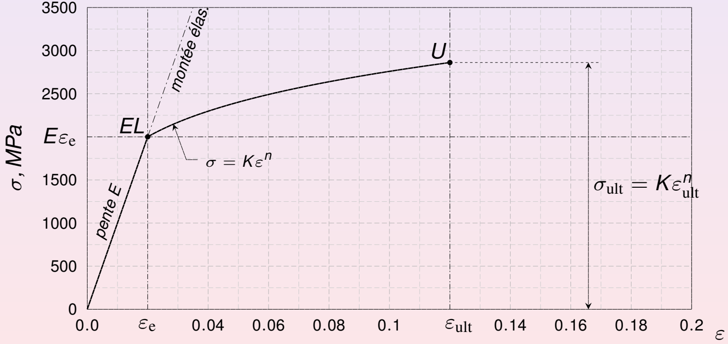


Corrigé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La contrainte ultime se lit sur la courbe de traction réelle. On trouve que*

$$\sigma_{\mathrm{ult}} = K{\varepsilon_{\mathrm{ult}}}^{n} \approx 4.373 \times 0.12^{0.2} \approx 2.861\ GPa = 2861\ MPa$$

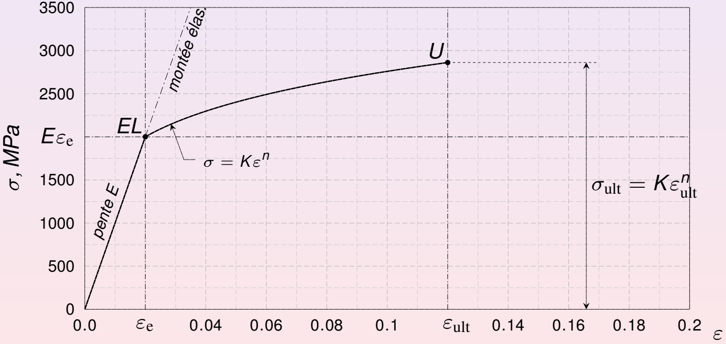


Corrigé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La contrainte ultime se lit sur la courbe de traction réelle. On trouve que*

$$\sigma_{\text{ult}} = K{\varepsilon_{\text{ult}}}^{n} \approx 4.373 \times 0.12^{0.2} \approx 2.861\ GPa = 2861\ MPa$$

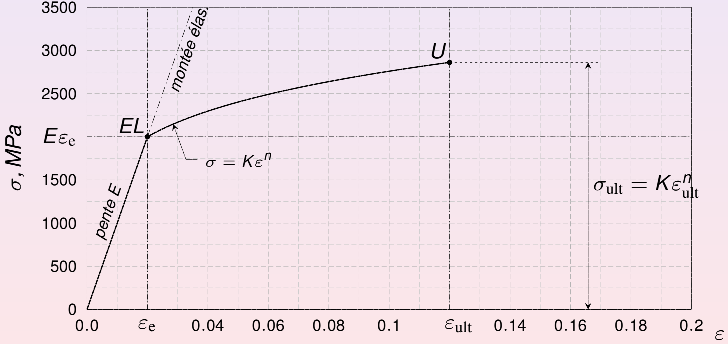


Corrigé exercice 1 b)

Contrainte ultime

- *La contrainte ultime se lit sur la courbe de traction réelle. On trouve que*

$$\sigma_{\text{ult}} = K{\varepsilon_{\text{ult}}}^{n} \approx 4.373 \times 0.12^{0.2} \approx 2.861\ GPa = 2861\ MPa$$



Enoncé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

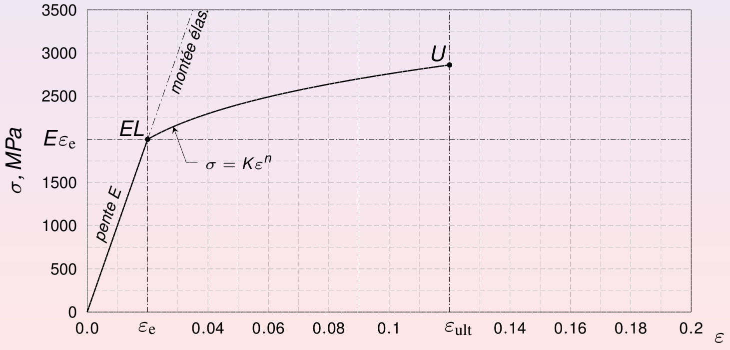
Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100$ *GPa*	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

c) *Votre client vous demande de mettre les barres en traction de façon à les allonger de façon permanente à la longueur $\ell_{\mathrm{p}} = 112$ mm. Montrer graphiquement que cela est impossible en une seule opération.*

Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

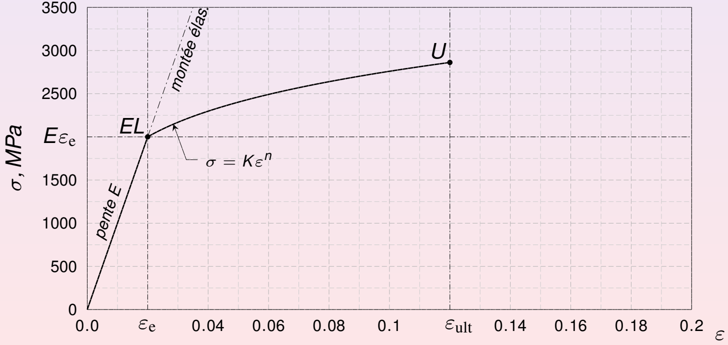
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_p = \ln \frac{l_p}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$, *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_p, 0.0)$ *dans le graphe.*



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

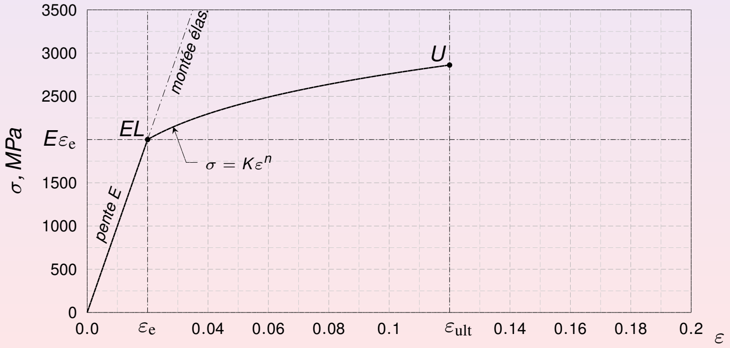
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_{\mathrm{p}} = \ln \frac{l_{\mathrm{p}}}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$. *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_{\mathrm{p}}, 0.0)$ *dans le graphe.*



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

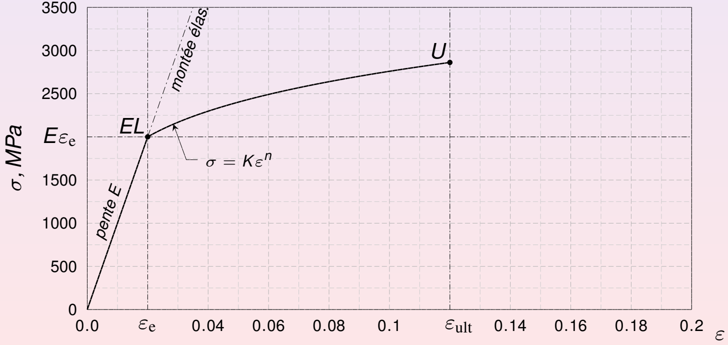
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_p = \ln \frac{l_p}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$. *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_p, 0.0)$ *dans le graphe.*



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

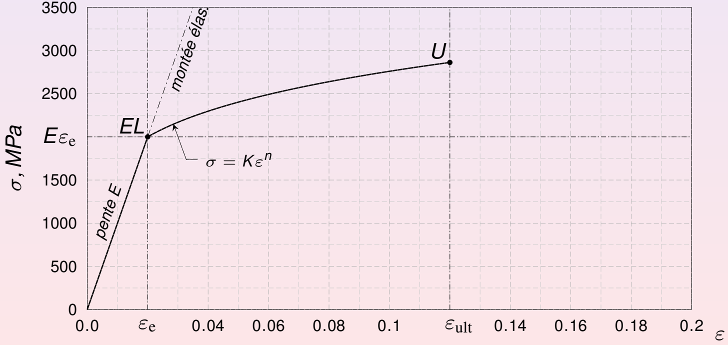
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_{\rm p} = \ln \frac{l_{\rm p}}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$. *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_{\rm p}, 0.0)$ *dans le graphe.*



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

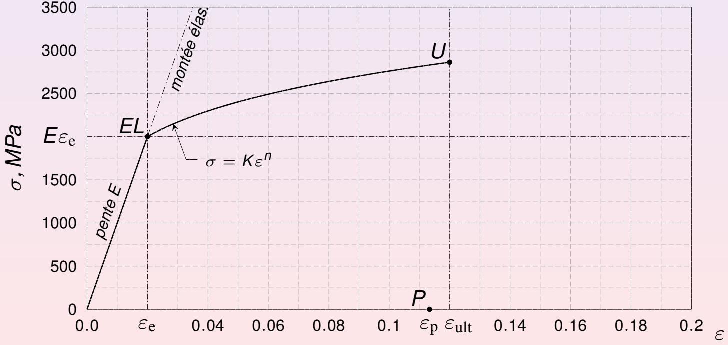
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_\mathrm{p} = \ln \frac{l_\mathrm{p}}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$. *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_\mathrm{p}, 0.0)$ *dans le graphe.* *Par P on mène une parallèle d à la montée élastique.*



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

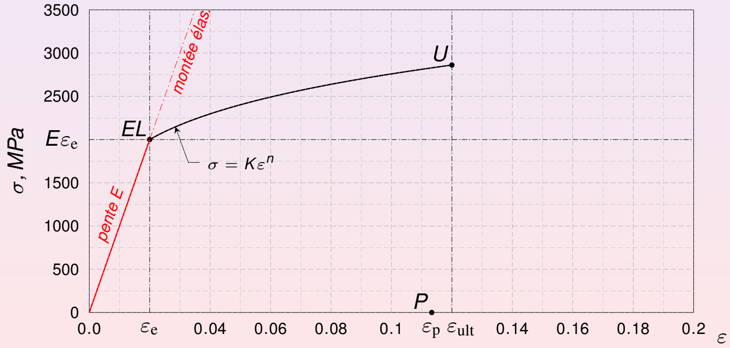
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_{\mathrm{p}} = \ln \frac{l_{\mathrm{p}}}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$. *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_{\mathrm{p}}, 0.0)$ *dans le graphe.* Par P on mène une parallèle d à la montée élastique.



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

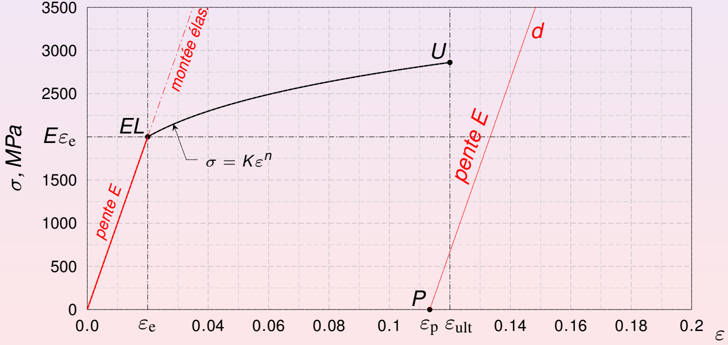
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_p = \ln \frac{l_p}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332.$ *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_p, 0.0)$ *dans le graphe. Par P on mène une parallèle d à la montée élastique.* *Cette droite n'a* ***pas d'intersection*** *avec la courbe de traction réelle.*



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

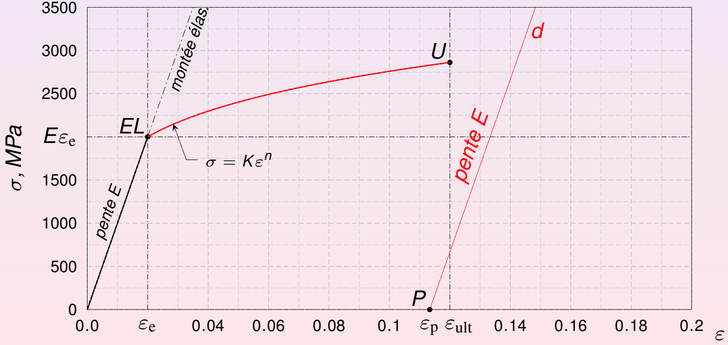
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_{\mathrm{p}} = \ln \frac{l_{\mathrm{p}}}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$. *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_{\mathrm{p}}, 0.0)$ *dans le graphe. Par P on mène une parallèle d à la montée élastique. Cette droite n'a* ***pas d'intersection*** *avec la courbe de traction réelle.*



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

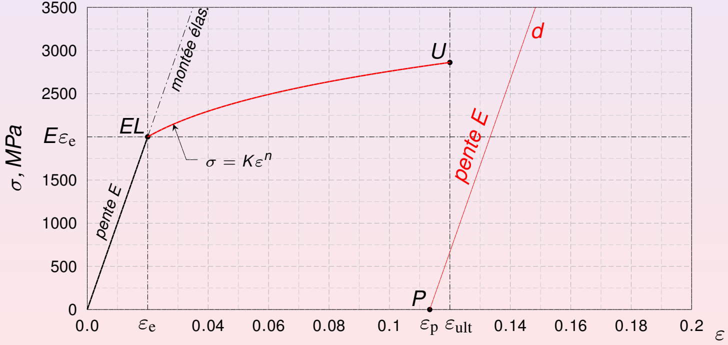
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_p = \ln \frac{l_p}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$. *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_p, 0.0)$ *dans le graphe. Par P on mène une parallèle d à la montée élastique. Cette droite n'a* ***pas d'intersection*** *avec la courbe de traction réelle. L'opération demandée est impossible. Il faudrait déformer la barre au-delà de sa rupture pour obtenir l'allongement demandé.*



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

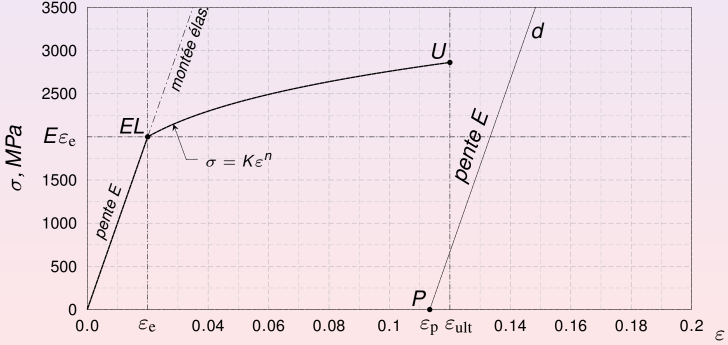
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_\mathrm{p} = \ln \frac{l_\mathrm{p}}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$. *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_\mathrm{p}, 0.0)$ *dans le graphe. Par P on mène une parallèle d à la montée élastique. Cette droite n'a* ***pas d'intersection*** *avec la courbe de traction réelle. L'opération demandée est impossible. Il faudrait déformer la barre au-delà de sa rupture pour obtenir l'allongement demandé.*



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

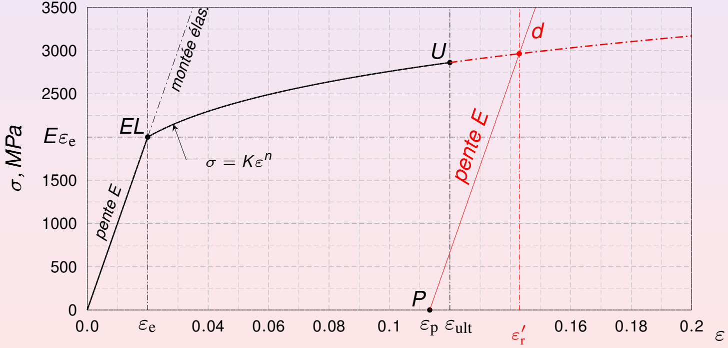
- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_p = \ln \frac{l_p}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$. *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_p, 0.0)$ *dans le graphe. Par P on mène une parallèle d à la montée élastique. Cette droite n'a* ***pas d'intersection*** *avec la courbe de traction réelle. L'opération demandée est impossible. Il faudrait déformer la barre* ***au-delà de sa ruputre*** *pour obtenir l'allongement demandé.*



Corrigé exercice 1 c)

Opération de formage impossible

- *Le taux de déformation permanent à atteindre est* $\varepsilon_p = \ln \frac{l_p}{l_0} = \ln \frac{112}{100} \approx 0.11332$. *on place le point P de coordonnées* $(\varepsilon_p, 0.0)$ *dans le graphe. Par P on mène une parallèle d à la montée élastique. Cette droite n'a **pas d'intersection** avec la courbe de traction réelle. L'opération demandée est impossible. Il faudrait déformer la barre **au-delà de sa ruputre** pour obtenir l'allongement demandé.*



Enoncé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

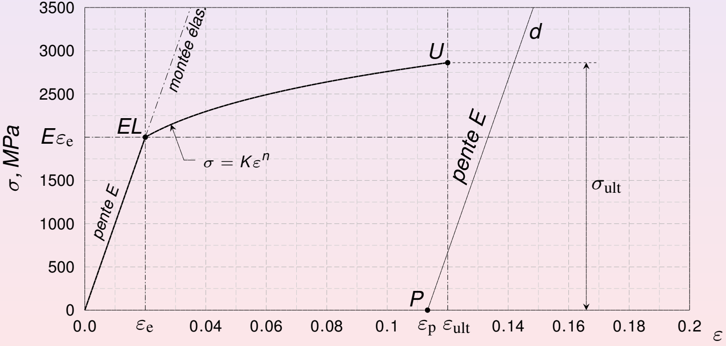
- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100$ *GPa*	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

d) *Déterminez graphiquement le plus grand taux de déformation $\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}$ que vous pouvez atteindre de façon permanente.*

Déformation permanente maximale

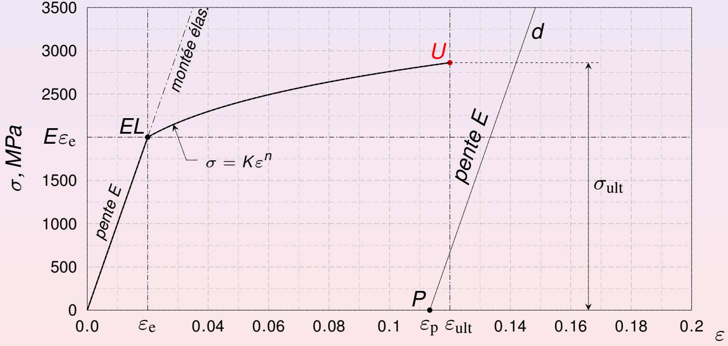
- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique*



Corrigé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

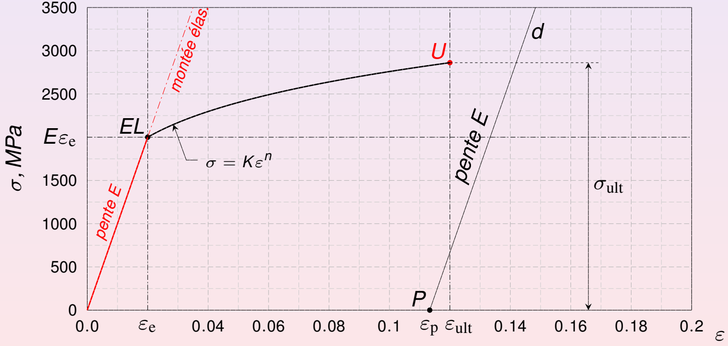
- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique*



Corrigé exercice 1 d)

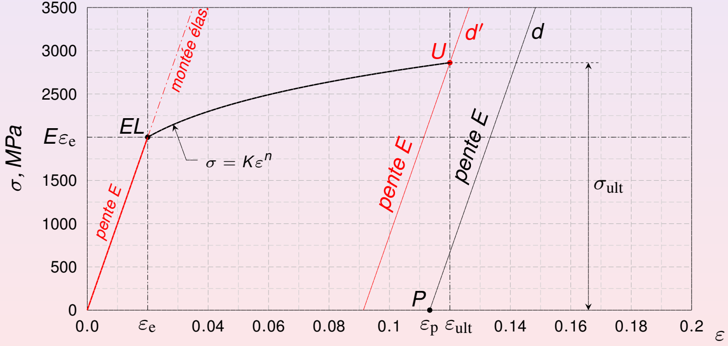
Déformation permanente maximale

- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique Cette droite coupe l'axe des ε en $(\varepsilon_{p;ult}, 0.0)$*



Déformation permanente maximale

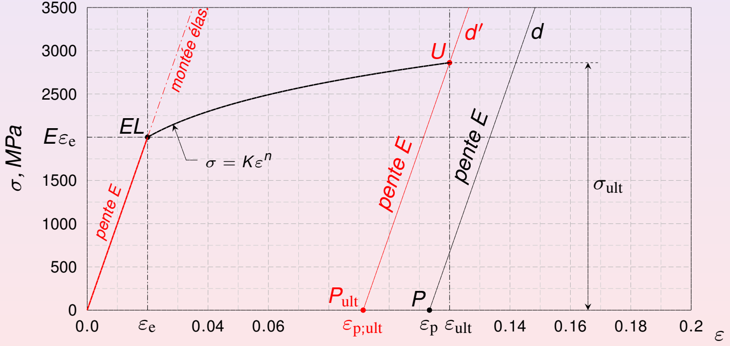
- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique* *Cette droite coupe l'axe des* ε *en* $(\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}, 0.0)$ *On sait que*



Corrigé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

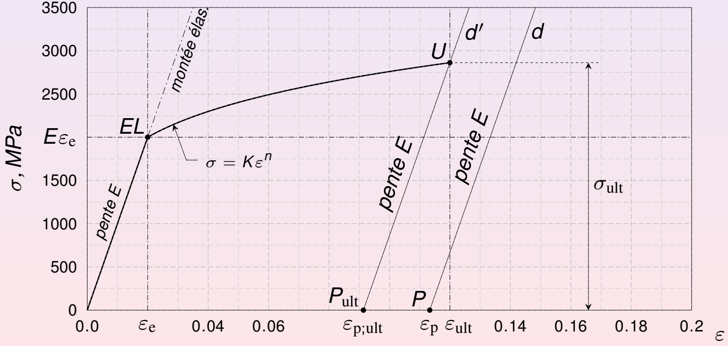
- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique Cette droite coupe l'axe des ε en* $(\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}, 0.0)$ *On voit que*



Corrigé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique Cette droite coupe l'axe des ε en $(\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}, 0.0)$ On voit que*

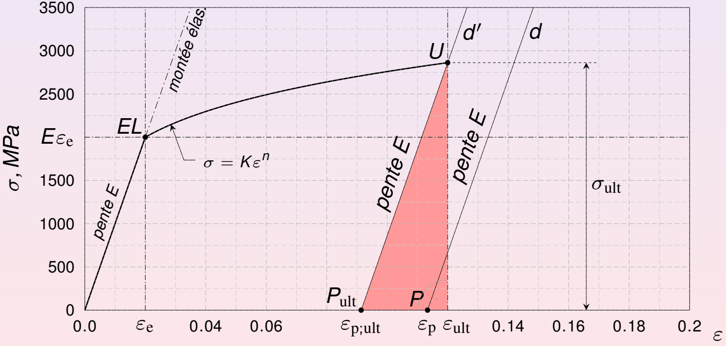


Corrigé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique Cette droite coupe l'axe des* ε *en* $(\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}, 0.0)$ *On voit que*

$$\varepsilon_{\mathrm{p;ult}} = \varepsilon_{\mathrm{ult}} - \frac{\sigma_{ult}}{E} \simeq 0.12 - \frac{2.861}{100} \simeq 0.0914$$

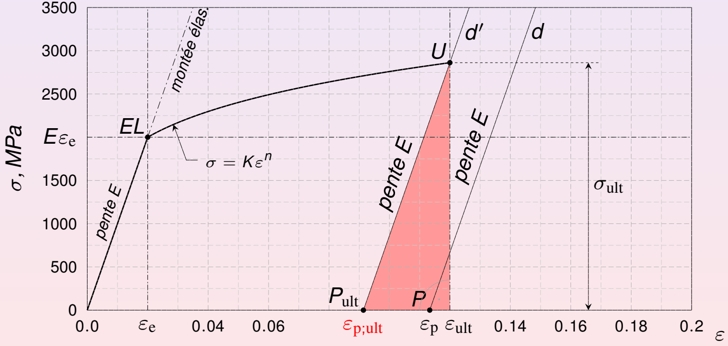


Corrigé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique Cette droite coupe l'axe des* ε *en* $(\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}, 0.0)$ *On voit que*

$$\varepsilon_{\mathrm{p;ult}} = \varepsilon_{\mathrm{ult}} - \frac{\sigma_{\mathrm{ult}}}{E} = 0.12 - \frac{2\,861}{100} = 0.094$$

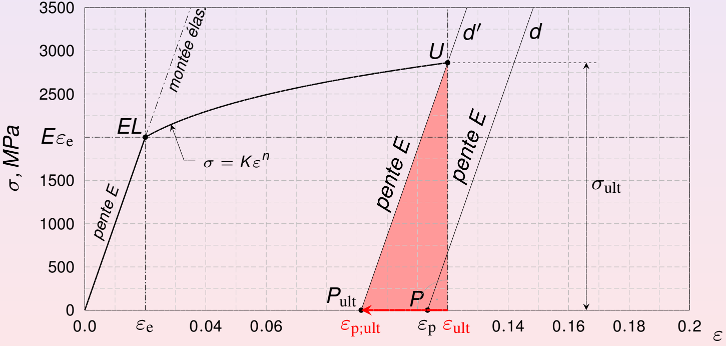


Corrigé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique Cette droite coupe l'axe des* ε *en* $(\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}, 0.0)$ *On voit que*

$$\varepsilon_{\mathrm{p;ult}} = \varepsilon_{\mathrm{ult}} - \frac{\sigma_{\mathrm{ult}}}{E}$$

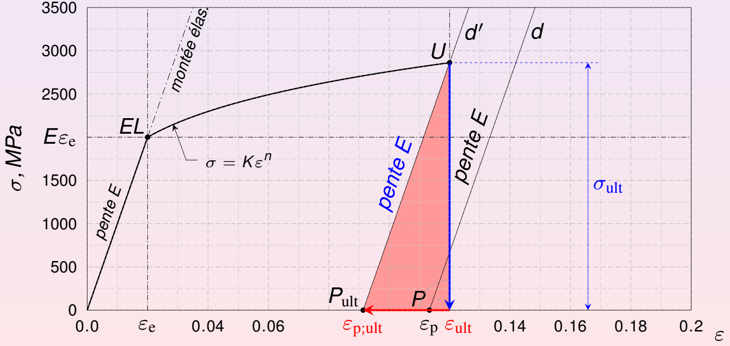


Corrigé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique Cette droite coupe l'axe des ε en $(\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}, 0.0)$ On voit que*

$$\varepsilon_{\mathrm{p;ult}} = \varepsilon_{\mathrm{ult}} - \frac{\sigma_{\mathrm{ult}}}{E} \approx 0.12 - \frac{2.861}{100} \approx 0.0914$$

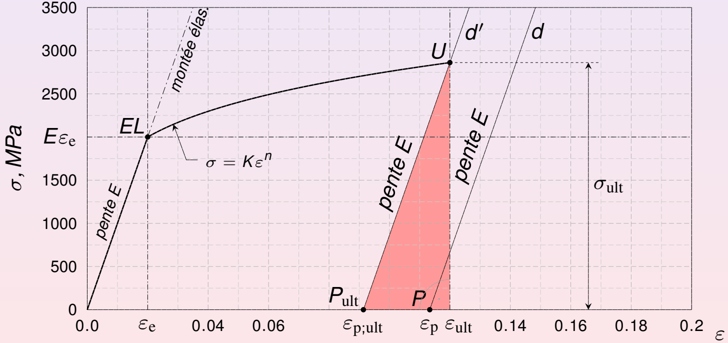


Corrigé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique Cette droite coupe l'axe des ε en* $(\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}, 0.0)$ *On voit que*

$$\varepsilon_{\mathrm{p;ult}} = \varepsilon_{\mathrm{ult}} - \frac{\sigma_{\mathrm{ult}}}{E} \approx 0.12 - \frac{2.861}{100} \approx 0.0914$$

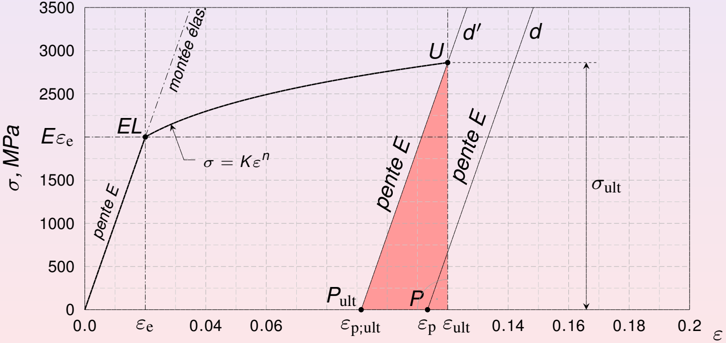


Corrigé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique Cette droite coupe l'axe des* ε *en* $(\varepsilon_{\text{p;ult}}, 0.0)$ *On voit que*

$$\varepsilon_{\text{p;ult}} = \varepsilon_{\text{ult}} - \frac{\sigma_{\text{ult}}}{E} \approx 0.12 - \frac{2.861}{100} \approx 0.0914$$

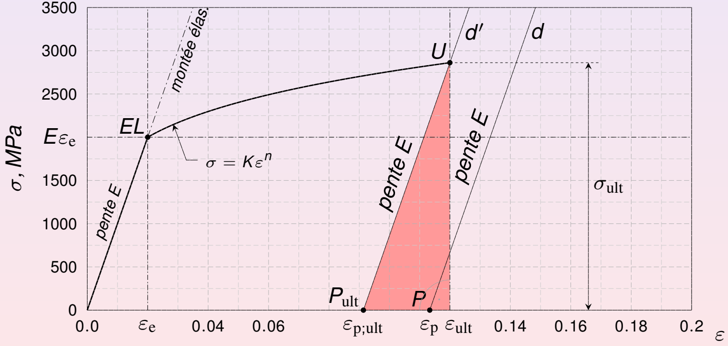


Corrigé exercice 1 d)

Déformation permanente maximale

- *On atteint la déformation permanente maximale théorique en relâchant au seuil de la rupture (point U). Par U on trace la droite parallèle à la montée élastique Cette droite coupe l'axe des* ε *en* $(\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}, 0.0)$ *On voit que*

$$\varepsilon_{\mathrm{p;ult}} = \varepsilon_{\mathrm{ult}} - \frac{\sigma_{\mathrm{ult}}}{E} \approx 0.12 - \frac{2.861}{100} \approx 0.0914$$



Enoncé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100$ *GPa*	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

e) *Vous effectuez une première traction de la barre jusqu'au taux de déformation réel maximal que vous pouvez atteindre sans la briser. Vous sortez le barre de la machine de traction et lui appliquez un **revenu**. Vous la remontez sur la machine de traction pour la déformer à nouveau jusqu'au taux maximal.*

Enoncé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100$ *GPa*	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

e) *Vous effectuez une première traction de la barre jusqu'au taux de déformation réel maximal que vous pouvez atteindre sans la briser. Vous sortez le barre de la machine de traction et lui appliquez un* ***revenu****. Vous la remontez sur la machine de traction pour la déformer à nouveau jusqu'au taux maximal.*

Enoncé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100$ *GPa*	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

e) *Vous effectuez une première traction de la barre jusqu'au taux de déformation réel maximal que vous pouvez atteindre sans la briser. Vous sortez le barre de la machine de traction et lui appliquez un* ***revenu****. Vous la remontez sur la machine de traction pour la déformer à nouveau jusqu'au taux maximal.*

Qu'est-ce qu'un revenu ?

- *Le revenu est un traitement thermique qui a la propriété d'éliminer* ***l'écrouissage*** *essentiellement par réduction de la* ***densité de dislocations.***
- *Après un revenu, la matière* ***recouvre ses propriétés mécaniques recuites*** *sans pour autant que ses* ***dimensions ne soient modifiées.***

Enoncé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100$ GPa	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

e) *Vous effectuez une première traction de la barre jusqu'au taux de déformation réel maximal que vous pouvez atteindre sans la briser. Vous sortez le barre de la machine de traction et lui appliquez un **revenu**. Vous la remontez sur la machine de traction pour la déformer à nouveau jusqu'au taux maximal. Calculez la longueur permanente de la barre à la fin de cette série d'opérations.*

Qu'est-ce qu'un revenu ?

- *Le revenu est un traitement thermique qui a la propriété d'éliminer **l'écrouissage** essentiellement par réduction de la **densité de dislocations.***
- *Après un revenu, la matière **recouvre ses propriétés mécaniques recuites** sans pour autant que ses **dimensions ne soient modifiées**.*

Enoncé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100$ GPa	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

e) *Vous effectuez une première traction de la barre jusqu'au taux de déformation réel maximal que vous pouvez atteindre sans la briser. Vous sortez le barre de la machine de traction et lui appliquez un* ***revenu****. Vous la remontez sur la machine de traction pour la déformer à nouveau jusqu'au taux maximal. Calculez la longueur permanente de la barre à la fin de cette série d'opérations.*

Qu'est-ce qu'un revenu ?

- *Le revenu est un traitement thermique qui a la propriété d'éliminer* ***l'écrouissage*** *essentiellement par réduction de la* ***densité de dislocations.***
- *Après un revenu, la matière* ***recouvre ses propriétés mécaniques recuites*** *sans pour autant que ses* ***dimensions ne soient modifiées****.*

Enoncé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

Mod. d'élas.	**tx de déf. réel en lim. élas.**	**coeff. d'écr.**	**tx de déf. réel ult.**
$E = 100$ GPa	$\varepsilon_e = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{ult} = 0.12$

e) *Vous effectuez une première traction de la barre jusqu'au taux de déformation réel maximal que vous pouvez atteindre sans la briser. Vous sortez le barre de la machine de traction et lui appliquez un **revenu**. Vous la remontez sur la machine de traction pour la déformer à nouveau jusqu'au taux maximal. Calculez la longueur permanente de la barre à la fin de cette série d'opérations.*

Qu'est-ce qu'un revenu ?

- *Le revenu est un traitement thermique qui a la propriété d'éliminer **l'écrouissage** essentiellement par réduction de la **densité de dislocations.***
- *Après un revenu, la matière **recouvre ses propriétés mécaniques recuites** sans pour autant que ses **dimensions ne soient modifiées**.*

Enoncé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100$ *GPa*	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

e) *Vous effectuez une première traction de la barre jusqu'au taux de déformation réel maximal que vous pouvez atteindre sans la briser. Vous sortez le barre de la machine de traction et lui appliquez un **revenu**. Vous la remontez sur la machine de traction pour la déformer à nouveau jusqu'au taux maximal. Calculez la longueur permanente de la barre à la fin de cette série d'opérations.*

Qu'est-ce qu'un revenu ?

- *Le revenu est un traitement thermique qui a la propriété d'éliminer **l'écrouissage** essentiellement par réduction de la **densité de dislocations.***
- *Après un revenu, la matière **recouvre ses propriétés mécaniques recuites** sans pour autant que ses **dimensions ne soient modifiées**.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \simeq 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \simeq 109.56\ mm$$

- *Lors de la 2^{eme} traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent. Mais sa longueur initiale l'_0 n'est plus 100 mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l'_0 = l_p \simeq 109.56\ mm$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l'_p = l'_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \simeq 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \simeq 120.05\ mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\ mm$$

- *Lors de la 2^{eme} traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent. Mais sa longueur initiale l_0' n'est plus 100 mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l_0' = l_p \approx 109.56\ mm$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l_p' = l_0' \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\ mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56 \, mm.$$

- *Lors de la 2^{eme} traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent. Mais sa longueur initiale l_0' n'est plus 100 mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l_0' = l_p \approx 109.56 \, mm$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l_p' = l_0' \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05 \, mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{p;ult}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56 \; mm.$$

- *Lors de la* 2^{eme} *traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.*

$$l'_0 = l_p \approx 109.56 \; mm$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l'_p = l'_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05 \; mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56 \; mm.$$

- *Lors de la 2^{eme} traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent. Mais sa longueur initiale l_0 n'est plus 100 mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l_0' = l_p \approx 109.56 \; mm \quad \text{(longueur de revenu)}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l_p' = l_0' \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05 \; mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_{\mathrm{p}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\ mm.$$

- *Lors de la 2^{eme} traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent. Mais sa longueur initiale l'_0 n'est plus 100 mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l'_0 = l_{\mathrm{p}} \approx 109.56\ mm \quad \text{(longueur du revenu)}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l'_{\mathrm{p}} = l'_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\ mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_{\mathrm{p}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\ mm.$$

- *Lors de la 2^{eme} traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale l'_0 n'est plus 100 mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l'_0 = l_{\mathrm{p}} \approx 109.56\ mm \quad (longueur\ de\ revenu)$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l'_{\mathrm{p}} = l'_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\ mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\ mm.$$

- *Lors de la 2^{eme} traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale l'_0 n'est plus 100 mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l'_0 = l_p \approx 109.56\ mm \quad \textit{(longueur de revenu)}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l'_p = l'_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\ mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_{\mathrm{p}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\ mm.$$

- *Lors de la* 2^{eme} *traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale* l_0' *n'est plus* 100 *mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l_0' = l_{\mathrm{p}} \approx 109.56\ mm \quad \textbf{(longueur de revenu)}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l_{\mathrm{p}}' = l_0' \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\ mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (*112 *mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_{\mathrm{p}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56 \, mm.$$

- *Lors de la* 2*eme* *traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale* l'_0 *n'est plus* 100 *mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l'_0 = l_{\mathrm{p}} \approx 109.56 \, mm \quad \textbf{\textit{(longueur de revenu)}}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l'_{\mathrm{p}} = l'_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05 \, mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (*112 *mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_{\mathrm{p}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\, mm.$$

- *Lors de la 2^{eme} traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale l'_0 n'est plus 100 mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l'_0 = l_{\mathrm{p}} \approx 109.56\, mm \quad \textit{\textbf{(longueur de revenu)}}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l'_{\mathrm{p}} = l'_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\, mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{p;ult}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\,mm.$$

- *Lors de la 2^{eme} traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent. **Mais** sa longueur initiale l_0' n'est plus 100 mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l_0' = l_p \approx 109.56\,mm \quad \textbf{\textit{(longueur de revenu)}}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l_p' = l_0' \mathbf{e}^{\varepsilon} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\,mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\, mm.$$

- *Lors de la* 2^{eme} *traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale* l'_0 *n'est plus* 100 *mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l'_0 = l_p \approx 109.56\, mm \quad \textbf{\textit{(longueur de revenu)}}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l'_p = l'_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\, mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre* (112 *mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\ mm.$$

- *Lors de la* 2^{eme} *traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale* l_0' *n'est plus* 100 *mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l_0' = l_p \approx 109.56\ mm \quad \textbf{\textit{(longueur de revenu)}}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l_p' = l_0' \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\ mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (*112 *mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_{\mathrm{p}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\ mm.$$

- *Lors de la* 2^{eme} *traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale* l_0' *n'est plus* 100 *mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l_0' = l_{\mathrm{p}} \approx 109.56\ mm \quad \textbf{\textit{(longueur de revenu)}}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l_{\mathrm{p}}' = l_0' \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\ mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (*112 *mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{p;ult}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\, mm.$$

- *Lors de la* 2^{eme} *traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale* l_0' *n'est plus 100 mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l_0' = l_p \approx 109.56\, mm \quad \textbf{\textit{(longueur de revenu)}}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l_p' = l_0' \mathbf{e}^{\varepsilon_{p;ult}} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\, mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (112 mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_\mathrm{p} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\, mm.$$

- *Lors de la* 2^{eme} *traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale* l'_0 *n'est plus* 100 *mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l'_0 = l_\mathrm{p} \approx 109.56\, mm \quad \textbf{\textit{(longueur de revenu)}}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l'_\mathrm{p} = l'_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{p;ult}}} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\, mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (*112 *mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Corrigé exercice 1 e)

Etirage-revenu-étirage

- *Après la première traction, on atteint la longueur permanente :*

$$l_p = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{p;ult}} \approx 100 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 109.56\,mm.$$

- *Lors de la* 2^{eme} *traction, la barre est amenée au même taux de déformation permanent.* ***Mais*** *sa longueur initiale* l'_0 *n'est plus* 100 *mm. Puisque le revenu ne modifie quasiment pas les dimensions des pièces, cette longueur vaut :*

$$l'_0 = l_p \approx 109.56\,mm \quad \textbf{\textit{(longueur de revenu)}}$$

- *Dans ces conditions, la longueur permanente atteinte en fin d'expérience est*

$$l'_p = l'_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{p;ult}} \approx 109.56 \times \mathbf{e}^{0.0914} \approx 120.05\,mm.$$

- *Cette longueur est plus grande que celle que votre client vous demandait d'atteindre (*112 *mm). Il vous sera donc possible de le satisfaire en pratiquant à deux étirages entre lesquels vous intercalerez une opération de revenu.*

Enoncé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100\ GPa$	$\varepsilon_e = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{ult} = 0.12$

f) *Votre collègue, toujours aussi étourdi, **oublie** d'effectuer le revenu avant de remonter la barre sur la machine de traction pour la seconde fois. Que va-t-il se passer ?*

Enoncé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

- *La Tab. ci-dessous résume les propriétés mécaniques d'un matériau recuit $\mathcal{M}$:*

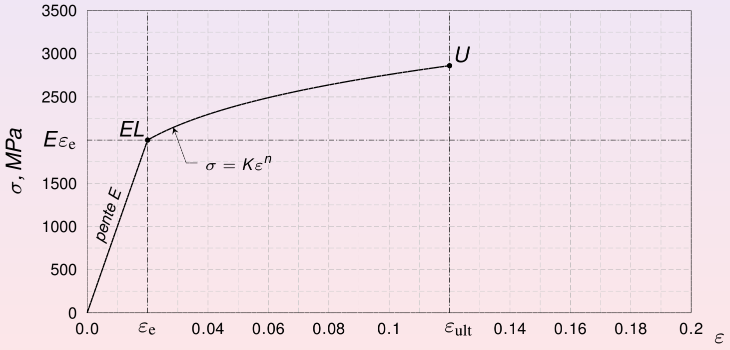
Mod. d'élas.	***tx de déf. réel en lim. élas.***	***coeff. d'écr.***	***tx de déf. réel ult.***
$E = 100\ GPa$	$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$	$n = 0.2$	$\varepsilon_{\mathrm{ult}} = 0.12$

f) *Votre collègue, toujours aussi étourdi, **oublie** d'effectuer le revenu avant de remonter la barre sur la machine de traction pour la seconde fois. Que va-t-il se passer ?*

Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

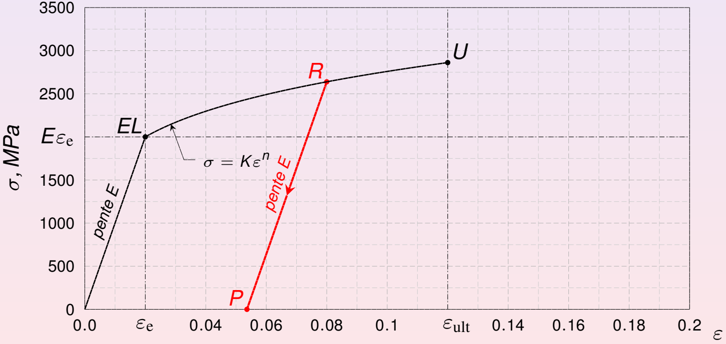
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera* ***écroui****. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

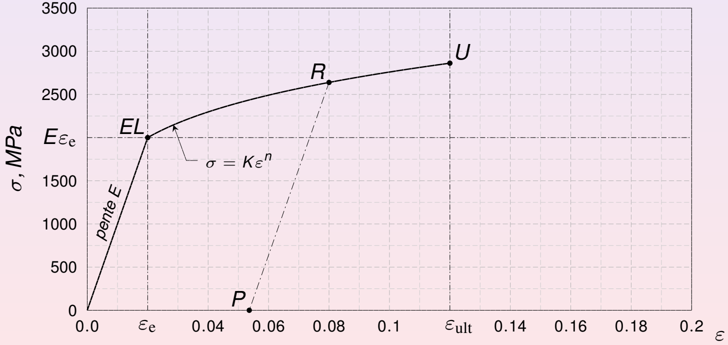
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera* ***écroui****.* *Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

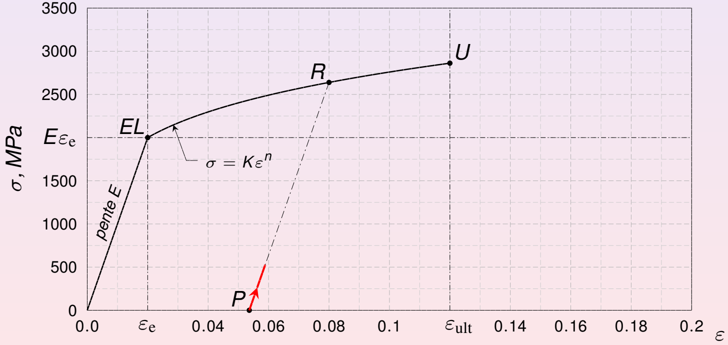
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

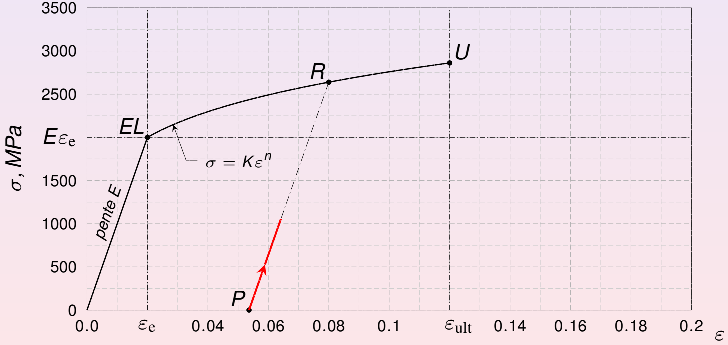
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

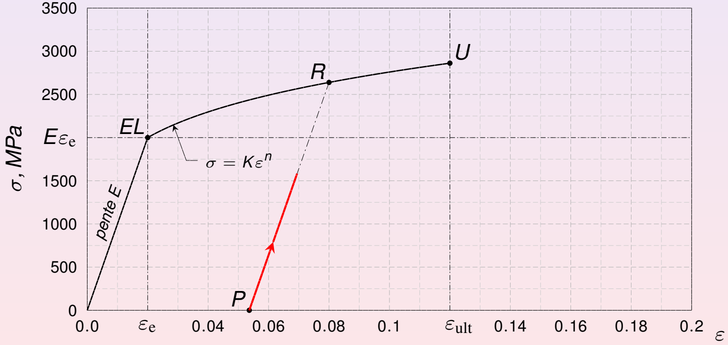
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

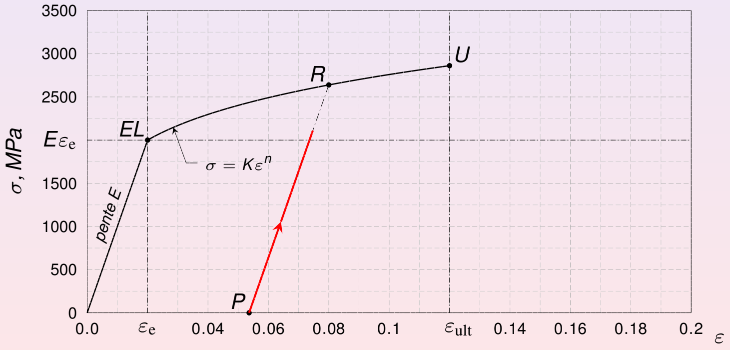
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

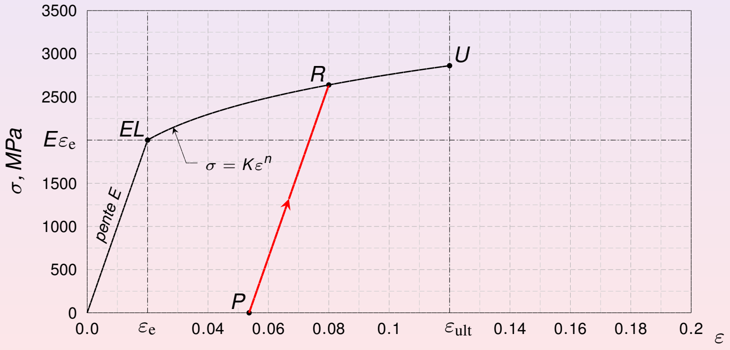
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

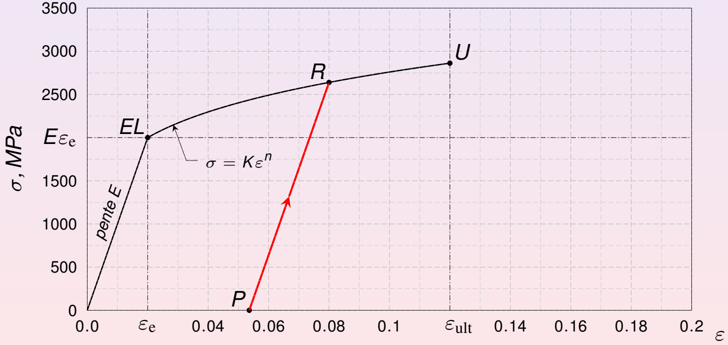
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

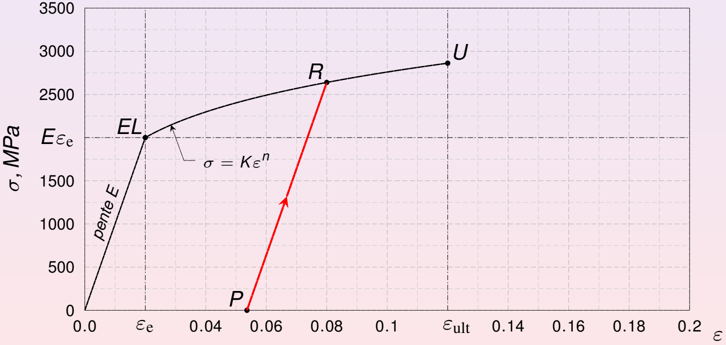
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : R $\simeq$ U, l'échantillon écroui va donc **casser** aussitôt après sa sortie de la zone élastique*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

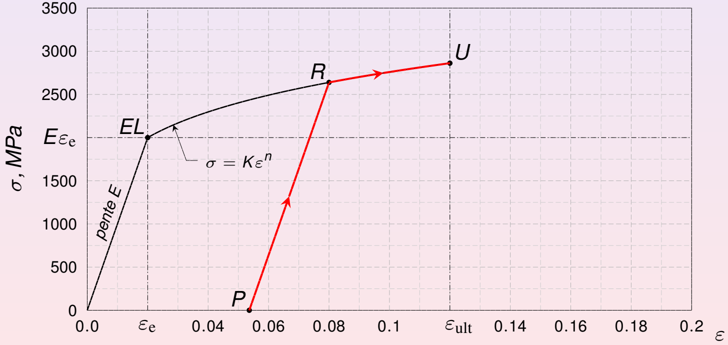
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera* ***écroui****. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : R $\simeq$ U, l'échantillon écroui va donc* ***casser*** *aussitôt après sa sortie de la zone élastique.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

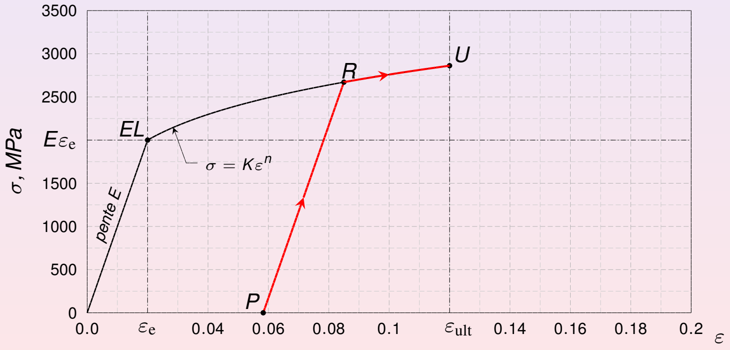
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : R $\simeq$ U, l'échantillon écroui va donc **casser** aussitôt après sa sortie de la zone élastique.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

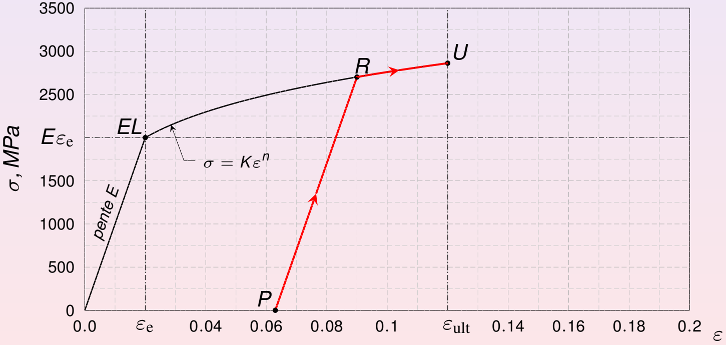
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : R $\simeq$ U, l'échantillon écroui va donc **casser** aussitôt après sa sortie de la zone élastique.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

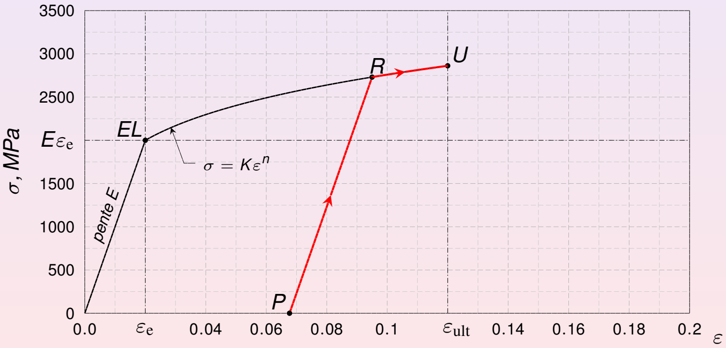
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera* ***écroui****. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : $R \simeq U$, l'échantillon écroui va donc* ***casser*** *aussitôt après sa sortie de la zone élastique.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

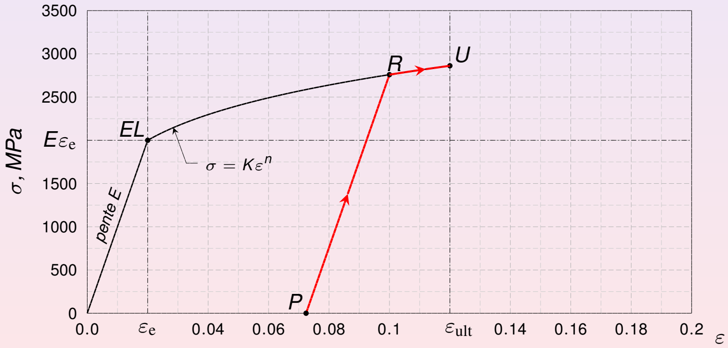
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : R $\simeq$ U, l'échantillon écroui va donc **casser** aussitôt après sa sortie de la zone élastique.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

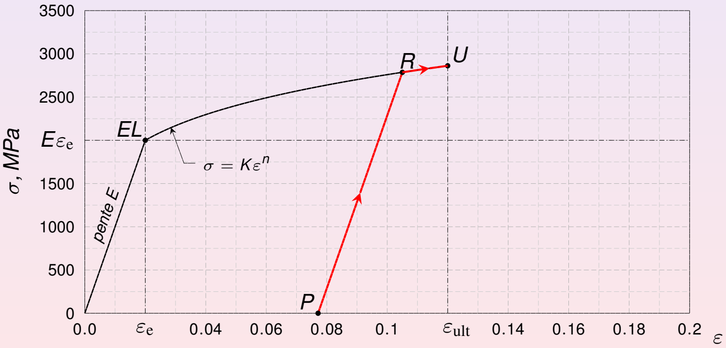
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera* ***écroui****. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : R $\simeq$ U, l'échantillon écroui va donc* ***casser*** *aussitôt après sa sortie de la zone élastique.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

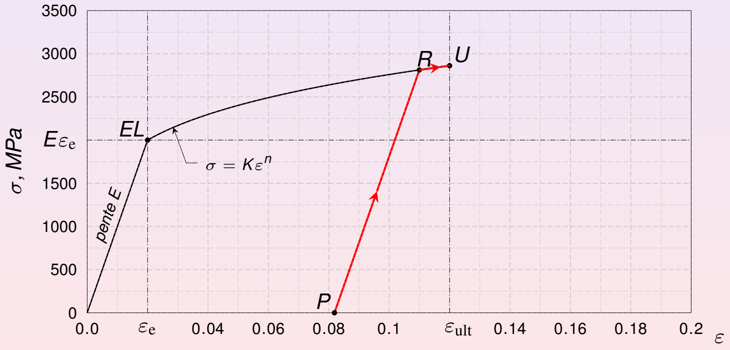
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : R $\simeq$ U, l'échantillon écroui va donc **casser** aussitôt après sa sortie de la zone élastique.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

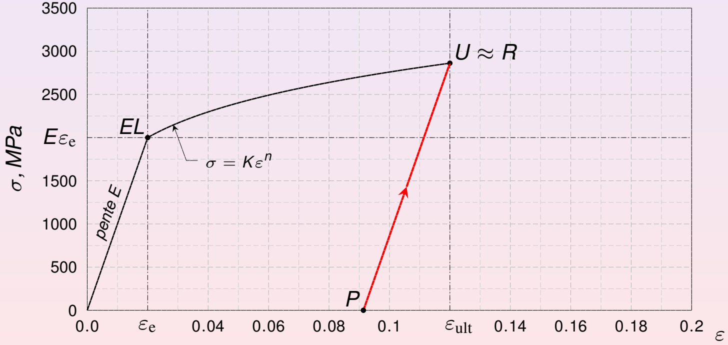
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : R $\simeq$ U, l'échantillon écroui va donc **casser** aussitôt après sa sortie de la zone élastique.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

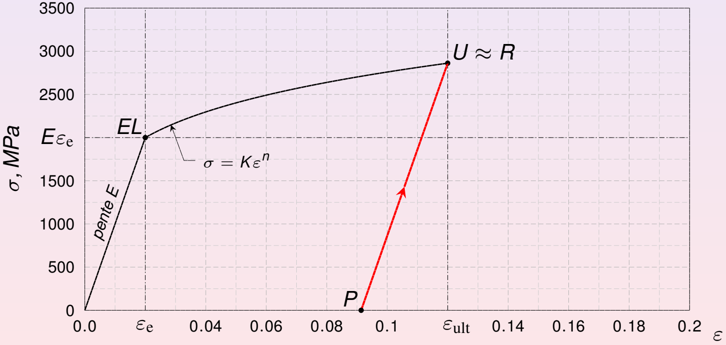
- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera **écroui**. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : R $\simeq$ U, l'échantillon écroui va donc **casser** aussitôt après sa sortie de la zone élastique.*



Corrigé exercice 1 f)

Etirage-pas de revenu-étirage

- *L'échantillon qu'on va soumettre à la seconde traction sera* ***écroui****. Un échantillon écroui retourne à l'état de relaxation R de façon élastique puis se déforme plastiquement en reproduisant la courbe de traction du matériau recuit. Toutefois, ici l'état de relaxation R est presque à l'état de rupture U : R $\simeq$ U, l'échantillon écroui va donc* ***casser*** *aussitôt après sa sortie de la zone élastique.*



Enoncé exercice 3 a)

Etirage permanent, effet de l'écrouissage

- *Deux matériaux, l'un à faible coefficient d'écrouissage*

  $$n = 0.2$$

  l'autre à fort coefficient d'écrouissage

  $$n = 0.8$$

  sont disponibles sous forme de barre de $l_0 = 1$ *m de long.* *Ces deux matériaux ont le même taux de déformation en limite élastique :*

  $$\varepsilon_e = 0.02.$$

- *On aimerait réduire (de façon permanente) le rayon de ces barres d'un facteur* 2 *en les allongeant.*

i) *Calculer (graphiquement) la longueur jusqu'à laquelle il faut étirer ces barres sur la machine de traction avant de les relâcher.*

Enoncé exercice 3 a)

Etirage permanent, effet de l'écrouissage

- *Deux matériaux, l'un à faible coefficient d'écrouissage*

  $$n = 0.2$$

  l'autre à fort coefficient d'écrouissage

  $$n = 0.8$$

  sont disponibles sous forme de barre de $l_0 = 1$ m de long. Ces deux matériaux ont le même taux de déformation en limite élastique :

  $$\varepsilon_e = 0.02.$$

- *On aimerait réduire (de façon permanente) le rayon de ces barres d'un facteur 2 en les allongeant.*

i) *Calculer (graphiquement) la longueur jusqu'à laquelle il faut étirer ces barres sur la machine de traction avant de les relâcher.*

Enoncé exercice 3 a)

Etirage permanent, effet de l'écrouissage

- *Deux matériaux, l'un à faible coefficient d'écrouissage*

$$n = 0.2$$

l'autre à fort coefficient d'écrouissage

$$n = 0.8$$

sont disponibles sous forme de barre de $l_0 = 1$ m de long. Ces deux matériaux ont le même taux de déformation en limite élastique :

$$\varepsilon_e = 0.02.$$

- *On aimerait réduire (de façon permanente) le rayon de ces barres d'un facteur 2 en les allongeant.*

i) *Calculer (graphiquement) la longueur jusqu'à laquelle il faut étirer ces barres sur la machine de traction avant de les relâcher.*

Enoncé exercice 3 a)

Etirage permanent, effet de l'écrouissage

- *Deux matériaux, l'un à faible coefficient d'écrouissage*

  $$n = 0.2$$

  l'autre à fort coefficient d'écrouissage

  $$n = 0.8$$

  sont disponibles sous forme de barre de $l_0 = 1$ m de long. Ces deux matériaux ont le même taux de déformation en limite élastique :

  $$\varepsilon_e = 0.02.$$

- *On aimerait réduire (de façon permanente) le rayon de ces barres d'un facteur 2 en les allongeant.*

i) *Calculer (graphiquement) la longueur jusqu'à laquelle il faut étirer ces barres sur la machine de traction avant de les relâcher.*

Corrigé exercice 3 a)

Calcul de la longueur et du taux permanents

- ***Longueur permanente.*** *La longueur permanente de la barre l_p est liée à son rayon permanent r_p par la contrainte d'incompressibilité :*

$$\pi l_p r_p^2 = \pi l_0 r_0^2 \Longrightarrow \frac{l_p}{l_0} = \frac{r_0^2}{r_p^2} = \left(\frac{r_0}{r_p}\right)^2$$

- *Comme on veut que $r_p = \frac{1}{2} r_0$, $\frac{r_0}{r_p} = 2$ et $\frac{l_p}{l_0} = 4$*

- ***Taux de déformation permanent.*** *La déformation permanente que l'on cherche à atteindre correspond donc à un taux réel de*

$$\varepsilon_p = \ln 4 \simeq 1.3862$$

Corrigé exercice 3 a)

Calcul de la longueur et du taux permanents

- ***Longueur permanente.*** *La longueur permanente de la barre l_p est liée à son rayon permanent r_p par la contrainte d'incompressibilité :*

$$\pi l_p r_p^2 = \pi l_0 r_0^2 \Longrightarrow \frac{l_p}{l_0} = \frac{r_0^2}{r_p^2} = \left(\frac{r_0}{r_p}\right)^2$$

- *Comme on veut que $r_p = \frac{1}{2} r_0$, $\frac{r_0}{r_p} = 2$ et $\frac{l_p}{l_0} = 4$ donc*

$$l_p = 4 l_0 = 4 m$$

- ***Taux de déformation permanent.*** *La déformation permanente que l'on cherche à atteindre correspond donc à un taux réel de*

$$\varepsilon_p = \ln 4 \simeq 1.3862$$

Corrigé exercice 3 a)

Calcul de la longueur et du taux permanents

- ***Longueur permanente.*** *La longueur permanente de la barre l_p est liée à son rayon permanent r_p par la contrainte d'incompressibilité :*

$$\pi l_p r_p^2 = \pi l_0 r_0^2 \Longrightarrow \frac{l_p}{l_0} = \frac{r_0^2}{r_p^2} = \left(\frac{r_0}{r_p}\right)^2$$

- *Comme on veut que $r_p = \frac{1}{2} r_0$, $\frac{r_0}{r_p} = 2$ et $\frac{l_p}{l_0} = 4$ donc*

$$l_p = 4 l_0 = 4\,m$$

- ***Taux de déformation permanent.*** *La déformation permanente que l'on cherche à atteindre correspond donc à un taux réel de*

$$\varepsilon_p = \ln 4 \simeq 1.3862$$

Corrigé exercice 3 a)

Calcul de la longueur et du taux permanents

- ***Longueur permanente.*** *La longueur permanente de la barre l_p est liée à son rayon permanent r_p par la contrainte d'incompressibilité :*

$$\pi l_p r_p^2 = \pi l_0 r_0^2 \Longrightarrow \frac{l_p}{l_0} = \frac{r_0^2}{r_p^2} = \left(\frac{r_0}{r_p}\right)^2$$

- *Comme on veut que $r_p = \frac{1}{2} r_0$,* $\frac{r_0}{r_p} = 2$ *et* $\frac{l_p}{l_0} = 4$ *donc*

$$l_p = 4 l_0 = 4\ m$$

- ***Taux de déformation permanent.*** *La déformation permanente que l'on cherche à atteindre correspond donc à un taux réel de*

$$\varepsilon_p = \ln 4 \simeq 1.3862$$

Corrigé exercice 3 a)

Calcul de la longueur et du taux permanents

- ***Longueur permanente.*** *La longueur permanente de la barre l_p est liée à son rayon permanent r_p par la contrainte d'incompressibilité :*

$$\pi l_p r_p^2 = \pi l_0 r_0^2 \Longrightarrow \frac{l_p}{l_0} = \frac{r_0^2}{r_p^2} = \left(\frac{r_0}{r_p}\right)^2$$

- *Comme on veut que* $r_p = \frac{1}{2} r_0$, $\frac{r_0}{r_p} = 2$ *et* $\frac{l_p}{l_0} = 4$ *donc*

$$l_p = 4 l_0 = 4\ m$$

- ***Taux de déformation permanent.*** *La déformation permanente que l'on cherche à atteindre correspond donc à un taux réel de*

$$\varepsilon_p = \ln 4 \simeq 1.3862$$

Corrigé exercice 3 a)

Calcul de la longueur et du taux permanents

- ***Longueur permanente.*** *La longueur permanente de la barre l_p est liée à son rayon permanent r_p par la contrainte d'incompressibilité :*

$$\pi l_p r_p^2 = \pi l_0 r_0^2 \Longrightarrow \frac{l_p}{l_0} = \frac{r_0^2}{r_p^2} = \left(\frac{r_0}{r_p}\right)^2$$

- *Comme on veut que* $r_p = \frac{1}{2} r_0$, $\frac{r_0}{r_p} = 2$ *et* $\frac{l_p}{l_0} = 4$ *donc*

$$l_p = 4 l_0 = 4\ m$$

- ***Taux de déformation permanent.*** *La déformation permanente que l'on cherche à atteindre correspond donc à un taux réel de*

$$\varepsilon_p = \ln 4 \simeq 1.3862$$

Corrigé exercice 3 a)

Calcul de la longueur et du taux permanents

- ***Longueur permanente.*** *La longueur permanente de la barre l_p est liée à son rayon permanent r_p par la contrainte d'incompressibilité :*

$$\pi l_p r_p^2 = \pi l_0 r_0^2 \Longrightarrow \frac{l_p}{l_0} = \frac{r_0^2}{r_p^2} = \left(\frac{r_0}{r_p}\right)^2$$

- *Comme on veut que* $r_p = \frac{1}{2} r_0$, $\frac{r_0}{r_p} = 2$ *et* $\frac{l_p}{l_0} = 4$ *donc*

$$l_p = 4 l_0 = 4\ m \quad \textit{(aux tabl.)}$$

- ***Taux de déformation permanent.*** *La déformation permanente que l'on cherche à atteindre correspond donc à un taux réel de*

$$\varepsilon_p = \ln 4 \simeq 1.3862$$

Corrigé exercice 3 a)

Calcul de la longueur et du taux permanents

- ***Longueur permanente.*** *La longueur permanente de la barre l_p est liée à son rayon permanent r_p par la contrainte d'incompressibilité :*

$$\pi l_p r_p^2 = \pi l_0 r_0^2 \Longrightarrow \frac{l_p}{l_0} = \frac{r_0^2}{r_p^2} = \left(\frac{r_0}{r_p}\right)^2$$

- *Comme on veut que* $r_p = \frac{1}{2} r_0$, $\frac{r_0}{r_p} = 2$ *et* $\frac{l_p}{l_0} = 4$ *donc*

$$l_p = 4 l_0 = 4\ m$$

- ***Taux de déformation permanent.*** *La déformation permanente que l'on cherche à atteindre correspond donc à un taux réel de*

$$\varepsilon_p = \ln 4 \simeq 1.3862$$

Corrigé exercice 3 a)

Calcul de la longueur et du taux permanents

- ***Longueur permanente.*** *La longueur permanente de la barre l_p est liée à son rayon permanent r_p par la contrainte d'incompressibilité :*

$$\pi l_p r_p^2 = \pi l_0 r_0^2 \Longrightarrow \frac{l_p}{l_0} = \frac{r_0^2}{r_p^2} = \left(\frac{r_0}{r_p}\right)^2$$

- *Comme on veut que $r_p = \frac{1}{2} r_0$, $\frac{r_0}{r_p} = 2$ et $\frac{l_p}{l_0} = 4$ donc*

$$l_p = 4 l_0 = 4\ m$$

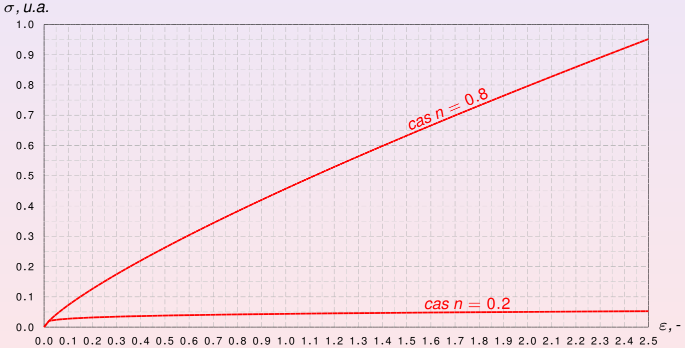
- ***Taux de déformation permanent.*** *La déformation permanente que l'on cherche à atteindre correspond donc à un taux réel de*

$$\varepsilon_p = \ln 4 \simeq 1.3862 \quad \textit{(aux tabl.)}$$

Corrigé exercice 3 a) - suite

Calcul du taux de relaxation - première barre

- *On dessine les courbes de traction réelles des deux matériaux.*
- *On place l'état permanent.* *Par ce point on mène une || à la montée élas.*
- *Les intersections avec les courbes de traction donne les points de relaxation.*
- *Pour* $n = 0.2$: $\varepsilon_r \approx 1.4332$



Corrigé exercice 3 a) - suite

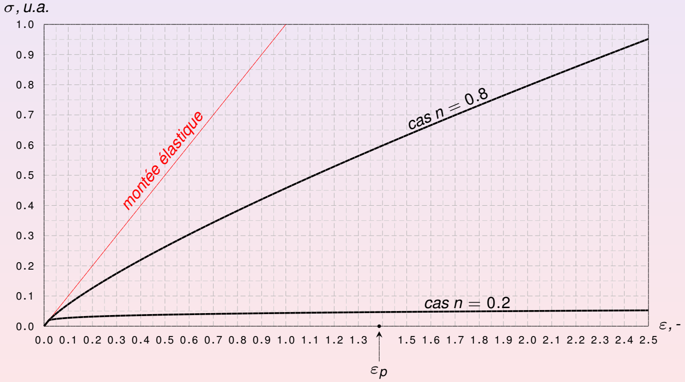
Calcul du taux de relaxation - première barre

- *On dessine les courbes de traction réelles des deux matériaux.*
- *On place l'état permanent.* *Par ce point on mène une || à la montée élas.*
- *Les intersections avec les courbes de traction donne les points de relaxation.*
- *Pour $n = 0.2$: $\varepsilon_{\mathrm{r}} \approx 1.4332$*

Corrigé exercice 3 a) - suite

Calcul du taux de relaxation - première barre

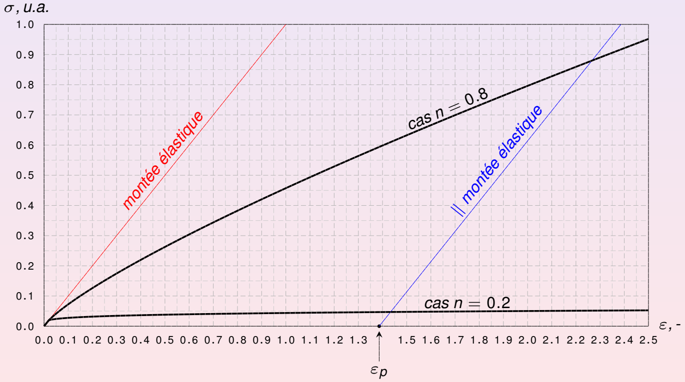
- *On dessine les courbes de traction réelles des deux matériaux.*
- *On place l'état permanent. Par ce point on mène une $\|$ à la montée élas.*
- *Les intersections avec les courbes de traction donne les points de relaxation.*
- *Pour $n = 0.2$: $\varepsilon_r \approx 1.4332$*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Calcul du taux de relaxation - première barre

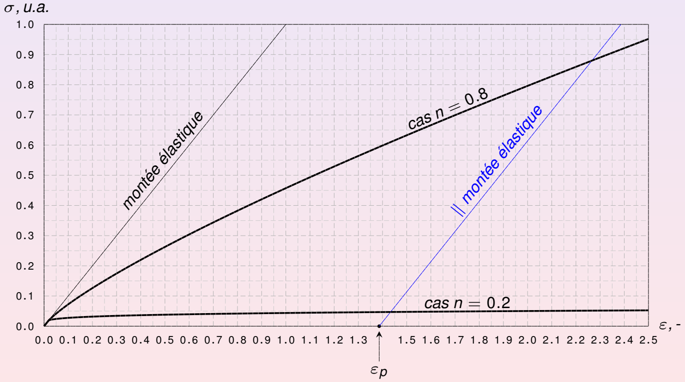
- *On dessine les courbes de traction réelles des deux matériaux.*
- *On place l'état permanent. Par ce point on mène une* $\|$ *à la montée élas.*
- *Les intersections avec les courbes de traction donne les points de relaxation.*
- *Pour* $n = 0.2$: $\varepsilon_r \approx 1.4332$ *et pour* $n = 0.8$: $\varepsilon_r \approx 2.2662$



Corrigé exercice 3 a) - suite

Calcul du taux de relaxation - première barre

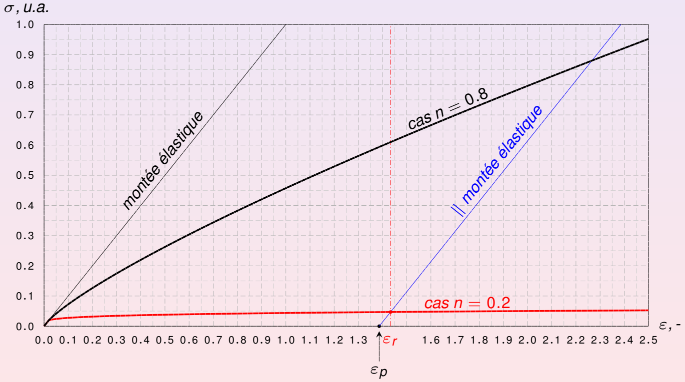
- *On dessine les courbes de traction réelles des deux matériaux.*
- *On place l'état permanent. Par ce point on mène une* $\|$ *à la montée élas.*
- *Les intersections avec les courbes de traction donne les points de relaxation.*
- *Pour* $n = 0.2$: $\varepsilon_r \approx 1.4332$ *et pour* $n = 0.8$: $\varepsilon_r \approx 2.2662$.



Corrigé exercice 3 a) - suite

Calcul du taux de relaxation - première barre

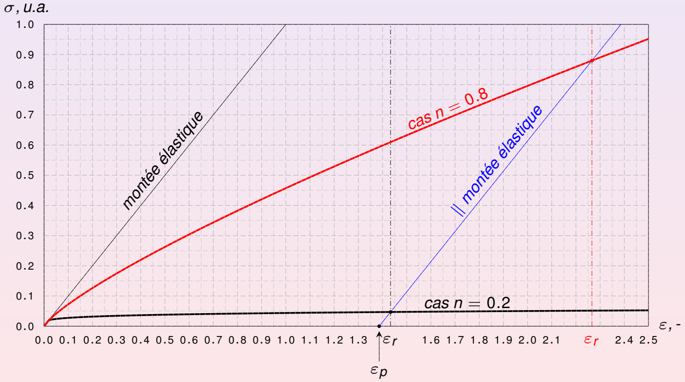
- *On dessine les courbes de traction réelles des deux matériaux.*
- *On place l'état permanent. Par ce point on mène une $\|$ à la montée élas.*
- *Les intersections avec les courbes de traction donne les points de relaxation.*
- *Pour $n = 0.2$:* $\varepsilon_r \approx 1.4332$ *et pour $n = 0.8$:* $\varepsilon_r \approx 2.2662$.



Corrigé exercice 3 a) - suite

Calcul du taux de relaxation - première barre

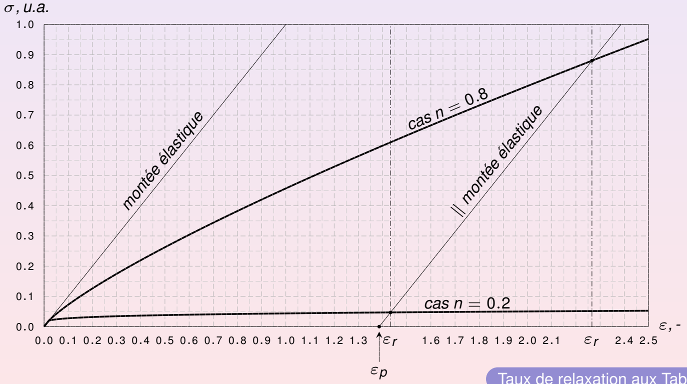
- *On dessine les courbes de traction réelles des deux matériaux.*
- *On place l'état permanent. Par ce point on mène une* $\|$ *à la montée élas.*
- *Les intersections avec les courbes de traction donne les points de relaxation.*
- *Pour* $n = 0.2$ *:* $\varepsilon_{\mathrm{r}} \approx 1.4332$ *et pour* $n = 0.8$ *:* $\varepsilon_{\mathrm{r}} \approx 2.2662$.



Corrigé exercice 3 a) - suite

Calcul du taux de relaxation - première barre

- *On dessine les courbes de traction réelles des deux matériaux.*
- *On place l'état permanent. Par ce point on mène une* $\|$ *à la montée élas.*
- *Les intersections avec les courbes de traction donne les points de relaxation.*
- *Pour* $n = 0.2$ *:* $\varepsilon_r \approx 1.4332$ *et pour* $n = 0.8$ *:* $\varepsilon_r \approx 2.2662$.

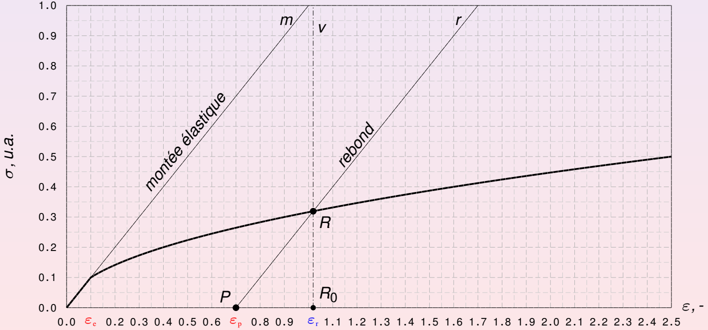


Taux de relaxation aux Tableaux

Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_e, \varepsilon_p$ et n mais pas de E !

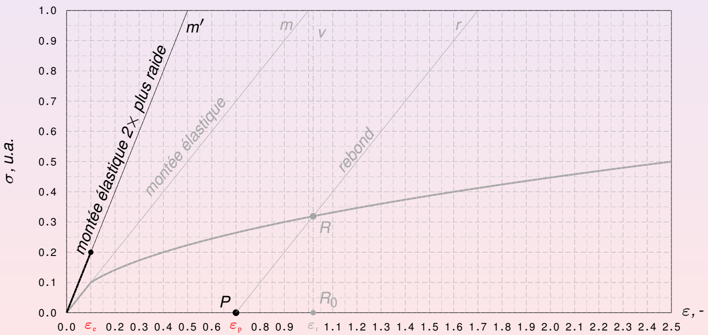
- *Imaginez un module d'Young $2\times$ plus grand. Comme $K = E\varepsilon_e^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est $2\times$ plus haute.*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_e, \varepsilon_p$ et *n* mais pas de *E* !

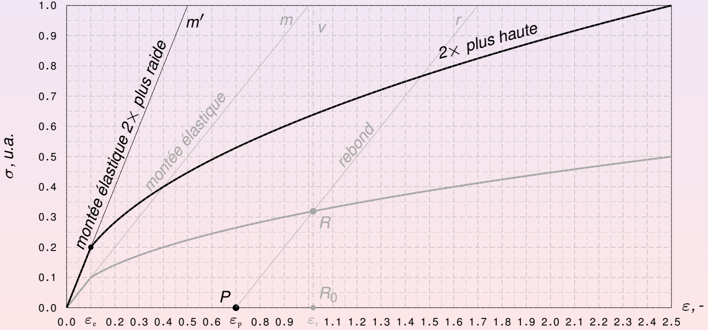
- *Imaginez un module d'Young $2\times$ plus grand.* *Comme $K = E\varepsilon_e^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est $2\times$ plus haute.* *Pour montrer que ε_r ne change pas on trace la verticale v par le pt. R_0 de coord. $(\varepsilon_r, 0)$.*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_\mathrm{e}, \varepsilon_\mathrm{p}$ et n mais pas de E !

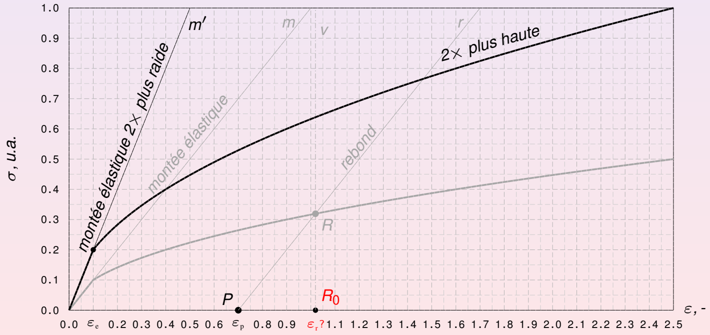
- *Imaginez un module d'Young $2\times$ plus grand. Comme $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est $2\times$ plus haute.* *Pour montrer que ε_r ne change pas,on trace la verticale v par le pt. R_0 de coord. $(\varepsilon_\mathrm{r}, 0)$.* *Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en R'.*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_\mathrm{e}, \varepsilon_\mathrm{p}$ et n mais pas de E !

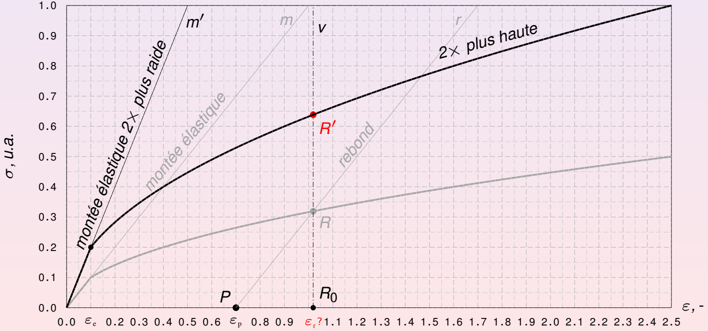
- *Imaginez un module d'Young 2× plus grand. Comme $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est 2× plus haute. Pour montrer que ε_r ne change pas,on trace la verticale v par le pt. R_0 de coord. $(\varepsilon_\mathrm{r}, 0)$. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en R'. On la trace la droite r' par R' et P.*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_\mathrm{e}, \varepsilon_\mathrm{p}$ et n mais pas de E !

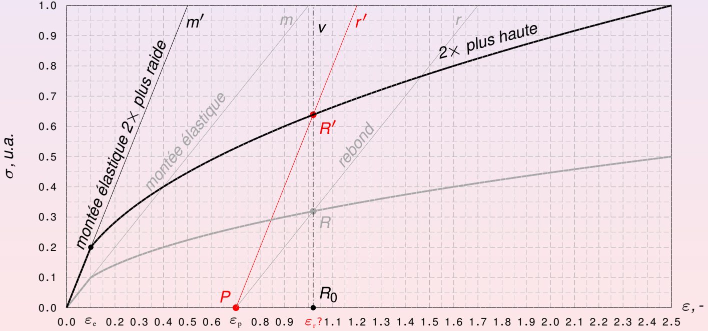
- *Imaginez un module d'Young* $2\times$ *plus grand. Comme* $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$ *est* $\propto E$*, la courbe de traction est* $2\times$ *plus haute. Pour montrer que* ε_r *ne change pas,on trace la verticale v par le pt.* R_0 *de coord.* $(\varepsilon_\mathrm{r}, 0)$*. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en* R'*. On la trace la droite* r' *par* R' *et P. Il faut montrer que* r' *est parallèle à la montée élastique* m'*.*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_\mathrm{e}, \varepsilon_\mathrm{p}$ et n mais pas de E !

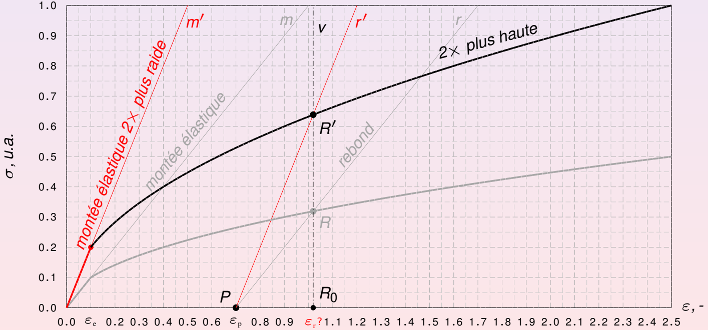
- *Imaginez un module d'Young* $2\times$ *plus grand. Comme* $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$ *est* $\propto E$*, la courbe de traction est* $2\times$ *plus haute. Pour montrer que* ε_r *ne change pas,on trace la verticale* v *par le pt.* R_0 *de coord.* $(\varepsilon_\mathrm{r}, 0)$*. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en* R'*. On la trace la droite* r' *par* R' *et* P*. Il faut montrer que* r' *est parallèle à la montée élastique* m'*.*



Corrigé exercice 3 a) - suite

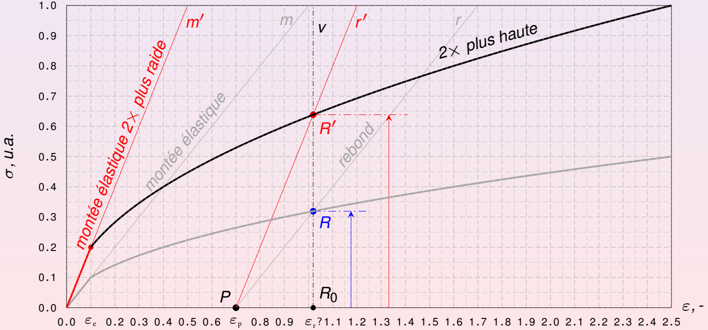
Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_e, \varepsilon_p$ et n mais pas de E !

- *Imaginez un module d'Young $2\times$ plus grand. Comme $K = E\varepsilon_e^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est $2\times$ plus haute. Pour montrer que ε_r ne change pas,on trace la verticale v par le pt. R_0 de coord. $(\varepsilon_r, 0)$. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en R'. On la trace la droite r' par R' et P. Il faut montrer que r' est parallèle à la montée élastique m'. On observe que r' est $2\times$ plus raide que l'ancien rebond r.*



Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_\mathrm{e}, \varepsilon_\mathrm{p}$ et n mais pas de E !

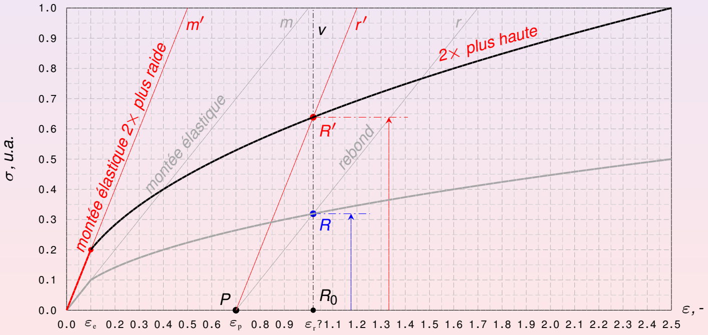
- *Imaginez un module d'Young* $2\times$ *plus grand. Comme* $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$ *est* $\propto E$*, la courbe de traction est* $2\times$ *plus haute. Pour montrer que* ε_r *ne change pas,on trace la verticale v par le pt.* R_0 *de coord.* $(\varepsilon_\mathrm{r}, 0)$*. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en* R'*. On la trace la droite* r' *par* R' *et* P*. Il faut montrer que* r' *est parallèle à la montée élastique* m'*. On observe que* r' *est* $2\times$ *plus raide que l'ancien rebond* r*.*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_e, \varepsilon_p$ et n mais pas de E !

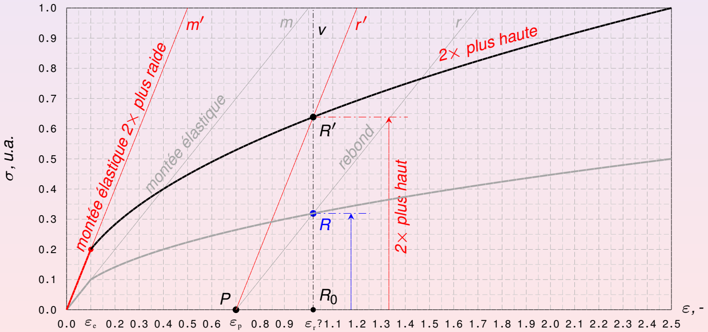
- *Imaginez un module d'Young $2\times$ plus grand. Comme $K = E\varepsilon_e^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est $2\times$ plus haute. Pour montrer que ε_r ne change pas,on trace la verticale v par le pt. R_0 de coord. $(\varepsilon_r, 0)$. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en R'. On la trace la droite r' par R' et P. Il faut montrer que r' est parallèle à la montée élastique m'. On observe que r' est $2\times$ plus raide que l'ancien rebond r.*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_e, \varepsilon_p$ et n mais pas de E !

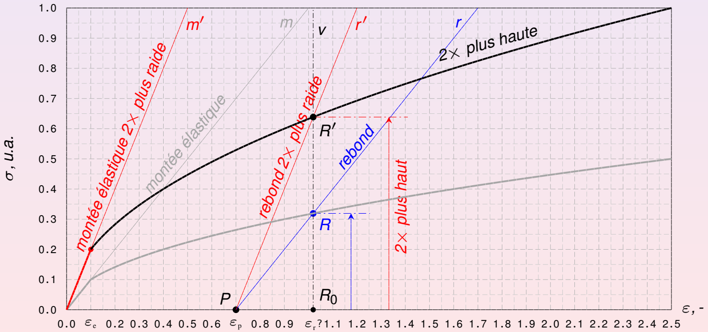
- *Imaginez un module d'Young $2\times$ plus grand. Comme $K = E\varepsilon_e^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est $2\times$ plus haute. Pour montrer que ε_r ne change pas,on trace la verticale v par le pt. R_0 de coord. $(\varepsilon_r, 0)$. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en R'. On la trace la droite r' par R' et P. Il faut montrer que r' est parallèle à la montée élastique m'. On observe que r' est $2\times$ plus raide que l'ancien rebond r. On peut conclure*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_e, \varepsilon_p$ et n mais pas de E !

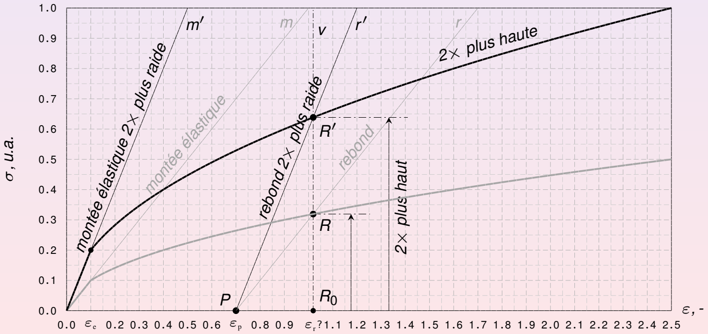
- *Imaginez un module d'Young $2\times$ plus grand. Comme $K = E\varepsilon_e^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est $2\times$ plus haute. Pour montrer que ε_r ne change pas,on trace la verticale v par le pt. R_0 de coord. $(\varepsilon_r, 0)$. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en R'. On la trace la droite r' par R' et P. Il faut montrer que r' est parallèle à la montée élastique m'. On observe que r' est $2\times$ plus raide que l'ancien rebond r. On peut conclure car la nouvelle montée est $2\times$ plus raide que l'ancienne qui est elle-même parallèle à l'ancien rebond*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_{r} ne dépend que de $\varepsilon_{\mathrm{e}}, \varepsilon_{\mathrm{p}}$ et n mais pas de E !

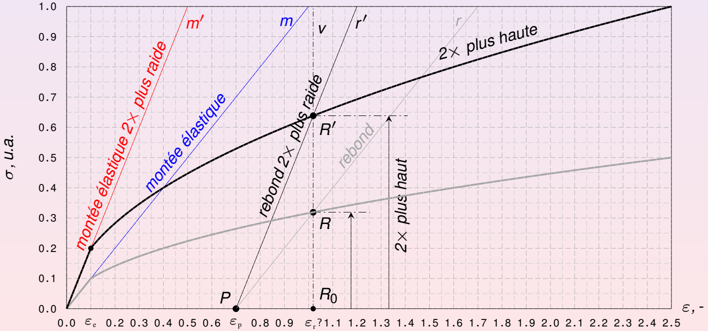
- *Imaginez un module d'Young 2$\times$ plus grand. Comme $K = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est 2$\times$ plus haute. Pour montrer que ε_{r} ne change pas,on trace la verticale v par le pt. R_0 de coord. $(\varepsilon_{\mathrm{r}}, 0)$. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en R'. On la trace la droite r' par R' et P. Il faut montrer que r' est parallèle à la montée élastique m'. On observe que r' est 2$\times$ plus raide que l'ancien rebond r. On peut conclure car la nouvelle montée est 2$\times$ plus raide que l'ancienne qui est elle même parallèle à l'ancien rebond.*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_\mathrm{e}, \varepsilon_\mathrm{p}$ et n mais pas de E !

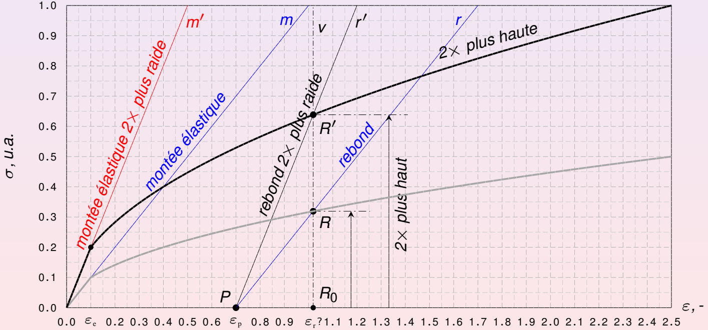
- *Imaginez un module d'Young $2\times$ plus grand. Comme $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est $2\times$ plus haute. Pour montrer que ε_r ne change pas,on trace la verticale v par le pt. R_0 de coord. $(\varepsilon_\mathrm{r}, 0)$. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en R'. On la trace la droite r' par R' et P. Il faut montrer que r' est parallèle à la montée élastique m'. On observe que r' est $2\times$ plus raide que l'ancien rebond r. On peut conclure car la nouvelle montée est $2\times$ plus raide que l'ancienne qui est elle même parallèle à l'ancien rebond. $\Longrightarrow r' \parallel m'$*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_e, \varepsilon_p$ et n mais pas de E !

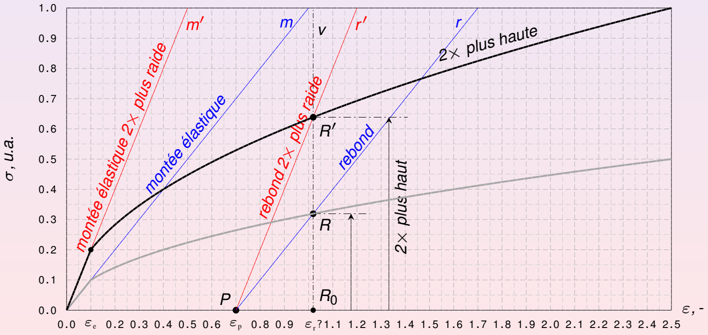
- *Imaginez un module d'Young* $2\times$ *plus grand. Comme* $K = E\varepsilon_e^{1-n}$ *est* $\propto E$*, la courbe de traction est* $2\times$ *plus haute. Pour montrer que* ε_r *ne change pas,on trace la verticale* v *par le pt.* R_0 *de coord.* $(\varepsilon_r, 0)$*. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en* R'*. On la trace la droite* r' *par* R' *et* P*. Il faut montrer que* r' *est parallèle à la montée élastique* m'*. On observe que* r' *est* $2\times$ *plus raide que l'ancien rebond* r*. On peut conclure car la nouvelle montée est* $2\times$ *plus raide que l'ancienne qui est elle même parallèle à l'ancien rebond.* $\Longrightarrow r' \parallel m'$



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_e, \varepsilon_p$ et n mais pas de E !

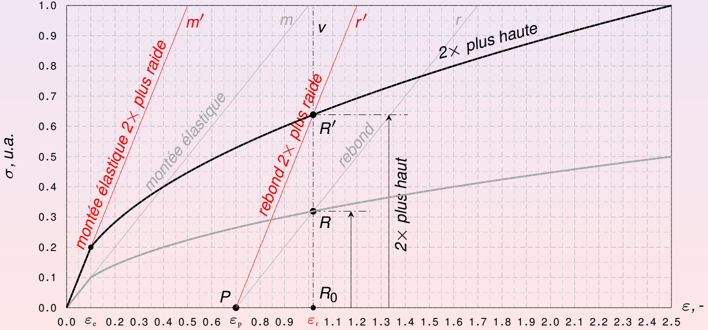
- *Imaginez un module d'Young* $2\times$ *plus grand. Comme* $K = E\varepsilon_e^{1-n}$ *est* $\propto E$*, la courbe de traction est* $2\times$ *plus haute. Pour montrer que* ε_r *ne change pas,on trace la verticale* v *par le pt.* R_0 *de coord.* $(\varepsilon_r, 0)$*. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en* R'*. On la trace la droite* r' *par* R' *et* P*. Il faut montrer que* r' *est parallèle à la montée élastique* m'*. On observe que* r' *est* $2\times$ *plus raide que l'ancien rebond* r*. On peut conclure car la nouvelle montée est* $2\times$ *plus raide que l'ancienne qui est elle même parallèle à l'ancien rebond.* $\Longrightarrow r' \parallel m'$



Corrigé exercice 3 a) - suite

Le taux en relaxation ε_r ne dépend que de $\varepsilon_\mathrm{e}, \varepsilon_\mathrm{p}$ et n mais pas de E !

- *Imaginez un module d'Young $2\times$ plus grand. Comme $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$ est $\propto E$, la courbe de traction est $2\times$ plus haute. Pour montrer que ε_r ne change pas,on trace la verticale v par le pt. R_0 de coord. $(\varepsilon_\mathrm{r}, 0)$. Cette droite coupe la nouvelle courbe de traction en R'. On la trace la droite r' par R' et P. Il faut montrer que r' est parallèle à la montée élastique m'. On observe que r' est $2\times$ plus raide que l'ancien rebond r. On peut conclure car la nouvelle montée est $2\times$ plus raide que l'ancienne qui est elle même parallèle à l'ancien rebond. $\Longrightarrow r' \parallel m'$*



Corrigé exercice 3 a) - suite

Concluson

- *On obtient la longueur de relaxation pour la premiere barre*

$$l_{\mathrm{r}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{r}}} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{1.4332} \simeq 4.19\, m \to l_p = 4.00\, m$$

- *On obtient la longueur de relaxation pour la seconde barre*

$$l_{\mathrm{r}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{r}}} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{2.2622} \simeq 9.64\, m \to l_p = 4.00\, m$$

Corrigé exercice 3 a) - suite

Concluson

- *On obtient la longueur de relaxation pour la premiere barre*

$$l_r = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_r} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{1.4332} \simeq 4.19\, m \rightarrow l_p = 4.00\, m$$

- *On obtient la longueur de relaxation pour la seconde barre*

$$l_r = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_r} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{2.2622} \simeq 9.64\, m \rightarrow l_p = 4.00\, m$$

Corrigé exercice 3 a) - suite

Concluson

- *On obtient la longueur de relaxation pour la premiere barre*

$$l_{\mathrm{r}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{r}}} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{1.4332} \simeq 4.19\, m \rightarrow l_{\mathrm{p}} = 4.00\, m$$

- *On obtient la longueur de relaxation pour la seconde barre*

$$l_{\mathrm{r}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{r}}} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{2.2622} \simeq 9.64\, m \rightarrow l_{\mathrm{p}} = 4.00\, m$$

Corrigé exercice 3 a) - suite

Concluson

- *On obtient la longueur de relaxation pour la premiere barre*

$$l_r = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_r} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{1.4332} \simeq 4.19\ m \rightarrow l_p = 4.00\ m$$

- *On obtient la longueur de relaxation pour la seconde barre*

$$l_r = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_r} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{2.2622} \simeq 9.64\ m \rightarrow l_p = 4.00\ m$$

Corrigé exercice 3 a) - suite

Concluson

- *On obtient la longueur de relaxation pour la premiere barre*

$$l_r = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_r} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{1.4332} \simeq 4.19\, m \rightarrow l_p = 4.00\, m$$

- *On obtient la longueur de relaxation pour la seconde barre*

$$l_r = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_r} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{2.2622} \simeq 9.64\, m \rightarrow l_p = 4.00\, m$$

Corrigé exercice 3 a) - suite

Concluson

- *On obtient la longueur de relaxation pour la premiere barre*

$$l_r = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_r} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{1.4332} \simeq 4.19\, m \rightarrow l_p = 4.00\, m$$

- *On obtient la longueur de relaxation pour la seconde barre*

$$l_r = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_r} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{2.2622} \simeq 9.64\, m \rightarrow l_p = 4.00\, m$$

Corrigé exercice 3 a) - suite

Concluson

- *On obtient la longueur de relaxation pour la premiere barre*

$$l_{\rm r} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\rm r}} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{1.4332} \simeq 4.19\, m \rightarrow l_{\rm p} = 4.00\, m$$

- *On obtient la longueur de relaxation pour la seconde barre*

$$l_{\rm r} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\rm r}} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{2.2622} \simeq 9.64\, m \rightarrow l_{\rm p} = 4.00\, m$$

Corrigé exercice 3 a) - suite

Concluson

- *On obtient la longueur de relaxation pour la premiere barre*

$$l_{\mathrm{r}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{r}}} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{1.4332} \simeq 4.19\, m \rightarrow l_{\mathrm{p}} = 4.00\, m$$

- *On obtient la longueur de relaxation pour la seconde barre*

$$l_{\mathrm{r}} = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon_{\mathrm{r}}} \simeq 1.0 \times \mathbf{e}^{2.2622} \simeq 9.64\, m \rightarrow l_{\mathrm{p}} = 4.00\, m$$

Enoncé exercice 3 a)-b)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *On complète les informations sur les matériaux en donnant leur module d'Yunf et leur coefficient de Poisson :*

propriété	***matériau 1***	***matériau 2***
coefficient d'écrouissage n	0.8	0.2
module d'Young E, GPa	200	
coefficient de Poisson ν	0.5	
tx. de déf. en lim. élast. ε_{e}	0.02	

a) *Dimensionnez la force de la machine d'étirage, sachant qu'en entrée les barres ont un diamètre de* $r_0 = 2$ *cm*

b) *Commentez les résultats obtenus.*

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6 \text{ mm}^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_e^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_e\left(\frac{n}{\varepsilon_e \mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{Rappel :} \quad E = 200 \text{ GPa et } \varepsilon_e = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés.* *ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_m \text{ où } S_0 = \pi r_0^2 = 3.1415 \times 20^2 = 1256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_e^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_e\left(\frac{n}{\varepsilon_e \mathbf{e}}\right)^n$$ **Rappel :** $E = 200$ GPa et $\varepsilon_e = 0.02$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_m R_m \text{ où } S_0 = \pi r_0^2 = 3.1416 \times 20^2 = 1256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_e^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_e\left(\frac{n}{\varepsilon_e\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}}\quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_e = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ \mathrm{mm}^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_e^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_e\left(\frac{n}{\varepsilon_e \mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}}\quad E = 200\ \mathit{GPa}\ \text{et}\ \varepsilon_e = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_{\mathrm{m}} = n$:*

	n	ε_r	ε_{m}	R_{m}, GPa	$F_{\max}$, kN
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_{\mathrm{m}} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 = 1'256.6 \text{ mm}^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_e^{1-n}$:*

$$R_{\mathrm{m}} = K \left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_e \left(\frac{n}{\varepsilon_e \mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{Rappel :} \quad E = 200 \text{ GPa et } \varepsilon_e = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_{\mathrm{m}} = n$:*

	n	ε_r	ε_{m}	R_{m}, *GPa*	$F_{\max}$, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_{\mathrm{m}} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\, mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_e^{1-n}$:*

$$R_{\mathrm{m}} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_e\left(\frac{n}{\varepsilon_e \mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{Rappel :} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_e = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, GPa	F_max, kN
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_e^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_e\left(\frac{n}{\varepsilon_e \mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_e = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_{\mathrm{m}} = n$:*

	n	ε_r	ε_{m}	R_{m}, *GPa*	$F_{\max}$, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_{\mathrm{m}} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\, mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_e^{1-n}$:*

$$R_{\mathrm{m}} = K \left(\frac{n}{\mathbf{e}} \right)^n = E\varepsilon_e \left(\frac{n}{\varepsilon_e \mathbf{e}} \right)^n \qquad \textbf{Rappel :} \quad E = 200\,GPa \text{ et } \varepsilon_e = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_{\mathrm{m}} = n$:*

	n	ε_r	ε_{m}	R_{m}, *GPa*	$F_{\max}$, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_{\mathrm{m}} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\, mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_e^{1-n}$:*

$$R_{\mathrm{m}} = K \left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_e \left(\frac{n}{\varepsilon_e \mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_e = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_{\mathrm{m}} = n$:*

	n	ε_r	ε_{m}	R_{m}, GPa	$F_{\max}$, kN
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43'190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6'520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_{\mathrm{m}} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n}$:*

$$R_{\mathrm{m}} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_{\mathrm{e}}\left(\frac{n}{\varepsilon_{\mathrm{e}}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{Rappel :} \quad E = 200\ \text{GPa et } \varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \textit{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\, mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K \left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_\mathrm{e} \left(\frac{n}{\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200 \text{ GPa et } \varepsilon_\mathrm{e} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\, mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K \left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_\mathrm{e} \left(\frac{n}{\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_\mathrm{e} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\, mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K \left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_\mathrm{e} \left(\frac{n}{\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_\mathrm{e} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_\mathrm{e}\left(\frac{n}{\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_\mathrm{e} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_{\mathrm{m}} = n$:*

	n	ε_r	ε_{m}	R_{m}, *GPa*	$F_{\max}$, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_{\mathrm{m}} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n}$:*

$$R_{\mathrm{m}} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_{\mathrm{e}}\left(\frac{n}{\varepsilon_{\mathrm{e}}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp.* $\nu = 0.5$*, la résistance est, si on utilise que* $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$ *:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_\mathrm{e}\left(\frac{n}{\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_\mathrm{e} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf.* ε_r *à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance* $\varepsilon_\mathrm{m} = n$ *:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	$43'190$
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	$6'520$

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp.* $\nu = 0.5$, *la résistance est, si on utilise que* $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$ *:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_\mathrm{e}\left(\frac{n}{\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_\mathrm{e} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_\mathrm{e}\left(\frac{n}{\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_\mathrm{e} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf.* ε_r *à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance* $\varepsilon_\mathrm{m} = n$ *:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp.* $\nu = 0.5$, *la résistance est, si on utilise que* $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$ *:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_\mathrm{e}\left(\frac{n}{\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_\mathrm{e} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_{\mathrm{m}} = n$:*

	n	ε_r	ε_{m}	R_{m}, GPa	$F_{\max}$, kN
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_{\mathrm{m}} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n}$:*

$$R_{\mathrm{m}} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_{\mathrm{e}}\left(\frac{n}{\varepsilon_{\mathrm{e}}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_\mathrm{m} = n$:*

	n	ε_r	ε_m	R_m, *GPa*	F_max, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_\mathrm{m} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\ mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n}$:*

$$R_\mathrm{m} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_\mathrm{e}\left(\frac{n}{\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{\textit{Rappel :}} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_\mathrm{e} = 0.02$$

Corrigé exercice 3 c)-d)

Estimation de la force de traction nécessaire

- *Les tx de déf. ε_r à atteindre en relaxation ont déjà été calculés. ils sont supérieurs au tx de déf. réel en résistance $\varepsilon_{\mathrm{m}} = n$:*

	n	ε_r	ε_{m}	R_{m}, *GPa*	$F_{\max}$, *kN*
matériau 1	0.8	2.2622	0.8	34.370	43′190
matériau 2	0.2	1.4332	0.2	5.19	6′520

- *La force maximale F est donc appliquée au maximum d'écrouissage :*

$$F = S_0 R_{\mathrm{m}} \quad \text{où} \quad S_0 = \pi r_0^2 \simeq 3.1415 \times 20^2 \simeq 1'256.6\, mm^2$$

- *Dans le cas incomp. $\nu = 0.5$, la résistance est, si on utilise que $K = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n}$:*

$$R_{\mathrm{m}} = K \left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n = E\varepsilon_{\mathrm{e}} \left(\frac{n}{\varepsilon_{\mathrm{e}}\mathbf{e}}\right)^n \qquad \textbf{Rappel :} \quad E = 200\ GPa \text{ et } \varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.02$$

Enoncé exercice 4 a)

Variation permanente de volume - taux de déformation permanent

- *Les propriétés mécaniques d'un acier recuit sont résumées dans la table suivante*

taux de déf. réel lim. élas.	***coeff. Poisson***	***coeff. écrou.***
$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.05$	$\nu = 0.3$	$n = 0.26$

- *Une barre de volume* $V_0 = 100$ *cc est étirée jusqu'à un taux de de déformation réel* $\varepsilon_{\mathrm{r}} = 1.2$*. On relâche la force et la barre se retire jusqu'à montrer un taux de déformation permanent* ε_{p}*. On vous demande de*

a) *calculer le taux de déformation permanent* ε_{p}*,*

Enoncé exercice 4 a)

Variation permanente de volume - taux de déformation permanent

- *L'équation de la déformation permanente donne immédiatement* $\varepsilon_{\rm p}$ *en fonction de* $\varepsilon_{\rm r}$ *:*

$$\varepsilon_{\rm p} = \varepsilon_{\rm r} - \varepsilon_{\rm e}\left(\frac{\varepsilon_{\rm r}}{\varepsilon_{\rm e}}\right)^{n} \qquad (1)$$

- *En tenant compte que* $\varepsilon_{\rm r} = 1.2$ *et en utilisant les données numériques* ($\varepsilon_{\rm e} = 0.05$ *et* $n = 0.26$) *:*

$$\varepsilon_{\rm p} = 1.2 - 0.05 \times \left(\frac{1.2}{0.05}\right)^{0.26} \simeq 1.0857 \qquad (2)$$

Enoncé exercice 4 a)

Variation permanente de volume - taux de déformation permanent

- *L'équation de la déformation permanente donne immédiatement ε_{p} en fonction de ε_{r} :*

$$\varepsilon_{\mathrm{p}} = \varepsilon_{\mathrm{r}} - \varepsilon_{\mathrm{e}} \left(\frac{\varepsilon_{\mathrm{r}}}{\varepsilon_{\mathrm{e}}} \right)^{n} \qquad (1)$$

- *En tenant compte que $\varepsilon_{\mathrm{r}} = 1.2$ et en utilisant les données numériques ($\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.05$ et $n = 0.26$) :*

$$\varepsilon_{\mathrm{p}} = 1.2 - 0.05 \times \left(\frac{1.2}{0.05} \right)^{0.26} \simeq 1.0857 \qquad (2)$$

Enoncé exercice 4 a)

Variation permanente de volume - taux de déformation permanent

- *L'équation de la déformation permanente donne immédiatement* ε_{p} *en fonction de* ε_{r} *:*

$$\varepsilon_{\mathrm{p}} = \varepsilon_{\mathrm{r}} - \varepsilon_{\mathrm{e}} \left(\frac{\varepsilon_{\mathrm{r}}}{\varepsilon_{\mathrm{e}}} \right)^{n} \tag{1}$$

- *En tenant compte que* $\varepsilon_{\mathrm{r}} = 1.2$ *et en utilisant les données numériques (*$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.05$ *et* $n = 0.26$*) :*

$$\varepsilon_{\mathrm{p}} = 1.2 - 0.05 \times \left(\frac{1.2}{0.05} \right)^{0.26} \simeq 1.0857 \tag{2}$$

Enoncé exercice 4 a)

Variation permanente de volume - taux de déformation permanent

- *L'équation de la déformation permanente donne immédiatement* ε_p *en fonction de* ε_r *:*

$$\varepsilon_\mathrm{p} = \varepsilon_\mathrm{r} - \varepsilon_\mathrm{e} \left(\frac{\varepsilon_\mathrm{r}}{\varepsilon_\mathrm{e}} \right)^n \tag{1}$$

- *En tenant compte que* $\varepsilon_\mathrm{r} = 1.2$ *et en utilisant les données numériques (*$\varepsilon_\mathrm{e} = 0.05$ *et* $n = 0.26$*) :*

$$\varepsilon_\mathrm{p} = 1.2 - 0.05 \times \left(\frac{1.2}{0.05} \right)^{0.26} \simeq 1.0857 \tag{2}$$

Enoncé exercice 4 b)

Variation permanente de volume - volume en fin d'élasticité

- *Les propriétés mécaniques d'un acier recuit sont résumées dans la table suivante*

taux de déf. réel lim. élas.	***coeff. Poisson***	***coeff. écrou.***
$\varepsilon_e = 0.05$	$\nu = 0.3$	$n = 0.26$

- *Une barre de volume $V_0 = 100$ cc est étirée jusqu'à un taux de de déformation réel $\varepsilon_r = 1.2$. On relâche la force et la barre se retire jusqu'à montrer un taux de déformation permanent ε_p. On vous demande de*

b) *calculer le volume V_e de la barre au moment où elle entre en plasticité,*

Variation permanente de volume - volume en fin d'élasticité

- *La loi de Poisson donne le volume à la limite élastique :*

$$V_\mathrm{e} = V_0\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon_\mathrm{e}} \simeq 100\mathbf{e}^{(1-2\times0.3)\times0.05} \simeq 102.02\ cc \tag{3}$$

Enoncé exercice 4 b)

Variation permanente de volume - volume en fin d'élasticité

- *La loi de Poisson donne le volume à la limite élastique :*

$$V_e = V_0 \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon_e} \simeq 100\mathbf{e}^{(1-2\times0.3)\times0.05} \simeq 102.02 \text{ cc} \tag{3}$$

Enoncé exercice 4 b)

Variation permanente de volume - volume en fin d'élasticité

- *La loi de Poisson donne le volume à la limite élastique :*

$$V_e = V_0 \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon_e} \simeq 100\mathbf{e}^{(1-2\times0.3)\times0.05} \simeq 102.02\ cc \tag{3}$$

Enoncé exercice 4 b)

Variation permanente de volume - volume en fin d'élasticité

- *La loi de Poisson donne le volume à la limite élastique :*

$$V_{\mathrm{e}} = V_0 \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon_{\mathrm{e}}} \simeq 100\mathbf{e}^{(1-2\times 0.3)\times 0.05} \simeq 102.02\, cc \tag{3}$$

Enoncé exercice 4 c)

Variation permanente de volume - volume en relaxation

- *Les propriétés mécaniques d'un acier recuit sont résumées dans la table suivante*

taux de déf. réel lim. élas.	***coeff. Poisson***	***coeff. écrou.***
$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.05$	$\nu = 0.3$	$n = 0.26$

- *Une barre de volume* $V_0 = 100$ *cc est étirée jusqu'à un taux de de déformation réel* $\varepsilon_{\mathrm{r}} = 1.2$*. On relâche la force et la barre se retire jusqu'à montrer un taux de déformation permanent* ε_{p}*. On vous demande de*

c) *appliquer la théorie de Considère pour calculer le volume* V_{r} *de la barre au moment où on relâche l'expérience de traction,*

Enoncé exercice 4 c)

Variation permanente de volume - volume en relaxation

- *Selon Considère, le volume du matériau ne change pas durant toute la déformation plastique, en conséquence :*

$$V_{\mathrm{r}} = V_{\mathrm{e}} \simeq 102.02\ cc \tag{4}$$

Enoncé exercice 4 c)

Variation permanente de volume - volume en relaxation

- *Selon Considère, le volume du matériau ne change pas durant toute la déformation plastique, en conséquence :*

$$V_{\mathrm{r}} = V_{\mathrm{e}} \simeq 102.02\ cc \tag{4}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Les propriétés mécaniques d'un acier recuit sont résumées dans la table suivante*

taux de déf. réel lim. élas.	***coeff. Poisson***	***coeff. écrou.***
$\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.05$	$\nu = 0.3$	$n = 0.26$

- *Une barre de volume* $V_0 = 100$ *cc est étirée jusqu'à un taux de de déformation réel* $\varepsilon_{\mathrm{r}} = 1.2$*. On relâche la force et la barre se retire jusqu'à montrer un taux de déformation permanent* ε_{p}*. On vous demande de*

d) *calculer le volume final de la barre toujours dans le contexte de la théorie de Considère,*

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_{p} en relation avec le volume en relaxation V_{r}. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_{p} et V_{r} est donc donné par la relation de Poisson :*

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_{\mathrm{r}} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_{\mathrm{p}} = 102.02 \times e^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)}. \qquad (6)$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_{p} en relation avec le volume en relaxation V_{r}. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_{p} et V_{r} est donc donné par la relation de Poisson :*

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_{\mathrm{r}} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_{\mathrm{p}} = 102.02 \times e^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)}. \qquad (6)$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_{p} en relation avec le volume en relaxation V_{r}. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_{p} et V_{r} est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_{\mathrm{r}} = V_{\mathrm{p}} \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_{\mathrm{p}} = V_{\mathrm{r}} \mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln \frac{l_{\mathrm{r}}}{l_{\mathrm{p}}} = \ln \frac{l_{\mathrm{r}} l_0}{l_0 l_{\mathrm{p}}} = \ln \frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0} \frac{l_0}{l_{\mathrm{p}}} = \ln \frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0} - \ln \frac{l_{\mathrm{p}}}{l_0} = \varepsilon_{\mathrm{r}} - \varepsilon_{\mathrm{p}} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_{\mathrm{r}} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_{\mathrm{p}} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)}. \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_p en relation avec le volume en relaxation V_r. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_p et V_r est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_\mathrm{r} = V_\mathrm{p}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_\mathrm{p} = V_\mathrm{r}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \quad (5)$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r} l_0}{l_0 l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0}\frac{l_0}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0} - \ln\frac{l_\mathrm{p}}{l_0} = \varepsilon_\mathrm{r} - \varepsilon_\mathrm{p} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_\mathrm{r} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_\mathrm{p} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{\textbf{(théorie de Considère)}} \quad (6)$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_p en relation avec le volume en relaxation V_r. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne* ***élastiquement*** *à l'état de relaxation. Le rapport entre V_p et V_r est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_\mathrm{r} = V_\mathrm{p}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_\mathrm{p} = V_\mathrm{r}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_r}{l_p} = \ln\frac{l_r l_0}{l_0 l_p} = \ln\frac{l_r}{l_0}\frac{l_0}{l_p} = \ln\frac{l_r}{l_0} - \ln\frac{l_p}{l_0} = \varepsilon_r - \varepsilon_p = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_\mathrm{r} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_\mathrm{p} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)} \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_p en relation avec le volume en relaxation V_r. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne* ***élastiquement*** *à l'état de relaxation. Le rapport entre V_p et V_r est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_r = V_p \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_p = V_r \mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln \frac{l_r}{l_p} = \ln \frac{l_r l_0}{l_0 l_p} = \ln \frac{l_r}{l_0}\frac{l_0}{l_p} = \ln \frac{l_r}{l_0} - \ln \frac{l_p}{l_0} = \varepsilon_r - \varepsilon_p = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_r \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_p = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times0.3)\times0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère).} \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_{p} en relation avec le volume en relaxation V_{r}. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_{p} et V_{r} est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_{\mathrm{r}} = V_{\mathrm{p}}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_{\mathrm{p}} = V_{\mathrm{r}}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \quad (5)$$

  où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln \frac{l_{\mathrm{r}}}{l_{\mathrm{p}}} = \ln \frac{l_{\mathrm{r}} l_0}{l_0 l_{\mathrm{p}}} = \ln \frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0}\frac{l_0}{l_{\mathrm{p}}} = \ln \frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0} - \ln \frac{l_{\mathrm{p}}}{l_0} = \varepsilon_r - \varepsilon_p = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_{\mathrm{r}} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_{\mathrm{p}} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)}. \quad (6)$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_{p} en relation avec le volume en relaxation V_{r}. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne* ***élastiquement*** *à l'état de relaxation. Le rapport entre V_{p} et V_{r} est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_{\mathrm{r}} = V_{\mathrm{p}}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_{\mathrm{p}} = V_{\mathrm{r}}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_{\mathrm{r}} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_{\mathrm{p}} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)} \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_{p} en relation avec le volume en relaxation V_{r}. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_{p} et V_{r} est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_{\mathrm{r}} = V_{\mathrm{p}}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_{\mathrm{p}} = V_{\mathrm{r}}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}}{l_{\mathrm{p}}} = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}l_0}{l_0 l_{\mathrm{p}}} = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0}\frac{l_0}{l_{\mathrm{p}}} = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0} - \ln\frac{l_{\mathrm{p}}}{l_0} = \varepsilon_{\mathrm{r}} - \varepsilon_{\mathrm{p}} \simeq 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_{\mathrm{r}} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_{\mathrm{p}} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)}. \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_{p} en relation avec le volume en relaxation V_{r}. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_{p} et V_{r} est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_{\mathrm{r}} = V_{\mathrm{p}}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_{\mathrm{p}} = V_{\mathrm{r}}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \qquad (5)$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}}{l_{\mathrm{p}}} = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}l_0}{l_0 l_{\mathrm{p}}} = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0}\frac{l_0}{l_{\mathrm{p}}} = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0} - \ln\frac{l_{\mathrm{p}}}{l_0} = \varepsilon_{\mathrm{r}} - \varepsilon_{\mathrm{p}} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_{\mathrm{r}} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_{\mathrm{p}} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)}. \qquad (6)$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_p en relation avec le volume en relaxation V_r. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne* ***élastiquement*** *à l'état de relaxation. Le rapport entre V_p et V_r est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_r = V_p \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_p = V_r \mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln \frac{l_r}{l_p} = \ln \frac{l_r l_0}{l_0 l_p} = \ln \frac{l_r}{l_0}\frac{l_0}{l_p} = \ln \frac{l_r}{l_0} - \ln \frac{l_p}{l_0} = \varepsilon_r - \varepsilon_p = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_r \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_p = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)} \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_p en relation avec le volume en relaxation V_r. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_p et V_r est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_\mathrm{r} = V_\mathrm{p}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_\mathrm{p} = V_\mathrm{r}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

  où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\to$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r} l_0}{l_0 l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0}\frac{l_0}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0} - \ln\frac{l_\mathrm{p}}{l_0} = \varepsilon_\mathrm{r} - \varepsilon_\mathrm{p} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_\mathrm{r} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_\mathrm{p} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère).} \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_{p} en relation avec le volume en relaxation V_{r}. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_{p} et V_{r} est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_{\mathrm{r}} = V_{\mathrm{p}} \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_{\mathrm{p}} = V_{\mathrm{r}} \mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

  où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln \frac{l_{\mathrm{r}}}{l_{\mathrm{p}}} = \ln \frac{l_{\mathrm{r}} l_0}{l_0 l_{\mathrm{p}}} = \ln \frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0} \frac{l_0}{l_{\mathrm{p}}} = \ln \frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0} - \ln \frac{l_{\mathrm{p}}}{l_0} = \varepsilon_{\mathrm{r}} - \varepsilon_{\mathrm{p}} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_{\mathrm{r}} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_{\mathrm{p}} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère).} \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_p en relation avec le volume en relaxation V_r. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_p et V_r est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_\mathrm{r} = V_\mathrm{p}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_\mathrm{p} = V_\mathrm{r}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r} l_0}{l_0 l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0}\frac{l_0}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0} - \ln\frac{l_\mathrm{p}}{l_0} = \varepsilon_\mathrm{r} - \varepsilon_\mathrm{p} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_\mathrm{r} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_\mathrm{p} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)} \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_p en relation avec le volume en relaxation V_r. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_p et V_r est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_\mathrm{r} = V_\mathrm{p}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_\mathrm{p} = V_\mathrm{r}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}l_0}{l_0l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0}\frac{l_0}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0} - \ln\frac{l_\mathrm{p}}{l_0} = \varepsilon_\mathrm{r} - \varepsilon_\mathrm{p} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_\mathrm{r} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_\mathrm{p} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times0.3)\times0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)}. \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_{p} en relation avec le volume en relaxation V_{r}. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne* ***élastiquement*** *à l'état de relaxation. Le rapport entre V_{p} et V_{r} est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_{\mathrm{r}} = V_{\mathrm{p}}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_{\mathrm{p}} = V_{\mathrm{r}}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}}{l_{\mathrm{p}}} = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}l_0}{l_0 l_{\mathrm{p}}} = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0}\frac{l_0}{l_{\mathrm{p}}} = \ln\frac{l_{\mathrm{r}}}{l_0} - \ln\frac{l_{\mathrm{p}}}{l_0} = \varepsilon_{\mathrm{r}} - \varepsilon_{\mathrm{p}} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_{\mathrm{r}} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_{\mathrm{p}} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)} \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_p en relation avec le volume en relaxation V_r. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne* ***élastiquement*** *à l'état de relaxation. Le rapport entre V_p et V_r est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_\mathrm{r} = V_\mathrm{p}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_\mathrm{p} = V_\mathrm{r}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \qquad (5)$$

  où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r} l_0}{l_0 l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0}\frac{l_0}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0} - \ln\frac{l_\mathrm{p}}{l_0} = \varepsilon_\mathrm{r} - \varepsilon_\mathrm{p} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_\mathrm{r} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_\mathrm{p} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46 \text{ cc} \quad \textit{(théorie de Considère)}. \qquad (6)$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent $V_{\rm p}$ en relation avec le volume en relaxation $V_{\rm r}$. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne* ***élastiquement*** *à l'état de relaxation. Le rapport entre $V_{\rm p}$ et $V_{\rm r}$ est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_{\rm r} = V_{\rm p}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \implies V_{\rm p} = V_{\rm r}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_{\rm r}}{l_{\rm p}} = \ln\frac{l_{\rm r}l_0}{l_0 l_{\rm p}} = \ln\frac{l_{\rm r}}{l_0}\frac{l_0}{l_{\rm p}} = \ln\frac{l_{\rm r}}{l_0} - \ln\frac{l_{\rm p}}{l_0} = \varepsilon_{\rm r} - \varepsilon_{\rm p} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que* $V_{\rm r} \simeq 102.02$ *cc on trouve*

$$V_{\rm p} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times0.3)\times0.1143} \simeq 97.46 \, cc \quad \textit{(théorie de Considère)}. \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent V_p en relation avec le volume en relaxation V_r. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne **élastiquement** à l'état de relaxation. Le rapport entre V_p et V_r est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_\mathrm{r} = V_\mathrm{p}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_\mathrm{p} = V_\mathrm{r}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \tag{5}$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}l_0}{l_0 l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0}\frac{l_0}{l_\mathrm{p}} = \ln\frac{l_\mathrm{r}}{l_0} - \ln\frac{l_\mathrm{p}}{l_0} = \varepsilon_\mathrm{r} - \varepsilon_\mathrm{p} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_\mathrm{r} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_\mathrm{p} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46\ cc \quad \textit{(théorie de Considère)}. \tag{6}$$

Enoncé exercice 4 d)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Pour le calculer, on va mettre le volume permanent $V_{\rm p}$ en relation avec le volume en relaxation $V_{\rm r}$. On utilise que si la barre est remise en traction depuis son état permanent elle retourne* ***élastiquement*** *à l'état de relaxation. Le rapport entre $V_{\rm p}$ et $V_{\rm r}$ est donc donné par la relation de Poisson :*

$$V_{\rm r} = V_{\rm p}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \Longrightarrow V_{\rm p} = V_{\rm r}\mathbf{e}^{-(1-2\nu)\varepsilon} \qquad (5)$$

où ε est le taux de déformation correspondant à la transformation état permanent $\rightarrow$ état de relaxation :

$$\varepsilon = \ln\frac{l_{\rm r}}{l_{\rm p}} = \ln\frac{l_{\rm r} l_0}{l_0 l_{\rm p}} = \ln\frac{l_{\rm r}}{l_0}\frac{l_0}{l_{\rm p}} = \ln\frac{l_{\rm r}}{l_0} - \ln\frac{l_{\rm p}}{l_0} = \varepsilon_{\rm r} - \varepsilon_{\rm p} = 1.2 - 1.0857 \simeq 0.1143$$

- *Remplaçant ε par cette valeur et tenant compte que $V_{\rm r} \simeq 102.02$ cc on trouve*

$$V_{\rm p} = 102.02 \times \mathbf{e}^{-(1-2\times 0.3)\times 0.1143} \simeq 97.46\ cc \quad \textbf{\textit{(théorie de Considère)}}. \qquad (6)$$

Enoncé exercice 4 e)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *Les propriétés mécaniques d'un acier recuit sont résumées dans la table suivante :*

taux de déf. réel lim. élas.	***coeff. Poisson***	***coeff. écrou.***
$\varepsilon_e = 0.05$	$\nu = 0.3$	$n = 0.26$

- *Une barre de volume* $V_0 = 100$ *cc est étirée jusqu'à un taux de de déformation réel* $\varepsilon_r = 1.2$*. On relâche la force et la barre se retire jusqu'à montrer un taux de déformation permanent* ε_p*. On vous demande de*

e) *constater que l'hypothèse de Considère amène à une constatation curieuse qu'il est fort peu probable d'observer dans la réalité.*

Corrigé exercice 4 e)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *L'hypothèse de Considère amène à la conclusion que le volume permanent atteint par la barre après étirage et relaxation est **plus petit** que le volume de départ :*

$$97.463\,cc < 100\,cc. \tag{7}$$

- *Cela est dû au fait qu'il n'y a, dans la théorie de Considère, que deux mécanismes qui modifient les volumes :*
  - i) *la montée élastique au départ qui augmente le volume,*
  - ii) *le rebond élastique après la relaxation qui le diminue.*
- *Or, à cause de l'écrouissage, le rebond correspond à un taux de déformation réel plus grand, en valeur absolu, que le taux de déformation réel lié à la montée élastique.*
- *Le retrait dû au rebond est donc plus important que la dilatation due à la montée ce qui, globalement, implique un **rétrecissement** (7).*
- *Dans la pratique on n'observe jamais de rétrecissement entre le volume initial et le volume permanent d'un échantillon ayant été soumis à une traction : pour la plupart des matériaux classiques (polymères, métaux), le volume permanent est égal au volume initial et les formules de Considère doivent être remplacées par celles de **Hencky**.*

Corrigé exercice 4 e)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *L'hypothèse de Considère amène à la conclusion que le volume permanent atteint par la barre après étirage et relaxation est **plus petit** que le volume de départ :*

$$97.463\ cc < 100\ cc. \tag{7}$$

- *Cela est dû au fait qu'il n'y a, dans la théorie de Considère, que deux mécanismes qui modifient les volumes :*
  i) *la montée élastique au départ qui augmente le volume,*
  ii) *le rebond élastique après la relaxation qui le diminue.*
- *Or, à cause de l'écrouissage, le rebond correspond à un taux de déformation réel plus grand, en valeur absolu, que le taux de déformation réel lié à la montée élastique.*
- *Le retrait dû au rebond est donc plus important que la dilatation due à la montée ce qui, globalement, implique un **rétrecissement** (7).*
- *Dans la pratique on n'observe jamais de rétrecissement entre le volume initial et le volume permanent d'un échantillon ayant été soumis à une traction : pour la plupart des matériaux classiques (polymères, métaux), le volume permanent est égal au volume initial et les formules de Considère doivent être remplacées par celles de **Hencky**.*

Corrigé exercice 4 e)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *L'hypothèse de Considère amène à la conclusion que le volume permanent atteint par la barre après étirage et relaxation est **plus petit** que le volume de départ :*

$$97.463\ cc < 100\ cc. \tag{7}$$

- *Cela est dû au fait qu'il n'y a, dans la théorie de Considère, que deux mécanismes qui modifient les volumes :*
    - i) *la montée élastique au départ qui augmente le volume,*
    - ii) *le rebond élastique après la relaxation qui le diminue.*
- *Or, à cause de l'écrouissage, le rebond correspond à un taux de déformation réel plus grand, en valeur absolu, que le taux de déformation réel lié à la montée élastique.*
- *Le retrait dû au rebond est donc plus important que la dilatation due à la montée ce qui, globalement, implique un **rétrecissement** (7).*
- *Dans la pratique on n'observe jamais de rétrecissement entre le volume initial et le volume permanent d'un échantillon ayant été soumis à une traction : pour la plupart des matériaux classiques (polymères, métaux), le volume permanent est égal au volume initial et les formules de Considère doivent être remplacées par celles de **Hencky**.*

Corrigé exercice 4 e)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *L'hypothèse de Considère amène à la conclusion que le volume permanent atteint par la barre après étirage et relaxation est* ***plus petit*** *que le volume de départ :*

$$97.463\ cc < 100\ cc. \tag{7}$$

- *Cela est dû au fait qu'il n'y a, dans la théorie de Considère, que deux mécanismes qui modifient les volumes :*
  i) *la montée élastique au départ qui augmente le volume,*
  ii) *le rebond élastique après la relaxation qui le diminue.*
- *Or, à cause de l'écrouissage, le rebond correspond à un taux de déformation réel plus grand, en valeur absolu, que le taux de déformation réel lié à la montée élastique.*
- *Le retrait dû au rebond est donc plus important que la dilatation due à la montée ce qui, globalement, implique un* ***rétrecissement*** *(7).*
- *Dans la pratique on n'observe jamais de rétrecissement entre le volume initial et le volume permanent d'un échantillon ayant été soumis à une traction : pour la plupart des matériaux classiques (polymères, métaux), le volume permanent est égal au volume initial et les formules de Considère doivent être remplacées par celles de* ***Hencky****.*

Corrigé exercice 4 e)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *L'hypothèse de Considère amène à la conclusion que le volume permanent atteint par la barre après étirage et relaxation est **plus petit** que le volume de départ :*

$$97.463\ cc < 100\ cc. \tag{7}$$

- *Cela est dû au fait qu'il n'y a, dans la théorie de Considère, que deux mécanismes qui modifient les volumes :*
  - i) *la montée élastique au départ qui augmente le volume,*
  - ii) *le rebond élastique après la relaxation qui le diminue.*
- *Or, à cause de l'écrouissage, le rebond correspond à un taux de déformation réel plus grand, en valeur absolu, que le taux de déformation réel lié à la montée élastique.*
- *Le retrait dû au rebond est donc plus important que la dilatation due à la montée ce qui, globalement, implique un **rétrecissement** (7).*
- *Dans la pratique on n'observe jamais de rétrecissement entre le volume initial et le volume permanent d'un échantillon ayant été soumis à une traction : pour la plupart des matériaux classiques (polymères, métaux), le volume permanent est égal au volume initial et les formules de Considère doivent être remplacées par celles de **Hencky**.*

Corrigé exercice 4 e)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *L'hypothèse de Considère amène à la conclusion que le volume permanent atteint par la barre après étirage et relaxation est **plus petit** que le volume de départ :*

$$97.463\ cc < 100\ cc. \tag{7}$$

- *Cela est dû au fait qu'il n'y a, dans la théorie de Considère, que deux mécanismes qui modifient les volumes :*
  i) *la montée élastique au départ qui augmente le volume,*
  ii) *le rebond élastique après la relaxation qui le diminue.*
- *Or, à cause de l'écrouissage, le rebond correspond à un taux de déformation réel plus grand, en valeur absolu, que le taux de déformation réel lié à la montée élastique.*
- *Le retrait dû au rebond est donc plus important que la dilatation due à la montée ce qui, globalement, implique un **rétrecissement** (7).*
- *Dans la pratique on n'observe jamais de rétrecissement entre le volume initial et le volume permanent d'un échantillon ayant été soumis à une traction : pour la plupart des matériaux classiques (polymères, métaux), le volume permanent est égal au volume initial et les formules de Considère doivent être remplacées par celles de **Hencky**.*

Corrigé exercice 4 e)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *L'hypothèse de Considère amène à la conclusion que le volume permanent atteint par la barre après étirage et relaxation est **plus petit** que le volume de départ :*

$$97.463 \; cc < 100 \; cc. \tag{7}$$

- *Cela est dû au fait qu'il n'y a, dans la théorie de Considère, que deux mécanismes qui modifient les volumes :*
  - i) *la montée élastique au départ qui augmente le volume,*
  - ii) *le rebond élastique après la relaxation qui le diminue.*
- *Or, à cause de l'écrouissage, le rebond correspond à un taux de déformation réel plus grand, en valeur absolu, que le taux de déformation réel lié à la montée élastique.*
- *Le retrait dû au rebond est donc plus important que la dilatation due à la montée ce qui, globalement, implique un **rétrecissement** (7).*
- *Dans la pratique on n'observe jamais de rétrecissement entre le volume initial et le volume permanent d'un échantillon ayant été soumis à une traction : pour la plupart des matériaux classiques (polymères, métaux), le volume permanent est égal au volume initial et les formules de Considère doivent être remplacées par celles de **Hencky**.*

Corrigé exercice 4 e)

Variation permanente de volume - volume permanent

- *L'hypothèse de Considère amène à la conclusion que le volume permanent atteint par la barre après étirage et relaxation est **plus petit** que le volume de départ :*

$$97.463\,cc < 100\,cc. \tag{7}$$

- *Cela est dû au fait qu'il n'y a, dans la théorie de Considère, que deux mécanismes qui modifient les volumes :*
  i) *la montée élastique au départ qui augmente le volume,*
  ii) *le rebond élastique après la relaxation qui le diminue.*
- *Or, à cause de l'écrouissage, le rebond correspond à un taux de déformation réel plus grand, en valeur absolu, que le taux de déformation réel lié à la montée élastique.*
- *Le retrait dû au rebond est donc plus important que la dilatation due à la montée ce qui, globalement, implique un **rétrecissement** (7).*
- *Dans la pratique on n'observe jamais de rétrecissement entre le volume initial et le volume permanent d'un échantillon ayant été soumis à une traction : pour la plupart des matériaux classiques (polymères, métaux), le volume permanent est égal au volume initial et les formules de Considère doivent être remplacées par celles de **Hencky**.*