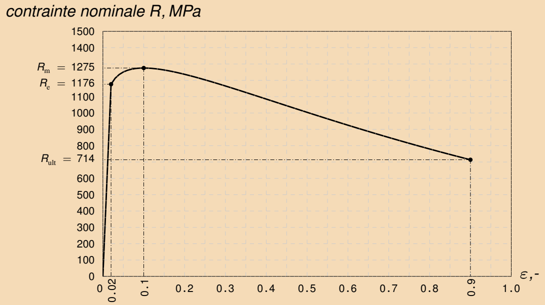
Procédés de fabrication I - IGI, série 3

22 novembre 2022

Enoncé exercice 1 a)

Evaluation de la force de plastifiaction

- *Vous déformez des barres de section initiale* $S_0 = 350\ mm^2$ *faites dans un acier dont le bon de livraison montre la courbe de traction suivante :*



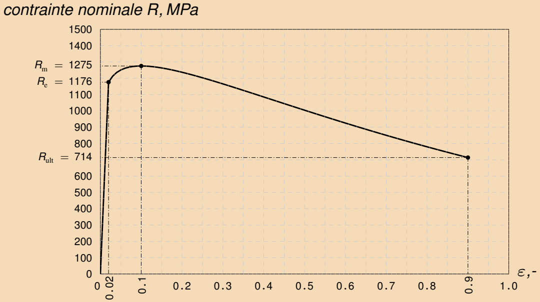
a) *Vous montez la barre sur un machine de traction. A partir de quelle charge* F_e *(mesurée en kN) observerez-vous la plastification du matériau ?*

Corrigé exercice 1 a)

Evaluation de la force de plastifiaction

a) *La charge amènant en plastification est le produit de la section initiale $S_0 = 350\ mm^2$ de la barre par la limite élastique $R_e = 1176\ MPa$ du matériau :*

$$F_e = 1176 \times 350 = 411'600\ N = 411.6\ kN.$$

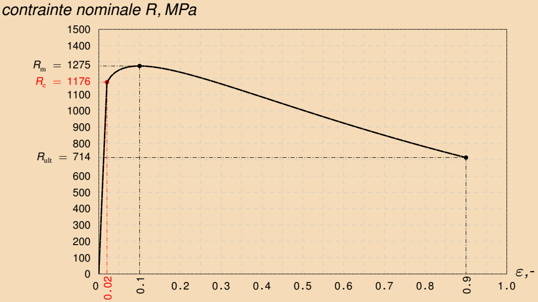


Corrigé exercice 1 a)

Evaluation de la force de plastifiaction

a) *La charge amènant en plastification est le produit de la section initiale* $S_0 = 350\ mm^2$ *de la barre par la limite élastique* $R_e = 1176$ *MPa du matériau :*

$$F_e = 1176 \times 350 = 411'600\ N = 411.6\ kN.$$

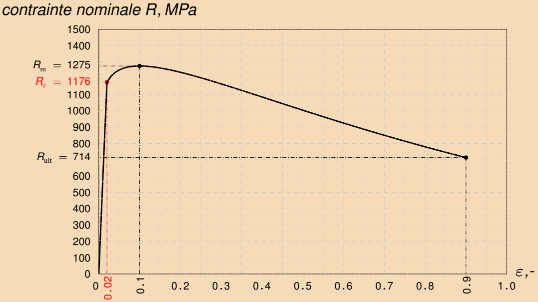


Corrigé exercice 1 a)

Evaluation de la force de plastifiaction

a) *La charge amènant en plastification est le produit de la section initiale* $S_0 = 350\ mm^2$ *de la barre par la limite élastique* $R_e = 1176\ MPa$ *du matériau :*

$$F_e = 1176 \times 350 = 411'600\ N = 411.6\ kN.$$

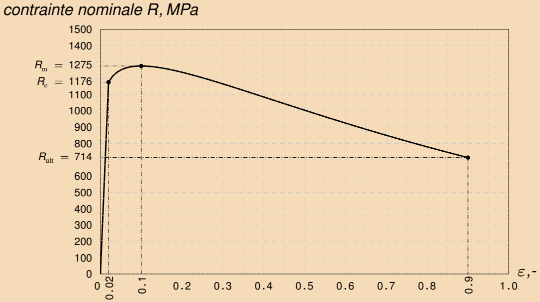


Corrigé exercice 1 a)

Evaluation de la force de plastifiaction

a) *La charge amènant en plastification est le produit de la section initiale $S_0 = 350\ mm^2$ de la barre par la limite élastique $R_e = 1176\ MPa$ du matériau :*

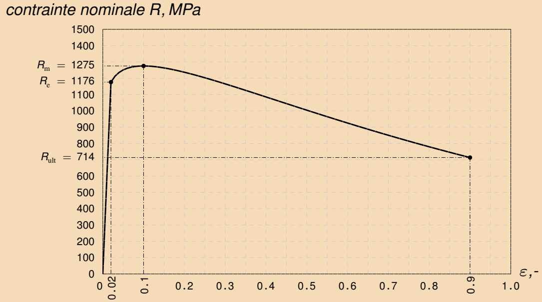
$$F_e = 1176 \times 350 = 411'600\ N = 411.6\ kN.$$



Enoncé exercice 1 b)

Choix de la charge

- *Vous déformez des barres de section initiale* $S_0 = 350\ mm^2$ *faites dans un acier dont le bon de livraison montre la courbe de traction suivante :*



b) *Quelle machine devez-vous choisir pour amener les barres en rupture ?*

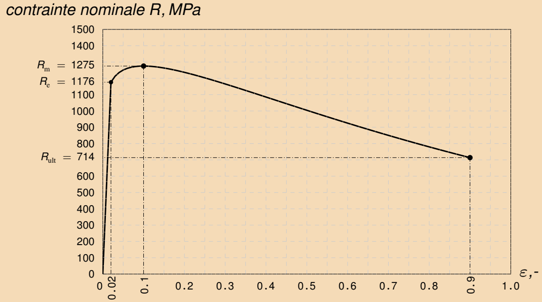
machine No	1	2	3	4	5
F_{max}	50 *kN*	100 *kN*	500 *kN*	1 *MN*	2 *MN*

Corrigé exercice 1 b)

Choix de la charge

- *Le matériau est ductile : il faut passer le point de résistance pour arriver en rupture.* *La charge maximale à appliquer est le produit de la section initiale* $S_0 = 350\ mm^2$ *de la barre par la résistance* $R_\mathrm{m} = 1275\ MPa$ *:*

$$F_\mathrm{m} = 1275 \times 350 = 446'250\ N \approx 446.3\ kN$$



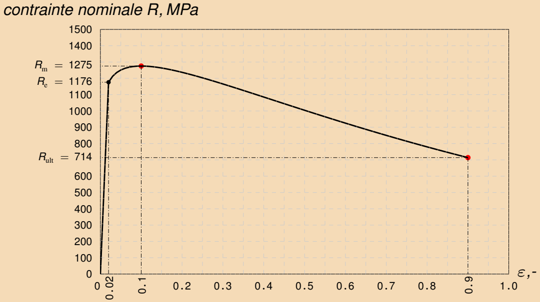
machine No	1	2	3	4	5
F_max	50 *kN*	100 *kN*	500 *kN*	1 *MN*	2 *MN*

Corrigé exercice 1 b)

Choix de la charge

- *Le matériau est ductile : il faut passer le point de résistance pour arriver en rupture.* *La charge maximale à appliquer est le produit de la section initiale $S_0 = 350$ mm^2 de la barre par la résistance $R_m = 1275$ MPa :*

$$F_m = 1275 \times 350 = 446'250\ N \cong 446.3\ kN$$



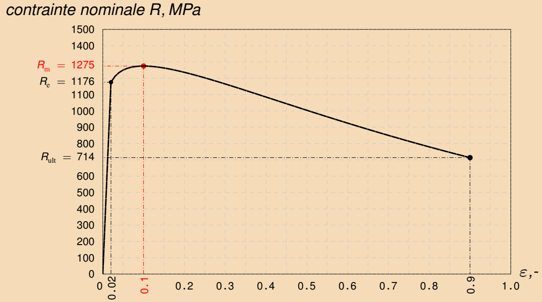
machine No	1	2	3	4	5
F_{max}	50 kN	100 kN	500 kN	1 MN	2 MN

Corrigé exercice 1 b)

Choix de la charge

- *Le matériau est ductile : il faut passer le point de résistance pour arriver en rupture. La charge maximale à appliquer est le produit de la section initiale* $S_0 = 350\ mm^2$ *de la barre par la résistance* $R_\mathrm{m} = 1275\ MPa$ *:*

$$F_\mathrm{m} = 1275 \times 350 = 446'250\ N \simeq 446.3\ kN.$$



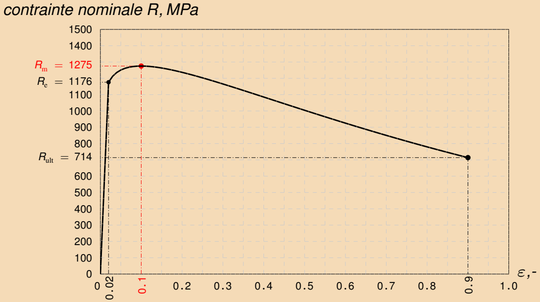
machine No	1	2	3	4	5
F_max	50 kN	100 kN	500 kN	1 MN	2 MN

Corrigé exercice 1 b)

Choix de la charge

- *Le matériau est ductile : il faut passer le point de résistance pour arriver en rupture. La charge maximale à appliquer est le produit de la section initiale* $S_0 = 350\ mm^2$ *de la barre par la résistance* $R_\mathrm{m} = 1275\ MPa$ *:*

$$F_\mathrm{m} = 1275 \times 350 = 446'250\ N \simeq 446.3\ kN.$$



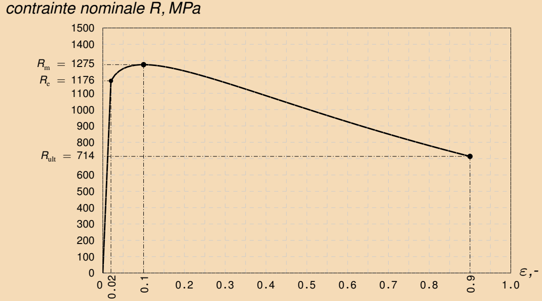
machine No	1	2	3	4	5
F_max	50 *kN*	100 *kN*	500 *kN*	1 *MN*	2 *MN*

Corrigé exercice 1 b)

Choix de la charge

- *Le matériau est ductile : il faut passer le point de résistance pour arriver en rupture. La charge maximale à appliquer est le produit de la section initiale $S_0 = 350\ mm^2$ de la barre par la résistance $R_\mathrm{m} = 1275\ MPa$:*

$$F_\mathrm{m} = 1275 \times 350 = 446'250\ N \simeq 446.3\ kN.$$



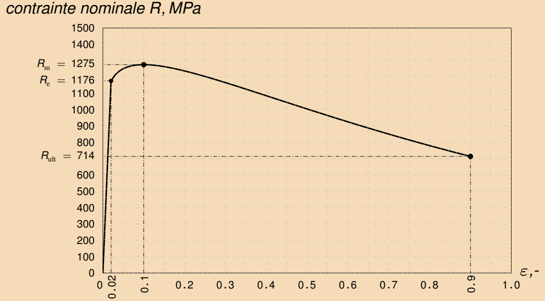
machine No	1	2	3	4	5
F_max	50 kN	100 kN	500 kN	1 MN	2 MN

Corrigé exercice 1 b)

Choix de la charge

- *Le matériau est ductile : il faut passer le point de résistance pour arriver en rupture. La charge maximale à appliquer est le produit de la section initiale $S_0 = 350\ mm^2$ de la barre par la résistance $R_\mathrm{m} = 1275\ MPa$:*

$$F_\mathrm{m} = 1275 \times 350 = 446'250\ N \simeq 446.3\ kN.$$

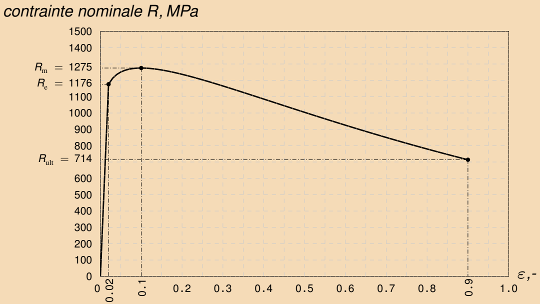


machine No	1	2	3	4	5
F_max	50 *kN*	100 *kN*	500 *kN*	1 *MN*	2 *MN*

Enoncé exercice 1 c)

Evaluation de la force de rupture

- *Vous déformez des barres de section initiale* $S_0 = 350\ mm^2$ *faites dans un acier dont le bon de livraison montre la courbe de traction suivante :*



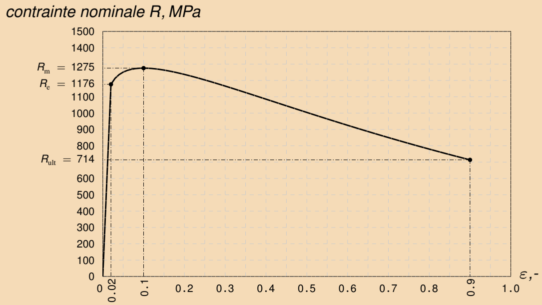
c) *Au moment de la rupture de la barre, quelle charge la machine applique-t-elle ?*

Corrigé exercice 1 c)

Evaluation de la force de rupture

- *La force de rupture F_{ult} s'obtient comme le produit de la section initiale $S_0 = 350\ mm^2$ de la barre par sa contrainte nominale ultime $R_{\mathrm{ult}} = 714\ MPa$:*

$$F_{\mathrm{ult}} = 714 \times 350 = 249'900\ N \simeq 250.0\ kN.$$

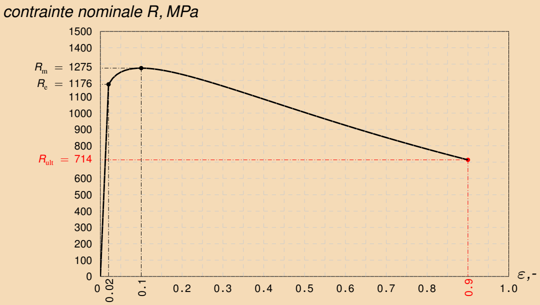


Corrigé exercice 1 c)

Evaluation de la force de rupture

- *La force de rupture F_{ult} s'obtient comme le produit de la section initiale $S_0 = 350\ mm^2$ de la barre par sa contrainte nominale ultime $R_{\text{ult}} = 714\ MPa$:*

$$F_{\text{ult}} = 714 \times 350 = 249'900\ N \approx 250.0\ kN.$$

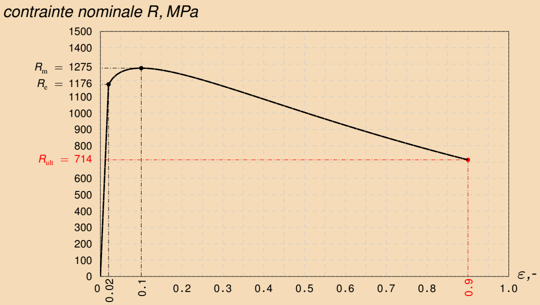


Corrigé exercice 1 c)

Evaluation de la force de rupture

- *La force de rupture F_{ult} s'obtient comme le produit de la section initiale $S_0 = 350\ mm^2$ de la barre par sa contrainte nominale ultime $R_{\text{ult}} = 714\ MPa$:*

$$F_{\text{ult}} = 714 \times 350 = 249'900\ N \simeq 250.0\ kN.$$

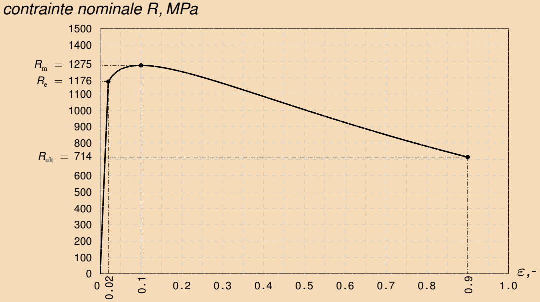


Corrigé exercice 1 c)

Evaluation de la force de rupture

- *La force de rupture F_{ult} s'obtient comme le produit de la section initiale $S_0 = 350\ mm^2$ de la barre par sa contrainte nominale ultime $R_{\mathrm{ult}} = 714\ MPa$:*

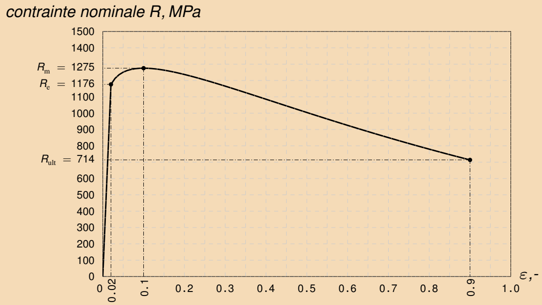
$$F_{\mathrm{ult}} = 714 \times 350 = 249'900\ N \simeq 250.0\ kN.$$



Enoncé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Vous déformez des barres de section initiale $S_0 = 350\ mm^2$ faites dans un acier dont le bon de livraison montre la courbe de traction suivante :*



d) *Pouvez-vous calculer la valeur exacte du module d'Young du matériau, avec les informations disponibles sur la Fig. ci-dessus ? Si oui faites-le, sinon estimez sa valeur en donnant une marge d'erreur.*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} \Longrightarrow E = \frac{R_e}{\varepsilon_e}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_e}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner E_{min} et E_{max} t.q. $E_{min} \leq E \leq E_{max}$.*
- *$E = E_{max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \max! = 0.5$:*

$$E_{max} = \frac{1176}{0.02}e^{2\times 0.5\times 0.02}$$

- *$E = E_{min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \min! = 0.0$:*

$$E_{min} = \frac{1176}{0.02}e^{2\times 0.0\times 0.02}$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car ε_e est petit*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_\mathrm{e} = E\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_\mathrm{e}} \Longrightarrow E = \frac{R_\mathrm{e}}{\varepsilon_\mathrm{e}}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_\mathrm{e}}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner E_max et E_min t.q $E_\mathrm{min} \leq E \leq E_\mathrm{max}$.*
- *$E = E_\mathrm{max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \mathrm{max!} = 0.5$:*

$$E_\mathrm{max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.5\times 0.02}$$

- *$E = E_\mathrm{min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \mathrm{min!} = 0.0$:*

$$E_\mathrm{min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.0\times 0.02}$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_{\mathrm{e}} = E\varepsilon_{\mathrm{e}}\mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_{\mathrm{e}}} \Longrightarrow E = \frac{R_{\mathrm{e}}}{\varepsilon_{\mathrm{e}}}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_{\mathrm{e}}}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner $E_{\max}$ et $E_{\min}$ t.q $E_{\min} \leq E \leq E_{\max}$.*
- *$E = E_{\max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \max! = 0.5$:*

$$E_{\max} = \frac{1175}{0.02}e^{2\times 0.5\times 0.02}$$

- *$E = E_{\min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \min! = 0.0$:*

$$E_{\min} = \frac{1175}{0.02}e^{2\times 0.0\times 0.02}$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car ε_{e} est petit.*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} \Longrightarrow E = \frac{R_e}{\varepsilon_e}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_e}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner E_{max} et E_{min} t.q $E_{min} \leq E \leq E_{max}$.*
- *$E = E_{max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \max! = 0.5$:*

$$E_{max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.5\times 0.02}$$

- *$E = E_{min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \min! = 0.0$:*

$$E_{min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.0\times 0.02}$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_e = E\varepsilon_e e^{-2\nu\varepsilon_e} \Longrightarrow E = \frac{R_e}{\varepsilon_e} e^{2\nu\varepsilon_e}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner E_{max} et E_{min} t.q $E_{min} \leq E \leq E_{max}$.*
- *$E = E_{max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \mathrm{max!} = 0.5$:*

$$E_{max} = \frac{1176}{0.02} e^{2\times 0.5\times 0.02}$$

- *$E = E_{min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \mathrm{min!} = 0.0$:*

$$E_{min} = \frac{1176}{0.02} e^{2\times 0.0\times 0.02}$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car ε_e est petit*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_\mathrm{e} = E\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_\mathrm{e}} \Longrightarrow E = \frac{R_\mathrm{e}}{\varepsilon_\mathrm{e}}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_\mathrm{e}}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner E_max et E_min t.q $E_\mathrm{min} \leq E \leq E_\mathrm{max}$.*
- *$E = E_\mathrm{max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \mathrm{max}! = 0.5$:*

$$E_\mathrm{max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times0.5\times0.02} \simeq 59'988\,MPa \simeq 60\,GPa.$$

- *$E = E_\mathrm{min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \mathrm{min}! = 0.0$:*

$$E_\mathrm{min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times0.0\times0.02}$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car ε_e est petit*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} \Longrightarrow E = \frac{R_e}{\varepsilon_e}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_e}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner $E_{\max}$ et $E_{\min}$ t.q $E_{\min} \leq E \leq E_{\max}$.*
- *$E = E_{\max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \max! = 0.5$:*

$$E_{\max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.5\times 0.02} \simeq 59'988\ MPa \simeq 60\ GPa.$$

- *$E = E_{\min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \min!$*

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} \Longrightarrow E = \frac{R_e}{\varepsilon_e}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_e}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner $E_{\max}$ et $E_{\min}$ t.q $E_{\min} \leq E \leq E_{\max}$.*
- *$E = E_{\max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \max! = 0.5$:*

$$E_{\max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.5\times 0.02} \simeq 59'988\ MPa \simeq 60\ GPa.$$

- *$E = E_{\min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \min! = 0.0$:*

$$E_{\min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.0\times 0.02}$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car ε_e est petit.*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} \Longrightarrow E = \frac{R_e}{\varepsilon_e}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_e}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner $E_{\max}$ et $E_{\min}$ t.q $E_{\min} \leq E \leq E_{\max}$.*
- *$E = E_{\max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \max! = 0.5$:*

$$E_{\max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times0.5\times0.02} \simeq 59'988\ MPa \simeq 60\ GPa.$$

- *$E = E_{\min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \min! = 0.0$:*

$$E_{\min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times0.0\times0.02}$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car ε_e est petit*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} \Longrightarrow E = \frac{R_e}{\varepsilon_e}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_e}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner $E_{\max}$ et $E_{\min}$ t.q $E_{\min} \leq E \leq E_{\max}$.*
- *$E = E_{\max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \text{max!} = 0.5$:*

$$E_{\max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.5\times 0.02} \simeq 59'988\, MPa \simeq 60\, GPa.$$

- *$E = E_{\min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \text{min!} = 0.0$:*

$$E_{\min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.0\times 0.02} \simeq 58'800\, MPa = 58.8\, GPa.$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car ε_e est petit.*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_\mathrm{e} = E\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_\mathrm{e}} \Longrightarrow E = \frac{R_\mathrm{e}}{\varepsilon_\mathrm{e}}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_\mathrm{e}}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner E_max et E_min t.q $E_\mathrm{min} \leq E \leq E_\mathrm{max}$.*
- *$E = E_\mathrm{max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \mathrm{max!} = 0.5$:*

$$E_\mathrm{max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.5\times 0.02} \simeq 59'988\ MPa \simeq 60\ GPa.$$

- *$E = E_\mathrm{min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \mathrm{min!} = 0.0$:*

$$E_\mathrm{min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.0\times 0.02} \simeq 58'800\ MPa = 58.8\ GPa.$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} \Longrightarrow E = \frac{R_e}{\varepsilon_e}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_e}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner $E_{\max}$ et $E_{\min}$ t.q $E_{\min} \leq E \leq E_{\max}$.*
- *$E = E_{\max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \max! = 0.5$:*

$$E_{\max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.5\times 0.02} \simeq 59'988\ MPa \simeq 60\ GPa.$$

- *$E = E_{\min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \min! = 0.0$:*

$$E_{\min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.0\times 0.02} \simeq 58'800\ MPa = 58.8\ GPa.$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car ε_e est petit.*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} \Longrightarrow E = \frac{R_e}{\varepsilon_e}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_e}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner $E_{\max}$ et $E_{\min}$ t.q $E_{\min} \leq E \leq E_{\max}$.*
- *$E = E_{\max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \max! = 0.5$:*

$$E_{\max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.5\times 0.02} \simeq 59'988\ MPa \simeq 60\ GPa.$$

- *$E = E_{\min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \min! = 0.0$:*

$$E_{\min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.0\times 0.02} \simeq 58'800\ MPa = 58.8\ GPa.$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car ε_e est petit.*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_{\mathrm{e}} = E\varepsilon_{\mathrm{e}}\mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_{\mathrm{e}}} \Longrightarrow E = \frac{R_{\mathrm{e}}}{\varepsilon_{\mathrm{e}}}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_{\mathrm{e}}}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner $E_{\max}$ et $E_{\min}$ t.q $E_{\min} \leq E \leq E_{\max}$.*
- *$E = E_{\max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \max! = 0.5$:*

$$E_{\max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.5\times 0.02} \simeq 59'988\ MPa \simeq 60\ GPa.$$

- *$E = E_{\min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \min! = 0.0$:*

$$E_{\min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.0\times 0.02} \simeq 58'800\ MPa = 58.8\ GPa.$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car ε_{e} est petit.*

Corrigé exercice 1 d)

Module d'Young

- *Le module d'Young du matériau est tel que*

$$R_{\rm e} = E\varepsilon_{\rm e}\mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_{\rm e}} \Longrightarrow E = \frac{R_{\rm e}}{\varepsilon_{\rm e}}\mathbf{e}^{2\nu\varepsilon_{\rm e}}.$$

- *Comme le coefficient de Poisson ν est inconnu, on ne peut aller plus loin. Mais on peut donner $E_{\max}$ et $E_{\min}$ t.q $E_{\min} \leq E \leq E_{\max}$.*
- *$E = E_{\max}$ si les diminutions latérales sont max. : $\nu = \text{max!} = 0.5$:*

$$E_{\max} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.5\times 0.02} \simeq 59'988\ MPa \simeq 60\ GPa.$$

- *$E = E_{\min}$ si les diminutions latérales sont min. : $\nu = \text{min!} = 0.0$:*

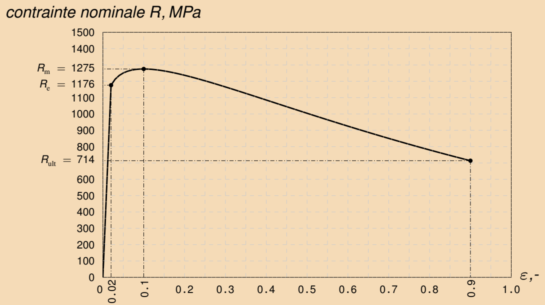
$$E_{\min} = \frac{1176}{0.02}\mathbf{e}^{2\times 0.0\times 0.02} \simeq 58'800\ MPa = 58.8\ GPa.$$

- *La fourchette obtenue : $E \in [58.8, 60.0]$ GPa est serrée car $\varepsilon_{\rm e}$ est petit.*

Enoncé exercice 1 e)

Coefficient d'écrouissage

- *Vous déformez des barres de section initiale $S_0 = 350$ mm^2 faites dans un acier dont le bon de livraison montre la courbe de traction suivante :*



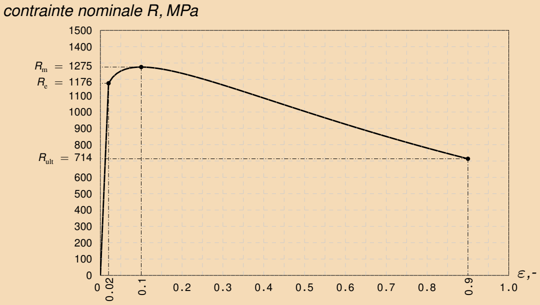
e) *En admettant que le matériau suive une loi de Ludwik, donnez son coefficient d'écrouissage n.*

Corrigé exercice 1 e)

Coefficient d'écrouissage

- *Si le matériau suit une loi de Ludwik, le coefficient d'écrouissage n correspond exactement au taux de déformation réel en résistance ε_m :*

$$n = \varepsilon_m = 0.1.$$

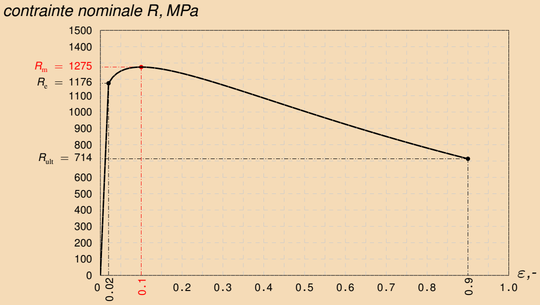


Corrigé exercice 1 e)

Coefficient d'écrouissage

- *Si le matériau suit une loi de Ludwik, le coefficient d'écrouissage n correspond exactement au taux de déformation réel en résistance* ε_{m} *:*

$$n = \varepsilon_{\mathrm{m}} = 0.1.$$

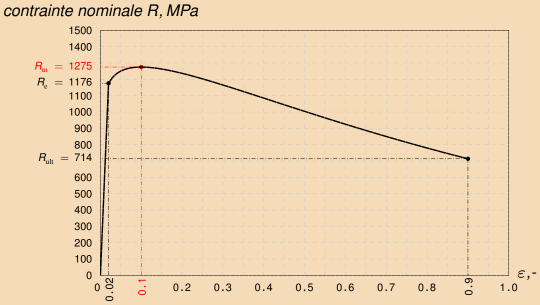


Corrigé exercice 1 e)

Coefficient d'écrouissage

- *Si le matériau suit une loi de Ludwik, le coefficient d'écrouissage n correspond exactement au taux de déformation réel en résistance* ε_{m} *:*

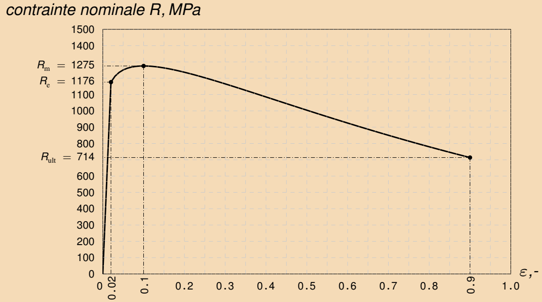
$$n = \varepsilon_{\mathrm{m}} = 0.1.$$



Enoncé exercice 1 f)

Courbe de charge

- *Vous déformez des barres de section initiale $S_0 = 350$ mm^2 faites dans un acier dont le bon de livraison montre la courbe de traction suivante :*



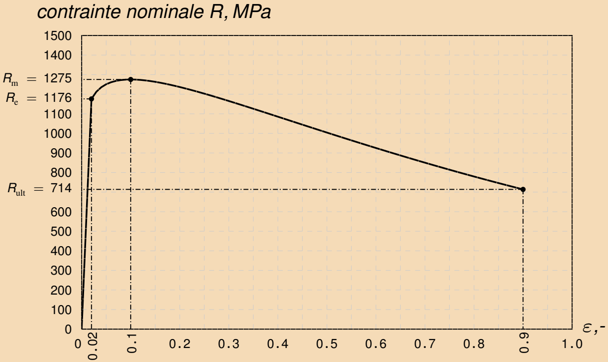
e) *Esquissez la courbe qui représente la charge F en fonction du taux de déformation réel ε.*

Corrigé exercice 1 f)

Courbe de charge

- *La courbe représentant la charge F en fonction du tx de déf. réel ε est* ***exactement*** *la courbe de traction, à une modification de l'échelle verticale près :*

$$\Longrightarrow \times S_0 = 350\ mm^2 \text{ pour passer de MPA à N}$$

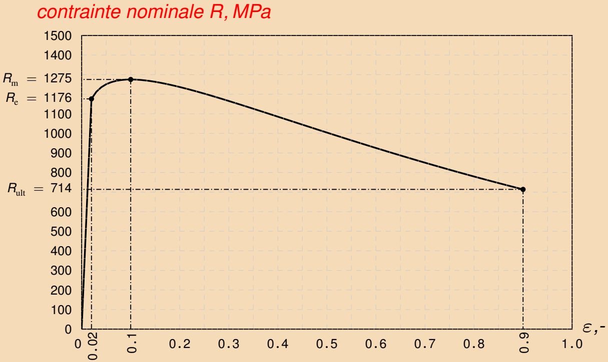


Corrigé exercice 1 f)

Courbe de charge

- *La courbe représentant la charge F en fonction du tx de déf. réel ε est* ***exactement*** *la courbe de traction, à une modification de l'échelle verticale près :*

$\Longrightarrow \times S_0 = 350\ mm^2$ *pour passer de MPA à N*



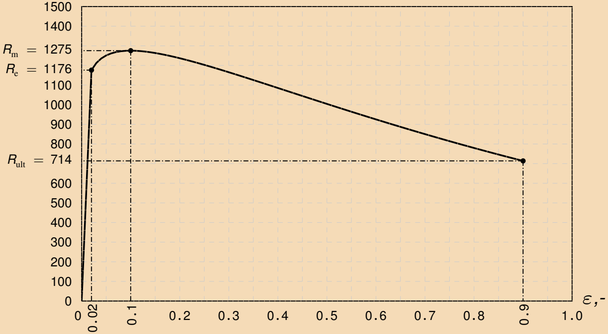
Corrigé exercice 1 f)

Courbe de charge

- *La courbe représentant la charge F en fonction du tx de déf. réel ε est* ***exactement*** *la courbe de traction, à une modification de l'échelle verticale près :*

$$\Longrightarrow \times S_0 = 350\ mm^2 \text{ pour passer de MPA à N}$$

contrainte nominale R, MPa $\rightarrow$ charge F, N



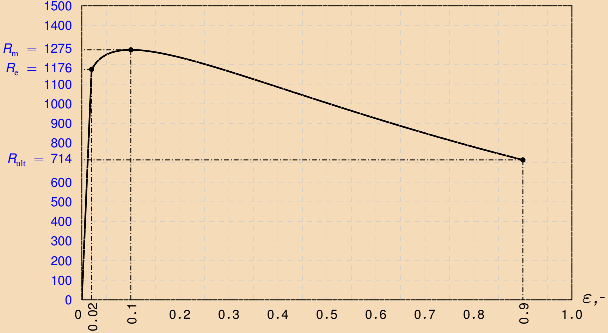
Corrigé exercice 1 f)

Courbe de charge

- *La courbe représentant la charge F en fonction du tx de déf. réel ε est **exactement** la courbe de traction, à une modification de l'échelle verticale près :*

$$\Longrightarrow \times S_0 = 350\ mm^2 \text{ pour passer de MPA à N}$$

contrainte nominale R, MPa $\rightarrow$ charge F, N



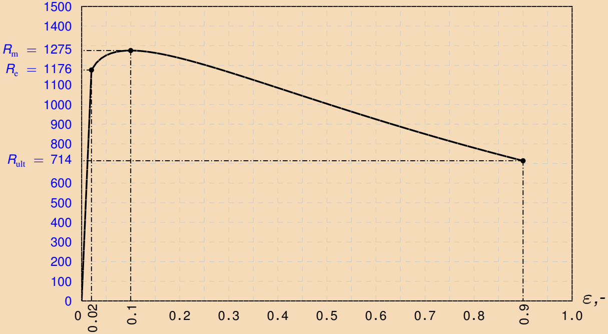
Corrigé exercice 1 f)

Courbe de charge

- *La courbe représentant la charge F en fonction du tx de déf. réel ε est **exactement** la courbe de traction, à une modification de l'échelle verticale près :*

$$\Longrightarrow \times S_0 = 350\ mm^2 \text{ pour passer de MPA à N}$$

contrainte nominale R, MPa $\rightarrow$ charge F, N

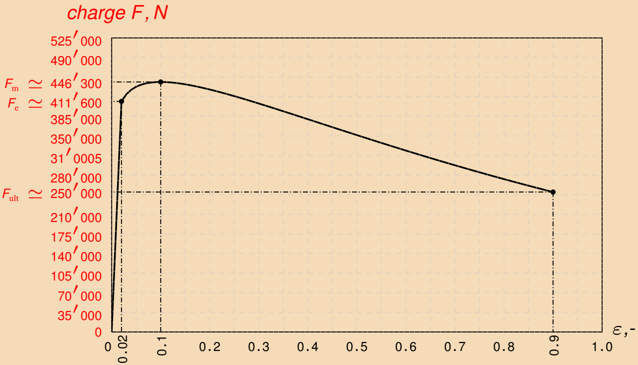


Corrigé exercice 1 f)

Courbe de charge

- *La courbe représentant la charge F en fonction du tx de déf. réel ε est* ***exactement*** *la courbe de traction, à une modification de l'échelle verticale près :*

$$\Longrightarrow \times S_0 = 350\ mm^2 \text{ pour passer de MPA à N}$$



Enoncé exercice 2 a)

Etirage de barres sur une machine de force maximale donnée

- *Vous disposez d'une machine capable de développer une force de $F_{\max} = 0.1$ MN pour étirer des barres.*
- *Ces barres sont faites recuit qui suit assez bien les lois de Ludwik (coefficient $n \simeq 0.2$) et de Considère. Ses propriétés mécaniques sont les suivantes :*

limite élastique réelle	*module d'élasticité*	*coefficient de Poisson*
$\sigma_e = 690\,\mathrm{MPa}$	$E = 30\,\mathrm{GPa}$	$\nu = 0.42$

a) *Calculez le taux de déformation réel en limite élastique ε_e du matériau,*

Corrigé exercice 2 a)

Calcul du taux de déformation réel en limite élastique

- *Le taux de déformation réel en limite élastique ε_e du matériau est lié à la limite élastique réelle σ_e et au module d'Young E :*

$$\sigma_e = E\varepsilon_e.$$

- *Si on résoud pour ε_e, on trouve que*

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

- *Si on tient compte des données sur le bon de livraison : $\sigma_e = 690$ MPa et $E = 30$ GPa, on conclut que*

$$\varepsilon_e = \frac{690}{30'000} = 0.023 \tag{1}$$

Corrigé exercice 2 a)

Calcul du taux de déformation réel en limite élastique

- *Le taux de déformation réel en limite élastique ε_e du matériau est lié à la limite élastique réelle σ_e et au module d'Young E :*

$$\sigma_\mathrm{e} = E\varepsilon_\mathrm{e}.$$

- *Si on résoud pour ε_e, on trouve que*

$$\varepsilon_\mathrm{e} = \frac{\sigma_\mathrm{e}}{E}$$

- *Si on tient compte des données sur le bon de livraison : $\sigma_\mathrm{e} = 690$ MPa et $E = 30$ GPa, on conclut que*

$$\varepsilon_\mathrm{e} = \frac{690}{30'000} = 0.023 \qquad (1)$$

Corrigé exercice 2 a)

Calcul du taux de déformation réel en limite élastique

- *Le taux de déformation réel en limite élastique* ε_e *du matériau est lié à la limite élastique réelle* σ_e *et au module d'Young E :*

$$\sigma_\mathrm{e} = E\varepsilon_\mathrm{e}.$$

- *Si on résoud pour* ε_e*, on trouve que*

$$\varepsilon_\mathrm{e} = \frac{\sigma_\mathrm{e}}{E}$$

- *Si on tient compte des données sur le bon de livraison :* $\sigma_e = 690$ *MPa et* $E = 30$ *GPa, on conclut que*

$$\varepsilon_\mathrm{e} = \frac{690}{30'000} = 0.023 \qquad (1)$$

Enoncé exercice 2 b)

Etirage de barres sur une machine de force maximale donnée

- *Vous disposez d'une machine capable de développer une force de $F_{\mathrm{max}} = 0.1$ MN pour étirer des barres.*
- *Ces barres sont faites recuit qui suit assez bien les lois de Ludwik (coefficient $n \simeq 0.2$) et de Considère. Ses propriétés mécaniques sont les suivantes :*

limite élastique réelle	*module d'élasticité*	*coefficient de Poisson*
$\sigma_e = 690\,\mathrm{MPa}$	$E = 30\,\mathrm{GPa}$	$\nu = 0.42$

b) *Calculez la limite élastique R_{e},*

Corrigé exercice 2 b)

Calcul de la limite élastique

- *La limite élastique (nominale) R_e est liée au module d'Young, au coefficient de Poisson ν ainsi qu'à ε_e :*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} = \sigma_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e}$$

- *Si on tient compte des données sur le bon de livraison : $E = 30$ GPa et $\nu = 0.42$ et q'on tient compte que $\varepsilon_e = 0.023$ vient d'être calculé, on conclut que*

$$R_e \simeq 30'000 \times 0.023\mathbf{e}^{-2\times 0.42\times 0.023} \simeq 676.8 \text{ MPa}. \tag{2}$$

- *Il est bon de contrôler la relation **systématique** $\sigma_e > R_e$. Dans notre cas elle est satisfaite car $\sigma_e = 690$ MPa*

Corrigé exercice 2 b)

Calcul de la limite élastique

- *La limite élastique (nominale) R_e est liée au module d'Young, au coefficient de Poisson ν ainsi qu'à ε_e :*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} = \sigma_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e}$$

- *Si on tient compte des données sur le bon de livraison : $E = 30$ GPa et $\nu = 0.42$ et q'on tient compte que $\varepsilon_e = 0.023$ vient d'être calculé, on conclut que*

$$R_e \simeq 30'000 \times 0.023\mathbf{e}^{-2\times 0.42 \times 0.023} \simeq 676.8\ MPa. \tag{2}$$

- *Il est bon de contrôler la relation **systématique** $\sigma_e > R_e$. Dans notre cas elle est satisfaite car $\sigma_e = 690$ MPa.*

Corrigé exercice 2 b)

Calcul de la limite élastique

- *La limite élastique (nominale) R_e est liée au module d'Young, au coefficient de Poisson ν ainsi qu'à ε_e :*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} = \sigma_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e}$$

- *Si on tient compte des données sur le bon de livraison : $E = 30$ GPa et $\nu = 0.42$ et q'on tient compte que $\varepsilon_e = 0.023$ vient d'être calculé, on conclut que*

$$R_e \simeq 30'000 \times 0.023\mathbf{e}^{-2\times 0.42\times 0.023} \simeq 676.8 \; MPa. \tag{2}$$

- *Il est bon de contrôler la relation* ***systématique*** *$\sigma_e > R_e$. Dans notre cas elle est satisfaite car $\sigma_e = 690$ MPa.*

Corrigé exercice 2 b)

Calcul de la limite élastique

- *La limite élastique (nominale) R_e est liée au module d'Young, au coefficient de Poisson ν ainsi qu'à ε_e :*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} = \sigma_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e}$$

- *Si on tient compte des données sur le bon de livraison : $E = 30$ GPa et $\nu = 0.42$ et q'on tient compte que $\varepsilon_e = 0.023$ vient d'être calculé, on conclut que*

$$R_e \simeq 30'000 \times 0.023\mathbf{e}^{-2\times0.42\times0.023} \simeq 676.8 \text{ MPa}. \quad (2)$$

- *Il est bon de contrôler la relation **systématique** $\sigma_e > R_e$. Dans notre cas elle est satisfaite car $\sigma_e = 690$ MPa.*

Corrigé exercice 2 b)

Calcul de la limite élastique

- *La limite élastique (nominale) R_e est liée au module d'Young, au coefficient de Poisson ν ainsi qu'à ε_e :*

$$R_\mathrm{e} = E\varepsilon_\mathrm{e}\mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_\mathrm{e}} = \sigma_\mathrm{e}\mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_\mathrm{e}}$$

- *Si on tient compte des données sur le bon de livraison : $E = 30$ GPa et $\nu = 0.42$ et q'on tient compte que $\varepsilon_\mathrm{e} = 0.023$ vient d'être calculé, on conclut que*

$$R_\mathrm{e} \simeq 30'000 \times 0.023\mathbf{e}^{-2\times0.42\times0.023} \simeq 676.8 \; MPa. \tag{2}$$

- *Il est bon de contrôler la relation **systématique** $\sigma_\mathrm{e} > R_\mathrm{e}$. Dans notre cas elle est satisfaite car $\sigma_\mathrm{e} = 690$ MPa.*

Corrigé exercice 2 b)

Calcul de la limite élastique

- *La limite élastique (nominale) R_e est liée au module d'Young, au coefficient de Poisson ν ainsi qu'à ε_e :*

$$R_e = E\varepsilon_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e} = \sigma_e \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon_e}$$

- *Si on tient compte des données sur le bon de livraison : $E = 30$ GPa et $\nu = 0.42$ et q'on tient compte que $\varepsilon_e = 0.023$ vient d'être calculé, on conclut que*

$$R_e \simeq 30'000 \times 0.023\mathbf{e}^{-2\times 0.42\times 0.023} \simeq 676.8 \text{ MPa}. \tag{2}$$

- *Il est bon de contrôler la relation* ***systématique*** *$\sigma_e > R_e$. Dans notre cas elle est satisfaite car $\sigma_e = 690$ MPa.*

Enoncé exercice 2 c)

Etirage de barres sur une machine de force maximale donnée

- *Vous disposez d'une machine capable de développer une force de* $F_{\mathrm{max}} = 0.1$ *MN pour étirer des barres.*
- *Ces barres sont faites recuit qui suit assez bien les lois de Ludwik (coefficient* $n \simeq 0.2$*) et de Considère. Ses propriétés mécaniques sont les suivantes :*

limite élastique réelle	*module d'élasticité*	*coefficient de Poisson*
$\sigma_e = 690\,\mathrm{MPa}$	$E = 30\,\mathrm{GPa}$	$\nu = 0.42$

c) *Calculez la résistance* R_{m} *du matériau,*

Corrigé exercice 2 c)

Calcul de la résistance

- *La résistance R_{m} du matériau est liée à son module d'écrouissage K :*

$$R_{\mathrm{m}} = K \left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^{n} \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon_{\mathrm{e}}} \quad \text{(sous l'hyp. de Considère).}$$

- *Le module d'écrouissage K est lui même fonction du module d'Young E :*

$$K = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n} \quad (\varepsilon_{\mathrm{e}} \text{ : taux de déf. réel en lim. élas.})$$

- *En combinant les relations ci-dessus, on tire que :*

$$R_{\mathrm{m}} = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n} \left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^{n} \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon_{\mathrm{e}}}.$$

- *On utilise que $E = 30$ GPa, $\nu = 0.42$, $n = 0.2$ et que $\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.023$, il vient :*

$$R_{\mathrm{m}} \simeq 30'000 \times 0.023^{1-0.2} \left(\frac{0.2}{2.71}\right)^{0.2} \times 2.71^{(1-2\times0.42)\times0.023} \simeq 873.87\,\mathrm{MPa}.$$

Corrigé exercice 2 c)

Calcul de la résistance

- *La résistance R_m du matériau est liée à son module d'écrouissage K :*

$$R_\mathrm{m} = K \left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon_\mathrm{e}} \quad \textit{(sous l'hyp. de Considère).}$$

- *Le module d'écrouissage K est lui même fonction du module d'Young E :*

$$K = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n} \quad \textit{(}\varepsilon_\mathrm{e} \textit{ : taux de déf. réel en lim. élas.)}$$

- *En combinant les relations ci-dessus, on tire que :*

$$R_\mathrm{m} = E\varepsilon_\mathrm{e}^{1-n} \left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^n \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon_\mathrm{e}}.$$

- *On utilise que $E = 30$ GPa, $\nu = 0.42$, $n = 0.2$ et que $\varepsilon_\mathrm{e} = 0.023$, il vient :*

$$R_\mathrm{m} \simeq 30'000 \times 0.023^{1-0.2} \left(\frac{0.2}{2.71}\right)^{0.2} \times 2.71^{(1-2\times0.42)\times0.023} \simeq 873.87\,\mathrm{MPa}.$$

Corrigé exercice 2 c)

Calcul de la résistance

- *La résistance R_{m} du matériau est liée à son module d'écrouissage K :*

$$R_{\mathrm{m}} = K\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^{n}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon_{\mathrm{e}}} \quad \textit{(sous l'hyp. de Considère).}$$

- *Le module d'écrouissage K est lui même fonction du module d'Young E :*

$$K = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n} \quad (\varepsilon_{\mathrm{e}} \textit{ : taux de déf. réel en lim. élas.})$$

- *En combinant les relations ci-dessus, on tire que :*

$$R_{\mathrm{m}} = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n}\left(\frac{n}{\mathbf{e}}\right)^{n}\mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon_{\mathrm{e}}}.$$

- *On utilise que $E = 30$ GPa, $\nu = 0.42$, $n = 0.2$ et que $\varepsilon_{\mathrm{e}} = 0.023$, il vient :*

$$R_{\mathrm{m}} \simeq 30'000 \times 0.023^{1-0.2}\left(\frac{0.2}{2.71}\right)^{0.2} \times 2.71^{(1-2\times 0.42)\times 0.023} \simeq 873.87\,\mathrm{MPa}.$$

Enoncé exercice 2 d)

Etirage de barres sur une machine de force maximale donnée

- *Vous disposez d'une machine capable de développer une force de* $F_{\text{max}} = 0.1$ *MN pour étirer des barres.*
- *Ces barres sont faites recuit qui suit assez bien les lois de Ludwik (coefficient* $n \simeq 0.2$*) et de Considère. Ses propriétés mécaniques sont les suivantes :*

limite élastique réelle	*module d'élasticité*	*coefficient de Poisson*
$\sigma_e = 690\,\mathrm{MPa}$	$E = 30\,\mathrm{GPa}$	$\nu = 0.42$

d) *Calculez le taux de déformation maximal auquel vous êtes capable d'amener les barres si elles ont une section initiale de* $S_0 = 1.2\,cm^2$.

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *La contrainte nominale atteignable est :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = \frac{100'000}{120} = 833.33\,\text{MPa}. \tag{3}$$

- *Cette contraite est $> R_e = 676.8$ MPa et $< R_m = 873.87$ MPa. Le taux de déformation réel maximal $\varepsilon_{\max}$ est donc solution de l'équation transcendante :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = R_m \left(\frac{\varepsilon_{\max}}{n} e^{1 - \frac{\varepsilon_{\max}}{n}}\right)^n .$$

- *Il s'agit de résoudre cette équation grâce à l'algorithme vu au cours.*

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1\,\text{MN}$ et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *La contrainte nominale atteignable est :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = \frac{100'000}{120} = 833.33\,\text{MPa}. \tag{3}$$

- *Cette contraite est $> R_e = 676.8$ MPa et $< R_m = 873.87$ MPa. Le taux de déformation réel maximal $\varepsilon_{\max}$ est donc solution de l'équation transcendante :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = R_m \left(\frac{\varepsilon_{\max}}{n} \mathrm{e}^{1 - \frac{\varepsilon_{\max}}{n}} \right)^n .$$

- *Il s'agit de résoudre cette équation grâce à l'algorithme vu au cours.*

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *La contrainte nominale atteignable est :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = \frac{100'000}{120} = 833.33\ \text{MPa}. \qquad (3)$$

- *Cette contraite est $> R_e = 676.8$ MPa et $< R_m = 873.87$ MPa. Le taux de déformation réel maximal $\varepsilon_{\max}$ est donc solution de l'équation transcendante :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = R_m \left(\frac{\varepsilon_{\max}}{n} e^{1 - \frac{\varepsilon_{\max}}{n}} \right)^n .$$

- *Il s'agit de résoudre cette équation grâce à l'algorithme vu au cours.*

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1\,\mathrm{MN}$ et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *La contrainte nominale atteignable est :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = \frac{100'000}{120} = 833.33\,\mathrm{MPa}. \tag{3}$$

- *Cette contraite est $> R_e = 676.8$ MPa et $< R_m = 873.87$ MPa. Le taux de déformation réel maximal $\varepsilon_{\max}$ est donc solution de l'équation transcendante :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = R_m \left(\frac{\varepsilon_{\max}}{n} \mathrm{e}^{1 - \frac{\varepsilon_{\max}}{n}} \right)^n .$$

- *Il s'agit de résoudre cette équation grâce à l'algorithme vu au cours.*

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *La contrainte nominale atteignable est :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = \frac{100'000}{120} = 833.33\,\mathrm{MPa}. \tag{3}$$

- *Cette contraite est $> R_e = 676.8$ MPa et $< R_m = 873.87$ MPa. Le taux de déformation réel maximal $\varepsilon_{\max}$ est donc solution de l'équation transcendante :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = R_m \left(\frac{\varepsilon_{\max}}{n} \mathbf{e}^{1 - \frac{\varepsilon_{\max}}{n}} \right)^n .$$

- *Il s'agit de résoudre cette équation grâce à l'algorithme vu au cours.*

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *La contrainte nominale atteignable est :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = \frac{100'000}{120} = 833.33\,\mathrm{MPa}. \tag{3}$$

- *Cette contraite est $> R_e = 676.8$ MPa et $< R_m = 873.87$ MPa. Le taux de déformation réel maximal $\varepsilon_{\max}$ est donc solution de l'équation transcendante :*

$$\frac{F_{\max}}{S_0} = R_m \left(\frac{\varepsilon_{\max}}{n} \mathbf{e}^{1 - \frac{\varepsilon_{\max}}{n}} \right)^n.$$

- *Il s'agit de résoudre cette équation grâce à l'algorithme vu au cours.*

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ à partir de $x_0 = \alpha$: il vient*
- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183609 \qquad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1\,\mathrm{MN}$ et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ à partir de $x_0 = \alpha$: il vient*
- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \qquad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1\,\text{MN}$ et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ à partir de $x_0 = \alpha$: il vient*
- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \tag{4}$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ à partir de $x_0 = \alpha$: il vient*
- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183609 \tag{4}$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1\,\mathrm{MN}$ et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ à partir de $x_0 = \alpha$: il vient*
- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \tag{4}$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1\,\text{MN}$ et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ à partir de $x_0 = \alpha$: il vient*
- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq \text{[illegible]} \tag{4}$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m}\frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ à partir de $x_0 = \alpha$: il vient*

m	x_m
0	0.2901117

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \qquad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
1	0.3877565

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \qquad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
2	0.4275292

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183609 \tag{4}$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
3	0.4448758

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq [illegible] \qquad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
4	0.4526602

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \qquad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1\,\text{MN}$ et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ à partir de $x_0 = \alpha$: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
5	0.4561976

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183609 \tag{4}$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
6	0.4578143

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \tag{4}$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
7	0.4585550

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \quad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
8	0.4588948

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \quad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
9	0.4590507

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \quad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
10	0.4591223

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \qquad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ à partir de $x_0 = \alpha$: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
11	0.4591552

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \qquad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
12	0.4591703

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183608 \tag{4}$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}}\sqrt[n]{\frac{1}{R_m}\frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828}\sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ à partir de $x_0 = \alpha$: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
13	0.4591772

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183609 \quad (4)$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
14	0.4591804

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183609 \tag{4}$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\text{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
15	0.4591804

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183609 \tag{4}$$

Corrigé exercice 2 d)

Le taux de déf. atteignable $\varepsilon_{\max}$ avec $F_{\max} = 0.1$ MN et $S_0 = 1.2\,\mathrm{cm}^2$

- *On forme la quantité*

$$\alpha = \frac{1}{\mathbf{e}} \sqrt[n]{\frac{1}{R_m} \frac{F_{\max}}{S_0}} \simeq \frac{1}{2.71828} \sqrt[0.2]{\frac{833.33}{873.87}} \simeq 0.2901117$$

- *puis on effectue l'itération de point fixe* $x_{m+1} = \alpha \mathbf{e}^{x_m}$ *à partir de* $x_0 = \alpha$ *: il vient*

m	x_m
0	0.2901117
15	0.4591804

- *La conclusion qu'on tire est que*

$$\varepsilon_{\max} \simeq n\bar{x} \simeq 0.2 \times 0.4591804 \simeq 0.09183609 \tag{4}$$