

Procédés de fabrication I - IGI, série 1

5 octobre 2022

Enoncé exercice 1 a)

Transformation du taux nominal en taux réel

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

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

Il effectue une traction et mesure

$$e = 0.5. \quad (2)$$

Ce résultat vous ennuie car vous préférez caractériser les déformation en utilisant les taux **réels** :

$$\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}. \quad (3)$$

- a) Vous est-il possible de déduire directement ε de la mesure (2) que vous a communiquée votre chef d'atelier sans redescendre au labo pour mesurer les longueurs initiale et finale l_0 et l ?

Corrigé exercice 1 a)

Transformation du taux nominal en taux réel

- a) *Il n'est pas nécessaire de retourner à l'atelier pour mesurer les longueurs initiale et finale l_0 et l . En fait seul le rapport $\frac{l}{l_0}$ est important pour calculer le taux de déformation réel*

$$\epsilon = \ln \frac{l}{l_0}. \quad (4)$$

- b) *Or on peut tirer la valeur de ce rapport de la mesure du taux de déformation nominal :*

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

- c) *Substituant le rapport $\frac{l}{l_0}$ par sa valeur en fonction de e qu'on vient de trouver, on obtient une règle de transformation des taux nominaux en taux réels :*

$$\epsilon = \ln(1 + e). \quad (5)$$

Corrigé exercice 1 a)

Transformation du taux nominal en taux réel

- a) *Il n'est pas nécessaire de retourner à l'atelier pour mesurer les longueurs initiale et finale l_0 et l . En fait seul le rapport $\frac{l}{l_0}$ est important pour calculer le taux de déformation réel*

$$\epsilon = \ln \frac{l}{l_0}. \quad (4)$$

- b) *Or on peut tirer la valeur de ce rapport de la mesure du taux de déformation nominal :*

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

- c) *Substituant le rapport $\frac{l}{l_0}$ par sa valeur en fonction de e qu'on vient de trouver, on obtient une règle de transformation des taux nominaux en taux réels :*

$$\epsilon = \ln(1 + e). \quad (5)$$

Dans notre cas, on aura que

$$\epsilon = \ln(1 + 0.5) = \ln 1.5 \approx 0.4054.$$

Corrigé exercice 1 a)

Transformation du taux nominal en taux réel

- a) *Il n'est pas nécessaire de retourner à l'atelier pour mesurer les longueurs initiale et finale l_0 et l . En fait seul le rapport $\frac{l}{l_0}$ est important pour calculer le taux de déformation réel*

$$\epsilon = \ln \frac{l}{l_0}. \quad (4)$$

- b) *Or on peut tirer la valeur de ce rapport de la mesure du taux de déformation nominal :*

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

- c) *Substituant le rapport $\frac{l}{l_0}$ par sa valeur en fonction de e qu'on vient de trouver, on obtient une règle de transformation des taux nominaux en taux réels :*

$$\epsilon = \ln(1 + e). \quad (5)$$

Dans notre cas, on aura que

$$\epsilon = \ln(1 + 0.5) = \ln 1.5 \simeq 0.4054.$$

Corrigé exercice 1 a)

Transformation du taux nominal en taux réel

- a) *Il n'est pas nécessaire de retourner à l'atelier pour mesurer les longueurs initiale et finale l_0 et l . En fait seul le rapport $\frac{l}{l_0}$ est important pour calculer le taux de déformation réel*

$$\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}. \quad (4)$$

- b) *Or on peut tirer la valeur de ce rapport de la mesure du taux de déformation nominal :*

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

- c) *Substituant le rapport $\frac{l}{l_0}$ par sa valeur en fonction de e qu'on vient de trouver, on obtient une règle de transformation des taux nominaux en taux réels :*

$$\varepsilon = \ln(1 + e). \quad (5)$$

Dans notre cas, on aura que

$$\varepsilon = \ln(1 + 0.5) = \ln 1.5 \simeq 0.4054.$$

Enoncé exercice 1 b)

Transformation du taux nominal en taux réel

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

$$e = \frac{l - l_0}{l_0}, \quad l_0, l : \text{longueur initiale et finale.} \quad (6)$$

Il effectue une traction et mesure

$$e = 0.5. \quad (7)$$

Ce résultat vous ennuie car vous préférez caractériser les déformation en utilisant les taux **réels** :

$$\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}. \quad (8)$$

- b) Montrez que si le taux nominal e est faible, il très voisin du taux réel ε . Testez avec $e = 0.05$ et constatez si ε est inférieur ou supérieur à e . Quel argument voyez-vous pour justifier l'idée de caractériser l'amplitude des déformations en utilisant le taux nominal e plutôt que le taux réel ε .

Corrigé exercice 1 b)

Remplacement du taux réel par le taux nominal

- b) Si e est petit, alors on peut utiliser le dév. de Taylor du log. autour de 1 : $\ln(1+x) \simeq x - \frac{1}{2}x^2 + \dots$ pour évaluer la second membre de la règle de transformation $\varepsilon = \ln(1+e)$. Cela donne :

$$\varepsilon \simeq e - \frac{1}{2}e^2 \simeq e.$$

- c) Dans le cas où $e = 0.05$, on a vérifié que $\varepsilon = \ln(1+e) = \ln 1.05 \simeq 0.0488$ est proche de $\varepsilon = 0.05$.

Corrigé exercice 1 b)

Remplacement du taux réel par le taux nominal

- b) Si e est petit, alors on peut utiliser le dév. de Taylor du log. autour de 1 : $\ln(1+x) \simeq x - \frac{1}{2}x^2 + \dots$ pour évaluer la second membre de la règle de transformation $\varepsilon = \ln(1+e)$. Cela donne :

$$\varepsilon \simeq e - \frac{1}{2}e^2 \simeq e.$$

- c) Dans le cas où $e = 0.05$, on a vérifié que $\varepsilon = \ln(1+e) = \ln 1.05 \simeq 0.0488$ est proche de $\varepsilon = 0.05$. Il faut toutefois savoir que e sur-estime toujours ε :

$$e \geq \varepsilon.$$

et remplacer ε par e dans les lois de Fisher est strictement conduit à des sur-estimations parfois dramatiques des contraintes nécessaires à mener les déf. à bien.

Corrigé exercice 1 b)

Remplacement du taux réel par le taux nominal

- b) Si e est petit, alors on peut utiliser le dév. de Taylor du log. autour de 1 : $\ln(1+x) \simeq x - \frac{1}{2}x^2 + \dots$ pour évaluer la second membre de la règle de transformation $\varepsilon = \ln(1+e)$. Cela donne :

$$\varepsilon \simeq e - \frac{1}{2}e^2 \simeq e.$$

- c) Dans le cas où $e = 0.05$, on a vérifié que $\varepsilon = \ln(1+e) = \ln 1.05 \simeq 0.0488$ est proche de $\varepsilon = 0.05$. Il faut toutefois savoir que e sur-estime **toujours** ε :

$$e \geq \varepsilon.$$

et remplacer ε par e dans les lois de Hooke/Ludwik conduit à des sur-estimations parfois **dramatiques** des contraintes nécessaires à mener les déf. à bien :

$$E\varepsilon \geq \sigma = Ee \quad (\text{élasticité})$$

$$K\varepsilon^n \geq \sigma = Ke^n \quad (\text{plasticité})$$

Corrigé exercice 1 b)

Remplacement du taux réel par le taux nominal

- b) Si e est petit, alors on peut utiliser le dév. de Taylor du log. autour de 1 : $\ln(1+x) \simeq x - \frac{1}{2}x^2 + \dots$ pour évaluer la second membre de la règle de transformation $\varepsilon = \ln(1+e)$. Cela donne :

$$\varepsilon \simeq e - \frac{1}{2}e^2 \simeq e.$$

- c) Dans le cas où $e = 0.05$, on a vérifié que $\varepsilon = \ln(1+e) = \ln 1.05 \simeq 0.0488$ est proche de $\varepsilon = 0.05$. Il faut toutefois savoir que e sur-estime **toujours** ε :

$$e \geq \varepsilon.$$

et remplacer ε par e dans les lois de Hooke/Ludwik conduit à des sur-estimations parfois **dramatiques** des contraintes nécessaires à mener les déf. à bien :

$$Ee \geq \sigma = E\varepsilon \quad (\text{élasticité})$$

$$Ke^n \geq \sigma = Ke^n. \quad (\text{plasticité})$$

Corrigé exercice 1 b)

Remplacement du taux réel par le taux nominal

- b) Si e est petit, alors on peut utiliser le dév. de Taylor du log. autour de 1 : $\ln(1+x) \simeq x - \frac{1}{2}x^2 + \dots$ pour évaluer la second membre de la règle de transformation $\varepsilon = \ln(1+e)$. Cela donne :

$$\varepsilon \simeq e - \frac{1}{2}e^2 \simeq e.$$

- c) Dans le cas où $e = 0.05$, on a vérifié que $\varepsilon = \ln(1+e) = \ln 1.05 \simeq 0.0488$ est proche de $\varepsilon = 0.05$. Il faut toutefois savoir que e sur-estime **toujours** ε :

$$e \geq \varepsilon.$$

et remplacer ε par e dans les lois de Hooke/Ludwik conduit à des sur-estimations parfois **dramatiques** des contraintes nécessaires à mener les déf. à bien :

$$Ee \geq \sigma = E\varepsilon \quad (\text{élasticité})$$

$$Ke^n \geq \sigma = Ke^n. \quad (\text{plasticité})$$

Corrigé exercice 1 b)

Remplacement du taux réel par le taux nominal (suite)

- b) *L'intérêt essentiel de l'utilisation de e plutôt que ε est calculatoire. On obtient e sur la base d'une simple division :*

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

alors que pour obtenir $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$ il faut en plus extraire un logarithme.

Corrigé exercice 1 b)

Remplacement du taux réel par le taux nominal (suite)

- b) *L'intérêt essentiel de l'utilisation de e plutôt que ε est calculatoire. On obtient e sur la base d'une simple division :*

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

alors que pour obtenir $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$ il faut en plus extraire un logarithme.

Corrigé exercice 1 b)

Remplacement du taux réel par le taux nominal (suite)

- b) *L'intérêt essentiel de l'utilisation de e plutôt que ε est calculatoire. On obtient e sur la base d'une simple division :*

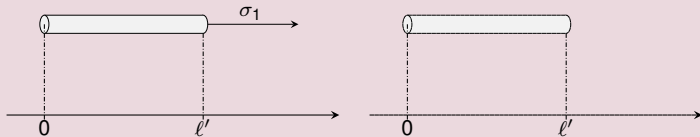
$$e = \frac{l - l_0}{l_0},$$

alors que pour obtenir $\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0}$ il faut en plus extraire un logarithme.

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .

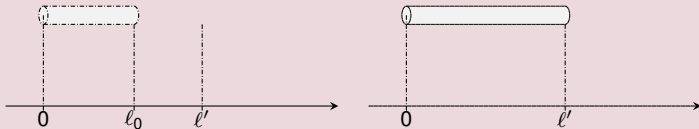


- On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.
- Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma_1 - \sigma_2 \neq \sigma_2$).
 - Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .



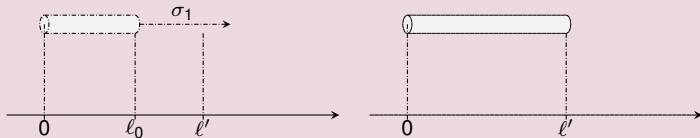
- On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.

- Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma_1 \neq \sigma_2$).
- Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
- Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas.

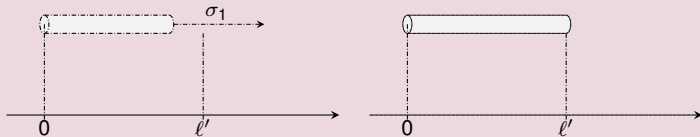


- On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.
- Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas.

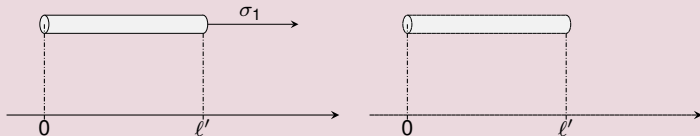


- On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.
- a) Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - b) Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - c) Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas.

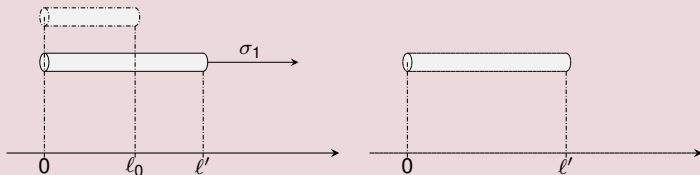


- On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.
- a) Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - b) Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - c) Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas.

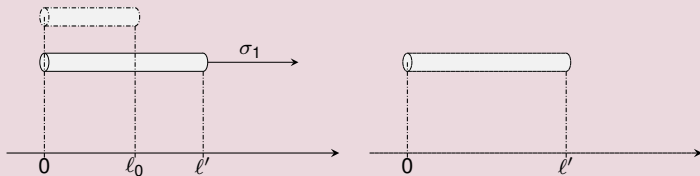


- On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.
- Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas. On les étire à une long. commune $\ell > \ell'$: niveaux de contrainte σ

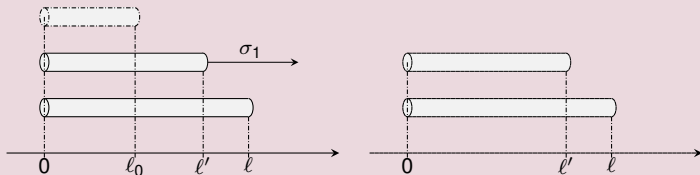


- On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.
- Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas. On les étire à une long. commune $\ell > \ell'$: niveaux de contrainte : σ_1 et σ_2 .

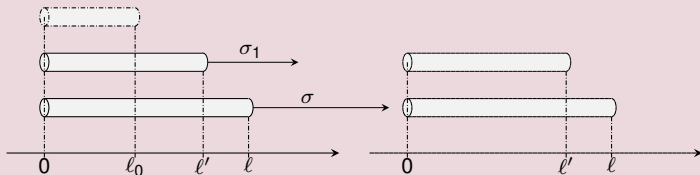


- On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.
- Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas. On les étire à une long. commune $\ell > \ell'$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .

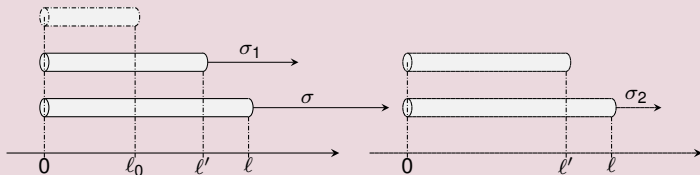


- On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.
- Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas. On les étire à une long. commune $\ell > \ell'$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .

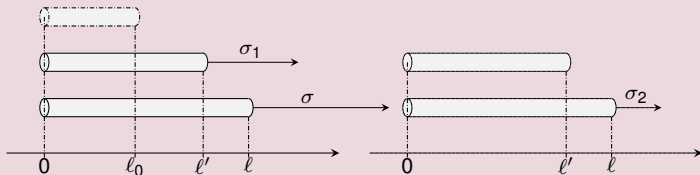


- On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.
- Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas. On les étire à une long. commune $\ell > \ell'$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .

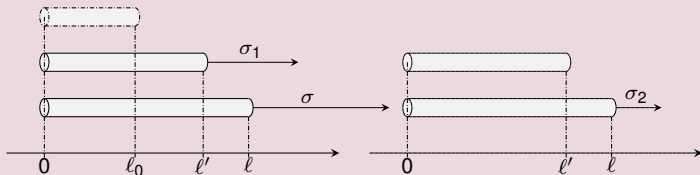


- **On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.**
 - a) Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - b) Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - c) Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas. On les étire à une long. commune $\ell > \ell'$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .

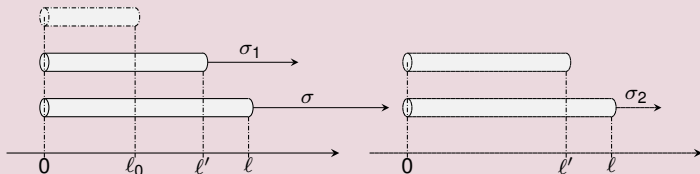


- **On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.**
- Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas. On les étire à une long. commune $\ell > \ell'$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .

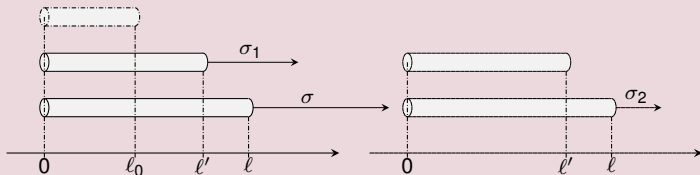


- **On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.**
 - a) Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - b) Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - c) Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

Enoncé exercice 2

Loi de Hooke et taux nominal

- Deux barres : même longueur ℓ' , même matière. La 1^{ère} est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . la 2^{ème} ne l'est pas. On les étire à une long. commune $\ell > \ell'$: niveaux de contrainte : σ et σ_2 .

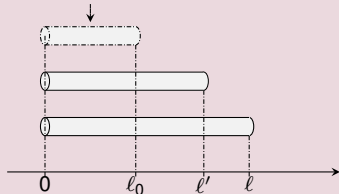


- **On fait l'hyp. que la contrainte est propor. au taux de déf. nominal.**
 - a) Montrer que les deux barres ne se laissent pas déformer de la même manière (i.e $\sigma - \sigma_1 \neq \sigma_2$).
 - b) Laquelle des deux barres est la plus facile à déformer ?
 - c) Est ce que ces observations sont conformes aux observations de Hooke et quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

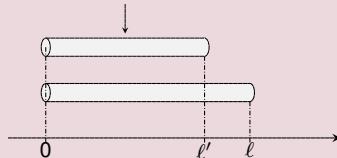
Corrigé exercice 2

Taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- Taux de déf. nominaux de la barre 1, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

jusqu'à l'état précontraint : $e_1 = \frac{l - l_0}{l_0}$

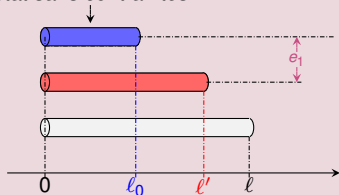
- Taux de déf. nominal de la barre 2, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$e_2 = \frac{l - l'}{l'}$

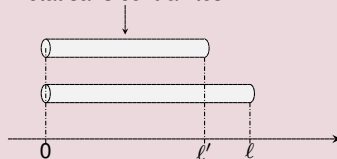
Corrigé exercice 2

Taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- Taux de déf. nominaux de la barre 1, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$\text{jusqu'à l'état précontraint : } e_1 = \frac{l' - l_0}{l_0}$$

jusqu'à l'état final : e

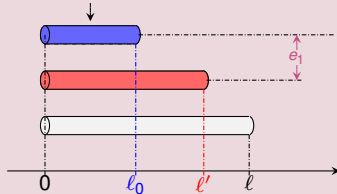
- Taux de déf. nominal de la barre 2, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

e_2

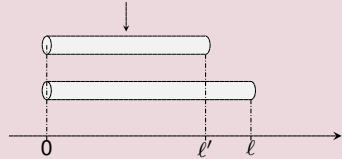
Corrigé exercice 2

Taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- Taux de déf. nominaux de la barre 1, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$\text{jusqu'à l'état précontraint : } e_1 = \frac{l' - l_0}{l_0}$$

$$\text{jusqu'à l'état final : } e = \frac{l - l_0}{l_0}$$

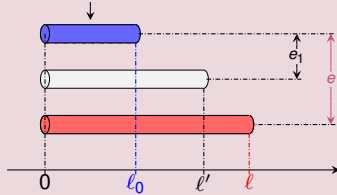
- Taux de déf. nominal de la barre 2, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

e_2

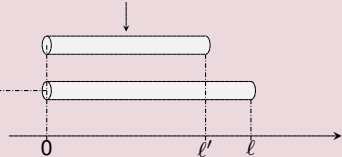
Corrigé exercice 2

Taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- Taux de déf. nominaux de la barre 1, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$\text{jusqu'à l'état précontraint : } e_1 = \frac{l' - l_0}{l_0}$$

$$\text{jusqu'à l'état final : } e = \frac{l - l_0}{l_0}$$

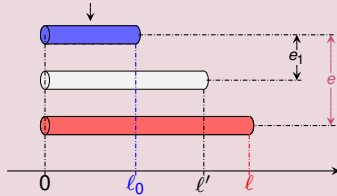
- Taux de déf. nominal de la barre 2, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

e_2

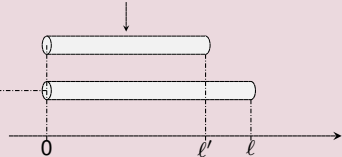
Corrigé exercice 2

Taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- Taux de déf. nominaux de la barre 1, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$\text{jusqu'à l'état précontraint : } e_1 = \frac{l' - l_0}{l_0}$$

$$\text{jusqu'à l'état final : } e = \frac{l - l_0}{l_0}$$

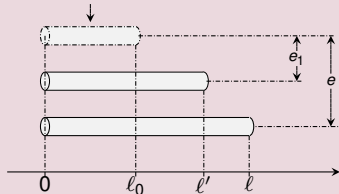
- Taux de déf. nominal de la barre 2, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$e_2 = \frac{l - l'}{l'}$$

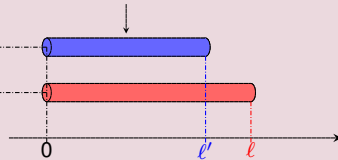
Corrigé exercice 2

Taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- Taux de déf. nominaux de la barre 1, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$\text{jusqu'à l'état précontraint : } e_1 = \frac{l' - l_0}{l_0}$$

$$\text{jusqu'à l'état final : } e = \frac{l - l_0}{l_0}$$

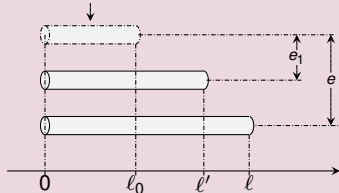
- Taux de déf. nominal de la barre 2, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$e_2 = \frac{l - l'}{l'}$$

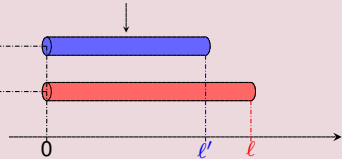
Corrigé exercice 2

Taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- Taux de déf. nominaux de la barre 1, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$\text{jusqu'à l'état précontraint : } e_1 = \frac{l' - l_0}{l_0}$$

$$\text{jusqu'à l'état final : } e = \frac{l - l_0}{l_0}$$

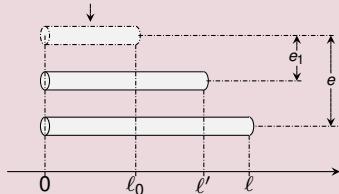
- Taux de déf. nominal de la barre 2, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$e_2 = \frac{l - l'}{l'}$$

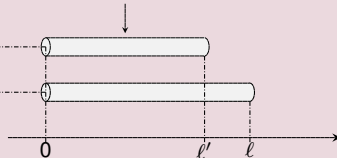
Corrigé exercice 2

Taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- Taux de déf. nominaux de la barre 1, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$\text{jusqu'à l'état précontraint : } e_1 = \frac{l' - l_0}{l_0}$$

$$\text{jusqu'à l'état final : } e = \frac{l - l_0}{l_0}$$

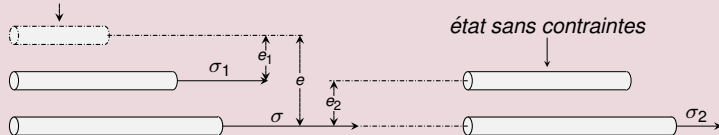
- Taux de déf. nominal de la barre 2, mesurés depuis l'état ss. contraintes :

$$e_2 = \frac{l - l'}{l'}$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

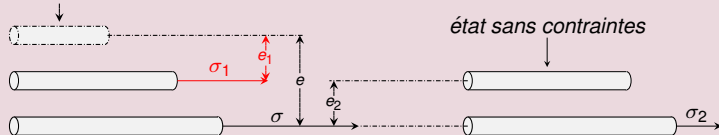
$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{\sigma_2}{\sigma_0}$$

- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

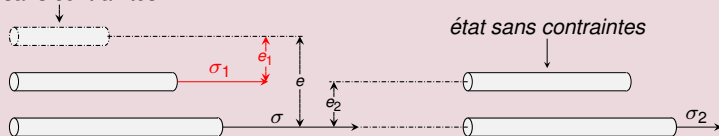
$$\sigma_1 = E\epsilon_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0} \quad \sigma = E\epsilon$$

- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

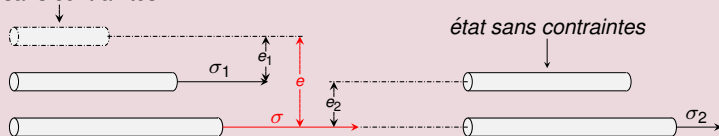
$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{e' - e}{e}$$

- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

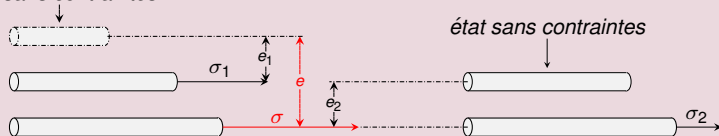
$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l' - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2$$

- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

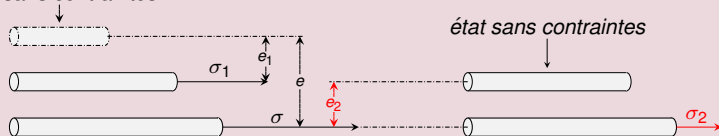
$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{\ell' - \ell_0}{\ell_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{\ell' - \ell_0}{\ell_0}$$

- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

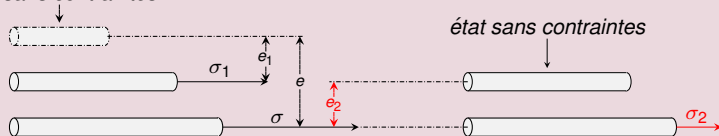
$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{\ell' - \ell_0}{\ell_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{\ell - \ell'}{\ell'}$$

- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{\ell' - \ell_0}{\ell_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{\ell - \ell'}{\ell'}$$

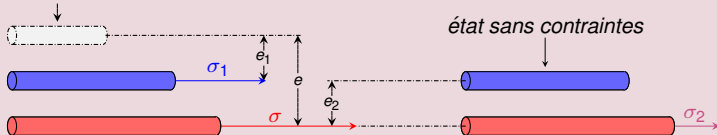
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

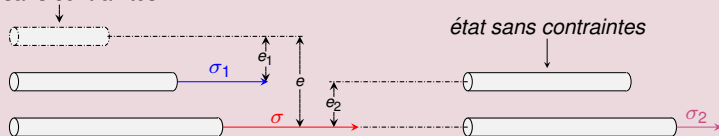
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

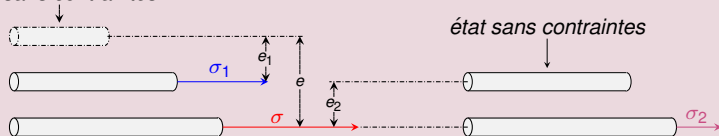
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right)$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

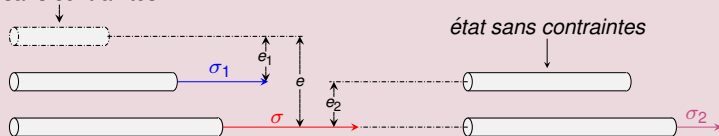
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right)$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

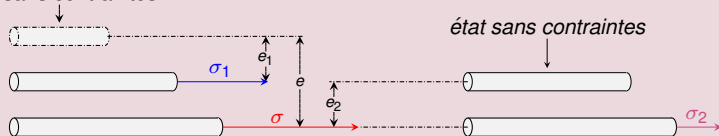
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right)$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

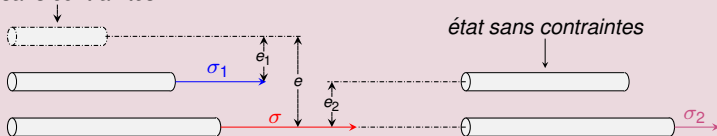
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} =$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

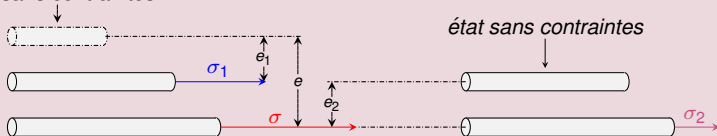
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} =$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

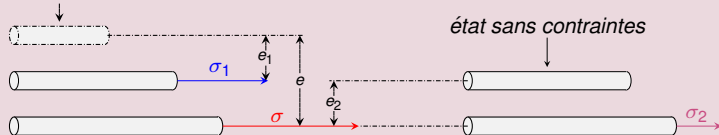
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} = E \frac{l - l'}{l_0}$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

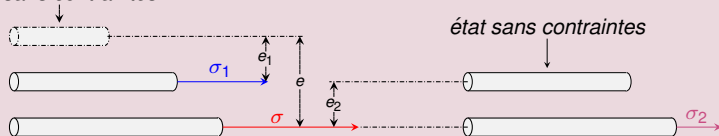
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} = E \frac{l - l'}{l_0}$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

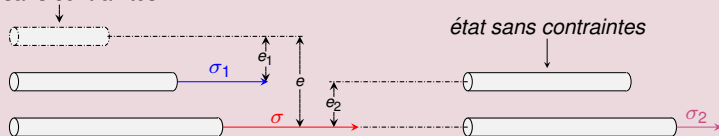
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} = E \frac{l - l'}{l_0} = \sigma_2$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

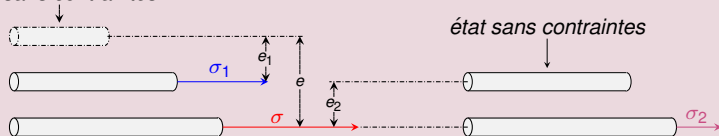
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} = E \frac{l - l'}{l_0} = \sigma_2$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

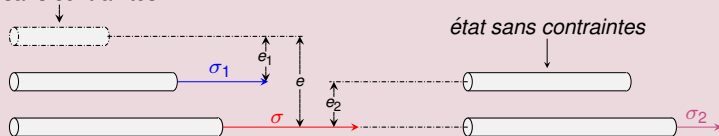
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} = E \frac{l - l'}{l_0} = \sigma_2$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

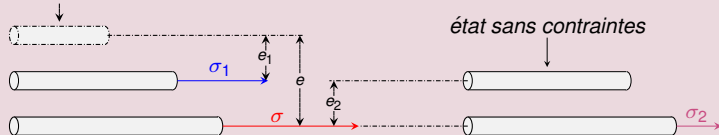
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} = E \frac{l - l'}{l_0} = \sigma_2$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

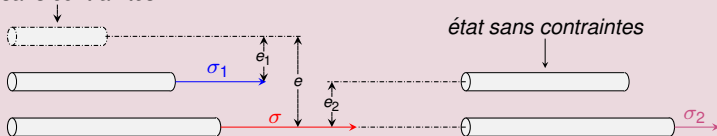
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} = E \frac{l - l'}{l_0} = \frac{l - l'}{l_0} \sigma_2$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

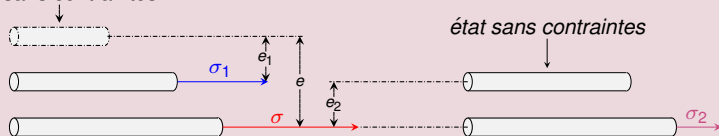
- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} = E \frac{l - l'}{l_0} = \frac{l'}{l_0} \sigma_2$$

Corrigé exercice 2

Application de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



- Sous l'hyp. que les contraintes sont prop. aux taux de déf. nom. :

$$\sigma_1 = Ee_1 = E \frac{l' - l_0}{l_0}, \quad \sigma = Ee = E \frac{l - l_0}{l_0} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = Ee_2 = E \frac{l - l'}{l'}$$

- On peut ainsi comparer les accroissements de contrainte $\sigma - \sigma_1$ et σ_2 nécessaire à appliquer la déformation finale :

$$\sigma - \sigma_1 = E \left(\frac{l - l_0}{l_0} - \frac{l' - l_0}{l_0} \right) = E \frac{l - l_0 - l' + l_0}{l_0} = E \frac{l - l'}{l_0} = \frac{l'}{l_0} \sigma_2$$

Corrigé exercice 2

Conclusion de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- On a que $\sigma - \sigma_1 = \frac{\ell'}{\ell_0} \sigma_2$. Puisque $\ell' > \ell_0$, $\frac{\ell'}{\ell_0} > 1$ donc

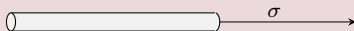
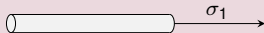
$$\sigma - \sigma_1 > \sigma_2$$

- Hooke a observé que, lors de déformations réversibles (élastiques), la précontrainte n'affecte pas la déformabilité.
- La loi qui dit que la contrainte réelle est proportionnelle au taux de déformation réel amène à la conclusion **correcte** que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité d'une pièce élastique.

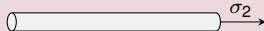
Corrigé exercice 2

Conclusion de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- On a que $\sigma - \sigma_1 = \frac{\ell'}{\ell_0} \sigma_2$. Puisque $\ell' > \ell_0$, $\frac{\ell'}{\ell_0} > 1$ donc

$$\sigma - \sigma_1 > \sigma_2$$

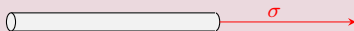
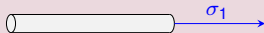
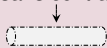
et la barre précontrainte est plus **difficile** à déformer !

- Hooke a observé que, lors de déformations réversibles (élastiques), la précontrainte n'affecte pas la déformabilité.
- La loi qui dit que la contrainte réelle est proportionnelle au taux de déformation réel amène à la conclusion **correcte** que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité d'une pièce élastique.

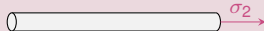
Corrigé exercice 2

Conclusion de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- On a que $\sigma - \sigma_1 = \frac{\ell'}{\ell_0} \sigma_2$. Puisque $\ell' > \ell_0$, $\frac{\ell'}{\ell_0} > 1$ donc

$$\sigma - \sigma_1 > \sigma_2$$

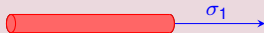
et la barre précontrainte est plus **difficile** à déformer !

- Hooke a observé que, lors de déformations réversibles (élastiques), la précontrainte n'affecte pas la déformabilité.
- La loi qui dit que la contrainte réelle est proportionnelle au taux de déformation réel amène à la conclusion **correcte** que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité d'une pièce élastique.

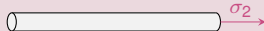
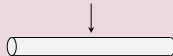
Corrigé exercice 2

Conclusion de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- On a que $\sigma - \sigma_1 = \frac{\ell'}{\ell_0} \sigma_2$. Puisque $\ell' > \ell_0$, $\frac{\ell'}{\ell_0} > 1$ donc

$$\sigma - \sigma_1 > \sigma_2$$

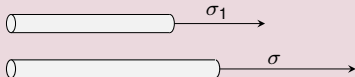
et la barre précontrainte est plus **difficile** à déformer !

- Hooke a observé que, lors de déformations réversibles (élastiques), la précontrainte n'affecte pas la déformabilité. La relation ci-dessus est donc absurde.
- La loi qui dit que la contrainte réelle est proportionnelle au taux de déformation réel amène à la conclusion **correcte** que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité d'une pièce élastique.

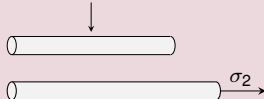
Corrigé exercice 2

Conclusion de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- On a que $\sigma - \sigma_1 = \frac{\ell'}{\ell_0} \sigma_2$. Puisque $\ell' > \ell_0$, $\frac{\ell'}{\ell_0} > 1$ donc

$$\sigma - \sigma_1 > \sigma_2$$

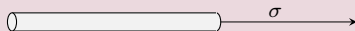
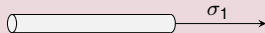
et la barre précontrainte est plus **difficile** à déformer !

- Hooke a observé que, lors de déformations réversibles (élastiques), la précontrainte n'affecte pas la déformabilité. La relation ci-dessus est donc **absurde**.
- La loi qui dit que la contrainte réelle est proportionnelle au taux de déformation réel amène à la conclusion **correcte** que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité d'une pièce élastique.

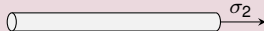
Corrigé exercice 2

Conclusion de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- On a que $\sigma - \sigma_1 = \frac{\ell'}{\ell_0} \sigma_2$. Puisque $\ell' > \ell_0$, $\frac{\ell'}{\ell_0} > 1$ donc

$$\sigma - \sigma_1 > \sigma_2$$

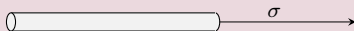
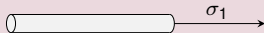
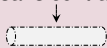
et la barre précontrainte est plus **difficile** à déformer !

- Hooke a observé que, lors de déformations réversibles (élastiques), la précontrainte n'affecte pas la déformabilité. La **relation ci-dessus** est donc **absurde** et l'hypothèse de proportionnalité entre contrainte réelle et taux de déformation nominal qui en est la cause doit être **rejetée**.
- La loi qui dit que la contrainte réelle est proportionnelle au taux de déformation réel amène à la conclusion **correcte** que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité d'une pièce élastique.

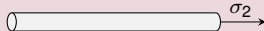
Corrigé exercice 2

Conclusion de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- On a que $\sigma - \sigma_1 = \frac{\ell'}{\ell_0} \sigma_2$. Puisque $\ell' > \ell_0$, $\frac{\ell'}{\ell_0} > 1$ donc

$$\sigma - \sigma_1 > \sigma_2$$

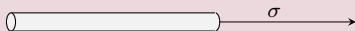
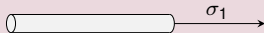
et la barre précontrainte est plus **difficile** à déformer !

- Hooke a observé que, lors de déformations réversibles (élastiques), la précontrainte n'affecte pas la déformabilité. La **relation ci-dessus** est donc **absurde** et l'hypothèse de proportionnalité entre contrainte réelle et taux de déformation nominal qui en est la cause doit être **rejetée**.
- La loi qui dit que la contrainte réelle est proportionnelle au taux de déformation réel amène à la conclusion **correcte** que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité d'une pièce élastique.

Corrigé exercice 2

Conclusion de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- On a que $\sigma - \sigma_1 = \frac{\ell'}{\ell_0} \sigma_2$. Puisque $\ell' > \ell_0$, $\frac{\ell'}{\ell_0} > 1$ donc

$$\sigma - \sigma_1 > \sigma_2$$

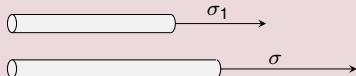
et la barre précontrainte est plus **difficile** à déformer !

- Hooke a observé que, lors de déformations réversibles (élastiques), la précontrainte n'affecte pas la déformabilité. La relation ci-dessus est donc **absurde** et l'hypothèse de proportionnalité entre contrainte réelle et taux de déformation nominal qui en est la cause doit être **rejetée**.
- La loi qui dit que la contrainte réelle est proportionnelle au taux de déformation réel amène à la conclusion **correcte** que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité d'une pièce élastique.

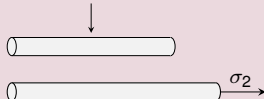
Corrigé exercice 2

Conclusion de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- On a que $\sigma - \sigma_1 = \frac{\ell'}{\ell_0} \sigma_2$. Puisque $\ell' > \ell_0$, $\frac{\ell'}{\ell_0} > 1$ donc

$$\sigma - \sigma_1 > \sigma_2$$

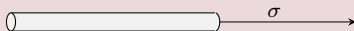
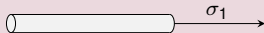
et la barre précontrainte est plus **difficile** à déformer !

- Hooke a observé que, lors de déformations réversibles (élastiques), la précontrainte n'affecte pas la déformabilité. La relation ci-dessus est donc **absurde** et l'hypothèse de proportionnalité entre contrainte réelle et **taux de déformation nominal** qui en est la cause doit être **rejetée**.
- La loi qui dit que la contrainte réelle est proportionnelle au **taux de déformation réel** amène à la conclusion **correcte** que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité d'une pièce élastique. *Nous vérifierons ce fait à l'exercice 4.*

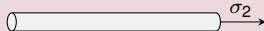
Corrigé exercice 2

Conclusion de la "loi de Hooke" avec taux nominaux

état sans contraintes



état sans contraintes



- On a que $\sigma - \sigma_1 = \frac{\ell'}{\ell_0} \sigma_2$. Puisque $\ell' > \ell_0$, $\frac{\ell'}{\ell_0} > 1$ donc

$$\sigma - \sigma_1 > \sigma_2$$

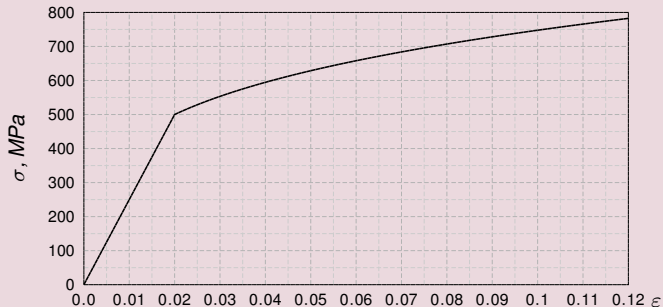
et la barre précontrainte est plus **difficile** à déformer !

- Hooke a observé que, lors de déformations réversibles (élastiques), la précontrainte n'affecte pas la déformabilité. La relation ci-dessus est donc **absurde** et l'hypothèse de proportionnalité entre contrainte réelle et **taux de déformation nominal** qui en est la cause doit être **rejetée**.
- La loi qui dit que la contrainte réelle est proportionnelle au **taux de déformation réel** amène à la conclusion **correcte** que la précontrainte ne modifie pas la déformabilité d'une pièce élastique. Nous vérifierons ce fait à l'exercice 4.

Énoncé exercice 3 a)

Étude d'une courbe de traction

- Voici la courbe de traction réelle d'un matériau recuit M :



a) Déterminez graphiquement :

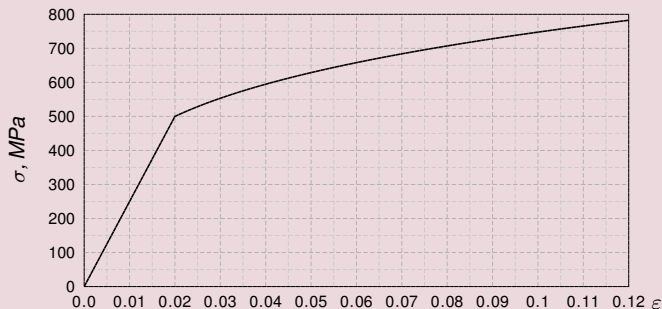
- le taux de déformation réel en limite élastique ϵ_e ,
- la limite élastique σ_e ,
- le module d'Young E .

Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

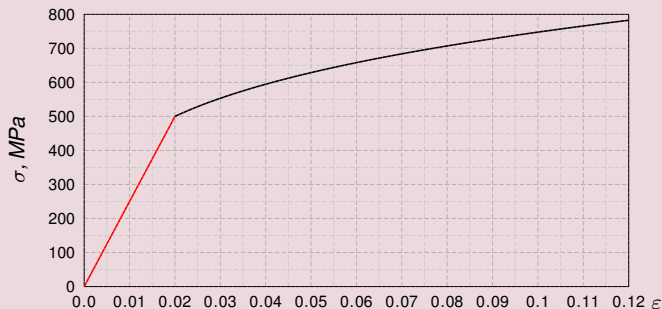


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

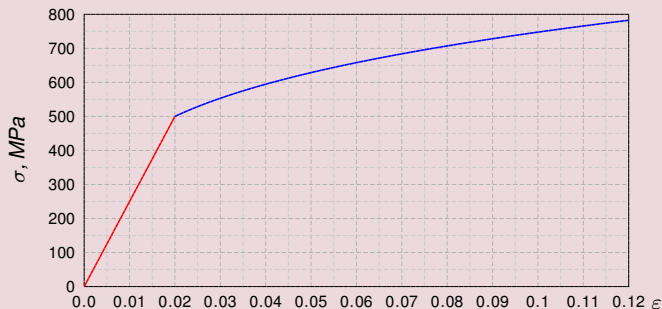


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

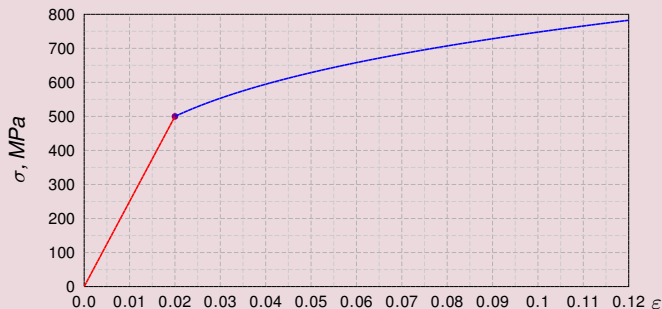


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

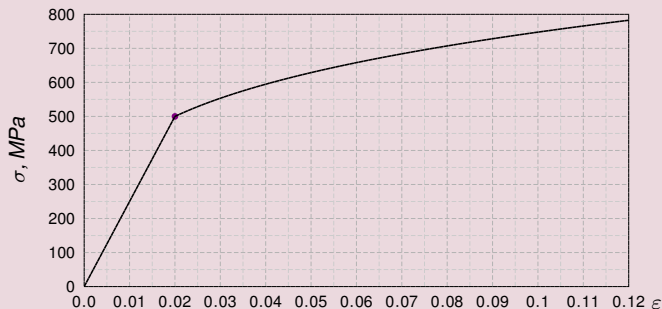


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

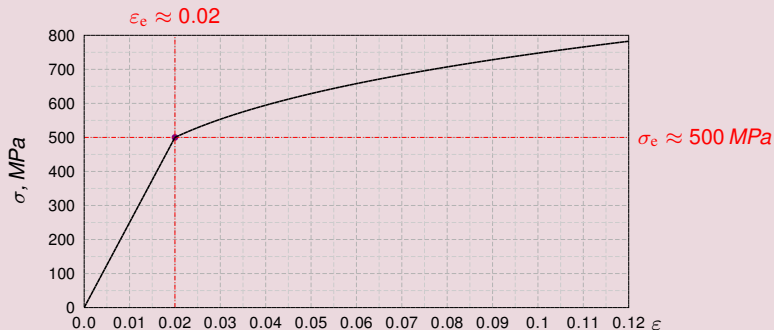


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

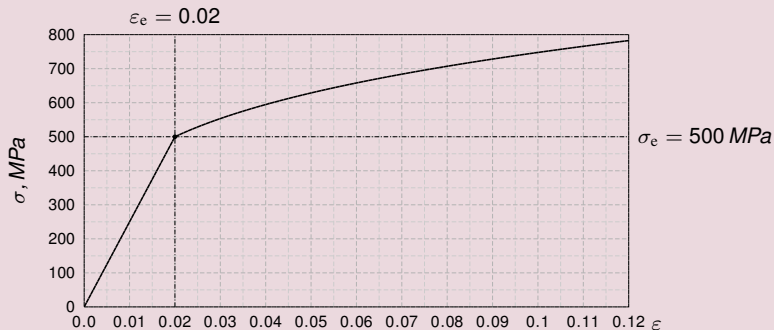


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

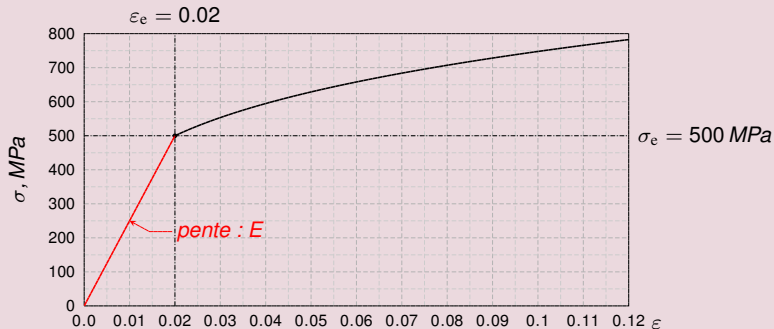


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

$$E = \frac{\sigma_e}{\epsilon_e} = \frac{500}{0.02}$$

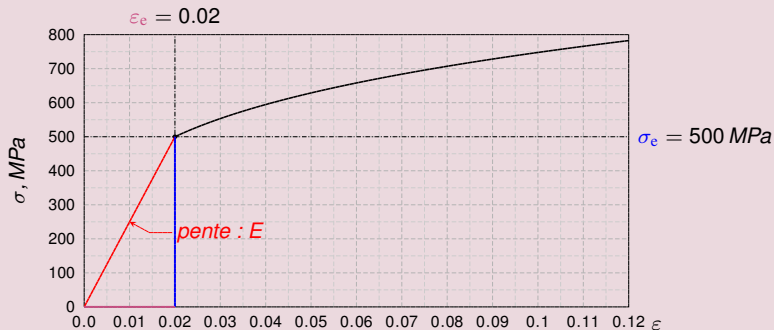


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

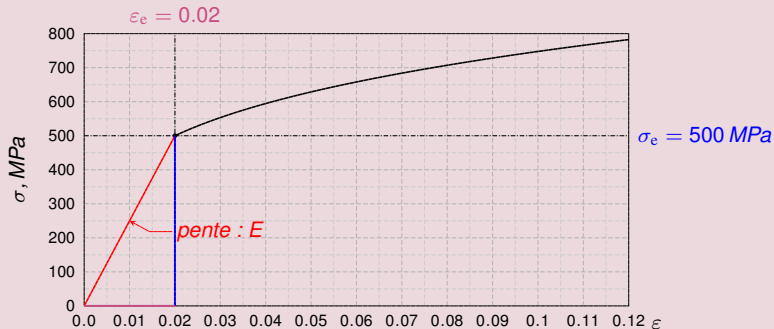


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

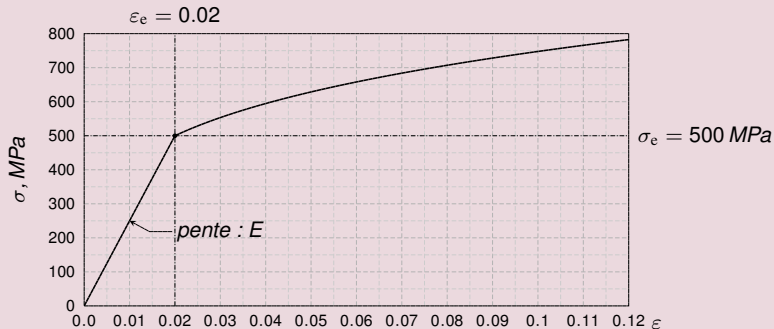


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

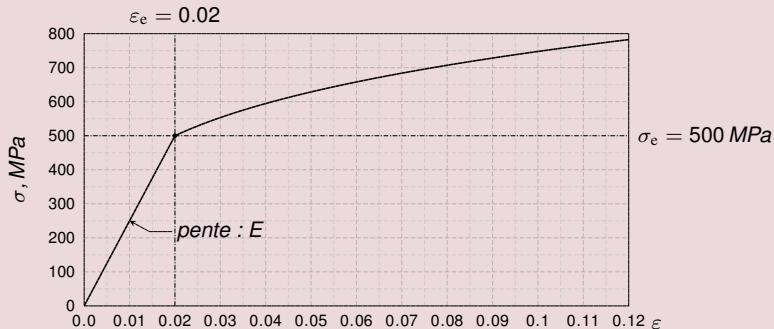


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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

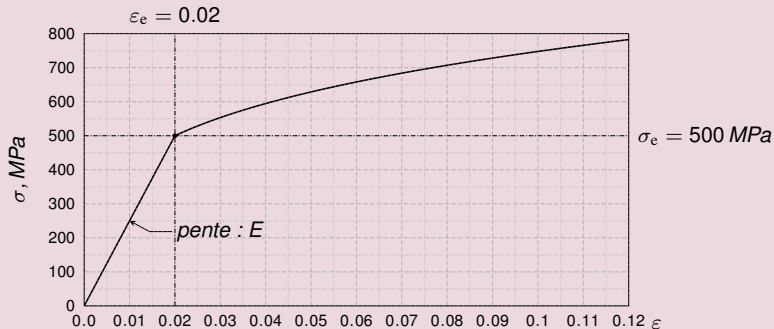


Corrigé exercice 3 a)

Etude d'une courbe de traction

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

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



Enoncé exercice 3 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. permanent

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

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

Corrigé exercice 3 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. permanent

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

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

Corrigé exercice 3 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. permanent

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

$$\varepsilon_p = \ln \frac{\ell}{\ell_0} = \ln \frac{1'057}{1'000} \approx 0,055$$

Corrigé exercice 3 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. permanent

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

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

Corrigé exercice 3 b)

Déformation d'une barre - taux de déf. permanent

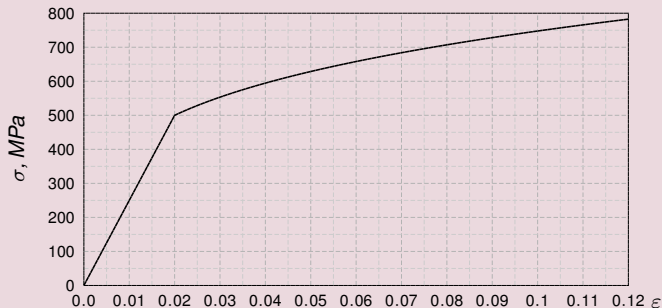
- Une barre de longueur $\ell_0 = 1'000 \text{ mm}$ est faite dans le matériau \mathcal{M} et vous aimeriez déformer cette barre de façon permanente jusqu'à une longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$.
- 1) Le taux de déformation réel ε_p qu'on atteint en amenant à la longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$ une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

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

Enoncé exercice 3 b)

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

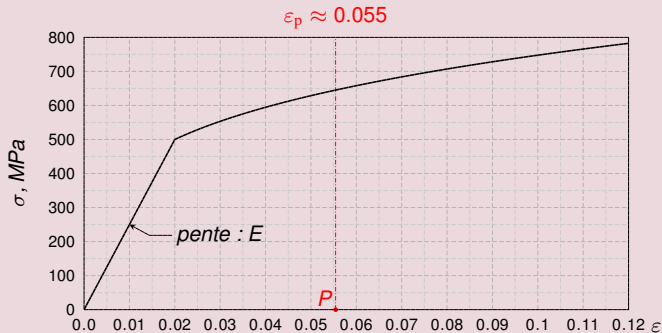
- Une barre de matériau \mathcal{M} et de longueur $\ell_0 = 1'000 \text{ mm}$ doit être déformée de façon permanente jusqu'à une longueur $\ell = 1'057 \text{ mm}$.



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

Corrigé exercice 3 b)

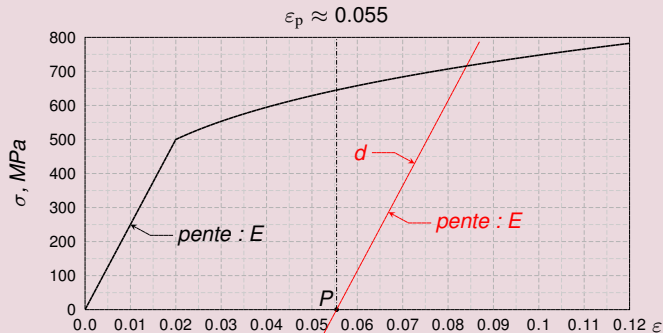
Déformation d'une barre - taux de déf. en relaxation



- 1) On place le point P de coordonnées $(\varepsilon_p \approx 0.055, 0.0)$ dans le graphique. Par ce point, on mène une parallèle d à la droite de montée élastique. La partie de la courbe au-dessous de cette droite coupe la courbe de traction réelle est le point de relaxation.

Corrigé exercice 3 b)

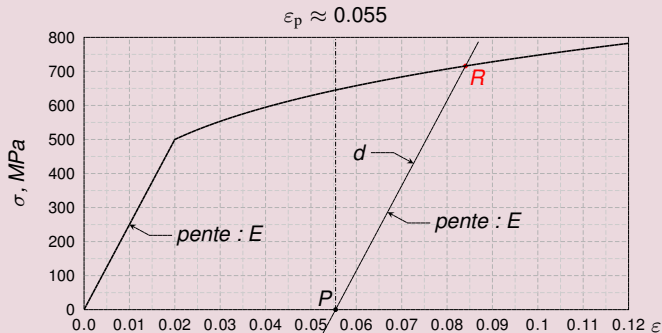
Déformation d'une barre - taux de déf. en relaxation



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

Corrigé exercice 3 b)

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

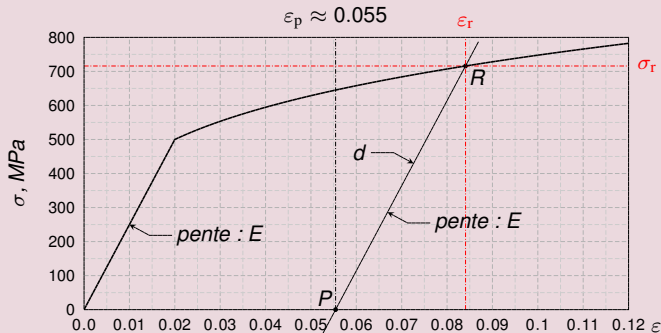


- 1) On place le point P de coordonnées $(\varepsilon_p \approx 0.055, 0.0)$ dans le graphique. Par ce point, on mène une parallèle d à la droite de montée élastique. Le point R en lequel cette droite coupe la courbe de traction réelle est le point de **relaxation**. Ses coordonnées sont $(\varepsilon_r,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

$\varepsilon_r \approx 0.085$ et donc $\sigma_r \approx 715$ MPa.

Corrigé exercice 3 b)

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

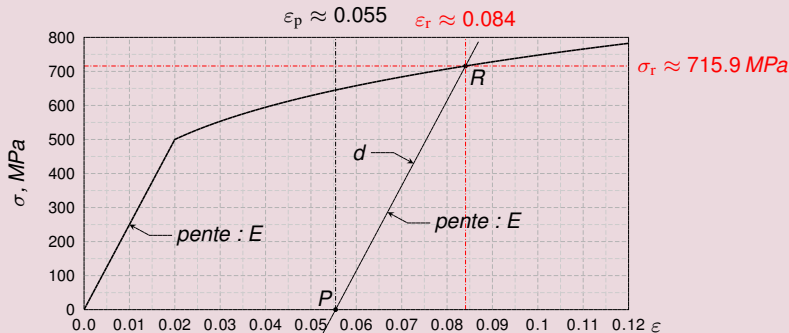


- 1) On place le point P de coordonnées $(\epsilon_p \approx 0.055, 0.0)$ dans le graphique. Par ce point, on mène une parallèle d à la droite de montée élastique. Le point R en lequel cette droite coupe la courbe de traction réelle est le point de **relaxation**. Ses coordonnées sont (ϵ_r, σ_r) . On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

$\epsilon_r \approx 0.084$ et que $\sigma_r \approx 716$ MPa.

Corrigé exercice 3 b)

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

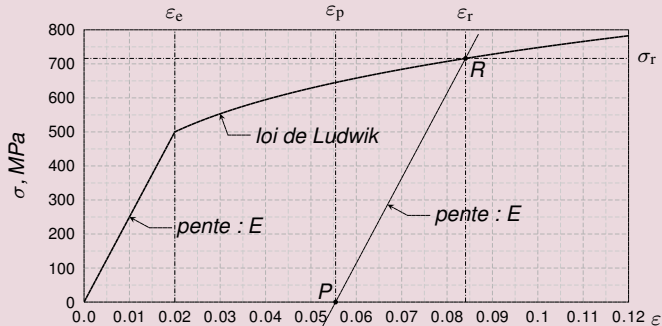


- 1) On place le point P de coordonnées $(\epsilon_p \approx 0.055, 0.0)$ dans le graphique. Par ce point, on mène une parallèle d à la droite de montée élastique. Le point R en lequel cette droite coupe la courbe de traction réelle est le point de **relaxation**. Ses coordonnées sont (ϵ_r, σ_r) . On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

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

Enoncé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

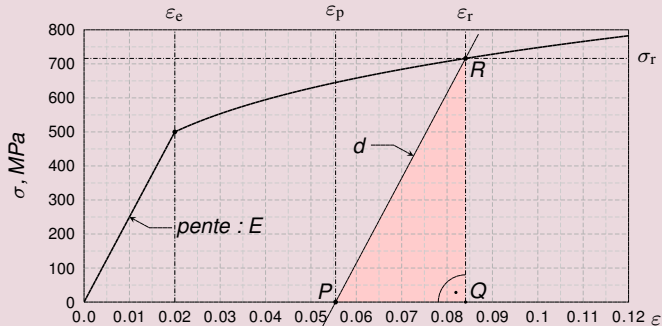


- 3) Si, lors de son écrouissage, le matériau \mathcal{M} suit une loi de Ludwik (coefficient. n), justifiez que les taux de déformation réels permanent ϵ_p et en relaxation ϵ_r sont liés par l'équation dite de la **déformation permanente** :

$$\frac{\epsilon_p}{\epsilon_e} = \frac{\epsilon_r}{\epsilon_e} - \left(\frac{\epsilon_r}{\epsilon_e} \right)^n.$$

Corrigé exercice 3 b)

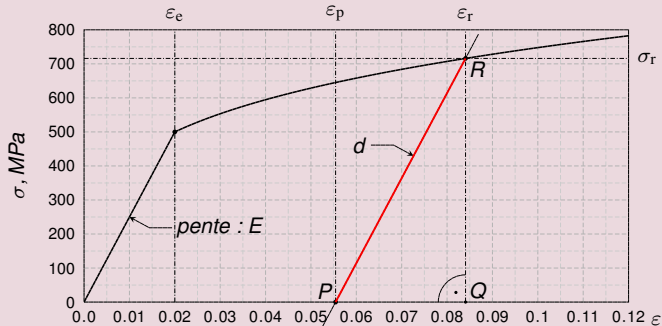
Equation de la déformation permanente



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

Corrigé exercice 3 b)

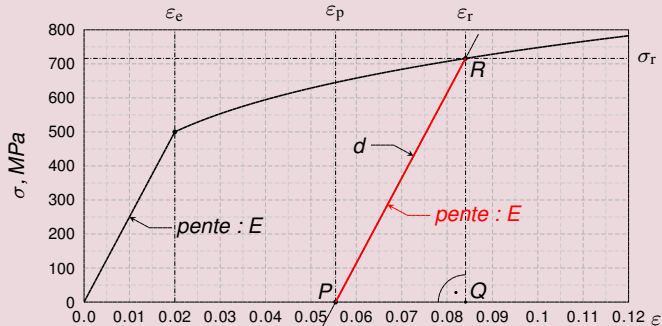
Equation de la déformation permanente



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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

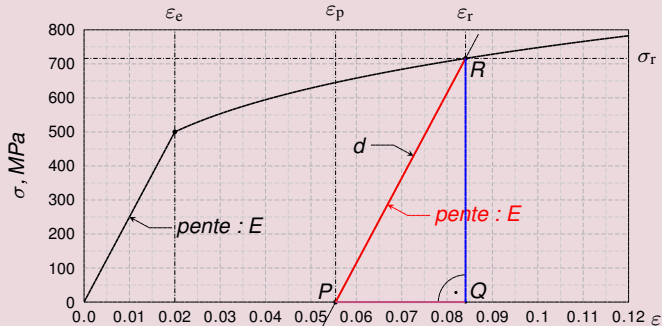


- 3) Le triangle RQP est rectangle en Q. La pente de son hypoténuse vaut E , donc

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E. \quad (9)$$

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

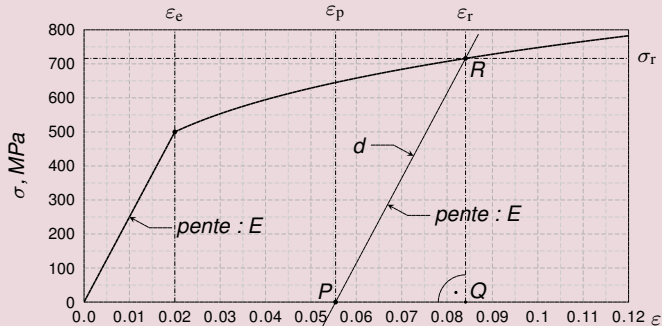


- 3) Le triangle RQP est rectangle en Q. La pente de son hypoténuse vaut E , donc

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E. \quad (9)$$

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

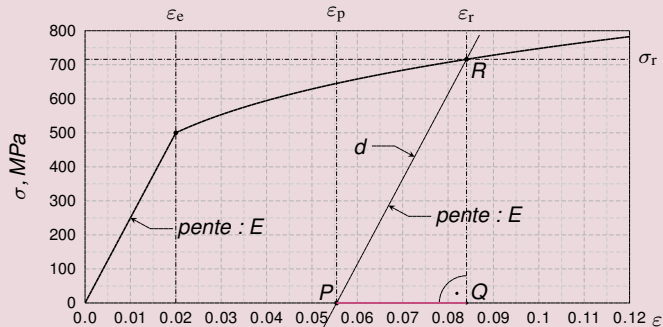


- 3) Le triangle RQP est rectangle en Q. La pente de son hypoténuse vaut E , donc

$$\frac{\overline{RQ}}{\overline{PQ}} = E. \quad (9)$$

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

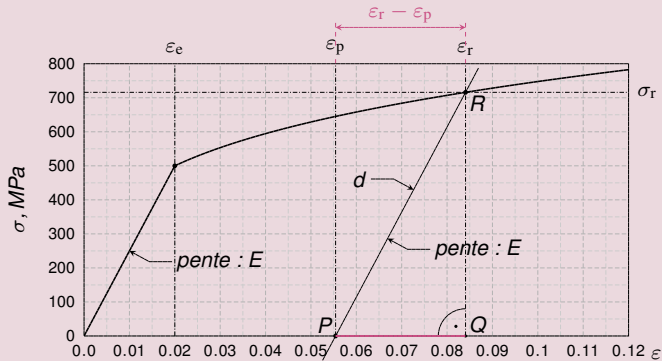


3) Or $\overline{PQ} = \epsilon_r - \epsilon_p$ et \overline{RQ}

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

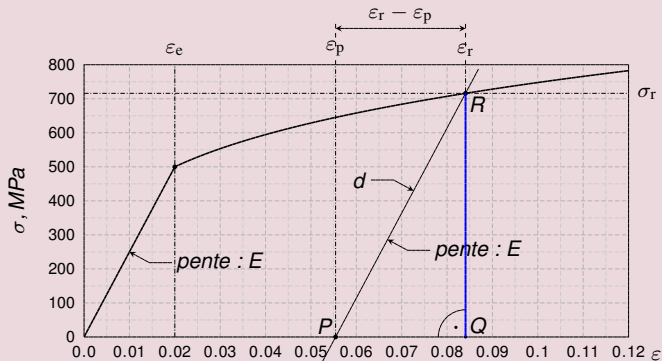


3) Or $\overline{PQ} = \epsilon_r - \epsilon_p$ et \overline{RQ}

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

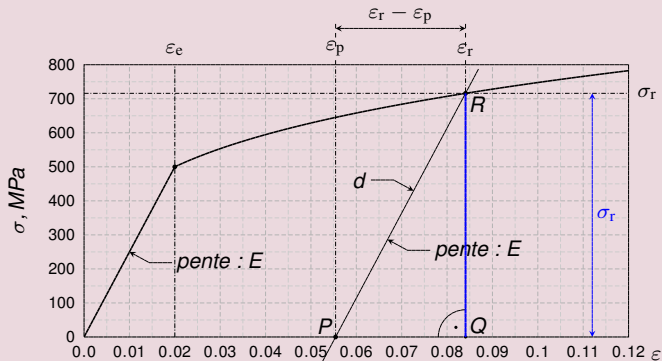


3) Or $\overline{PQ} = \epsilon_r - \epsilon_p$ et $\overline{RQ} = \sigma_r = K\epsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik,

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

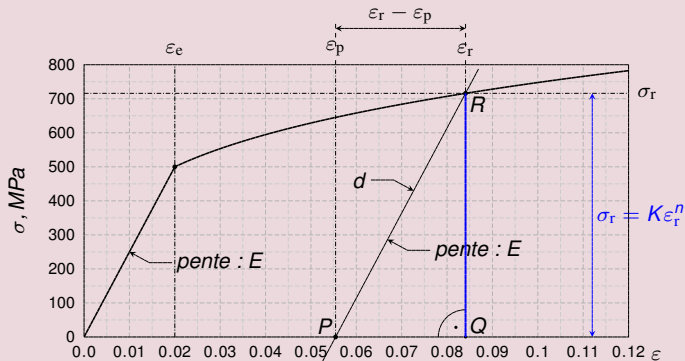


3) Or $\overline{PQ} = \epsilon_r - \epsilon_p$ et $\overline{RQ} = \sigma_r = K\epsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

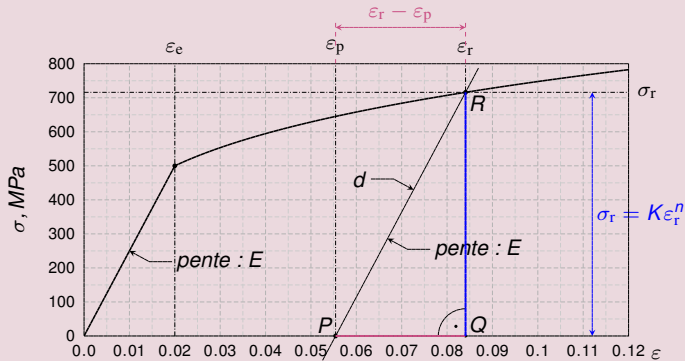


3) Or $\overline{PQ} = \epsilon_r - \epsilon_p$ et $\overline{RQ} = \sigma_r = K\epsilon_r^n$ à cause de la loi de Ludwik, donc

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente



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

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

- On divise la relation obtenue par ε_c^n

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

- On divise la relation obtenue par ε_r^n

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

- On divise la relation obtenue par ε_r^n

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

- On divise la relation obtenue par ε_c^n

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

- Au cours, on a vu que le rapport $\frac{E}{K}$ vaut $\frac{1}{\varepsilon_c^n}$

- On divise la relation obtenue par ε_c^n

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

- On divise la relation obtenue par ε_c^n

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

- On divise la relation obtenue par ε_e^n

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

- On divise la relation obtenue par ε_e^n

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

- On divise la relation obtenue par ε_e^n

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

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

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

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

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

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

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

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

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{\varepsilon_r^n}{\varepsilon_e^n} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} \iff \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \left(\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e}\right)^n \quad (\text{Exp. des puiss.})$$

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

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

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

Corrigé exercice 3 b)

Equation de la déformation permanente

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

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

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

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

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

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

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

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

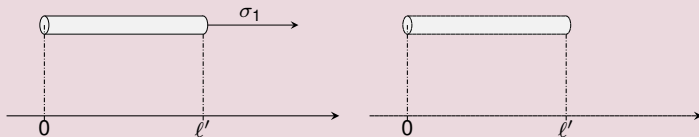
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contraintes σ_1 .



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

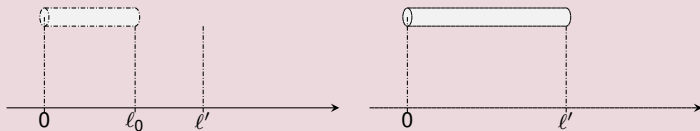
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 .



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

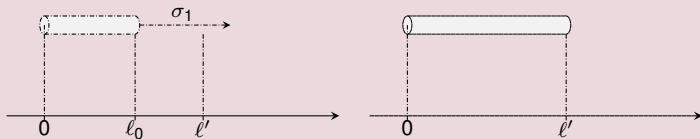
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.



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

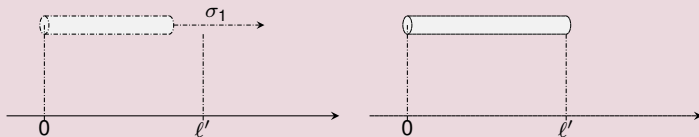
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.



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

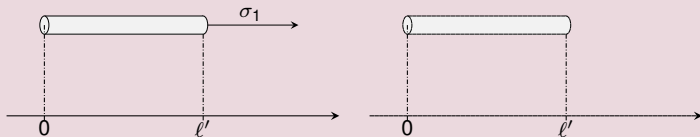
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.



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

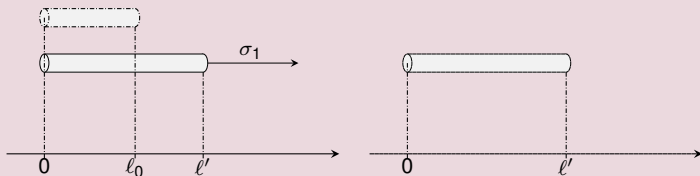
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte.



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

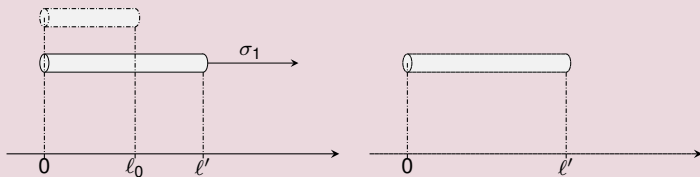
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

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



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

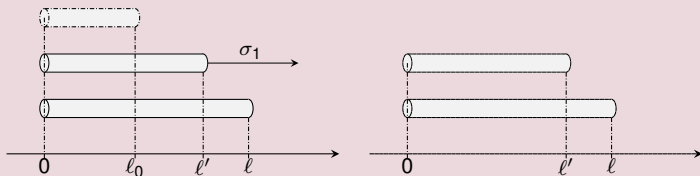
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

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



a) Calculer le module d'érouissage K de la matière.

b) Calculer les contraintes σ_1 , σ et σ_2 .

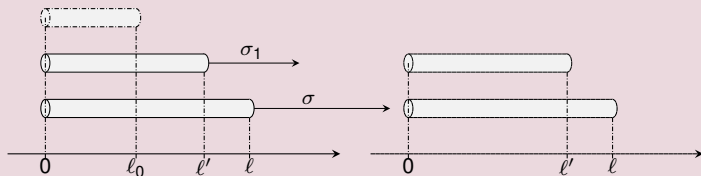
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

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



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

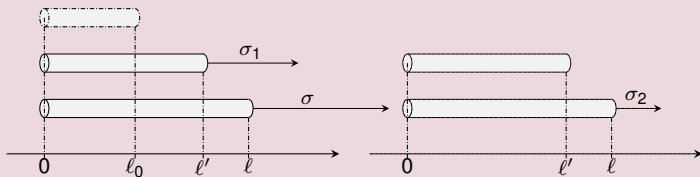
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

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



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

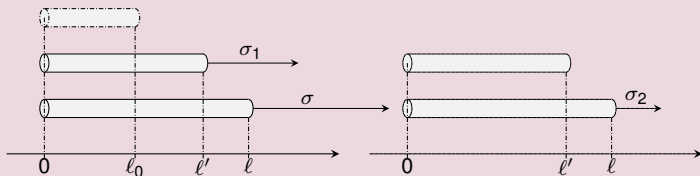
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

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



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

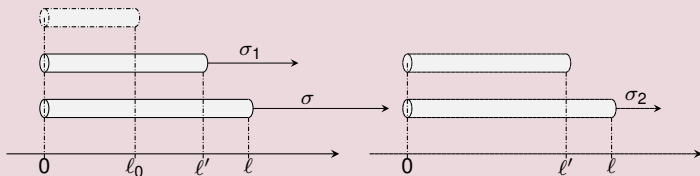
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

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



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

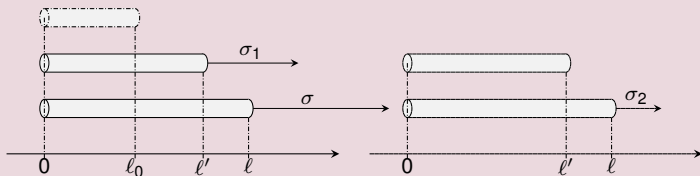
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

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



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

Corrigé exercice 4 a)

Expérience des deux barres : module d'écrouissage

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

$$K = E \epsilon_e^{1-n} \approx 200 \times (0,01)^{1-0,25} = 1034 \text{ MPa} \quad (10)$$

Corrigé exercice 4 a)

Expérience des deux barres : module d'écrouissage

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

$$K = E \varepsilon_e^{1-n} \simeq 300 \times (0.01)^{1-0.26} \simeq 9.934 \text{ GPa}. \quad (10)$$

Corrigé exercice 4 a)

Expérience des deux barres : module d'écrouissage

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

$$K = E \varepsilon_e^{1-n} \simeq 300 \times (0.01)^{1-0.26} \simeq 9.934 \text{ GPa}. \quad (10)$$

Corrigé exercice 4 a)

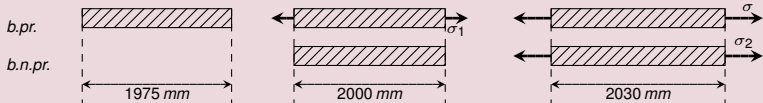
Expérience des deux barres : module d'érouissage

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

$$K = E \varepsilon_e^{1-n} \simeq 300 \times (0.01)^{1-0.26} \simeq 9.934 \text{ GPa.} \quad (10)$$

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

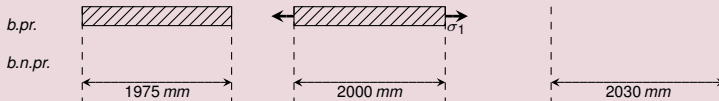


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes



barre précontrainte
ét. 1

ét. 2

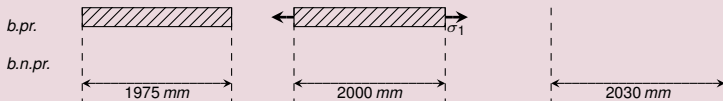
barre non précontrainte

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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes



barre précontrainte
ét. 1

ét. 2

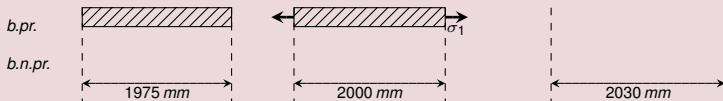
barre non précontrainte

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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes



barre précontrainte
ét. 1

ét. 2

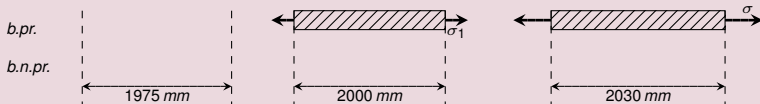
barre non précontrainte

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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes



barre précontrainte

ét. 1

ét. 2

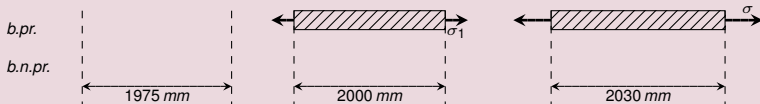
barre non précontrainte

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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes



barre précontrainte

ét. 1

ét. 2

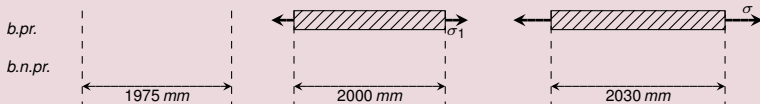
barre non précontrainte

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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes



barre précontrainte

ét. 1

ét. 2

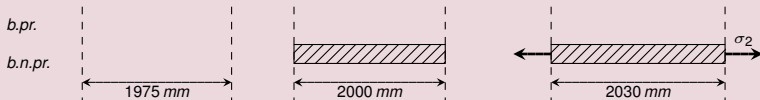
barre non précontrainte

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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

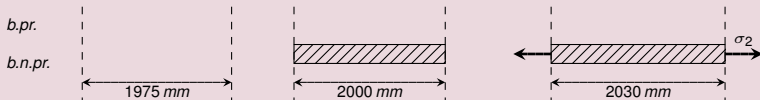


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik
calculer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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes



barre précontrainte

ét. 1

ét. 2

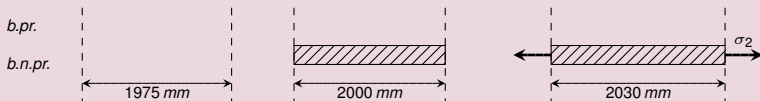
barre non précontrainte

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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

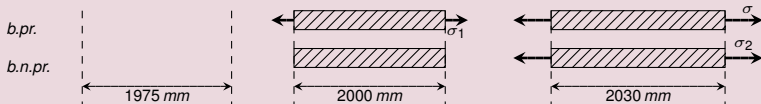


	<i>barre précontrainte</i>		<i>barre non précontrainte</i>
	ét. 1	ét. 2	
<i>identifier</i> ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
<i>localiser</i> ε	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

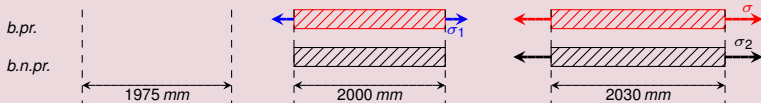


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik
calculer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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

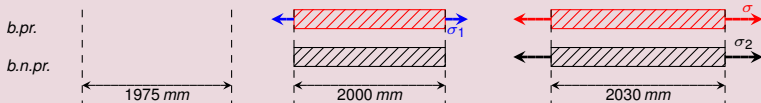


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

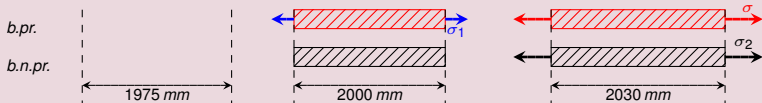


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

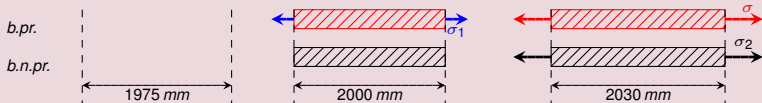


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik
calculer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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

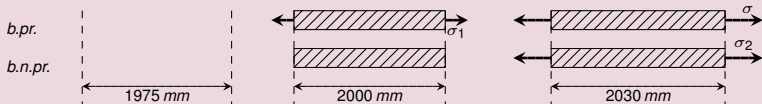


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

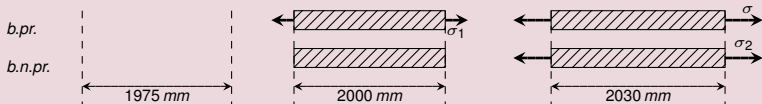


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

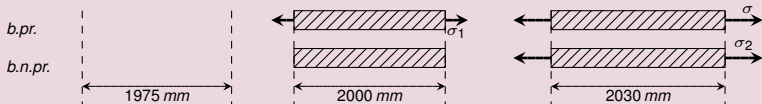


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik
calculer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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

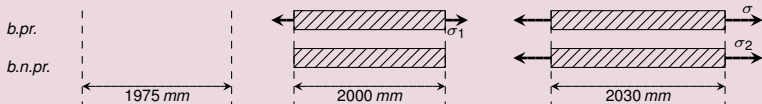


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik
calculer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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

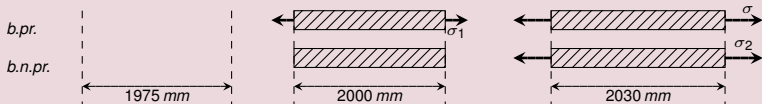


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies \text{Ludwik}$	$> \varepsilon_e \implies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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes

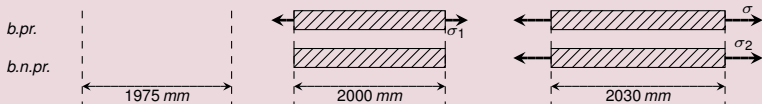


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik	$> \varepsilon_e \implies$ Ludwik
calculer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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : contraintes



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

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

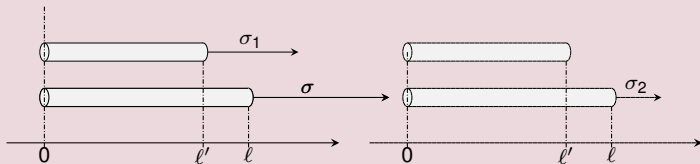
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

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



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

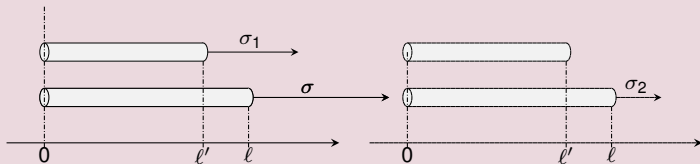
Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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

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

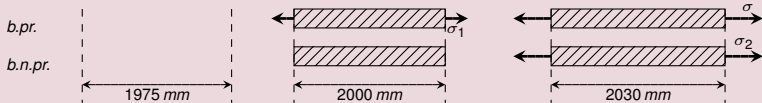
- La 1^{ère} barre est précontrainte car elle a été tirée d'une barre plus courte : niveau de contrainte σ_1 . La 2^{ème} barre n'est pas précontrainte. On les étire à une long. commune $\ell = 2030$ mm : niveaux de contrainte : σ et σ_2 .



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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

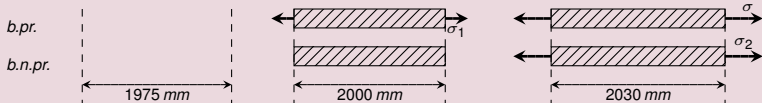


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

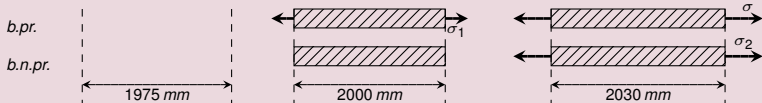


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal



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

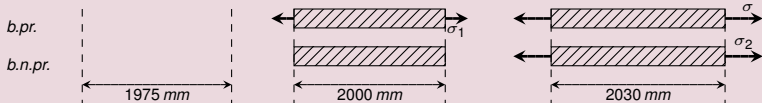
- Si $n \approx 0$ Ludwik donne $\sigma = K\varepsilon^0$

• L'incrément de crnt. pour la b. pr. est donc presque nul :

• Dès qu'on a atteint le domaine d'irréversibilité, un échantillon précontraint fait dans un matériau plastiquement idéal est donc infiniment plus facile à déformer qu'un échantillon relâché.

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

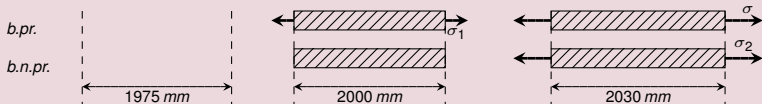


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

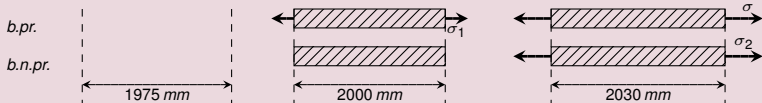


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

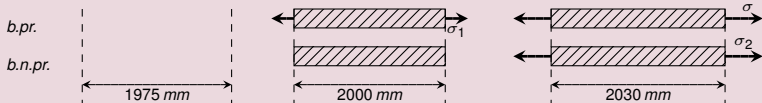


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

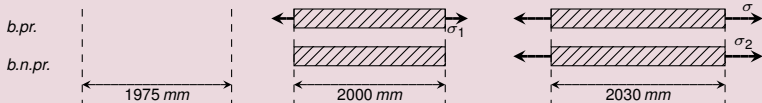


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \approx 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \approx 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \approx 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

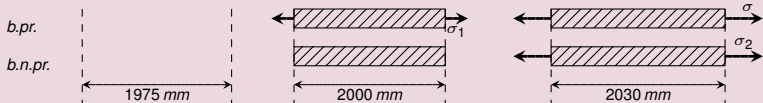


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

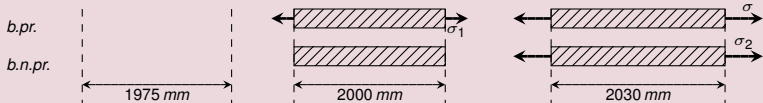


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

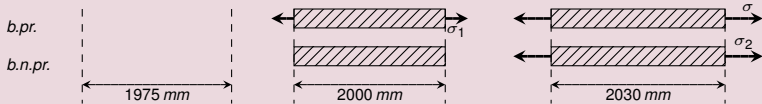


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

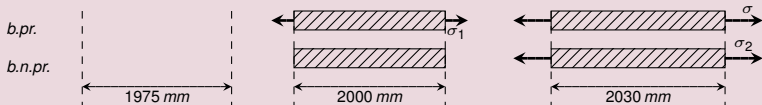


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

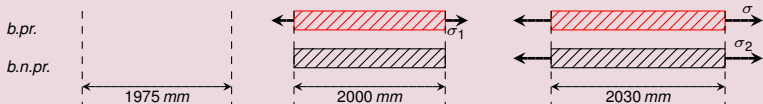


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

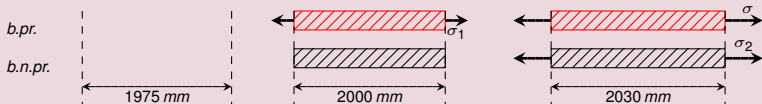


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal

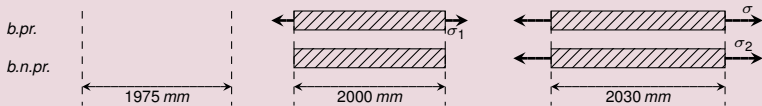


	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Corrigé exercice 4 b)

Expérience des deux barres : matériau plastiquement idéal



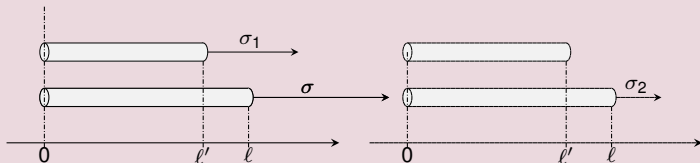
	barre précontrainte		barre non précontrainte
	ét. 1	ét. 2	
identifier ε	$\ln \frac{2000}{1975} \simeq 0.0126$	$\ln \frac{2030}{1975} \simeq 0.0275$	$\ln \frac{2030}{2000} \simeq 0.0149$
localiser ε	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$ Ludwik	$> \varepsilon_e \Rightarrow$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

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

Enoncé exercice 4

Expérience des deux barres en plasticité

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



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

Corrigé exercice 4 d)

Mesure de la force

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

$$F = \sigma S \quad (11)$$

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

Corrigé exercice 4 d)

Mesure de la force

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

$$F = \sigma S \quad (11)$$

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

$$S_0 l_0 = S l$$

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

$$S = \frac{S_0 l_0}{l}$$

Corrigé exercice 4 d)

Mesure de la force

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

$$F = \sigma S \quad (11)$$

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

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

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

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

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (11), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 \quad (12)$$

Corrigé exercice 4 d)

Mesure de la force

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

$$F = \sigma S \quad (11)$$

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

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

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

$$S = \frac{S_0 \ell_0}{\ell} \simeq \frac{1963 \times 1975}{2030}$$

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (11), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 \quad (12)$$

Corrigé exercice 4 d)

Mesure de la force

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

$$F = \sigma S \quad (11)$$

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

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

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

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

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (11), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 \quad (12)$$

Corrigé exercice 4 d)

Mesure de la force

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

$$F = \sigma S \quad (11)$$

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

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

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

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

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (11), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 \quad (12)$$

Corrigé exercice 4 d)

Mesure de la force

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

$$F = \sigma S \quad (11)$$

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

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

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

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

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (11), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 = 7'452 \text{ kN} \quad (12)$$

Corrigé exercice 4 d)

Mesure de la force

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

$$F = \sigma S \quad (11)$$

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

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

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

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

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (11), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 = 7'452 \text{ kN} = 7.452 \text{ MN}. \quad (12)$$

Corrigé exercice 4 d)

Mesure de la force

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

$$F = \sigma S \quad (11)$$

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

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

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

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

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (11), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 = 7'452 \text{ kN} = 7.452 \text{ MN}. \quad (12)$$

Corrigé exercice 4 d)

Mesure de la force

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

$$F = \sigma S \quad (11)$$

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

$$S_0 \ell_0 = S \ell$$

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

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

Substituant cette valeur et $\sigma = 3.902 \text{ GPa}$ dans (11), on trouve la force :

$$F \simeq 3.902 \times 1'909 = 7'452 \text{ kN} = 7.452 \text{ MN}. \quad (12)$$