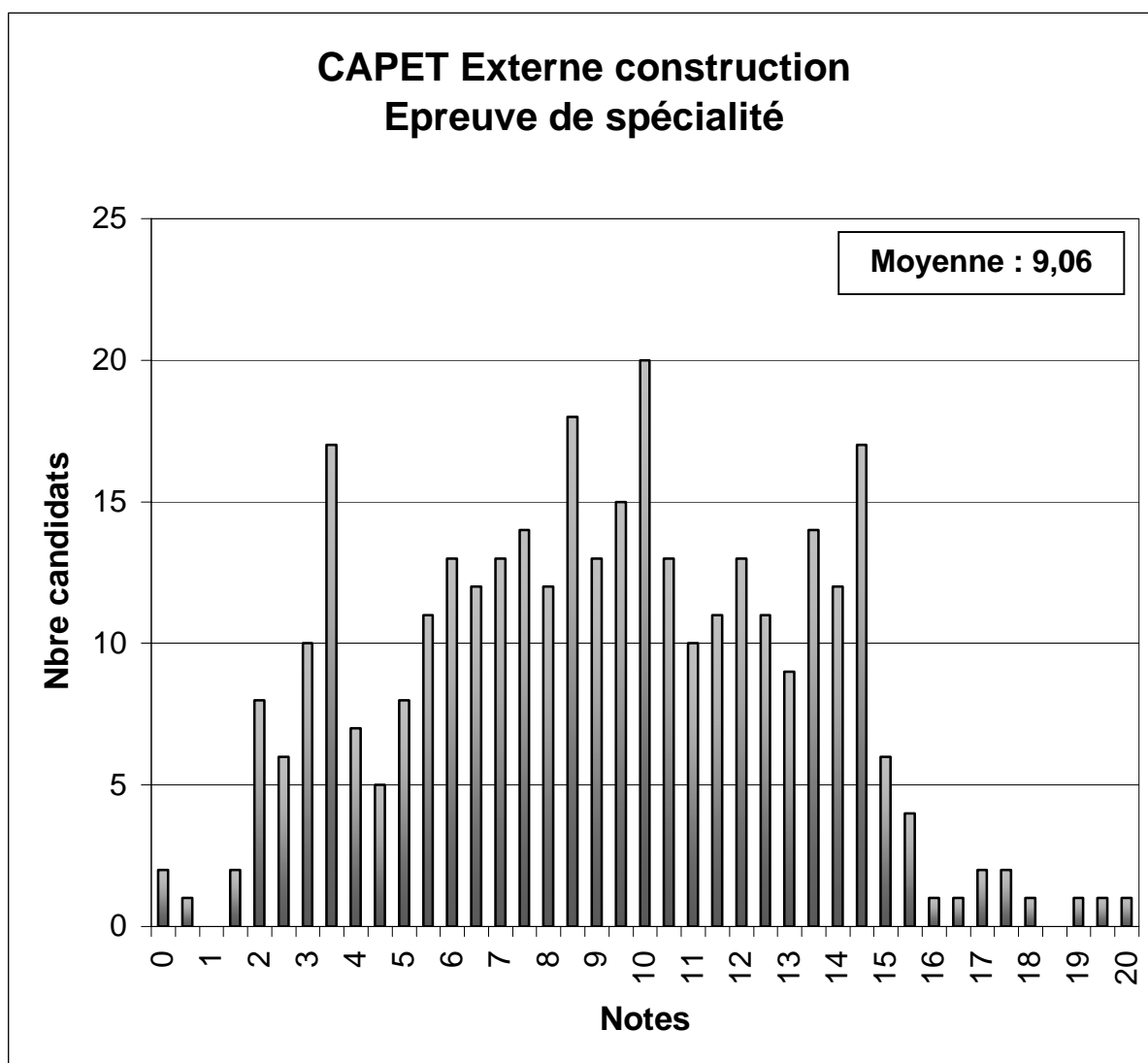


COMMENTAIRES ET ELEMENTS DE CORRIGE

Cette étude comparative entre trois limiteurs de vitesses d'ascenseur de technologie différente devait permettre aux candidats :

- dans un premier temps, de les classer selon leur capacité à déclencher le freinage d'une cabine en fonction sa vitesse de descente,
- dans un deuxième temps, d'adapter une des solutions à un nouveau cahier des charges.



Sur les questions de compréhension du fonctionnement des mécanismes, les candidats ont en général montré une bonne aptitude à déchiffrer les plans fournis (Q.1, Q.2 et Q.4), même si les réponses n'étaient pas toujours formulées de façon très claire.

Il semble qu'un nombre important de candidats ne maîtrisent pas certaines notions de base. On relève en effet des confusions entre les termes *frottement* et *adhérence* (Q.1, Q.2 et Q.4), entre *liaisons*, *mouvements* et *surfaces* dans les explications fournies (Q.3), entre *résistance à la rupture* et *limite élastique* (Q.9). De même, le phénomène d'arc-boutement reste mal maîtrisé (Q.3-4). Il est parfois justifié de façon empirique, en s'appuyant sur un tracé hasardeux, voire erroné.

Les candidats sont souvent pénalisés par un manque de rigueur dans les développements calculatoires (dérivations de vecteurs Q.5-4 par exemple). Même les applications numériques ne sont pas toujours faites avec succès (erreurs d'unités, compréhension erronée des documentations techniques ou du sujet...).

De manière générale, ils ne mettent pas en place une réelle stratégie dans leur démarche de résolution de problèmes. Les choix des isolements sont quelquefois peu judicieux et le bilan des actions mécaniques incomplet pour Q.6 et Q.7.

Ce manque de visibilité débouche même parfois sur des conclusions qui ne répondent pas à la problématique posée.

Pour ce qui concerne les activités de recherche de solutions et de conception, il faut préciser que:

- le tracé à main levée n'exclut pas un minimum de soin,
- quelques commentaires pour expliciter les solutions envisagées sont les bienvenus,
- les vues complémentaires nécessaires à la compréhension des formes des pièces également,
- le tracé des formes d'une pièce ne doit pas être déconnecté de son mode d'obtention.

Ainsi, concernant la question Q.21, assez peu de candidats ont fait deux schémas représentant le bloc-parachute en position libre et en prise. Il n'a pas été rare de se trouver en face de solutions incomplètement définies (graphisme ambigu, manque de précision fonctionnelle...).

En ce qui concerne la mise en place de la chaîne cinématique de captage d'information (de la masselotte au potentiomètre), on peut noter que les candidats éprouvent des difficultés à passer du schéma cinématique fourni à des solutions constructives. Il semble qu'un certain nombre d'entre eux ne prennent pas la peine de lire le sujet, ce qui les conduit à proposer des solutions inadaptées. On peut donc noter les points suivants :

- La question portant sur l'implantation des ressorts différentiels a souvent été éludée. Une majorité de candidats ayant abordé la question n'a pas forcément pris en compte la contrainte de course morte, positionnant parfois deux ressorts impossibles à différencier (annotation, morphologie différente, référence,...).
- Les liaisons rotules ont été parfois réalisées à l'aide de roulement rigide à une rangée de billes, ce qui démontre une confusion entre le modèle et réalité technologique.
- Afin de respecter le rapport d'amplification désiré du levier, il était souhaitable de réaliser une épure du levier dans les deux positions extrêmes afin de valider la course du curseur.
- Les solutions technologiques retenues (formes du levier, usinages de la poulie,...) n'ont pas toujours pris en compte le lien produit - matériau - procédé. De plus, dans les cas les plus extrêmes, les solutions présentées ne pouvaient pas se monter.
- Quelques candidats ont transmis l'information de la masselotte au curseur du capteur potentiométrique par l'extérieur de la poulie, omettant au passage que l'ensemble était en rotation lors du fonctionnement (interférence avec les paliers et le bâti).
- La prise en compte de cette rotation (poulie/bâti) intervenait également dans l'assemblage entre le curseur du potentiomètre et le poussoir, et devait se traduire par l'ajout, d'un appui plan bilatéral, d'un guidage en rotation. Les solutions constructives associées à cette fonction (butée à aiguilles double effet, roulement rigide à une rangée de billes, ...) ont été trop rarement bien implantées sur le mécanisme.
- Le bâti imposé en mécano-soudé a parfois été moulé.

R.1 et **R.2** : voir le corrigé du DR1.

98 % ont abordé ces questions, 78 % les ont bien traitées.

R.3-1 Le galet **4** et le chemin de roulement dans la poulie **5** étant des cylindres que l'on peut qualifier de longs, l'assemblage peut-être modélisé par une liaison linéique rectiligne. Le galet et en liaison pivot avec le bras **3**.

89 % ont abordé cette question, 27 % l'ont bien traitée.

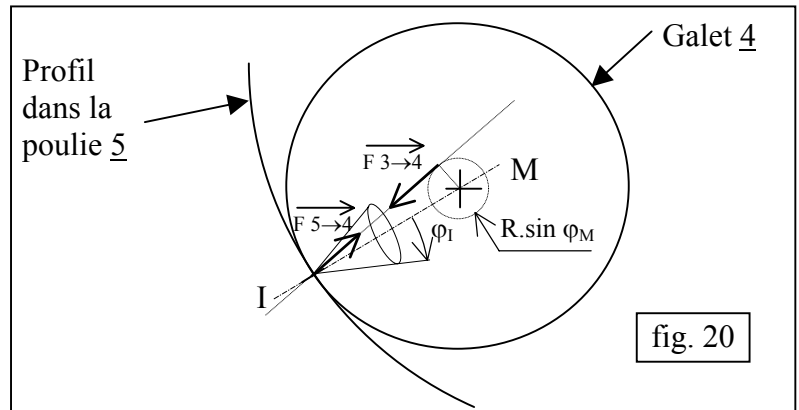
R.3-2 Le mouvement du galet par rapport à son chemin de roulement est un roulement sans glissement, à condition que

- le frottement dans la liaison pivot ne soit pas trop important pour provoquer un glissement en I,
- la résistance au roulement soit faible.

Soient :

- φ_I l'angle de frottement au contact en I,

- φ_M l'angle de frottement dans la liaison pivot en M.



Pour avoir un non-glissement, il faut : $\boxed{\tan \varphi_I > R \sin \varphi_M / IM}$ (voir fig. 20)

66 % ont abordé cette question, 5 % l'ont bien traitée.

R.3-3 : voir le corrigé du DR2.

62 % ont abordé cette question, 8 % l'ont bien traitée.

R.3-4 : voir le corrigé du DR3.

Soient R_1 le rayon du cylindre fixe **1**, R_2 le rayon du galet **4**, R_3 le rayon du chemin de roulement dans la poulie **5**.

Le point M du galet **4** se déplace par rapport à la poulie **5** sur un cercle de centre K et de rayon $R_4 = R_3 - R_2$.

Lorsque **4** entre en contact avec **1**, le point M se situe sur un cercle de centre O et de rayon $R_5 = R_1 + R_2$.

$\Rightarrow M'$ est donc à l'intersection de ces deux cercles.

Les actions exercées par **1** et **5** sur **4** ont pour support la droite passant les 2 points de contact. Ces 2 actions sont à l'intérieur des cônes de frottement \Rightarrow Il y a donc adhérence entre le galet et le cylindre fixe.

70 % ont abordé cette question, 10 % l'ont bien traitée.

R.4 : voir le corrigé du DR1.

95 % ont abordé cette question, 70 % l'ont bien traitée.

R.5-1 $V = \dot{\psi} \cdot R$

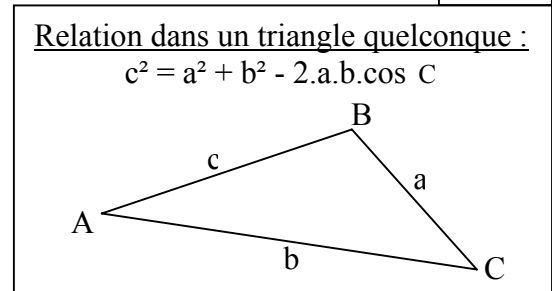
95 % ont abordé cette question, 74 % l'ont bien traitée.

R.5-2 $OG'^2 = OA^2 + AG'^2 - 2.OA.AG'.\cos(\pi/2 + \theta)$

Soit : $OG'^2 = d_0^2 + d_2^2 + 2.d_0.d_2.\sin\theta$

Ainsi : $OG' = \sqrt{d_0^2 + d_2^2 + 2.d_0.d_2.\sin\theta}$

94 % ont abordé cette question, 53 % l'ont bien traitée.



R.5-3 D'après l'hypothèse que le ressort de rappel reste toujours parallèle à \vec{X}_1 , sa variation de longueur est assimilable à BB' , donc :

$$\|\vec{F}_{13 \rightarrow 2}\| = k.BB' = 2.k.d_1.\sin(\theta/2)$$

91 % ont abordé cette question, 64 % l'ont bien traitée.

R.5-4 $\vec{R}d_{(2/R14)} = 2.m.\dot{\psi}^2.\vec{OG}'$

$$= \begin{pmatrix} 2.m.\dot{\psi}^2.(d_0+d_2.\sin\theta) \\ -2.m.\dot{\psi}^2.d_2.\cos\theta \\ 0 \end{pmatrix}_{\vec{X}_1, \vec{Y}_1, \vec{Z}_1}$$

66 % ont abordé cette question, 13 % l'ont bien traitée.

R.5-5 $\theta = f(V)$ est de la forme : $y = a.x^2$, équation d'une parabole passant par l'origine et dont la tangente à l'origine est horizontale.

84 % ont abordé cette question, 65 % l'ont bien traitée.

R.6-1 Afin de mettre en évidence les tensions dans le câble, il est nécessaire découper celui-ci en 3 endroits, comme décrit sur la figure 22.

Le tronçon du bas fait apparaître, compte-tenu des hypothèses, que :

$$\|\vec{t}\| = \|\vec{P}\| / 2 = 400 / 2 = 200 \text{ N}$$

Ainsi, on obtient :

$$T = 200 \cdot e^{\frac{0,1 \cdot \pi}{\sin(34^\circ/2)}} = 586 \text{ N}$$

Effort F_E exercé par le câble sur le levier de tringlerie au point E :

$$F_E = T - t = 586 - 200 = 386 \text{ N}$$

83 % ont abordé cette question,
10 % l'ont bien traitée.

R.6-2 T est nettement supérieur aux 250 N nécessaires : l'effort à fournir par le câble sur le levier est donc suffisant, même dans ces conditions défavorables.

71 % ont abordé cette question, 60 % l'ont bien traitée.

R.7 Dans cette étude, le poids du câble n'est pas négligé.

Ainsi, au point H (fig.22), on a : $t = (P + \text{poids du câble})/2$

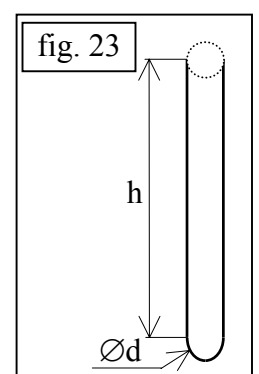
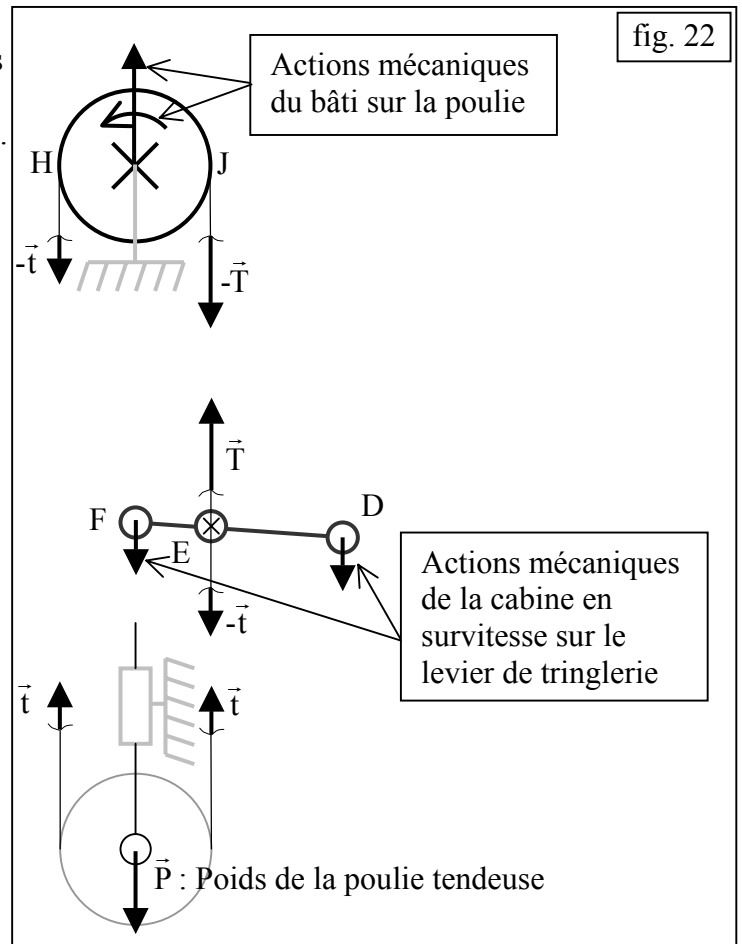
Remarque : Seul le poids du câble situé en dessous d'une droite passant par les points H et J de la fig. 22 entre en jeu (voir description fig.23).

Soient :

- d : diamètre de la poulie tendeuse (400 mm, soit 0,4 m).
- h : entraxe des 2 poulies (30 m).
- L : longueur du câble décrite sur la fig. 23 (en m).
- m : masse de cette longueur de câble (en kg).
- μ : masse linéique du câble ($0,207 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$ d'après le DT1)

On a : $L = 2 \cdot h + (\pi \cdot d)/2 = 2 \cdot 30 + (\pi \cdot 0,4)/2 = 60,63 \text{ m}$

$m = L \cdot \mu = 60,63 \cdot 0,207 = 12,55 \text{ kg}$



$$t = (P + m.g) / 2 = (400 + 12,55 \cdot 9,81) / 2 = 262 \text{ N}$$

Ainsi :

$$T = 262 \cdot e^{\frac{0,3 \cdot \pi}{\sin(34^\circ/2)}} = 6580 \text{ N}$$

68 % ont abordé cette question, 10 % l'ont bien traitée.

R.8 D'après le DT1, la charge maximale à la rupture de ce câble est de 27 000 N, nettement supérieure à T. Ce câble convient.

62 % ont abordé cette question, 55 % l'ont bien traitée.

R.9-1 Le système peut être ramené à un problème plan

Liaison en F : Liaison pivot d'axe (F, \vec{z})

$$\vec{F} = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ 0 \end{pmatrix}$$

Liaison en E : Liaison pivot d'axe (E, \vec{z})

$$\vec{E} = \begin{pmatrix} 0 \\ 7000 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Liaison en D : Liaison ponctuelle de normale (D, \vec{y})

$$\vec{D} = \begin{pmatrix} 0 \\ D_y \\ 0 \end{pmatrix}$$

P.F.S. en F :

Equation sur \vec{x} : (1) $F_x = 0$

Equation sur \vec{y} : (2) $F_y + 7000 + D_y = 0$

Equation des moments autour de (F, \vec{z}) : (3) $M_F \vec{F} + M_E \vec{E} + M_D \vec{D} = 0$

$$(3) \Rightarrow 0 - 100 \cdot 7000 - 180 \cdot D_y = 0$$

$$\Rightarrow D_y = - (100 \cdot 7000) / 180 = - 3889 \text{ N}$$

$$(2) \Rightarrow F_y = -7000 - D_y = -7000 + 3889 = -3111 \text{ N}$$

Conclusion :

$$\vec{F} = \begin{pmatrix} 0 \\ -3111 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \vec{E} = \begin{pmatrix} 0 \\ 7000 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \vec{D} = \begin{pmatrix} 0 \\ -3889 \\ 0 \end{pmatrix}$$

80 % ont abordé cette question, 19 % l'ont bien traitée.

R.9-2 D'après le document DT2, la contrainte maximale dans le matériau est de 269 Mpa. Le coefficient de sécurité de 2 implique que le matériau supporte une contrainte de 538 Mpa.

Seuls les 2 derniers matériaux ont une limite élastique supérieure à cette contrainte.

Cependant, 5 autres matériaux ont une limite à la rupture supérieure, mais leur éventuelle utilisation implique un contrôle sérieux de la part du service de maintenance en cas de déclenchement des blocs-parachutes. En effet, il s'avère nécessaire de vérifier que la limite élastique n'a pas été atteinte, et donc que le levier n'est pas déformé, ce qui pourrait rendre sa réutilisation dangereuse en cas de nouvelle survitesse.

81 % ont abordé cette question, 48 % l'ont bien traitée.

$$\boxed{\text{R.10}} \quad \text{Raideur du câble : } k = \frac{S \cdot E}{L} = \frac{6.19 \cdot \pi \cdot 0,5^2}{4} \times \frac{10000}{3} = 74613 \text{ daN.m}^{-1}$$

$$\Delta L = \frac{F}{k} = \frac{700}{74613} = 0,0094 \text{ m} = 9,4 \text{ mm}$$

74 % ont abordé cette question, 15 % l'ont bien traitée.

$$\boxed{\text{R.11}} \quad \begin{aligned} V_{(t)} &= a \cdot t + V_i \\ Y_{(t)} &= (a/2) \cdot t^2 + V_i \cdot t + Y_i \\ \text{Ainsi : } V_{(t)}^2 &= V_i^2 + 2 \cdot a \cdot (Y_{(t)} - Y_i) \end{aligned}$$

En orientant l'axe y dans le sens du mouvement (donc vers le bas) nous avons :

$$a = -10 \text{ m.s}^{-2}, \quad Y_i = -9,4 \text{ mm}.$$

A l'instant t_f où la cabine s'arrête, $V_f = 0$, $Y_f = 0 \text{ mm}$.

$$\Rightarrow V_i^2 = V_f^2 - 2 \cdot a \cdot (Y_f - Y_i)$$

$$\text{A.N. :} \quad V_i^2 = 2 \times 10 \times 9,4 \cdot 10^{-3} \quad V_i = 0,43 \text{ m.s}^{-1}$$

53 % ont abordé cette question, 7 % l'ont bien traitée.

$\boxed{\text{R.12}}$ Si, lors du blocage de la poulie, la vitesse de l'ascenseur est supérieure à la vitesse calculée précédemment, l'arrêt de la cabine interviendra après une course supérieure aux 9,4 mm calculés en $\boxed{\text{R.10}}$.

Le câble va donc se tendre, s'allonger de 9,4 mm (la tension dans le câble atteint alors la valeur $T = 7000 \text{ N}$), puis va se mettre à glisser autour de la poulie jusqu'à l'arrêt complet de la cabine.

50 % ont abordé cette question, 4 % l'ont bien traitée.

$$\boxed{\text{R.13}} \quad V_f^2 = V_i^2 + 2 \cdot a \cdot (Y_f - Y_i)$$

$$V_f = 0, \quad Y_f = 0 \text{ mm}, \quad Y_i = D$$

$$\Rightarrow V_i^2 - 2 \cdot a \cdot D = 0$$

$$\Rightarrow D = V_i^2 / 2 \cdot a$$

$$\Rightarrow \boxed{D = V_i^2 / 20}$$

40 % ont abordé cette question, 19 % l'ont bien traitée.

$\boxed{\text{R.14}}$ La vitesse contrat V_c doit correspondre à un allongement du câble de 9,4 mm + un glissement câble/poulie de 0,2 m.

$$\text{Ainsi : } D = 0,2 + 9,4 \cdot 10^{-3} = 0,2094 \text{ m}$$

$$\text{D'après la relation en } \boxed{\text{R.13}}, \text{ on obtient : } V_c = \sqrt{20 \times 0,2094} = 2,04 \text{ m.s}^{-1}.$$

29 % ont abordé cette question, 3 % l'ont bien traitée.

R.15 Si la cabine est plus basse lors du déclenchement des blocs-parachutes, la longueur de câble étiré est plus importante, ainsi que son allongement. Par conséquent, le glissement câble/poulie intervient plus tard et est donc moins important. Le point de fonctionnement choisi au B2.1.3 correspond au cas le plus défavorable.

20 % ont abordé cette question, 4 % l'ont bien traitée.

R.16-1 On a : $f = \frac{8.N_a.F.D^3}{G.d^4}$ avec $f = l_0 - l_2 = 110 - 99 = 11 \text{ mm}$

$$\Rightarrow F = \frac{f.G.d^4}{8.N_a.D^3} = \frac{11.80000.10^4}{8.5.5.50^3} = 1600 \text{ N}$$

71 % ont abordé cette question, 45 % l'ont bien traitée.

R.16-2 Isolons la mâchoire mobile. Il apparaît clairement que les deux composantes horizontales \vec{F}_a des actions de contact câble/mâchoire \vec{F}_n dans le plan de la figure ci-contre s'opposent à $\vec{F}_{11 \rightarrow 10}$.

$$\Rightarrow F_a = F_{(11 \rightarrow 10)} / 2$$

$$\Rightarrow F_n = F_a / (\cos \delta/2)$$

Dans la section A-A, on fait apparaître l'effort tangentiel F_t dû au frottement câble/mâchoire. Soit φ l'angle de frottement au contact. on a :

$$\Rightarrow F_t = F_n \cdot \tan \varphi$$

$$\text{Ainsi : } F_t = F_{(11 \rightarrow 10)} \cdot \tan \varphi / 2 \cdot \cos (\delta/2)$$

Or, sur le câble, il y a 4 surfaces de contact.

$$\text{On en déduit que : } F_{\text{freinage}} = 4 \cdot F_t = 2 \cdot F_{(11 \rightarrow 10)} \cdot \tan \varphi / \cos (\delta/2)$$

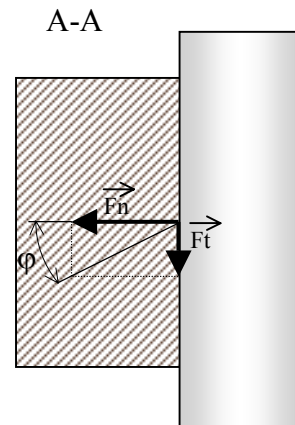
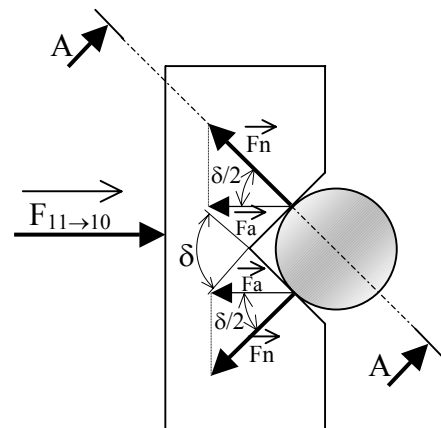
En remplaçant $\tan \varphi$ par μ , facteur de frottement, on obtient :

$$F_{\text{freinage}} = 2 \cdot \mu \cdot F_{(11 \rightarrow 10)} / \cos (\delta/2)$$

59 % ont abordé cette question, 14 % l'ont bien traitée.

$$\text{R.16-3 } F_{\text{freinage}} = 2 \cdot 0,3 \cdot 1600 / \cos 45^\circ = 1358 \text{ N}$$

55 % ont abordé cette question, 8 % l'ont bien traitée.



R.16-4 F_{freinage} est nettement supérieur aux 250 N nécessaires. L'effort à fournir par le câble sur le levier de tringlerie permettant de déclencher les blocs-parachutes est donc suffisant.

46 % ont abordé cette question, 12 % l'ont bien traitée.

R.17-1 L'effort de freinage F_{freinage} est beaucoup moins important que la charge maximale à la rupture du câble qui est, d'après le DT1, de 27000 N. Le câble convient parfaitement.

38 % ont abordé cette question, 15 % l'ont bien traitée.

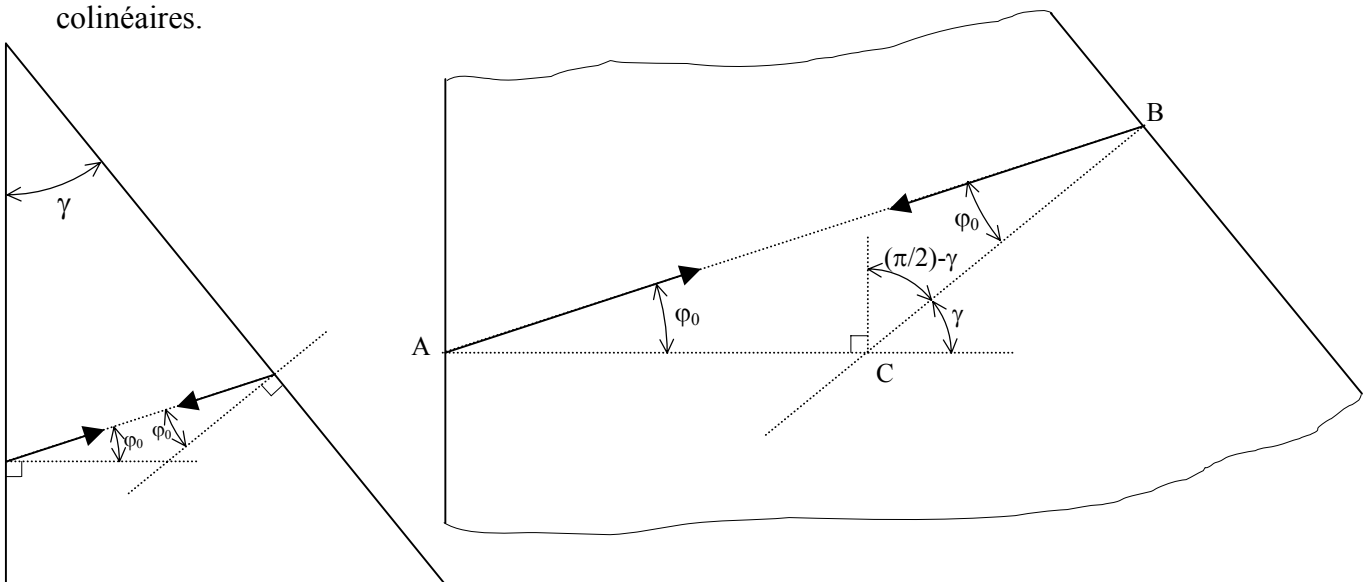
R.17-2 Lors d'un freinage d'urgence, la distance nécessaire à l'arrêt complet de la cabine, avec une décélération limitée à 10 m.s^{-2} , est proportionnelle à la vitesse initiale.

Les limiteurs de type I et II conviennent pour des vitesses contract allant jusqu'à 2 m.s^{-1} (résultat de la question **Q.14**). Si cette vitesse était supérieure, le phénomène de frottement câble/poulie décrit à la question **Q.12** dépasserait les 20 cm tolérés, risquant d'endommager gravement câble et poulie.

Le limiteur de type III, lui, n'agit pas en bloquant violemment le câble autour de la poulie. Il le freine entre 2 mâchoires, en maîtrisant l'effort de freinage grâce au ressort **11**. La distance d'arrêt peut donc être nettement supérieure, et donc par conséquent la vitesse contract.

36 % ont abordé cette question, 3 % l'ont bien traitée.

R.18 Plaçons-nous en limite d'arc-boutement. On néglige le poids du coin mobile devant les efforts mis en jeu lors du coincement. Les actions du rail et du coin fixe sur le coin mobile sont inclinées de l'angle φ_0 par rapport aux normales aux contacts. D'autre part, elles sont colinéaires.



La somme des angles dans le triangle ABC nous donne :

$$2.\varphi_0 + (\pi/2) + (\pi/2) - \gamma = \pi$$

$$\Rightarrow 2.\varphi_0 - \gamma = 0$$

$$\Rightarrow \gamma = 2.\varphi_0$$

Pour garantir le coincement, il faut donc :

$$\gamma < 2.\varphi_0$$

30 % ont abordé cette question, 2 % l'ont bien traitée.

R.19-1 Lorsque le câble tracteur casse, le contrepoids n'a plus d'influence sur la cabine. La masse **m** à freiner est donc constituée de la masse de la cabine et de la masse de la personne.

Soit F_t l'effort de freinage tangent au rail et garantissant la décélération $a = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Appliquons le principe de la dynamique pour un solide en translation :

$$- m \cdot g + F_{\text{limiteur}} + F_t = m \cdot a$$

$$\Rightarrow F_t = (1000+80) \cdot 10 - 1500 + (1000+80) \cdot 10 = 20100 \text{ N}$$

Soit F_n l'effort normal au rail à appliquer pour obtenir F_t par frottement :

$$F_n = F_t / \mu$$

$$\Rightarrow F_n = 20100 / 0,2 = 100500 \text{ N (avec 2 surfaces frottantes).}$$

18 % ont abordé cette question, 1 % l'ont bien traitée.

R.19-2 $m = 1000 + 560 = 1560 \text{ kg}$

$$F_t = F_n \cdot \mu = 100000 \cdot 0,2 = 20000 \text{ N}$$

$$- m \cdot g + F_{\text{limiteur}} + F_t = m \cdot a$$

$$a = (-1560 \cdot 10 + 1500 + 20000) / 1560 = 3,78 \text{ m.s}^{-2}$$

$$D = Vc^2 / (2 \cdot a) = 4^2 / (2 \cdot 3,78) = 2,11 \text{ m}$$

10 % ont abordé cette question, 3 % l'ont bien traitée.

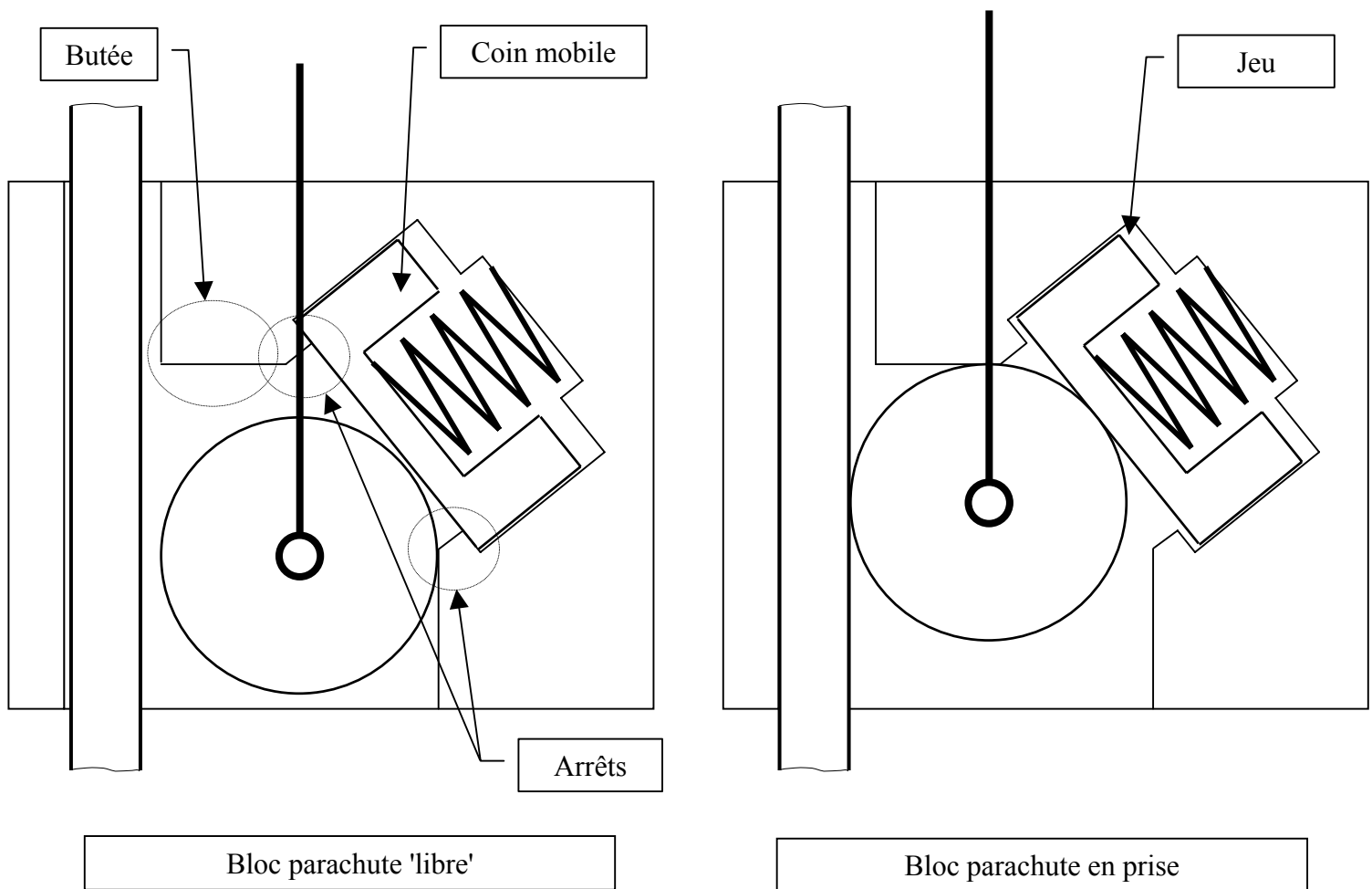
R. 20 : voir le corrigé du DR4.

60 % ont abordé cette question, 11 % l'ont bien traitée.

R. 21 Les éléments incontournables d'un tel dispositif sont :

- le galet ;
- le coin poussé par un ressort ;
- Les arrêts maintenant en place le coin mobile ;
- La butée empêchant le galet de comprimer exagérément le ressort, ce qui amènerait le coin mobile en butée (disparition du jeu) et qui rendrait le dispositif équivalent à un parachute non-amorti.

Un exemple d'architecture est proposé ci-dessous :



70 % ont abordé cette question, 21 % l'ont bien traitée.

DESSIN D'AVANT-PROJET D'UNE SOLUTION

Il était demandé aux candidats de construire le dessin d'avant-projet d'une évolution du limiteur de type III liée à une modification du cahier des charges. Ils étaient guidés par un schéma cinématique de la solution à mettre en place.

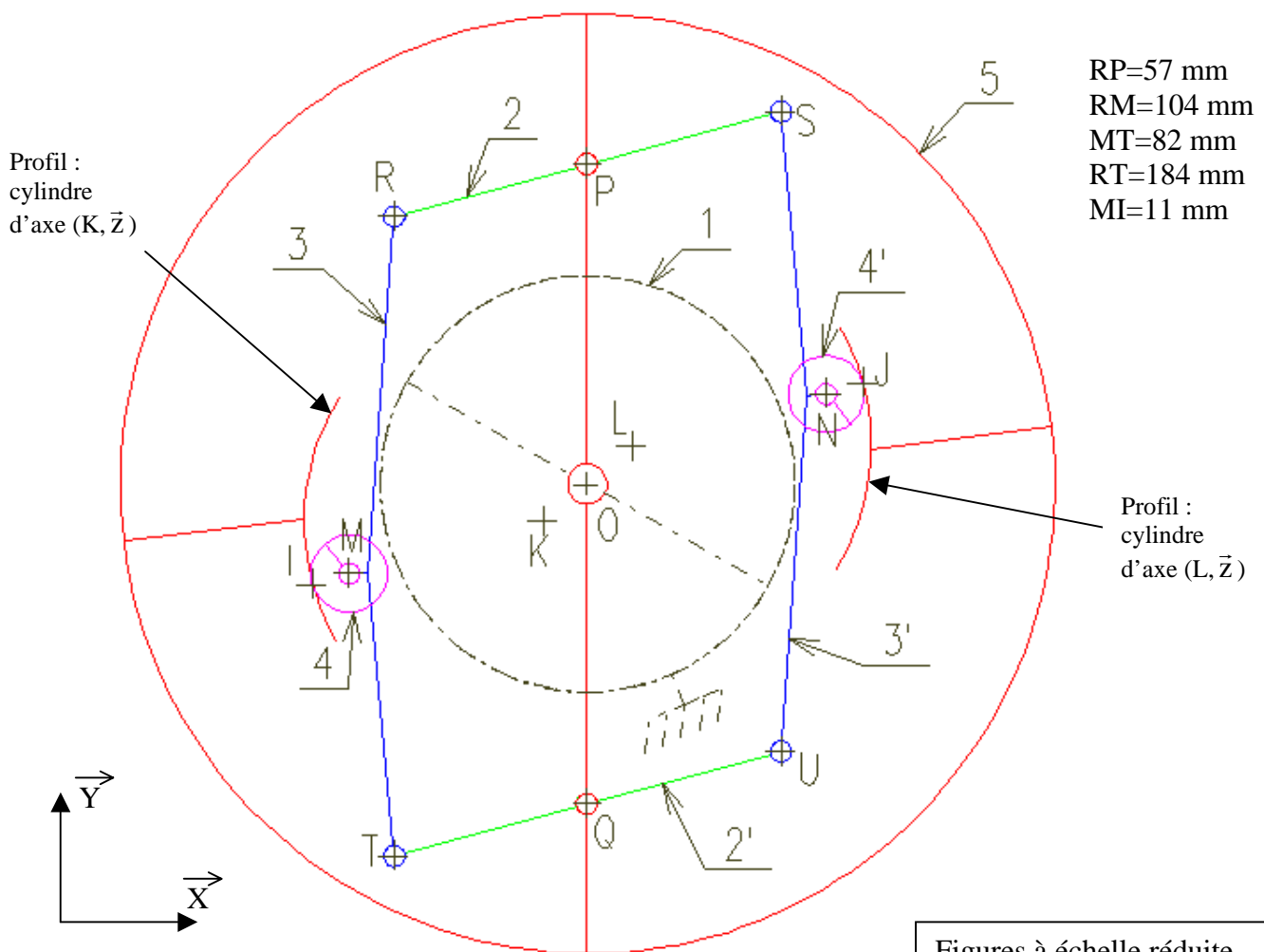
Le candidat avait toute latitude quant au choix des solutions constructives à mettre en oeuvre pour réaliser l'adaptation du limiteur de type III tout en respectant quelques contraintes (pas de modification du brut de la poulie de limiteur, ...). Les solutions à mettre en place étaient très classiques puisqu'elles se limitaient souvent à l'implantation d'éléments du commerce (rotules, roulements, coussinets, ...) dont les documentations étaient fournies.

Remarquons les points suivants:

- Les ressorts différentiels 13 et 15 pouvaient être implantés de deux façons différentes: soit coaxiaux sur une seule masselotte 2, soit un ressort sur chaque masselotte. Dans chaque cas, il était nécessaire d'assurer la mise en position de ces derniers (centrage) et de faire apparaître les différences entre ces deux ressorts (annotation, course morte,...).
- Le guidage du levier 17 était assuré par deux coussinets à collerette implantés dans un alésage du moyeu de la poulie 1, pouvant être obtenu en perçant la poulie de part en part à l'aide d'un foret long guidé dans un canon de perçage. Une autre solution constructive consistait à implanter ces coussinets dans une pièce rapportée sur la poulie.
- Il était possible de substituer à la liaison linéaire annulaire levier 17 -axe de capteur 18 proposée d'autres solutions tout aussi valables à condition de respecter la bilatéralité du contact et les mobilités utiles au bon fonctionnement du mécanisme.
- La liaison axe de capteur 18 – curseur du potentiomètre 19 devait tenir compte de la rotation de la poulie 1 et de la nécessaire bilatéralité du contact. Une solution comportant une pièce de révolution montée sur l'axe de capteur 18, munie d'une gorge dans laquelle se loge le curseur, présentait l'inconvénient de générer un frottement au contact et donc une usure probable du curseur. Il était donc préférable d'interposer un élément roulant pour éviter ce problème.

ETUDE COMPARATIVE DU FONCTIONNEMENT DES LIMITEURS

	Q.1 Limiteur de Type I	Q.2 Limiteur de Type II	Q.4 Limiteur de Type III
Principe de la détection de la vitesse	Un galet <u>5</u> monté sur un levier <u>4</u> suit un profil de came <u>3</u> en étant maintenu en contact par un ressort <u>6</u> .	Deux masselottes <u>6</u> sont montées en opposition sur un parallélogramme déformable maintenu aplati par un ressort <u>9</u> . Quand la vitesse de rotation de la poulie <u>5</u> augmente, et donc celle du parallélogramme, ce dernier se déploie.	Deux masselottes en opposition <u>2</u> sont articulées sur la poulie <u>1</u> , synchronisées par une tige <u>3</u> pour éliminer les effets de la pesanteur. Un ressort maintient rapprochées du centre de la poulie ces deux masselottes. La rotation de la poulie entraîne leur éloignement.
Action en cas de survitesse	La vitesse de rotation de la poulie <u>2</u> devenant trop importante pour que le ressort <u>6</u> maintienne en contact le galet <u>5</u> sur la came <u>3</u> , celui-ci "décolle" de la came par phénomène inertiel, augmentant ainsi le basculement du levier <u>4</u> dont la partie arrière vient s'introduire dans une cavité de la came, bloquant ainsi la rotation de cette dernière et de la poulie qui lui est solidaire.	Deux galets <u>4</u> montés sur deux branches du parallélogramme roulent alors sur un profil de la poulie <u>5</u> et viennent se coincer entre celle-ci et le cylindre fixe <u>1</u> , provoquant le blocage en rotation de la poulie (arc-boutement).	La rotation de la poulie en survitesse entraîne un écartement excessif des masselottes, qui percutent alors deux cames <u>5</u> et <u>6</u> .
Mode de freinage du câble du limiteur	La poulie étant bloquée en rotation par la partie arrière du levier <u>4</u> , elle bloque le câble par adhérence.	La poulie étant bloquée en rotation par le coincement des galets <u>4</u> , elle bloque le câble par adhérence.	La percussion de la came <u>6</u> libère la mâchoire mobile de frein <u>8</u> . Celle-ci, guidée par deux biellettes <u>9</u> , descend par gravité et vient plaquer le câble contre une mâchoire fixe <u>10</u> . Le câble est alors freiné, l'effort presseur étant contrôlé par le tarage du ressort <u>11</u> .
Principe de déclenchement de la chaîne de sécurité électrique	Le basculement du levier <u>4</u> vient interrompre le contact électrique dans le capteur <u>8</u> en agissant directement sur une lame souple.	En se déployant, le bras support de masselotte <u>2</u> vient percuter le doigt du capteur <u>8</u> (avant que la poulie ne soit bloquée en rotation).	La percussion de la came <u>5</u> actionne un capteur électrique <u>4</u> .



Figures à échelle réduite

Réponse à la question Q.3-3

$T_{M \in 3/5} = T_{M \in 4/5}$ = Cercle de même centre que le profil cylindrique, c'est à dire de centre K.

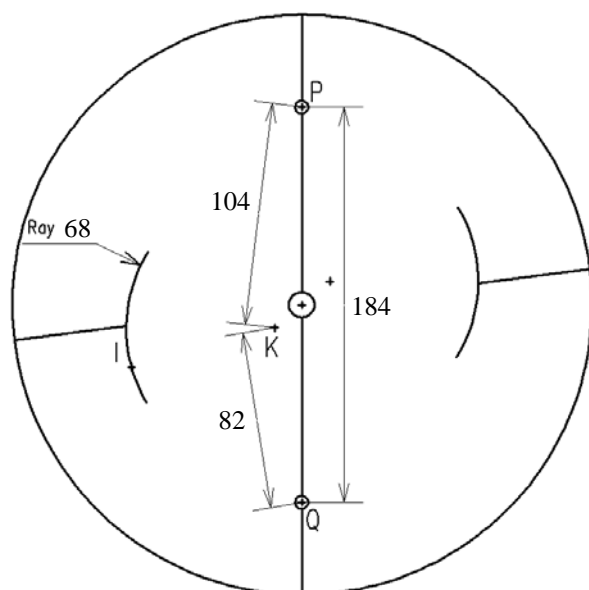
$T_{R \in 3/5}$ et $T_{T \in 3/5}$ sont aussi des cercles de même rayon, mais de centres différents.

\Rightarrow le mouvement de 3/5 est une translation circulaire. Tous les points appartenant à 3 décrivent, par rapport à 5, des cercles de rayon 57 mm.

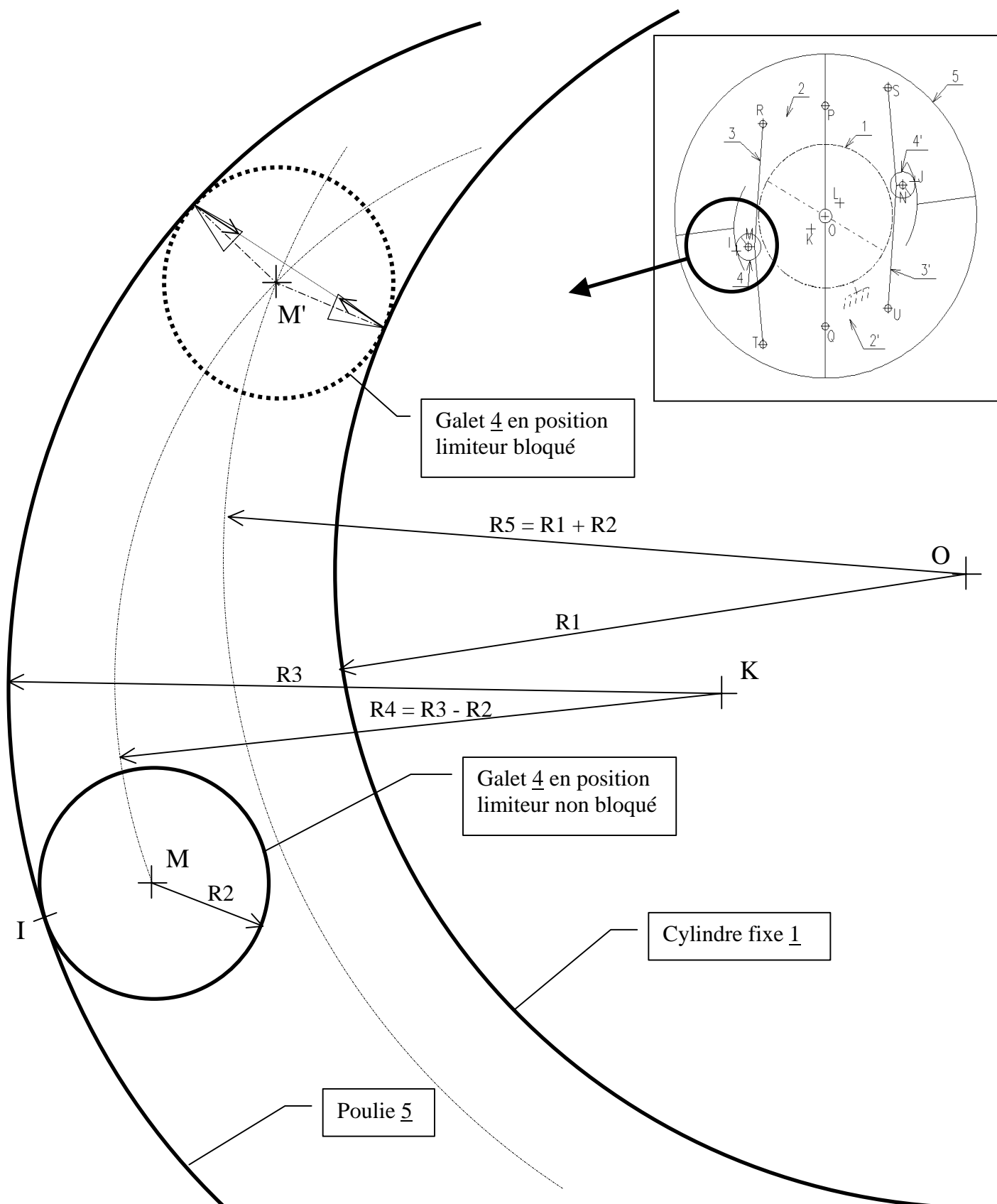
\Rightarrow PQTR est un parallélogramme
 $\Rightarrow PQ = RT$

\Rightarrow PQK et RTM sont deux triangles identiques
 $\Rightarrow MT = KQ$ et $MR = KP$

$\Rightarrow KI = KM + MI$
Or $KM = RP$
Ainsi : $KI = RP + MI$



Echelle 2:1



Réponse à la question **Q.20** :

DOCUMENT DR4

Les diverses études menées au cours du dossier B nous ont permis de dégager les limites de chacune des solutions constructives de limiteur.

Résumer en cochant dans le tableau ci-dessous les résultats obtenus tout au long de votre démarche :

critères		Limiteur de Type I	Limiteur de Type II	Limiteur de Type III
F o n c t i o n F P 3	Effort à fournir sur la tringlerie de commande des blocs-parachutes (250 N minimum)	Question Q6.2 <input checked="" type="checkbox"/> Convient <input type="checkbox"/> Ne convient pas	Question Q6.2 <input checked="" type="checkbox"/> Convient <input type="checkbox"/> Ne convient pas	Question Q16.4 <input checked="" type="checkbox"/> Convient <input type="checkbox"/> Ne convient pas
	Longueur de glissement tolérée du câble sur la poulie du limiteur (en cas de survitesse) de 20 cm maximum	Question Q14 <input checked="" type="checkbox"/> Convient <input type="checkbox"/> Ne convient pas	Question Q14 <input checked="" type="checkbox"/> Convient <input type="checkbox"/> Ne convient pas	Question Q17.2 <input checked="" type="checkbox"/> Convient <input type="checkbox"/> Ne convient pas
		Question Q14 <input type="checkbox"/> Convient <input checked="" type="checkbox"/> Ne convient pas	Question Q14 <input type="checkbox"/> Convient <input checked="" type="checkbox"/> Ne convient pas	Question Q17.2 <input checked="" type="checkbox"/> Convient <input type="checkbox"/> Ne convient pas

Conclure quant aux types de limiteurs pouvant être employés dans les différents cas suivants:

	0 m.s ⁻¹	1 m.s ⁻¹	2 m.s ⁻¹	4 m.s ⁻¹	
Type bloc-parachute	Prise instantanée	Prise amortie	Prise amortie		→ Vc
Type de limiteurs utilisables	Types I, II et III	Types I, II et III	Type III		

Rappel :

Il existe deux sortes de blocs-parachutes :

- **les blocs-parachutes à prise instantanée**, basés sur le principe de l'arc-boutement. La cabine s'immobilise alors brutalement, ce qui réduit leur utilisation à des vitesses-contrat faibles (1 m.s⁻¹ maximum) afin de garantir l'intégrité des personnes.
- **les blocs-parachutes à prise amortie**. Cette fois, l'intensité du freinage est limitée pour garantir une décélération maximale de 10 m.s⁻² quelle que soit la vitesse-contrat. Dans ce cas, l'arrêt de la cabine se fait sur une certaine distance.