

EXERCICES

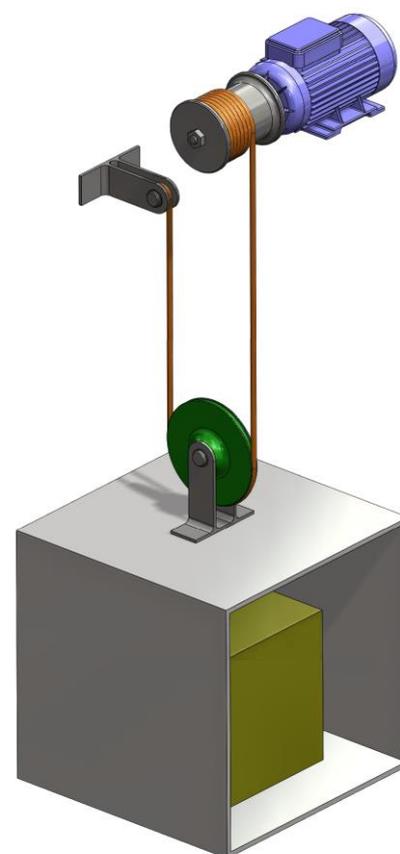
LA RESISTANCE DES MATERIAUX

On se propose dans cette banque de données d'exercices de mettre en pratique les connaissances du cours « La Résistance des Matériaux ».

Exercice n°1

On se propose dans cette étude de déterminer les contraintes dans le câble d'un monte-charge, dont le principe de fonctionnement est décrit sur l'image ci-contre.

- 1.1 Déterminer la sollicitation à laquelle est soumis le câble du monte-charge.
- 1.2 Sachant que la charge transportée est de 600 kg, calculer l'effort N exercé sur le brin du câble lié au tambour moteur.
On suppose que la masse de la boîte, de la poulie et du câble sont négligeables face à la masse transportée.
- 1.3 Le diamètre du câble étant de 4 mm, calculer l'aire de la section droite S de ce dernier.
- 1.4 Calculer la contrainte σ à laquelle est soumis le matériau du câble.
- 1.5 Lors d'une visite de contrôle, le câble a révélé des signes de fatigues et de corrosion... Son remplacement est fortement conseillé. Le fabricant propose 4 câbles de diamètre 4mm ayant des caractéristiques différentes. Effectuer et justifier un choix raisonné du câble de remplacement.



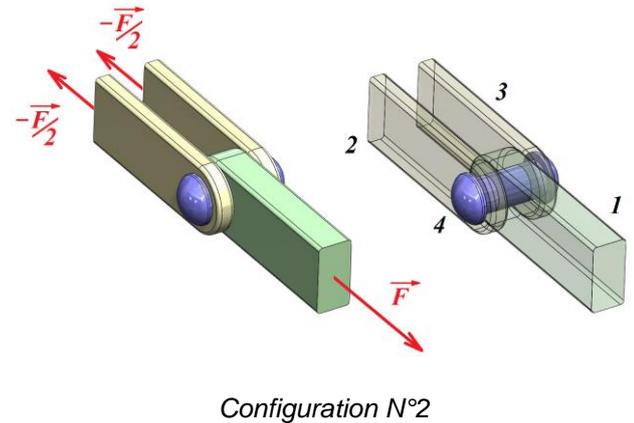
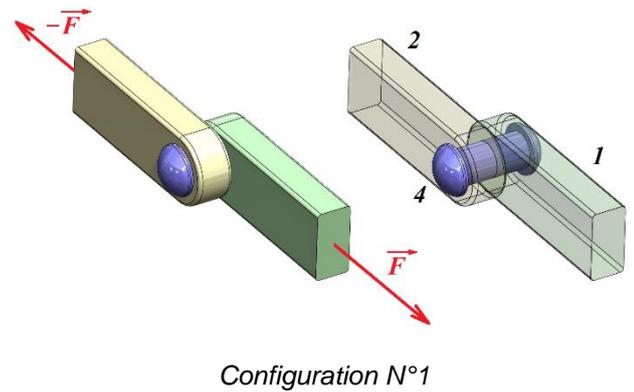
Référence du câble	A	B	C	D
Diamètre	4 mm	4 mm	4 mm	4 mm
Résistance élastique	213 MPa	241 MPa	327 MPa	392 MPa
Charge de rupture	550 kg	850 kg	1150 kg	1450 kg
Longueur	25 m	25 m	25 m	25 m
Prix TTC	28,52 €	31,24 €	40,63 €	52,06 €

- 1.6 Sur le monte-charge, Il est clairement indiqué aux utilisateurs que la masse maximum transportable est de 600 kg. Calculer le coefficient de sécurité mis en place suite au remplacement du câble par celui que vous avez choisi.

Exercice n°2

On se propose dans cette étude de déterminer les contraintes subies par un rivet pour deux configurations décrites ci-contre.

- 2.1 Déterminer la sollicitation à laquelle est soumis le rivet 4 dans les deux configurations.
- 2.2 Dans la configuration N°1 le diamètre du rivet 4 est de 8 mm et la force de traction F que transmet la barre 1 à la barre 2 est de 3600 N. Calculer la contrainte τ à laquelle est soumis le matériau du rivet.
- 2.3 Dans la configuration N°2 le diamètre du rivet 4 est de 8 mm et la force de traction F que transmet la barre 1 aux barres 2 et 3 est de 3600 N. Calculer la contrainte τ à laquelle est soumis le matériau du rivet.
- 2.4 Déterminer les avantages et les inconvénients des solutions constructives des deux configurations.



Exercice n°3

On se propose dans cette étude de vérifier le dimensionnement correct d'un arbre cannelé de sortie de boîte de vitesse.

L'arbre cannelé, arbre plein dont le diamètre extérieur est de 24 mm, doit transmettre un couple de 400 Nm.



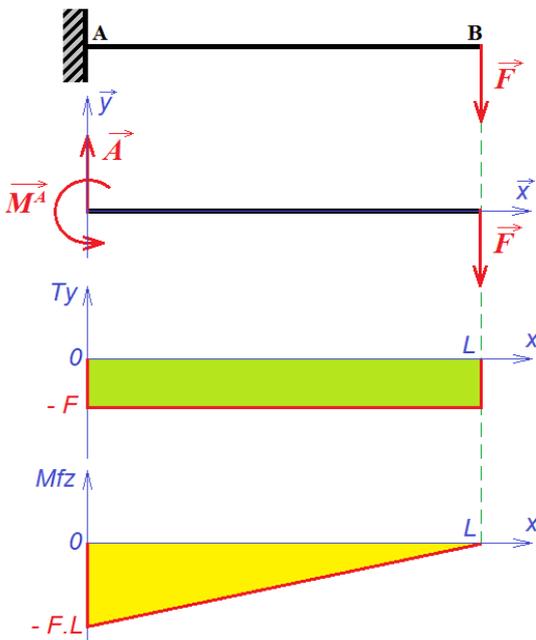
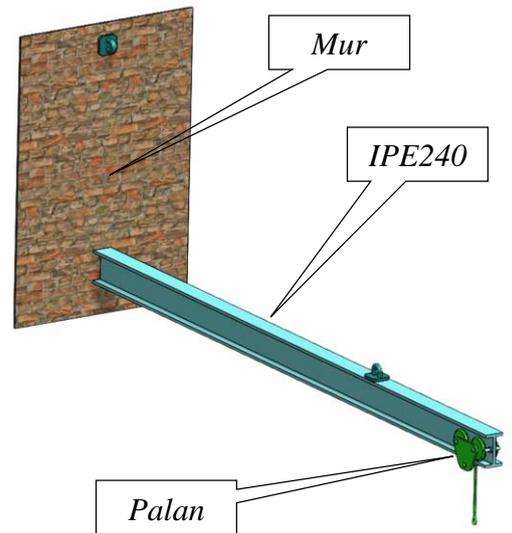
- 3.1 Déterminer la sollicitation à laquelle est soumis l'arbre de sortie de la boîte de vitesse.
- 3.2 Calculer I_0 le moment quadratique polaire de la section droite de l'arbre.
On ne tiendra pas en compte les cannelures pour le calcul de ce moment quadratique.
- 3.3 Calculer la contrainte tangentielle maximum à laquelle est soumis le matériau de l'arbre.
- 3.4 Les cannelures de l'arbre induisent des concentrations de contraintes. On estime à $k = 1,57$ le coefficient de concentration de contraintes au niveau des cannelures. Calculer la contrainte tangentielle maximum dans le cas où l'on prend en compte ce phénomène.
- 3.5 L'acier dans lequel est constitué l'arbre cannelé a une résistance élastique au glissement Reg de 600 MPa. Déterminer le coefficient de sécurité mis en place lors du dimensionnement de l'arbre cannelé.



Exercice n°4

On se propose dans cette étude de vérifier la pertinence du choix d'une poutrelle pour la réalisation d'une potence dont les caractéristiques sont définies ci-dessous.

- Le type de poutrelle est une IPE240
- La poutrelle est en acier S235
- La poutrelle est encastree dans le mur
- La charge F que doit supporter le palan est de 9800 N
- La longueur L de la poutrelle est de 7 m
- La masse de la poutrelle est négligée pour cette partie de l'étude



4.1 Déterminer la sollicitation à laquelle est soumise la poutrelle.

4.2 Une étude a permis de déterminer les actions mécaniques s'exerçant sur la poutrelle et la réalisation du diagramme de l'effort tranchant et du diagramme du moment fléchissant (voir ci-contre). Relever l'abscisse x de la section droite la plus sollicitée de la poutrelle et calculer le moment de flexion dans cette dernière.

Vous exprimerez ce moment de flexion maximum en N.mm

4.3 Relever les dimensions A, B, C et D de la poutrelle IPE240 dans le tableau ci-dessous, extrait du catalogue du fabricant.

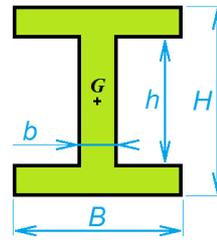
POUTRELLE IPE NORMALE ACIER E24.S235

Dimensions exprimées en millimètres

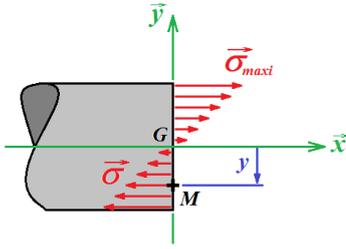
	IPE	A Epaisseur de la Semelle	B Epaisseur de l'âme	C Hauteur de l'âme	D Largeur de la Semelle	Masse Kg/m	Section cm ²
<input type="radio"/>	80	5.2	3.8	80	46	6.82	7.64
<input type="radio"/>	100	5.7	4.1	100	55	9.13	10.3
<input type="radio"/>	120	6.3	4.4	120	64	11.77	13.2
<input type="radio"/>	140	6.9	4.7	140	73	14.63	16.4
<input type="radio"/>	160	7.4	5	160	82	17.93	20.1
<input type="radio"/>	180	8	5.3	180	91	21.34	23.9
<input type="radio"/>	200	8.5	5.6	200	100	25.41	28.5
<input type="radio"/>	220	9.2	5.9	220	110	29.70	33.4
<input type="radio"/>	240	9.8	6.2	240	120	34.76	39.1
<input type="radio"/>	270	10.2	6.6	270	135	40.92	45.9
<input type="radio"/>	300	10.7	7.1	300	150	44.66	53.8
<input type="radio"/>	330	11.5	7.5	330	160	47.85	62.6
<input type="radio"/>	360	12.7	8	360	170	64.68	72.7
<input type="radio"/>	400	13.5	8.6	400	180	75.13	84.5
<input type="radio"/>	450	14.6	9.4	450	190	88.00	98.8
<input type="radio"/>	500	16	10.2	500	200	102.74	116
<input type="radio"/>	600	19	12	600	220	138.60	156

Extrait du catalogue du fabricant

- 4.4 Calculer $I_{(G;\vec{z})}$, le moment quadratique par rapport à l'axe $(G;\vec{z})$ de la section droite de la poutrelle, en utilisant la formule donnée ci-contre. Vous exprimerez ce moment quadratique en mm^4



$$I_{(G;\vec{z})} = \frac{B \cdot H^3 - h^3 \cdot (B - b)}{12}$$



- 4.5 Dans le cas de la flexion, les contraintes ne sont pas réparties uniformément : Les fibres les plus éloignées du plan de fibre neutre sont les plus sollicitées. Déterminer, pour la poutrelle étudiée, la valeur de y_{maxi} , l'ordonnée des fibres les plus sollicitées.

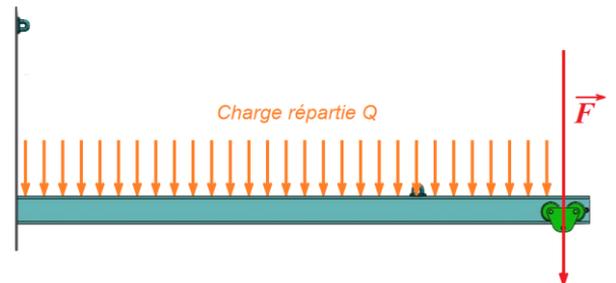
- 4.6 Le moment de flexion maximum étant connu (question 4.2), le moment quadratique étant connu (question 4.4) et le lieu où les contraintes sont maximum étant connu (question 4.5), calculer la contrainte maximum à laquelle est soumis le matériau de la poutrelle.

$$\sigma_{maxi} = - \frac{y_{maxi} \cdot M_{f_{maxi}}}{I_{(G;\vec{z})}}$$

- 4.7 L'acier composant la poutrelle est un acier S235, ce qui signifie que sa résistance élastique Re est de 235 MPa. Conclure sur la pertinence du choix de la poutrelle IPE240 pour la conception de la potence.

Le poids propre de la poutrelle n'a pas été pris en compte lors de l'étude précédente. On se propose dans cette seconde partie de vérifier la pertinence du choix de la poutrelle IPE240 pour la réalisation de la potence en prenant en compte le poids de la poutrelle.

- Le type de poutrelle est une IPE240
- La poutrelle est en acier S235
- La poutrelle est encastree dans le mur
- La charge F que doit supporter le palan est de 9800 N
- La longueur L de la poutrelle est de 7 m
- La masse de la poutrelle n'est plus négligée et sera modélisé par une charge Q répartie tout au long de cette dernière



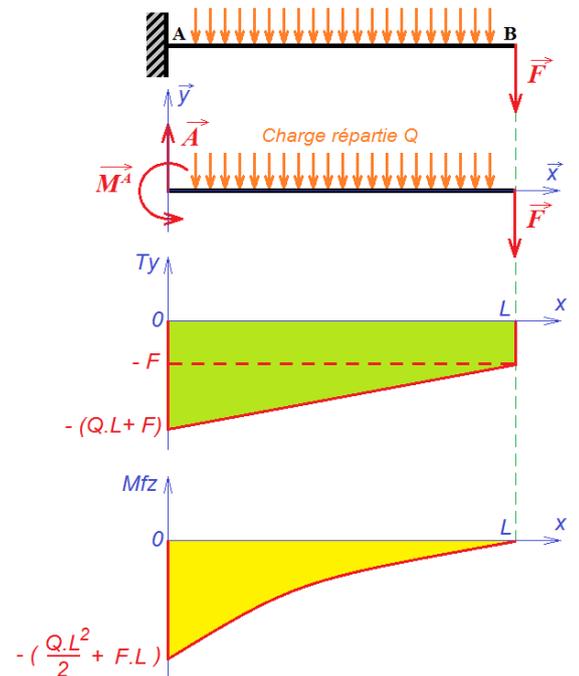
- 4.8 Relever sur l'extrait de catalogue du fabricant la masse linéique (masse par unité de longueur) de la poutrelle IPE240.

- 4.9 Calculer la charge Q résultant des effets de la masse de la poutrelle.

Vous prendrez comme accélération de pesanteur $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ et exprimerez Q en N/mm

- 4.10 Une étude a permis de déterminer les actions mécaniques s'exerçant sur la poutrelle et la réalisation du diagramme de l'effort tranchant et du diagramme du moment fléchissant (voir ci-contre). Calculer le moment de flexion dans la section droite la plus sollicitée.

Vous exprimerez ce moment de flexion maximum en $N.mm$

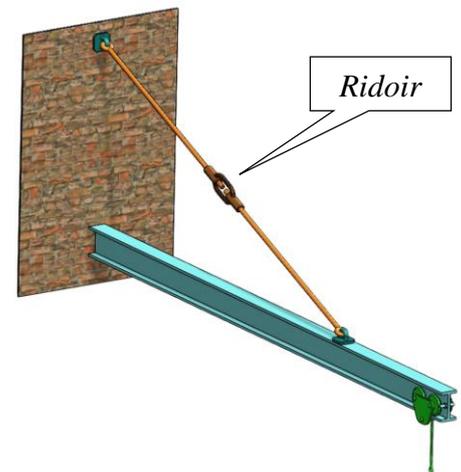
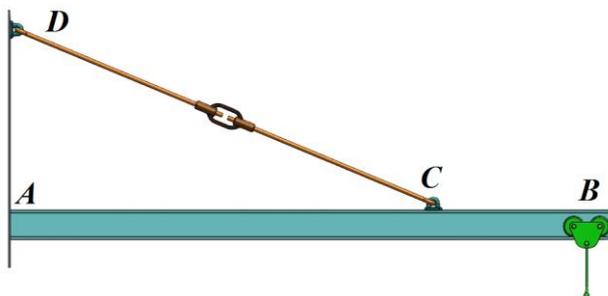


- 4.11 Le moment de flexion maximum étant connu (question 4.10), le moment quadratique étant connu (question 4.4) et le lieu où les contraintes sont maximum étant connu (question 4.5), calculer la contrainte maximum à laquelle est soumis le matériau de la poutrelle.
- 4.12 L'acier composant la poutrelle est un acier S235, conclure sur la pertinence du choix de la poutrelle IPE240 pour la conception de la potence.

Le concepteur décide de choisir une poutrelle IPE plus adaptée à sa problématique et définit une marge de sécurité suffisante. Pour atteindre cet objectif, il calcule la contrainte maximum à laquelle est soumis le matériau de la poutrelle pour les autres poutrelles disponibles chez le fabricant, en tenant bien entendu compte de la charge due au poids de ces dernières. Il obtient les résultats donnés dans le tableau ci-contre.

Référence de la poutrelle acier S235	Contrainte maximum
IPE 270	192,4 MPa
IPE 300	148,9 MPa
IPE 330	118,6 MPa
IPE 360	97,6 MPa

- 4.13 Donner la référence de la poutrelle IPE que devra choisir le concepteur pour assurer un coefficient de sécurité approximativement de 2.
- 4.14 Afin de garantir une sécurité supplémentaire, le concepteur adjoint, à la potence, un tendeur (ridoir) liant le mur et la poutrelle. Définir à quels types de sollicitations sont soumis le tendeur et la poutrelle.



Exercice n°5

On se propose dans cette étude de déterminer le diamètre du câble équipant un treuil manuel. Le câble choisi pour le treuil manuel est un câble en acier inoxydable, anti giratoire, extra souple et résistant aux atmosphères industrielles et marines.

- 5.1 La résistance élastique R_e du câble étant de 1570 MPa, calculer la résistance pratique élastique R_{pe} que l'on prendra en compte, sachant que le cahier des charges du treuil manuel impose un coefficient de sécurité s de 3.
- 5.2 Sachant que le cahier des charges du treuil manuel impose que ce dernier soit capable de tracter une masse de 2500 lbs (soit 1134 kg), calculer l'effort de traction N auquel le câble sera soumis.

Vous prendrez comme accélération de pesanteur $g = 10 \text{ m/s}^2$



- 5.3 Calculer le diamètre minimum que doit avoir le câble pour respecter les conditions de résistance.
- 5.4 Parmi les câbles disponibles dans le catalogue constructeur (voir l'extrait de catalogue ci-dessous), déterminer le code de celui qui devra équiper le treuil manuel.

CÂBLE INOX ANTIGIRATOIRE 19x7 19 torons de 7 fils CE réf. 1284
 Non-rotating stainless-steel wire rope 19x7

Applications : câble inox EXTRA SOUPLE résistant aux atmosphères industrielles et marines, **pour le levage sur 1 brin**, etc ...

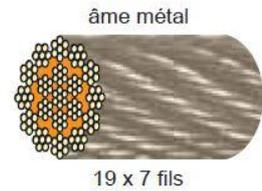
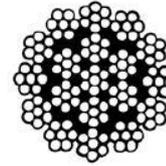
Nuance de l'acier : INOX AISI 316

Ame : MÉTALLIQUE

Résistance de l'acier : 160 kg/mm²

Tolérance sur le diamètre : selon norme

ANTIGIRATOIRE



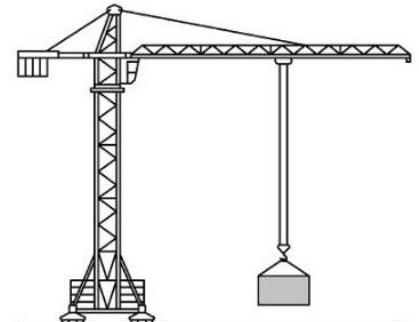
CODE	AIE160	BIE160	CIE160	EIE160	GIE160	IIE160	KIE160
diam câble (mm)	4	5	6	7	8	10	12
poids/mètre (kg)	0,064	0,11	0,145	0,214	0,28	0,404	0,57
charge de rupture mini (kg)	870	1430	2130	2570	3725	5250	7570

Extrait de catalogue constructeur

Exercice n°6

On se propose dans cette étude de déterminer la déformation des câbles équipant une grue de chantier soulevant une lourde charge. Cette charge de 3500 kg est supportée par les deux câbles de la grue. Les caractéristiques des câbles sont les suivantes :

- Masse : négligeable face aux autres efforts mis en jeu
- Longueur (treuil / sol) : 15 mètres
- Diamètre : 8 mm
- Résistance élastique : $R_e = 1400 \text{ MPa}$
- Module d'élasticité longitudinal : $E = 125\,000 \text{ MPa}$



- 6.1 Après avoir vérifié que vous pouvez utiliser la loi de Hooke, calculer en millimètres l'allongement des câbles dû au levé de la charge.
 Vous prendrez comme accélération de pesanteur $g = 10 \text{ m/s}^2$
- 6.2 Sachant que la masse de 3500 kg est la masse maximum autorisée, calculer le coefficient de sécurité s mis en place pour le dimensionnement des câbles.