Concours Commun INP (CCINP), France

Session 2008, filière PSI

Sciences industrielles de l'ingénieur

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- Étude fonctionnelle et efforts dans la mâture
- Déviation angulaire du câble par rapport à la verticale
- Étude de l'orientation de la flèche
- Fonction sécurité vent
- Fonction levage

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années : prepahelp.com/annales/ccinp/psi/2008/si

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

EPREUVE SPECIFIQUE - FILIERE PSI

SCIENCES INDUSTRIELLES (S.I.)

Durée : 4 heures

LES CALCULATRICES SONT AUTORISEES.

*****

N.B. : Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.
Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction.

*****

Le sujet comporte 19 pages et un document réponse de 5 pages.

Toute documentation autre que celle fournie est interdite.

REMARQUES PRELIMINAIRES

- Il est conseillé d'utiliser des feuilles de papier brouillon afin de mettre au point les développements mathématiques, schémas, graphes et courbes, avant de les recopier au propre sur votre copie.
- Il est demandé au candidat de bien vouloir inscrire les résultats et les développements nécessaires aux différentes questions sur sa copie, **en précisant bien le numéro de la question traitée et, si possible, dans l'ordre des questions.** Les résultats attendus seront obligatoirement entourés.

Grue à tour

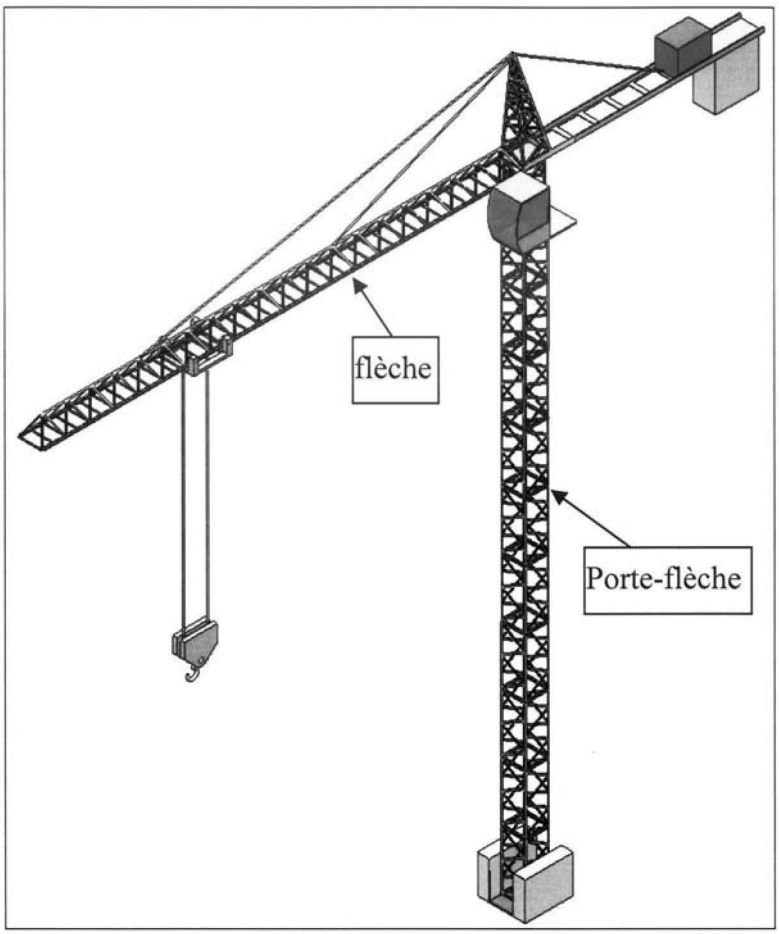


Figure 1 : vue perspective

Présentation

Les grues, éléments incontournables du paysage urbain, sont des outils de production qui doivent répondre à des exigences de sécurité, de productivité, de transport et de montage-démontage. L'étude qui est proposée concerne des problématiques réelles.
Il existe des types de grues adaptées à différents usages, le sujet porte sur l'étude d'une grue à tour de taille moyenne.

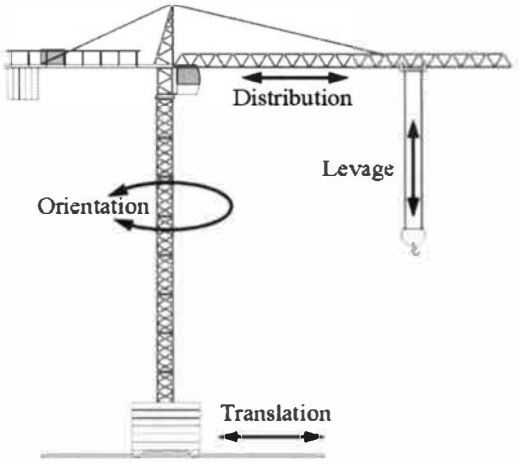


Figure 2 : Les 4 mécanismes d'une grue à tour

Les principaux mouvements :

Sur une grue à tour les 4 principaux mécanismes sont associés à :

- la ***distribution***, qui déplace le chariot le long de la flèche ;
- le ***levage***, qui déplace le crochet, suspendu par l'intermédiaire du chariot, vers le haut et vers le bas ;
- l'***orientation***, qui fait tourner l'ensemble de l'équipement flèche de gauche à droite ;
- la ***translation***, qui déplace l'ensemble de la grue sur un rail fixé au sol.

La mise en oeuvre de ces mouvements s'effectue à partir de la cabine, ou à l'aide d'une commande à distance.

Description

Hiérarchie des contraintes :

- la sécurité est la plus importante des contraintes dans la conception et l'utilisation d'une grue,
- la productivité,
- la facilité de mise en œuvre et de transport.

Les grues modernes disposent de fonctions qui permettent d'optimiser (ou d'interdire) leur fonctionnement en fonction :

- des efforts dans sa structure (valeur et position de la charge, effets dynamiques);
- du vent ;
- de zones à interdire ;
- de la présence d'autres grues ;

Dispositifs de sécurité (figure 4) et de commande :

- fin de course haute et basse du crochet, situé sur le treuil de levage, capteur ①
- fins de course du chariot, capteur ②
- limiteurs d'orientation (l'amplitude d'orientation est limitée à 3 tours) capteur ③
- fins de course de translation, capteurs ④
- anémomètre ⑤
- limiteur de charge ⑥
- limiteur de moment ⑦

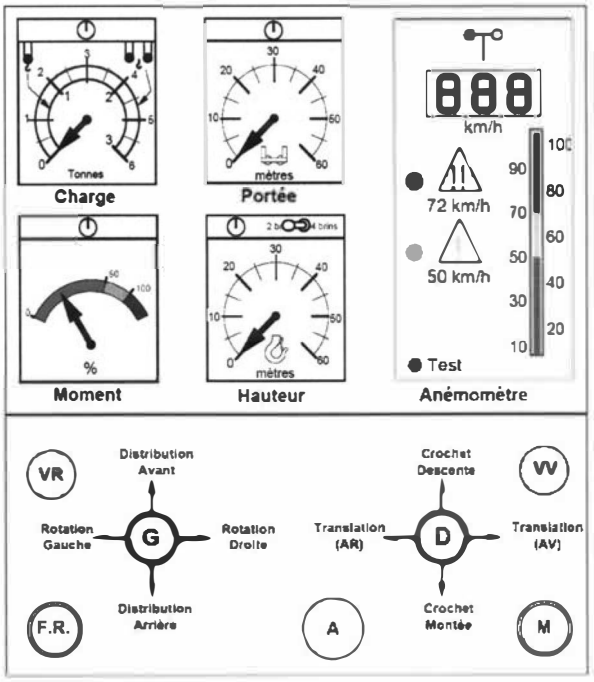


Figure 3: Pupitre de commande

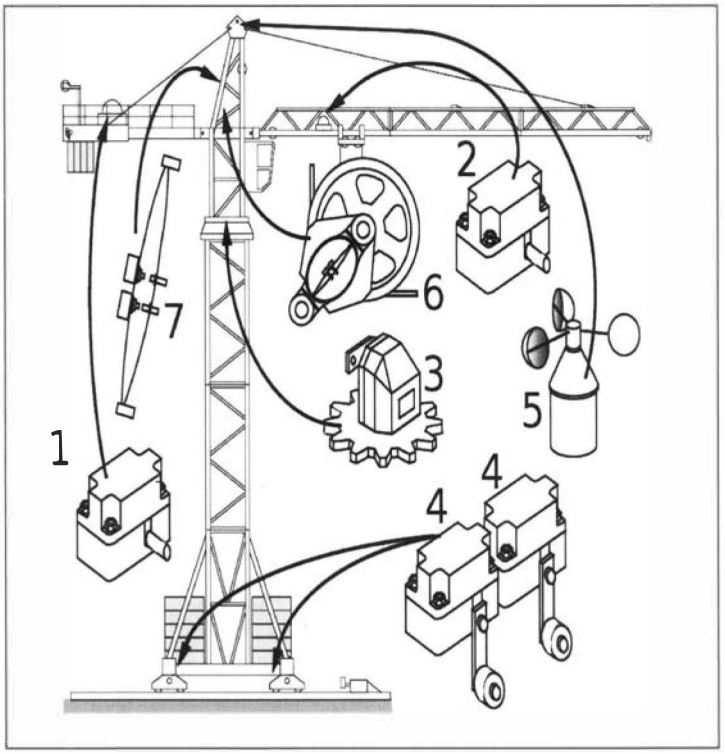


Figure 4: Dispositifs de sécurité

ETUDE FONCTIONNELLE

Système considéré pour l'étude : la grue dans son environnement en phase utilisation et entretien :

Q1 : **a)** Expliciter complètement la fonction globale du système « déplacer une charge... ».

b) Sur le document réponse mettre en place cette fonction.

Q2 : Sur le document réponse compléter les zones signalées par ?..... du diagramme A0 :

- avec entre-autres les fonctions :
  - gérer l'énergie et la sécurité électrique ;
  - gérer les déplacements et la sécurité.
- les systèmes qui assurent les fonctions.
- la matière d'œuvre entrante et les données de contrôle.

ETUDE DES EFFORTS DANS LA MATURE

Pour les questions Q3 et Q4, on suppose qu'une charge $\vec{F} = 5000$ daN est appliquée en A situé dans le plan de symétrie de la flèche (voir document réponse).

Q3 : Question à traiter sur le document réponse.

La liaison en B entre la flèche et le porte-flèche est modélisée comme un pivot.

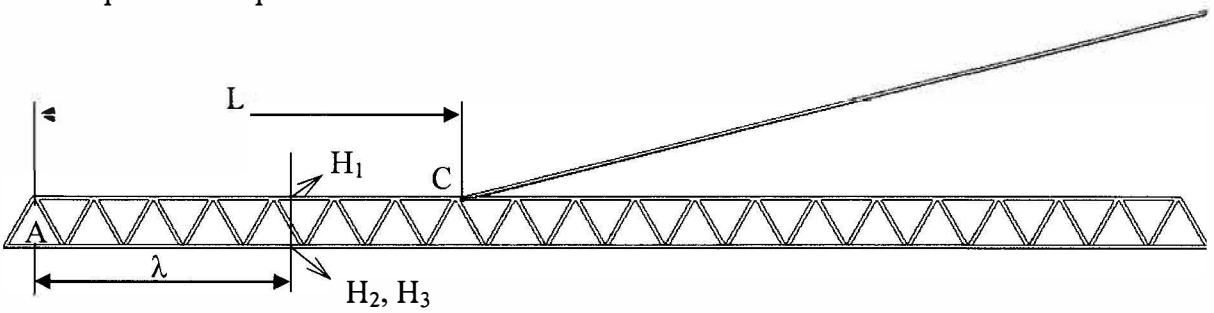
a) En négligeant le poids propre de la flèche, déterminer graphiquement l'action du tirant CD et dans la liaison en B, lorsque qu'une charge de 5000 daN est soulevée en bout de flèche.

b) Indiquer une façon de traiter la même question si le poids de la flèche de 2000 daN qui s'exerce en $G_{flèche}$ n'est pas négligé.

On s'intéresse maintenant à la composante sur $\vec{x}_f$ (figure 5) des efforts intérieurs dans les longerons. Pour ce faire on étudie l'équilibre d'une portion de la flèche, en faisant les hypothèses :

- cette portion est solidarisée avec le reste de la flèche par l'intermédiaire de trois liaisons sphériques situées en H_1, H_2, H_3 conformément à la figure 5 ci-après ;
- H_1, H_2, H_3 forment un triangle équilatéral de 2m de coté et sont dans un plan perpendiculaire à la flèche ;
- aucune précontrainte n'existe.

L'étude porte sur la partie située entre A et C



- masse linéique de la flèche $\mu = 100$ daN/m ;
- le plan $H_1H_2H_3$ est situé à un distance λ de A, avec : $0 < \lambda < L$ (distance entre A et C).

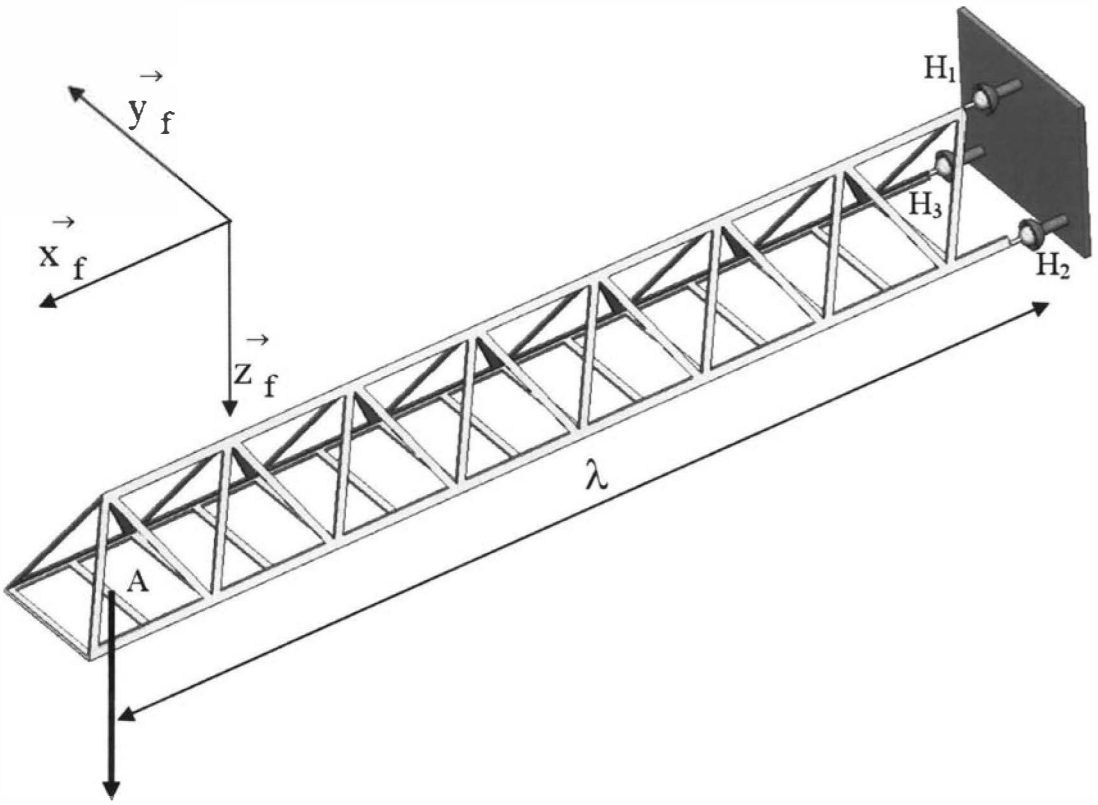


Figure 5 : Efforts dans la mature

Q4 : Déterminer les composantes X_1 , X_2 , X_3 des résultantes des actions en H_1 , H_2 , H_3.
Pour des raisons de symétrie on posera $X_2 = X_3$.

ETUDE DE LA DEVIATION ANGULAIRE DU CÂBLE PAR RAPPORT A LA VERTICALE

Le pendule constitué par la charge et les câbles va inévitablement osciller. Ces oscillations, outre qu'elles présentent un danger pour le personnel, entraîne une perte de précision dans la dépose des charges et/ou une diminution de la productivité de la grue.

On définit $(G_C, \vec{x_C}, \vec{y_C}, \vec{z_C})$, le repère lié au chariot (figure 6).

On se propose d'évaluer :

- β angle du câble/verticale dans le plan de la flèche $(G_C, \vec{x_C}, \vec{z_C})$ en fonction de $\dot{\theta}$,
- α angle de déviation du câble/verticale dans le plan tangent au mouvement $(G_C, \vec{y_C}, \vec{z_C})$ en fonction de $\ddot{\theta}$,
- α en fonction de $\ddot{x}$ accélération du chariot/flèche.

En fixant une valeur maximum pour α et β (pour des raisons de cohérence on peut prendre $\alpha = \beta$), il sera possible de fixer, $\dot{\theta}_{maxi}$, $\ddot{\theta}_{maxi}$ et $\ddot{x}_{maxi}$.

Hypothèses :

- Les angles α et β (en radian) d'inclinaison du câble / verticale restent très petits donc : **$\alpha = \sin\alpha = \tan\alpha$ et $\beta = \sin\beta = \tan\beta$** ;
- α et β varient indépendamment l'un de l'autre.
- La charge de masse **M** est supposée ponctuelle au point **P** d'attache avec le crochet.
- Le câble est considéré comme un solide de masse négligeable.
- La charge est supportée par un brin unique.
- L'action de l'air sur la charge est négligée.

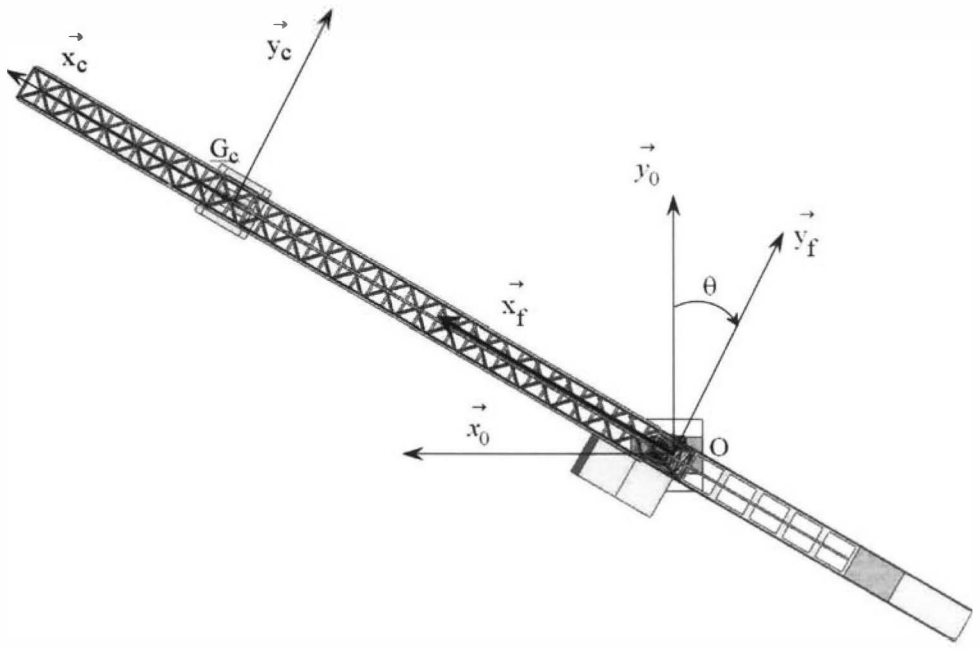


Figure 6 : Paramétrage

Données : $\vec{OG_C} = R\,\vec{x_C}$; $\vec{G_CP} = L\,\vec{z_P}$, voir aussi figure 7.

Etude du déport de la charge dans le plan de la flèche

Pour cette question :

- la charge et le câble sont en liaison pivot d'axe $(G_C, \vec{y_C})$ avec la flèche,
- la vitesse angulaire $\dot{\theta}$ de la grue est constante,
- la charge (le point P) est dans le plan $(G_C, \vec{x_C}, \vec{z_C})$ de la flèche donc $\alpha = 0$,
- **R , L sont supposés constants,**
- β est stabilisé à sa valeur « d'équilibre ».

Q5 : En appliquant le PFD à la charge, déterminer β en fonction de $\dot{\theta}$ et des paramètres géométriques.

Etude du déport de la charge dans un plan perpendiculaire à la flèche

Pour cette étude :

- l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ de la flèche de la grue est constante,
- la charge (le point P) reste dans le plan tangent au mouvement $(G_C, \vec{y_C}, \vec{z_C})$ donc $\beta = 0$,
- on considère que les déplacements, vitesses, accélérations restent dans le plan $(G_{C(0)}, \vec{y}_{C(0)}, \vec{z}_{C(0)})$ tangent au mouvement à l'instant t = 0, $G_{c(t)}\ G_{c(0)}$ est donc considéré comme un segment de droite et non plus comme un arc de cercle de rayon R et d'angle au centre $\theta(t)$: $G_{C(0)}\ G_{C(t)} = R\theta(t)\vec{y}_{C(0)}$.

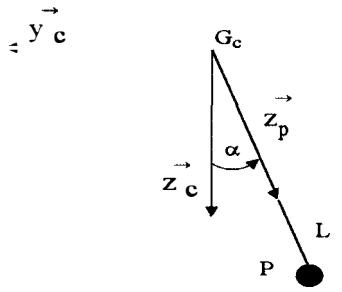


Figure 7: Paramétrage

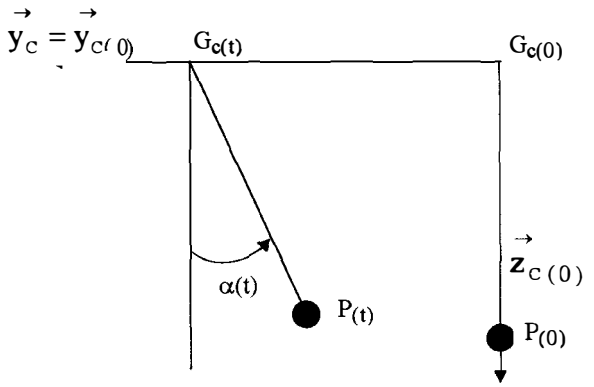


Figure 8 : Paramétrage

L'angle d'inclinaison α du câble est stabilisé lorsque la vitesse de son point « d'attache » sur la flèche est égale à celle de son point d'attache sur la charge.

Q6 : Exprimer $G_{C(0)}\ G_{C(t)}$ en fonction de $\ddot{\theta}$.

Q7 : Appliquer le théorème de la résultante dynamique à P en projection sur $\vec{y}_C$.

Q8 : En déduire l'expression de $\overrightarrow{P_{(0)}\ P_{(t)}}.\vec{y}_C$.

Q9 : Etablir que l'angle **α(t)** est solution de l'équation différentielle :

$$L.\frac{d\alpha(t)}{dt} + g.\alpha(t) - 2R\ddot{\theta}.t = 0.$$

Q10 : En utilisant la transformée de Laplace établir l'expression de **α(t)**.

Rappel : $\mathcal{L}^{-1}\left[\frac{1}{p+a}\right] = e^{-at}$.

On s'intéresse maintenant au déport angulaire δ provoqué par une accélération $\ddot{x}$ constante du chariot le long de la flèche supposée immobile. La charge (le point P) reste dans le plan $(G_C, \vec{x}_C, \vec{z}_C)$ de la flèche ($\alpha = 0$). **L est supposé constant**.

Q11 : A partir des résultats de la question Q10, donner l'expression du déport angulaire β en fonction de l'accélération $\ddot{x}$ du chariot.

Q12 : Application numérique : calculer les valeurs de $\dot{\theta}_{maxi}$, $\ddot{\theta}_{maxi}$ et $\ddot{x}_{maxi}$ pour un déport maximum de la charge de 0,5m, avec L = 10m , R = 20m et g = 10 m/s^2 .

Q13 : En prenant les mêmes valeurs absolues pour les accélérations et les décélérations avec :

$|\ddot{\theta}|_{maxi} = 0{,}025$ rd/s^2 ; $|\dot{\theta}|_{maxi} = 0{,}08$rd/s ; $|\ddot{x}|_{maxi} = 0{,}5$m/ s^2 , $|\dot{x}|_{maxi} = 2$m/ s

a - Combien de temps faut-il à la grue pour effectuer un demi-tour ?

b - Combien de temps faut-il au chariot pour parcourir 20m sur la flèche ?

c - Commenter l'ensemble des valeurs obtenues.

ETUDE DE L'ORIENTATION DE LA FLECHE

Étude de la réduction

La chaîne fonctionnelle d'orientation de la flèche comporte un réducteur épicycloïdal suivi d'un réducteur à axe fixe.



Figure 9 : Mécanisme d'orientation

Le réducteur épicycloïdal comporte trois étages cinématiquement équivalents.

Les planétaires du deuxième et troisième étage sont solidaires des porte-satellites respectivement du premier et deuxième étage.

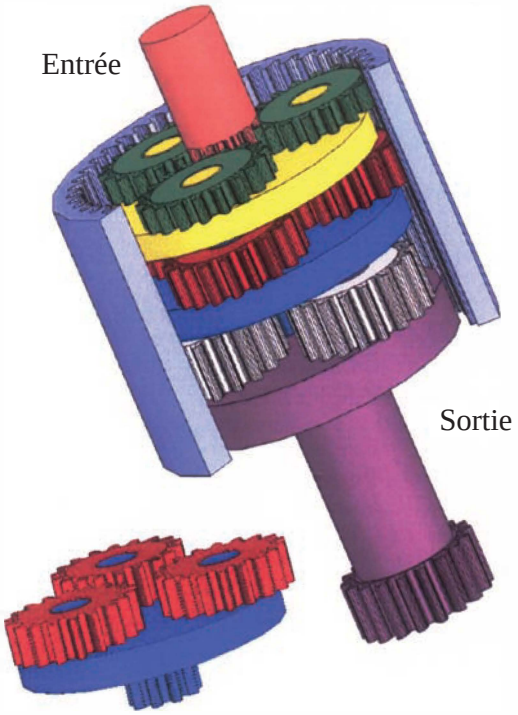


Figure 10: Réducteur épicycloïdal

Données :

- les planétaires ont z_p dents : $z_p = 18$;
- les satellites ont z_s dents : $z_s = 36$;
- la couronne commune aux trois étages possède z_c dents : $z_c = 90$;
- le réducteur à axe fixe est constitué d'un pignon de 18 dents et d'une roue de 153 dents.

Q 14 :

a) : Pour quelle raison l'épaisseur des pignons varie-t-elle d'un étage à l'autre ?

b) : Déterminer littéralement le rendement de la réduction entre le moteur et la flèche sachant que :

- ρ rendement d'un engrènement $\rho \approx 0{,}98$;
- les contacts entre un planétaire et ces trois satellites ne comptent que pour un seul engrènement car l'action entre un planétaire et chacun des trois satellites est le tiers de celle que l'on aurait pour un réducteur à satellite unique.

Q 15 : Déterminer littéralement le rapport de réduction d'un étage du réducteur épicycloïdal.

Q 16 : Déterminer le rapport de réduction global $\mu = \dfrac{\omega_{moteur}}{\omega_{flèche}}$ avec $\omega_{flèche} = \dot{\theta}$.

Faire l'application numérique.

Détermination du couple moteur permettant d'obtenir une accélération angulaire donnée de la flèche.

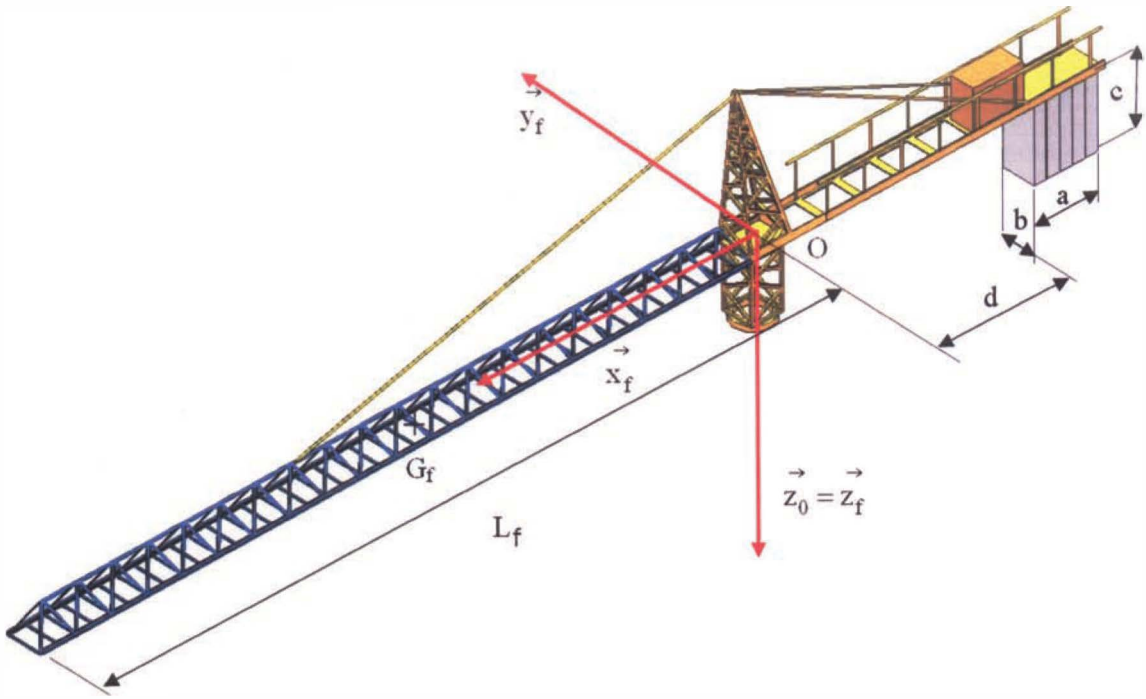


Figure 11: Paramétrage

L'ensemble tournant Σ est décomposé comme suit :

- S_1= la flèche (en bleu) centre de gravité G_f tel que : $\overrightarrow{OG_f} = \frac{L_f}{2}\vec{x}_f$ avec :

$$I_{(G_f,S_1)} = \begin{bmatrix} A_1 & 0 & -E_1 \\ 0 & B_1 & 0 \\ -E_1 & 0 & C_1 \end{bmatrix}_{(G_f,\vec{x}_f,\vec{y}_f,\vec{z}_f)} \text{ ; Masse de } S_1=M_1,$$

- S_2 = le porte flèche + la contre flèche (en jaune et orange) avec :

$$I_{(O,S_2)} = \begin{bmatrix} A_2 & 0 & -E_2 \\ 0 & B_2 & 0 \\ -E_2 & 0 & C_2 \end{bmatrix}_{(O,\vec{x}_f,\vec{y}_f,\vec{z}_f)} \text{ ; Masse de } S_2=M_2,$$

- le contre poids S_3 (en gris), de masse volumique μ, est un parallélépipède rectangle défini sur la figure ci-dessus,

- la charge de masse **M** supposée ponctuelle (non représentée) située en **P** telle que

$$\overrightarrow{OP} = R.\overrightarrow{x_f} + H.\overrightarrow{z_f}$$

Rappel : La matrice d'inertie d'un parallélépipède rectangle, de masse **m** de dimensions **a**, **b**, **c** suivant respectivement : $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$, en son centre d'inertie **G** (dans une base incluant les vecteurs des axes principaux d'inertie) est $I_{(G,S)} = \begin{bmatrix} \frac{m}{12}(b^2+c^2) & 0 & 0 \\ 0 & \frac{m}{12}(a^2+c^2) & 0 \\ 0 & 0 & \frac{m}{12}(a^2+b^2) \end{bmatrix}_{(G,\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$

Q 17 :

a) Justifier la forme des matrices d'inertie des parties S_1 et S_2.

b) Déterminer le moment d'inertie de l'ensemble tournant en O sur $\vec{z}_f$: I_Σ.

c) Déterminer le moment d'inertie I_μ de l'ensemble tournant ramené sur l'arbre moteur I en prenant μ comme rapport de réduction entre la vitesse de rotation du moteur et celle de la flèche.

Q 18 : Détermination du couple moteur Cm :

Données :

- rendement du réducteur $\eta = 0,8$;
- moment d'inertie du moteur et du réducteur / axe de rotation : I_m ;
- moment d'inertie de la flèche + charge ramenée sur l'arbre moteur : I_μ ;
- moment de l'action du vent en O : $C_V \vec{z}_f$.

a) Énoncer clairement et complètement le théorème utilisé.

b) Déterminer le couple moteur nécessaire pour obtenir une accélération angulaire $\dot{\omega}_{flèche}$.

FONCTION SECURITE VENT

Le vent exerce sur la grue et sur la charge des contraintes qui peuvent être dangereuses et qui conduisent à un arrêt immédiat de l'usage de la grue pour des vents dépassant la vitesse de 72 Km/h. Un anémomètre, disposé en haut du mat, renseigne le grutier sur la vitesse du vent. Dès que le vent dépasse la vitesse de 50 Km/h, une pré-alarme est mise en route (voyant jaune sur le tableau de bord figure 3 page 3). Un vent de 72km/h entraîne la procédure de mise en sécurité.

Descriptif de la procédure de mise en sécurité:

- allumer le voyant rouge sur le tableau de bord (figure 3),
- déposer la charge,
- amener le crochet sur le capteur fin de course haut et simultanément déplacer le chariot sur le fin de course, près du mat,
- descendre le crochet,
- avancer le chariot de 50cm à 1 m afin de libérer les contacteurs,
- libérer le mécanisme d'orientation pour mettre la grue en « girouette »,
- puis pour finir, déplacer la grue roulante sur ses rails pour l'amener sur le tronçon sécurité destiné à l'amarrage où les roues peuvent être « griffées » sur le rail, pour éviter le basculement.

La grue en sécurité s'oriente alors d'elle même dans la direction du vent.

Le vent exerce une pression aérodynamique sur l'ensemble de la flèche et de la contre flèche. C'est cette pression qui occasionne la rotation de la grue dans le sens du vent.
On utilise pour la suite de l'étude un modèle simplifié, en assimilant la membrure à une surface plane. La pression aérodynamique notée q sur un petit élément de surface plan dS normal à la direction du vent peut s'exprimer ainsi :

$\vec{q} = \frac{1}{2}\rho V_v{}^2 \vec{y}$ si le vent est orienté dans le sens de y.

Avec :

- $\rho = 1{,}225$ kg/m^3 – masse volumique de l'air,
- V_v en m/s – vitesse du vent sur l'élément de surface dS normal au vent.

L'action du vent dT sur cet élément de surface est donc :

$$\overrightarrow{dT} = C_t.q.dS.\vec{y} = C_t.\frac{1}{2}\rho.V_v{}^2.dS.\vec{y}$$

Avec :

- C_t - coefficient dépendant de la géométrie de l'élément de surface, égale à 0,2,
- dS - élément de surface normal au vent sur lequel s'exerce la pression dynamique du vent.

La surface totale sur laquelle s'exerce la pression aérodynamique est donc assimilée à une surface plane rectangulaire de hauteur 1m et de longueur 50 m pour la flèche et même hauteur et longueur 10 m pour la contre flèche. Quand cette surface n'est pas normale à la direction du vent (orientée d'un angle α), la surface sur laquelle s'exerce la pression aérodynamique est appelée « surface apparente ou frontale», c'est la projection de cette surface suivant la direction du vent.

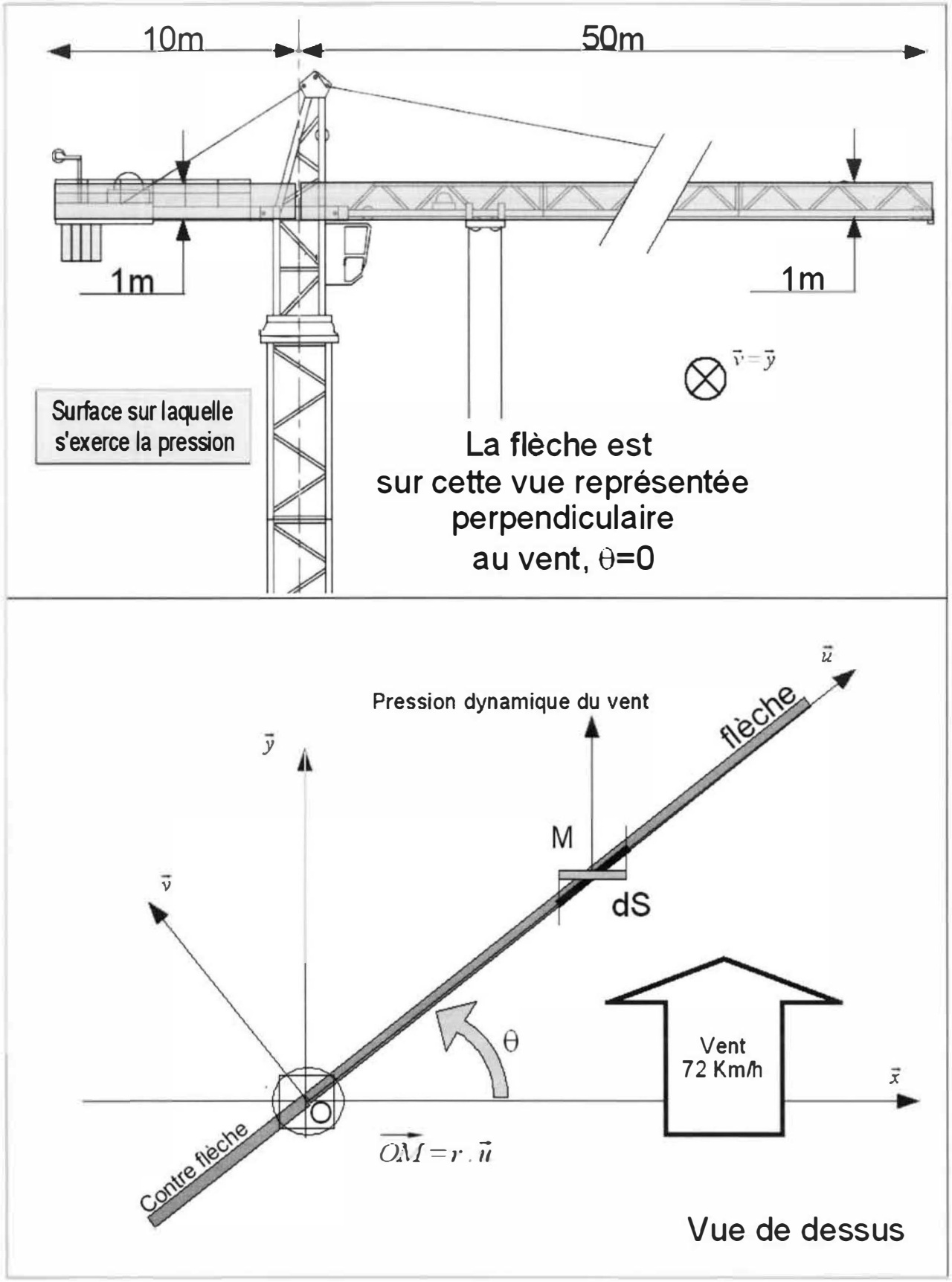


Figure 12: Paramétrage vent

Données :

C_f = 1000 Nm	- couple de frottement sec qui s'oppose au mouvement de la grue
C_{fv} = 60000 Nm/rd/s	- couple de frottement visqueux qui s'oppose au mouvement de la grue
I_Σ = 4. 10^6 kg.m²	- moment d'inertie de la mature en 0 sur $\vec{z}$
θ	- angle entre la flèche et la normale au vent
$\dot{\theta}$	- vitesse de rotation de la flèche
C_t = 0,2	- coefficient aérodynamique
ρ = 1,2 kg/m^3	- masse volumique de l'air
V_v = 72 Km/h	- vitesse du vent sur le site suivant la direction $\vec{y}$.

Q19 : La flèche tourne à une vitesse de rotation de $\dot{\theta}$ =0,1 rd/s. Donner l'expression vectorielle de la vitesse du vent apparent pour un point M de la flèche situé à une distance r de l'axe de rotation. Faire les constructions graphiques sur le document réponse permettant de tracer les vecteurs vitesses du vent apparent aux points I, J et K.

Pour la suite des questions, nous considérons la contribution de la vitesse de rotation de la grue négligeable par rapport à la vitesse du vent. La vitesse du vent apparent en un point M de la flèche est donc directement la vitesse du vent sur le site.

Q20 : Calculer le moment par rapport à l'axe de rotation de la grue, qu'exerce le vent sur la flèche en fonction de θ, V_v et des autres données géométriques de la grue.

Q21 : Écrire l'équation différentielle caractérisant la loi de mouvement de la flèche.

Fins de course de translation (capteurs N° 4, voir figure 4 page3).

Pour les grues montées sur voies de roulement au sol, afin d'éviter un heurt brutal sur les butoirs en fin de voie, on retrouve des limiteurs, pour chacun des sens de déplacement (2 limiteurs par sens de déplacement). Le premier limiteur commande la fonction d'arrêt. Le second limiteur est actionné par la grue en cas de défaillance du système de freinage (distance de freinage trop importante). C'est un limiteur de surcourse (voir figure 4 page 3), qui doit commander la neutralisation des mouvements de translation et qui oblige à une opération de réparation immédiate. Ces limiteurs sont disposés sur les boggies. Ils sont actionnés par des rampes fixées sur les rails.

En fonctionnement normal, il faut donc éviter :

que le freinage n'occasionne de basculement de la grue,

que pour la valeur de décélération normale, le limiteur de surcourse ne soit actionné.

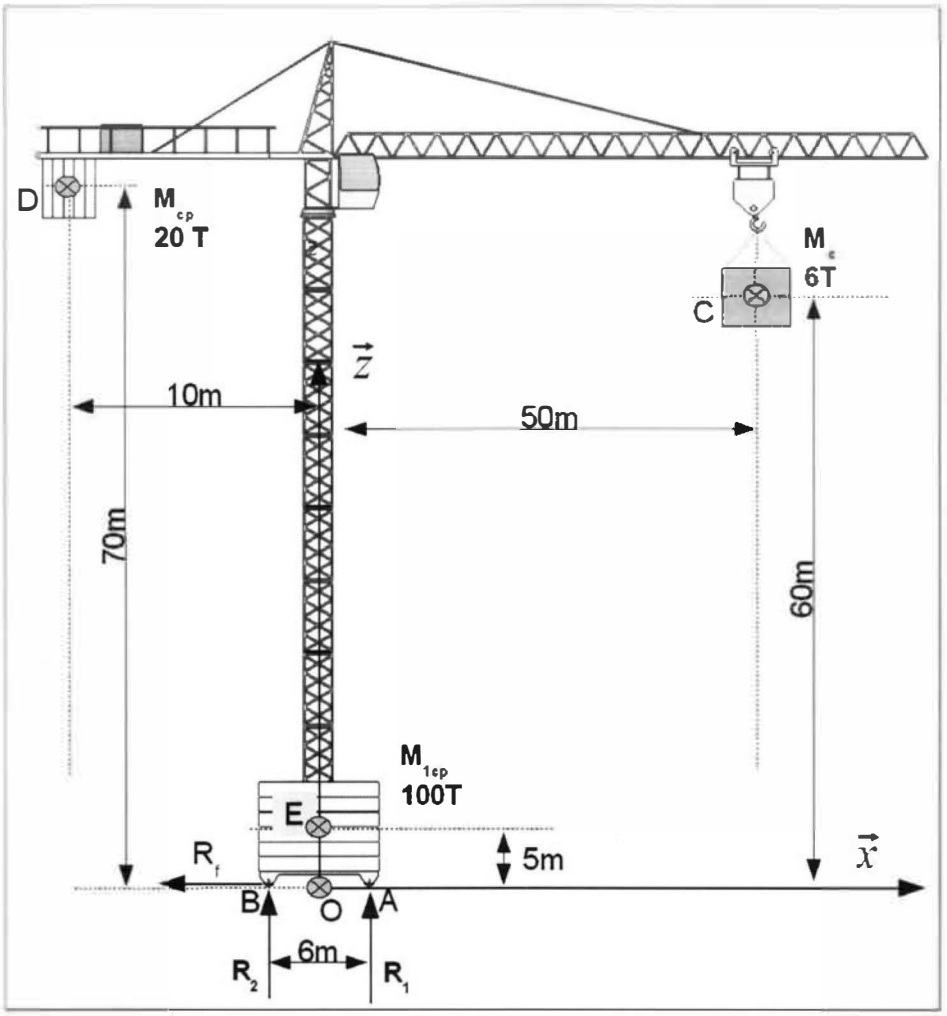


Figure 13: Paramétrage grue à tour

Q 22 : La grue se déplace suivant les x positifs. Déterminer la valeur de la décélération de la grue pour éviter le basculement dans le sens de déplacement.
Cette décélération est occasionnée par un frein qui agit sur une roue. On notera R_f l'effort occasionné par ce freinage, effort appliqué sur l'élément de roue gauche (voir figure 13).
La charge de 6 tonnes est située en bout de flèche (à 50 mètres du mat). Vous négligerez l'effet de basculement de la charge suspendue. Cette charge de 6 tonnes est considérée comme liée au bout de la flèche. 2 contrepoids de 50 tonnes (soit M_{1cp} = 100 tonnes) sont disposés en pied de mat, de chaque coté du mat dans le sens de la flèche. Pour la configuration précisée sur la figure ci-dessus, leur centre de gravité est espacé de 4 mètres et situé à 5 mètres du sol. Un contrepoids de 20 tonnes est situé à 70 mètres de haut sur la contre flèche. Pour simplifier le problème on négligera la masse de la flèche et du mat devant celles des contrepoids et de la charge suspendue.

Q 23 : Pour cette valeur de décélération, en déduire la distance D_{dec} entre les 2 limiteurs et le temps minimal T_{dec} de décélération. La grue avance à une vitesse de 10 m/min.

Q 24 : Compléter le Grafcet du document réponse représentant la fonction de freinage. On note respectivement « limiteur » et « limiteur surcourse » les 2 contacteurs limiteurs sur la translation de la grue. T_{dec} est le temps de décélération calculé à la question précédente.

Fonction Levage

Le mécanisme de levage est constitué de :

un treuil électrique situé sur la contre flèche afin de participer au contre poids d'équilibrage constitué d'un moteur électrique, d'un réducteur et d'un tambour sur lequel s'enroule le câble.

un câble, fixé à l'extrémité de la flèche, l'autre extrémité du câble étant fixée au tambour du treuil.

Le câble relie le chariot et le crochet par différentes poulies (plusieurs montages sont possibles, simple ou double moufle).

Le moufle du mécanisme de levage.

Pour adapter le mécanisme de levage à la charge, le grutier a la possibilité d'utiliser un moufle à 4 brins au lieu du traditionnel montage à 2 brins (figure 14 et annexes).

Données associées au système de levage:

Charge à soulever ..... M_{ch}= 4 Tonnes
Vitesse verticale de la charge ..... V_{ch}
Vitesse de rotation du tambour du treuil de levage..... N_{tt}= 40 tr/min
Vitesse de rotation du moteur de levage..... Ω_m
Accélération de la vitesse de rotation du moteur de levage..... $\dot{\Omega}_m$
Couple du moteur de levage..... C_m
Coefficient de couple par ampère du moteur ..... K_c=0,6 N.m/A
Coefficient de force contre électromotrice du moteur..... K_e=0,6 V/rd/s
Tension alimentation du moteur électrique ..... U_m
Intensité circulant dans le moteur électrique ..... I_m
Inertie du moteur, du réducteur et du tambour ramené à l'arbre moteur .. J_m=0,5 kg.m²
Rapport de réduction moteur électrique/tambour treuil de levage..... n= 40
Diamètre d'enroulement moyen du câble sur le tambour du treuil ..... D_{tt}= 50 cm
Les rendements des transmissions de puissance, réducteur, poulie, etc. sont considérés égaux à 1.
On négligera la masse des câbles.

Q 25 : On considère pour cette question le mécanisme de distribution immobile. Le chariot est fixe par rapport à la flèche et la flèche ne tourne pas. Etablir l'expression de la vitesse de descente (constante) de la charge

a) pour le montage 2 brins,
b) pour le montage 4 brins.

Considérer les câbles du système de mouflage arrivant sur le crochet, parallèles et verticaux et préciser bien toutes les hypothèses pour étayer votre démonstration.

Q 26 : Déterminer la tension dans le câble pour une vitesse de montée de la charge constante :

a) pour le montage 2 brins,
b) pour le montage 4 brins.

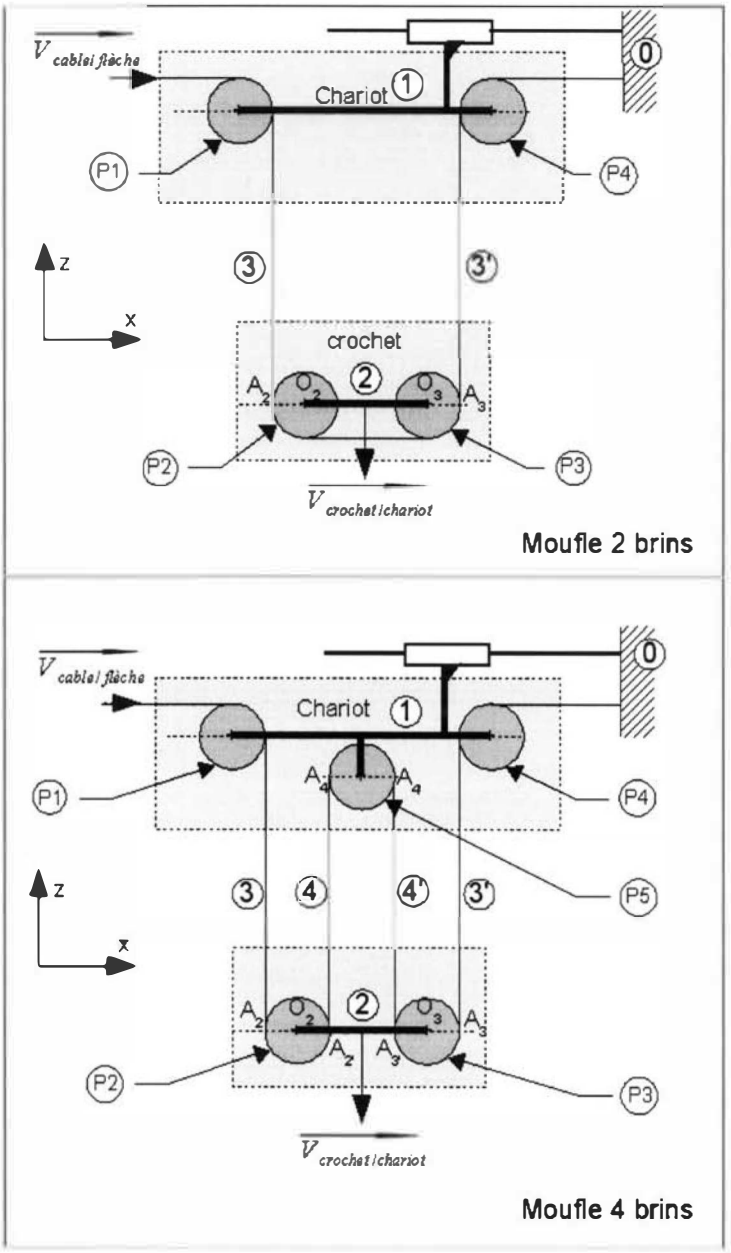


Figure 14: Moufle 2 brins et 4 brins

Commande du mécanisme de levage

Le grutier peut agir sur l'ensemble des mécanismes par 2 manipulateurs (joystick) lui permettant de préciser la vitesse des différents mouvements. « *Crochet descente* » et « *Crochet montée* » correspondent aux 2 mouvements de la fonction levage.

On considère qu'il n'y a pas d'autres mouvements.
Lors de la mise en mouvement du mécanisme de levage, on désire limiter les efforts dans la structure de la grue. En effet, une accélération trop importante de la montée de la charge va créer une contrainte très importante dans la flèche.

Q 27 : En appliquant le théorème de l'énergie cinétique au mécanisme de levage (montage moufle 2 brins) écrire l'équation différentielle reliant le couple moteur, la vitesse du moteur électrique et les autres données du problème.

Q 28 : Question à traiter sur le document réponse.
Compléter le schéma bloc représentant la commande du moteur du mécanisme de levage à partir des éléments de réponse de la question précédente.

Q 29 : Ecrire dans le domaine de Laplace l'expression de Cm en fonction de U_m et C_R.

Q 30 : Pour une commande en échelon indiciel U_m=200V, donner l'expression temporelle du couple Cm, en considérant le couple résistant C_R=0. Donner les valeurs du couple pour t=0 et t à l'infini.

Rappel : $\mathcal{L}^{-1}\left[\frac{1}{p+a}\right] = e^{-at}$

Q 31 : Même chose pour une commande en rampe U_m=40t. Donner les valeurs du couple pour t=0 et t à l'infini.

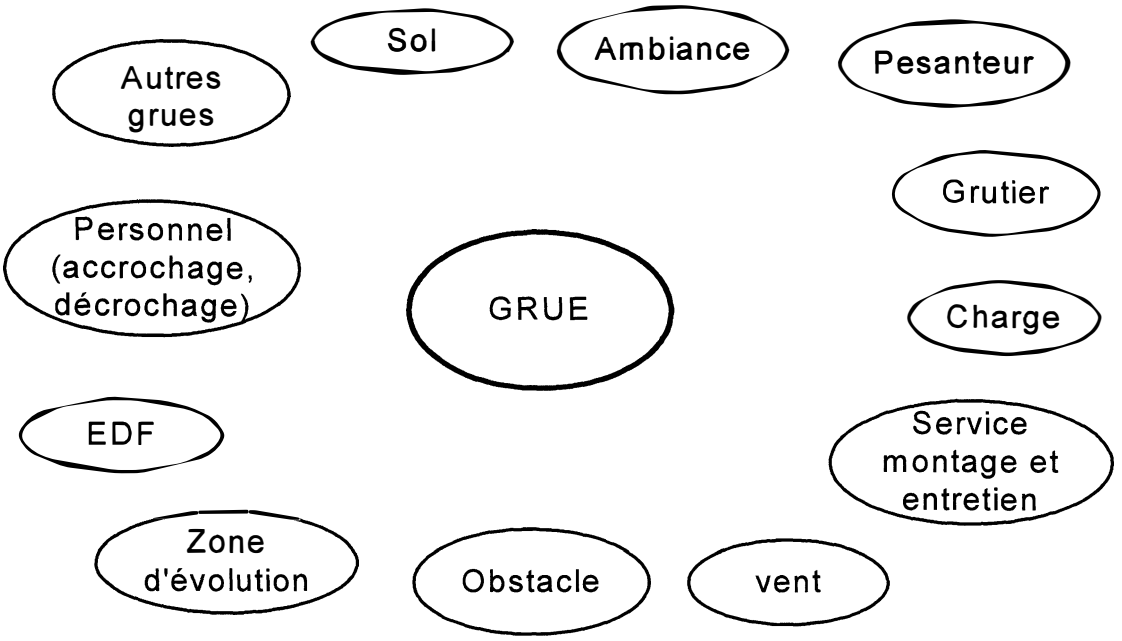
Q 32 : Quelles sont les variables du système et de la commande sur lesquelles il faut agir pour limiter le couple moteur, afin de protéger la structure de la mature ?

-- FIN DE L'ENONCE --

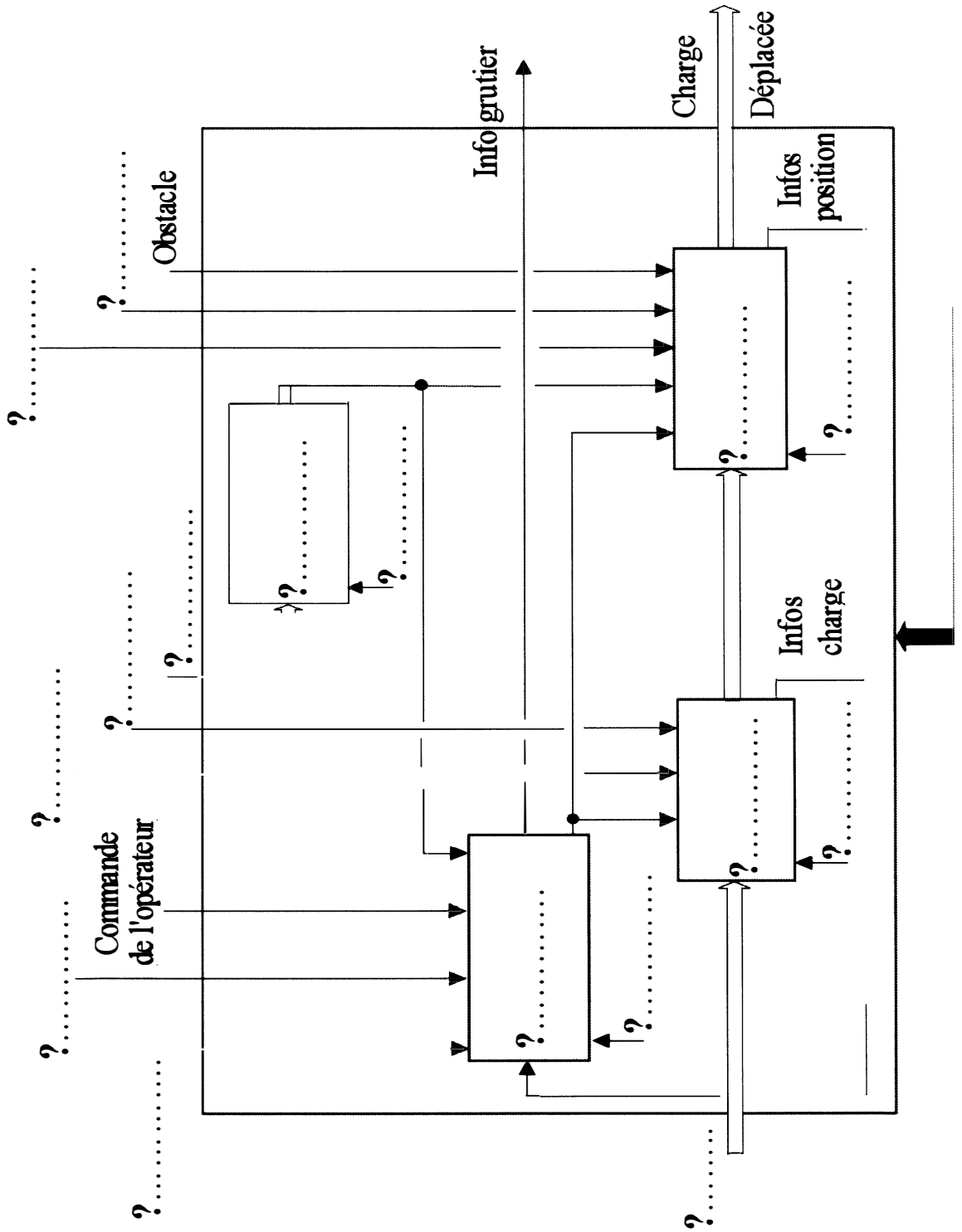
Le

DOCUMENT REPONSE

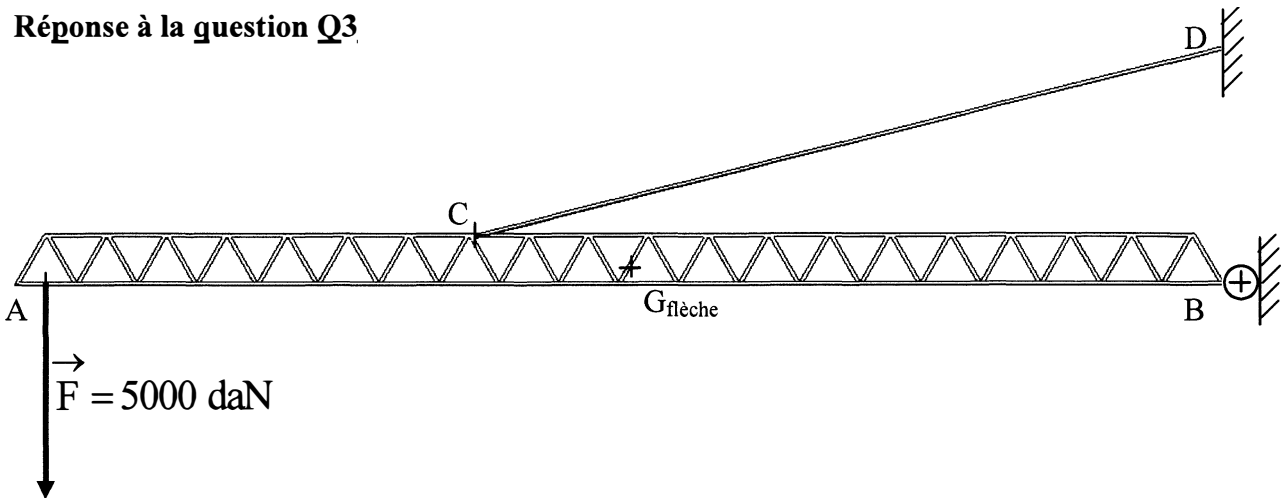
Réponse à la question Q1.



Réponse à la question Q2 : diagramme AO

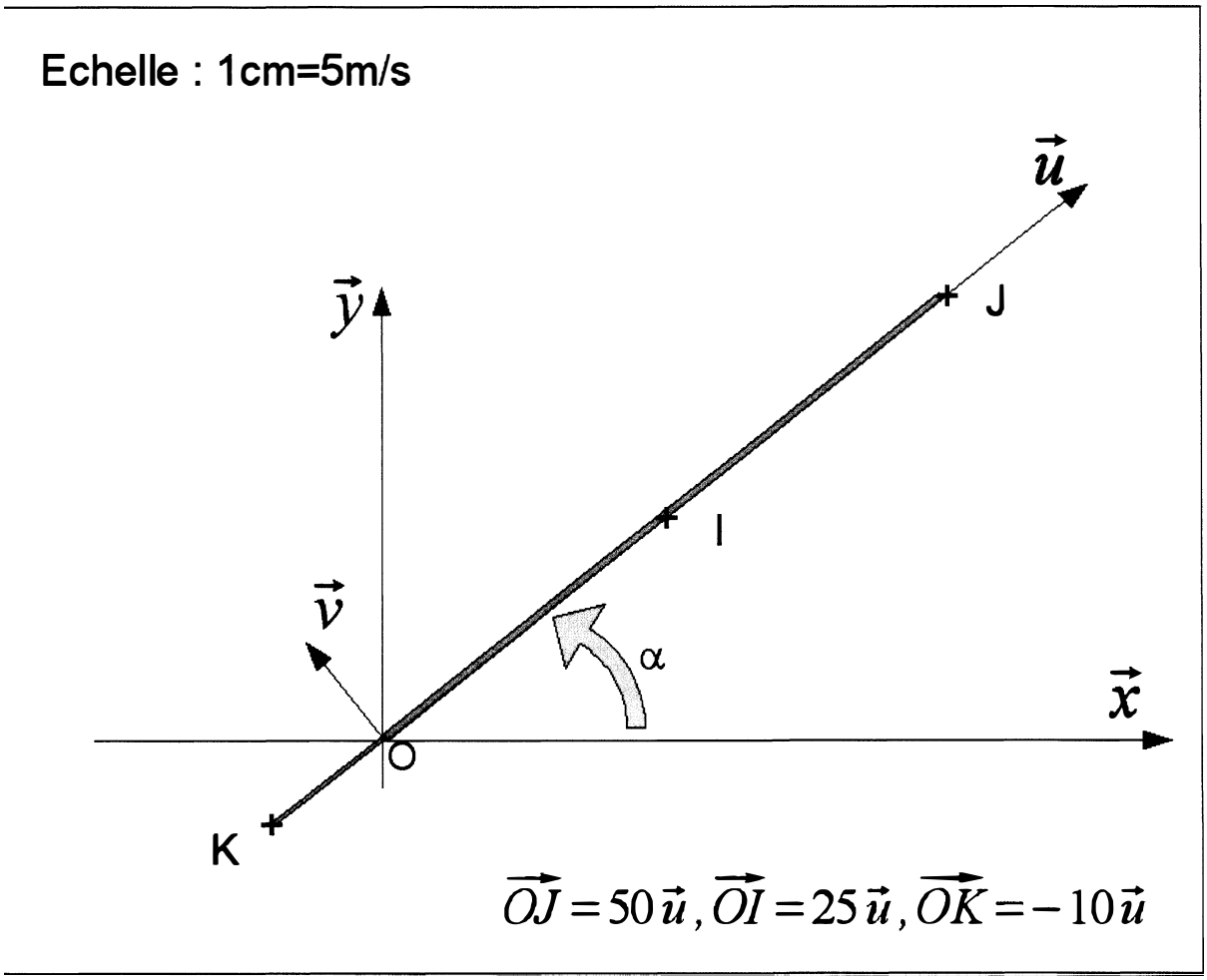


Réponse à la question Q3

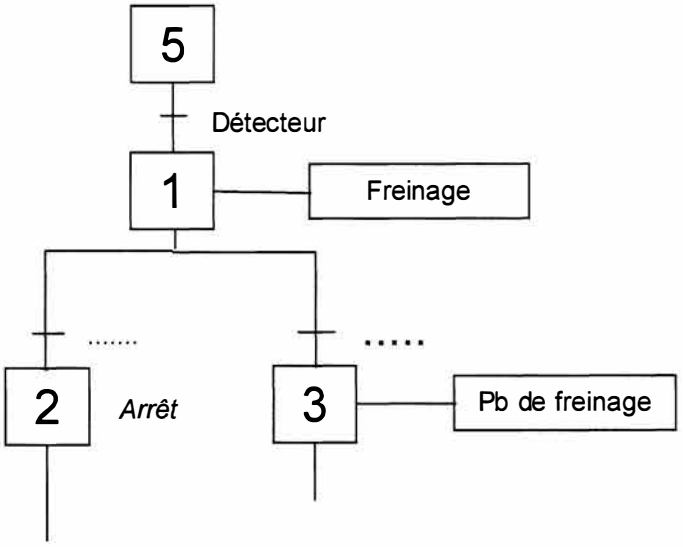


Expliquez ci-dessous votre construction :

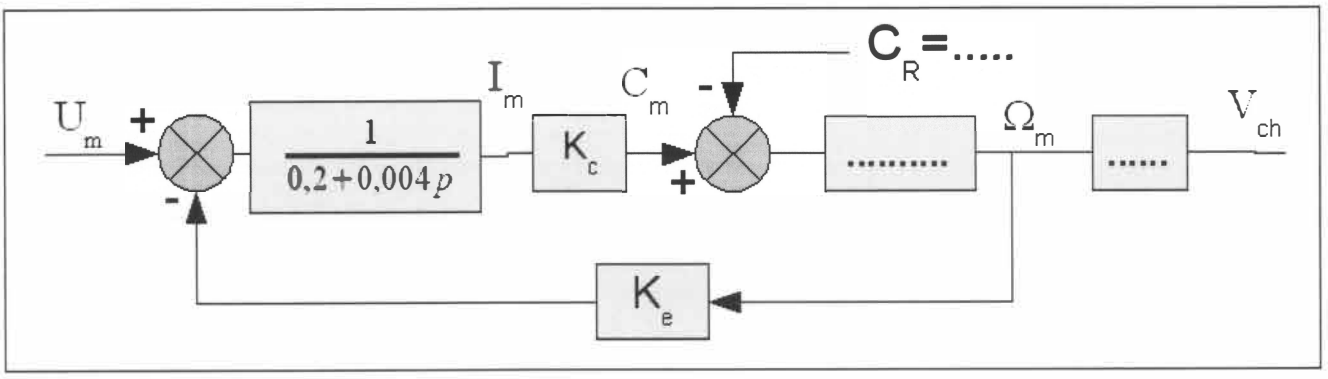
Réponse à la question Q19 – Vecteurs vitesse du vent apparent



Réponse à la question Q24 - GRAFCET



Réponse à la question Q28-schéma bloc de la commande du moteur du mécanisme de levage.



Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de PSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Statique des solides : principe fondamental et stratégie d'isolement
- Ingénierie système : besoin, exigences et diagrammes SysML
- Dynamique des systèmes de solides : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage
- Équations différentielles linéaires du second ordre
- Cinématique du solide : paramétrage, vitesse, taux de rotation et torseur cinématique
- Transmetteurs de puissance et trains d'engrenages
- Cinétique : torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente
- Énergétique : puissances, théorème de l'énergie cinétique, rendement

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière :
écrire sur WhatsApp

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/ccinp/psi