

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2021**

**Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit  
Unité U42 – Conception préliminaire**

**CORRECTION**

---

**DIVAN iQUEST**

Ce dossier comporte 13 pages, dont 1 page de garde, 4 pages de corrigé et les 8 Documents Réponses complétés.

# 1. Partie 1 : Validation de l'architecture cinématique

Q1) et Q2) cf DR1

Q3) et Q4) cf DR2

Q5) à Q8) cf DR3

## 2. Partie 2 : Conception du dispositif de sortie/rétraction des roues

Q9) On peut envisager plusieurs options de périmètre du mécanisme (avec roues ou non, avec vérin ou non) qui amènent toutes à un mécanisme isostatique. L'objectif est de valider la cohérence du calcul.

### Mécanisme propre à la sortie/rétraction seul :

L'étudiant calcule le mécanisme hors prise en compte du vérin et des roues (peu d'intérêt dans le mécanisme de sortie/rétraction)

On a une seule mobilité fonctionnelle soit  $m = 1$ ,

Liaisons : 2 glissières, 2 ponctuelles, une pivot du renvoi, soit un total  $\sum N_s = 17$

Nombre de classe d'équivalences  $N = 4$

soit  $h = m + \sum N_s - 6(N - 1) = 1 + 17 - 6(4 - 1) = 0$ . Mécanisme isostatique

### Prise en compte des roues

Si on considère les deux roues : 2 mobilités internes en plus, 2 pivots soit  $2 \times N_s = 5$  en plus, et deux classes d'équivalence en plus.  $h$  reste inchangé.

### prise en compte du vérin

Si on considère le vérin: 2 mobilités internes (rotations propre de la tige et du corps autour de l'axe du vérin) en plus, 2 liaisons rotules et une pivot glissant soit un total de  $N_s = 2 \times 3 + 4 = 10$  en plus, et deux classes d'équivalence en plus.  $h$  reste inchangé.

Q10) Le mécanisme étant isostatique, aucune particularité géométrique n'est à satisfaire avec précision.

Q11), Q12 et Q13) cf DR4

Q14) Objets du problème : localement il y a le socle, le support de roue, les plaques Iglidur et la colle.

Q15) Reformulation du problème : le problème néfaste est « la difficulté d'implantation des plaques Iglidur » et l'action voulue est « de réaliser un guidage avec une bonne qualité de glissement ».

Q16) – Règle du monde clos : l'utilisation de cylindre Iglidur respecte le fait de ne pas introduire de nouvel objet mais un objet similaire à celui existant.

– Condition du changement qualitatif : le facteur aggravant de difficulté de collage devient un facteur neutre puisque le collage n'est plus utilisé.

Q17) Les outils principaux sont :

- *Division* : on réorganise l'élément de glissement (les plaques) dans l'espace. Les plaques évoluent vers des cylindres ; le guidage par contact plan sur les faces vers un guidage par contact linéique dans les angles.
- *Suppression* : on supprime la colle.

### 3. Partie 3 : Dimensionnement de l'actionneur d'élévation

Q18)  $F_p \text{ maxi} = 9\,490 \text{ N}$  ;  $F_t \text{ maxi} = 5\,450 \text{ N}$ . On retient  $F_{\text{maxi}}$  nécessaire =  $9\,490 \text{ N}$

Q19) Code de capacité : D car la poussée disponible va jusqu'à  $10\,000 \text{ N} > F_{\text{maxi}}$ .

Q20) Pour  $F_{\text{moyen}} = 8\,000 \text{ N}$ , la courbe vitesse-charge DT6 folio 2/5 donne une vitesse moyenne  $v = 6,4 \text{ mm/s}$ .

La durée d'élévation est de l'ordre de :  $\Delta t = \text{course}/v = 157/6,4 = 24,5 \text{ s}$ .

Q21) Le DT2 indique que la durée de manœuvre nominale en charge souhaitée est de  $25 \text{ s}$ . La durée estimée  $\Delta t = 24,5 \text{ s}$  rentre dans les objectifs attendus.

Q22) Le vérin le moins chargé atteint la position haute avant l'autre et cela provoque une légère déclive ou proclive en cours de mouvement, rattrapée en fin de manœuvre.

Pour remédier à cet inconvénient, on peut utiliser les options de capteur Hall ou potentiomètre du Ti24 pour synchroniser les deux vérins à chaque instant.

On retiendra l'option de capteur Hall qui permet de limiter l'encombrement du vérin.

Q23) Valeur A :  $190 \text{ mm}$  (Attache avant type 1)

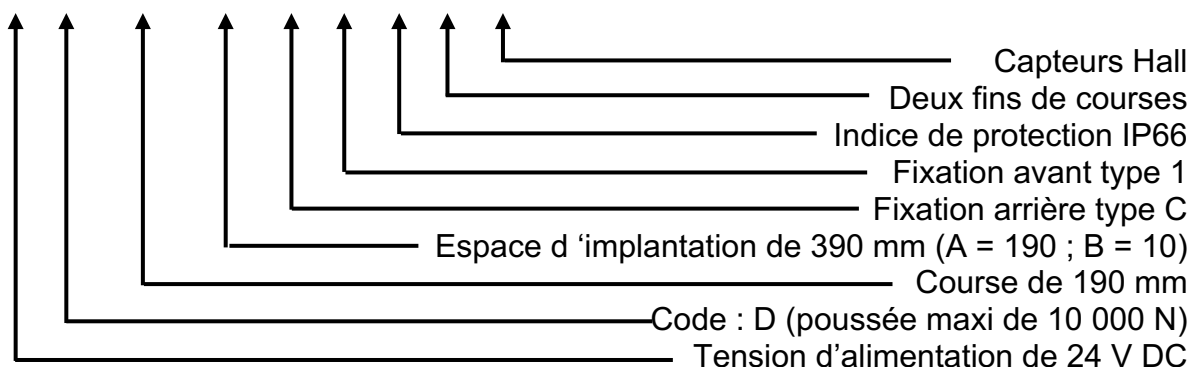
Valeur B :  $+10 \text{ mm}$  (Vérin de charge  $10\,000 \text{ N}$  et course de  $170 \text{ mm}$ )

Q24) Longueur rétractée mini Course + A + B :  $170 + 190 + 10 = 370 \text{ mm}$

Validation du montage :  $370 \text{ mm} < \text{entraxe disponible de } 390 \text{ mm}$ . Le montage est possible mais il faut ajouter  $20 \text{ mm}$  de longueur de tige pour rentrer directement dans l'entraxe de  $390 \text{ mm}$  (pas de changement de la valeur de B)

Q25)

TA24 - 2 - D - 190 - 390 - C - 1 - 3 - 1 - 2



## 4. Partie 4 : Prise en compte des exigences normatives

Q26) à 28) cf DR5

Q29) On mesure environ  $a_1 = 35 \text{ mm}$  ;  $a_2 = 35 \text{ mm}$

Q30) Les mesures ne respectent pas les valeurs du tableau du DT7 ; Il y a danger mécanique de piégeage.

Q31) Le dispositif des capteurs ne suffit pas à lui-même comme mesure de protection ; il faut également un arrêt d'urgence.

## 5. Partie 5 : Conception des paliers de dossier

Q32) à 34) cf DR6

Q35) Effort transmissible dans le palier  $F = 2\,200 \text{ N}$ .

On exploite en quasi-statique :  $p_{adm} = \frac{F}{d L}$ .

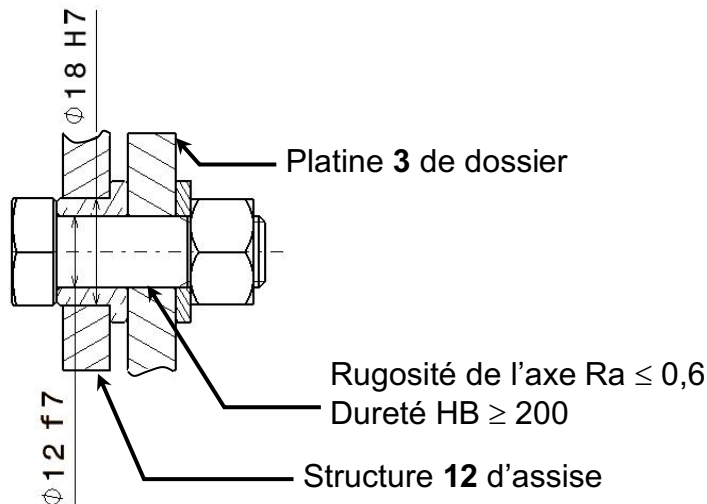
$p_{adm}$  est obtenue selon le diamètre à partir de la courbe du DT9.

diamètre $d$ (mm)	8	10	12
$P_{adm}$ déduit sur la courbe (MPa)	18,3	17,5	16,7
Surface projeté $d \times L$ tel que $d L = \frac{F}{p_{adm}}$	120,2	125,7	131,7
Longueur $L_{mini}$ (mm) tel que $L = \frac{F}{d p_{adm}}$	15	12,6	11
Désignation possible : Coussinet à collerette fritté <b>Cd x D x L</b>	8 x 12 x 16	10 x 16 x 16	<b>12 x 18 x 12</b>

– Trois possibilités de réponse.

– La référence de diamètre  $d = 12 \text{ mm}$  est à priori le meilleur compromis avec une longueur d'implantation dans les tôles la plus courte et un rapport  $L/d = 1$ .

Q36) et Q37) Croquis de montage du coussinet à collerette avec indications demandées :



## 6. Partie 6 : Conception du bras d'élévation

Q38) cf DR7

Q39) cf DR7

Q40)  $C_1(n) = 7\,250 + 36n$  et  $C_2(n) = 39\,700 + 25,5n$

Q41) Jonction économique pour  $C_1(n) = C_2(n)$  ;  $n = \frac{(39\,700 - 7\,250)}{(36 - 25,5)} = 3090$  bras.

Q42) 1 200 divans correspond à 2 400 bras à produire < 3 090. On retient donc le procédé de mécano-soudure.

Q43) Pour le modèle poutre : section continue de hauteur variable  
 Contre le modèle poutre : rapport  $L$ /dimension transversale de l'ordre de  $430/145 = 3$  ce qui est faible pour un modèle poutre mais permettant néanmoins d'avoir un ordre de grandeur pour aborder un modèle plus complexe.

Q44)  $M_{fz\ max} = F_b \times L = 1\,650 \times 430 = 709\,500$  N·mm

Q45)  $\sigma_{\max} = \frac{M_{fz\ max}}{\left(\frac{I_{Gz}}{v}\right)} \leq R_e / CS$  soit  $\left(\frac{I_{Gz}}{v}\right)_{\min} = \frac{M_{fz\ max} \times CS}{R_e}$

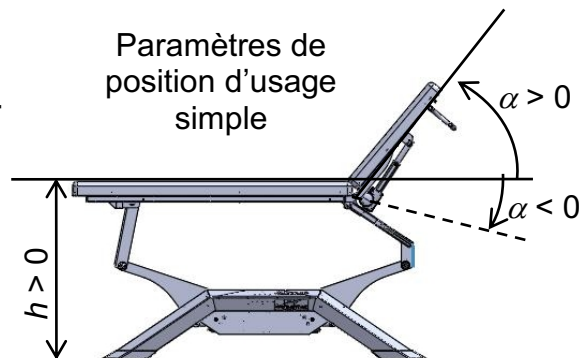
$\left(\frac{I_{Gz}}{v}\right)_{\min} = \frac{709\,500 \times 3}{235} = 9\,057$  mm<sup>3</sup>

Q46) à 48) cf DR8

# Diagramme des positions d'usage et manœuvres des vérins sur un cycle complet

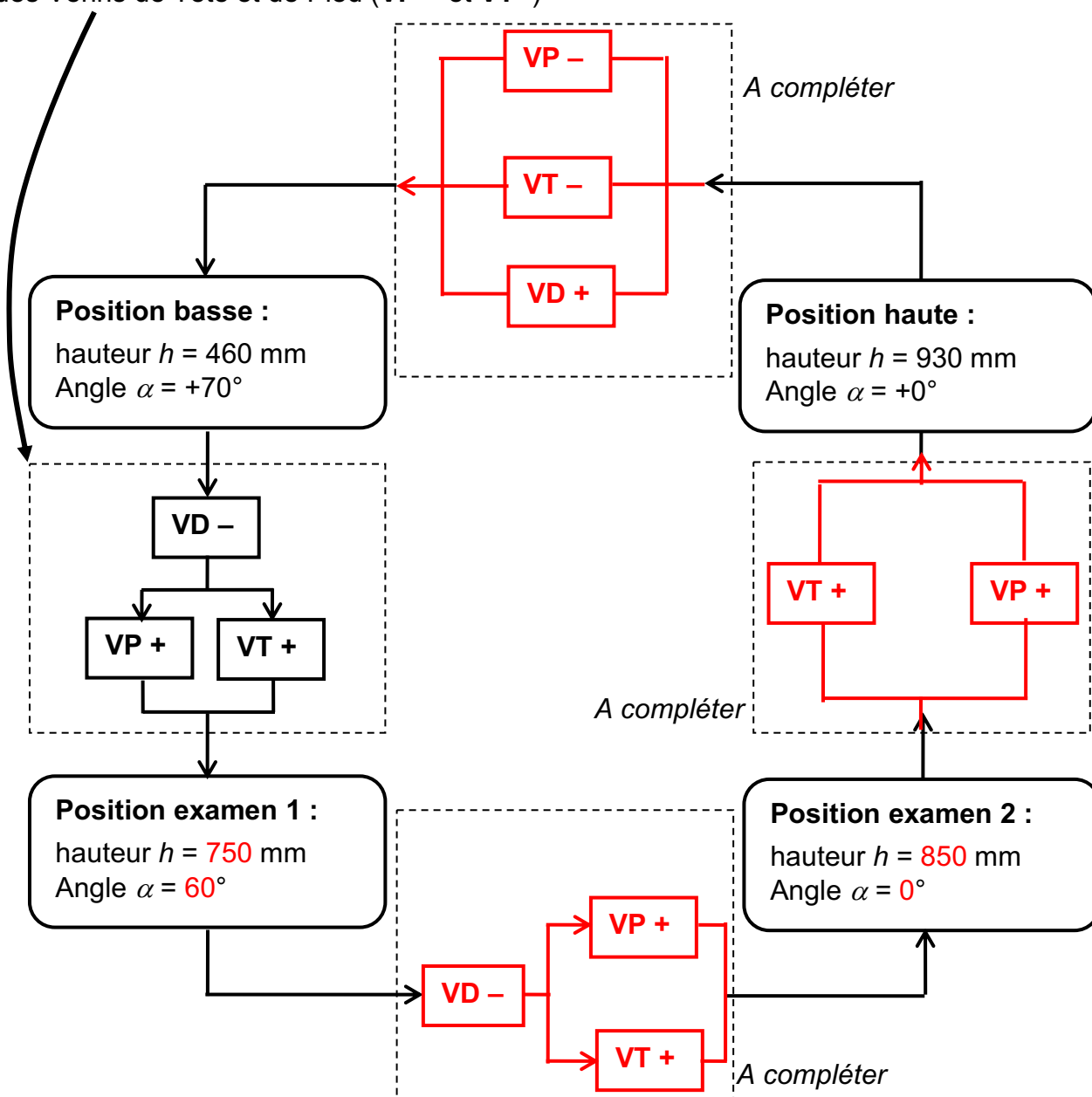
**Abréviations des vérins :**  
**VD :** Vérin de Dossier  
**VT :** Vérin de Tête  
**VP :** Vérin de Pied

**Sens d'action :**  
 Sortie de tige : +  
 Rentrée de tige : -

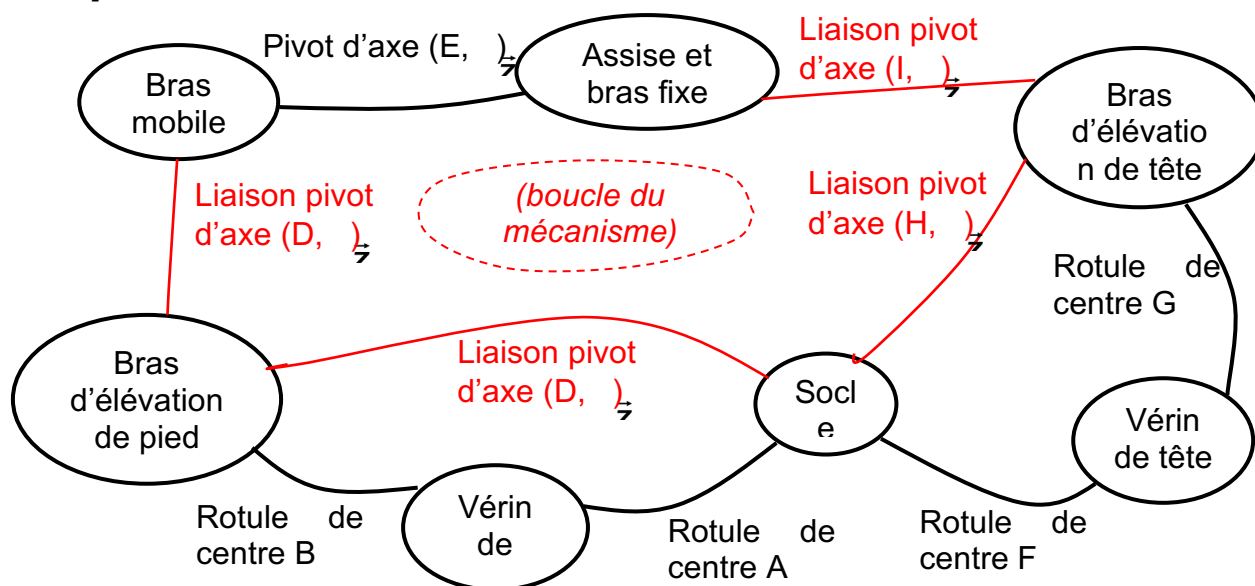


Exemple d'interprétation de l'ordre de manœuvre de la position basse vers la position d'examen 1 :

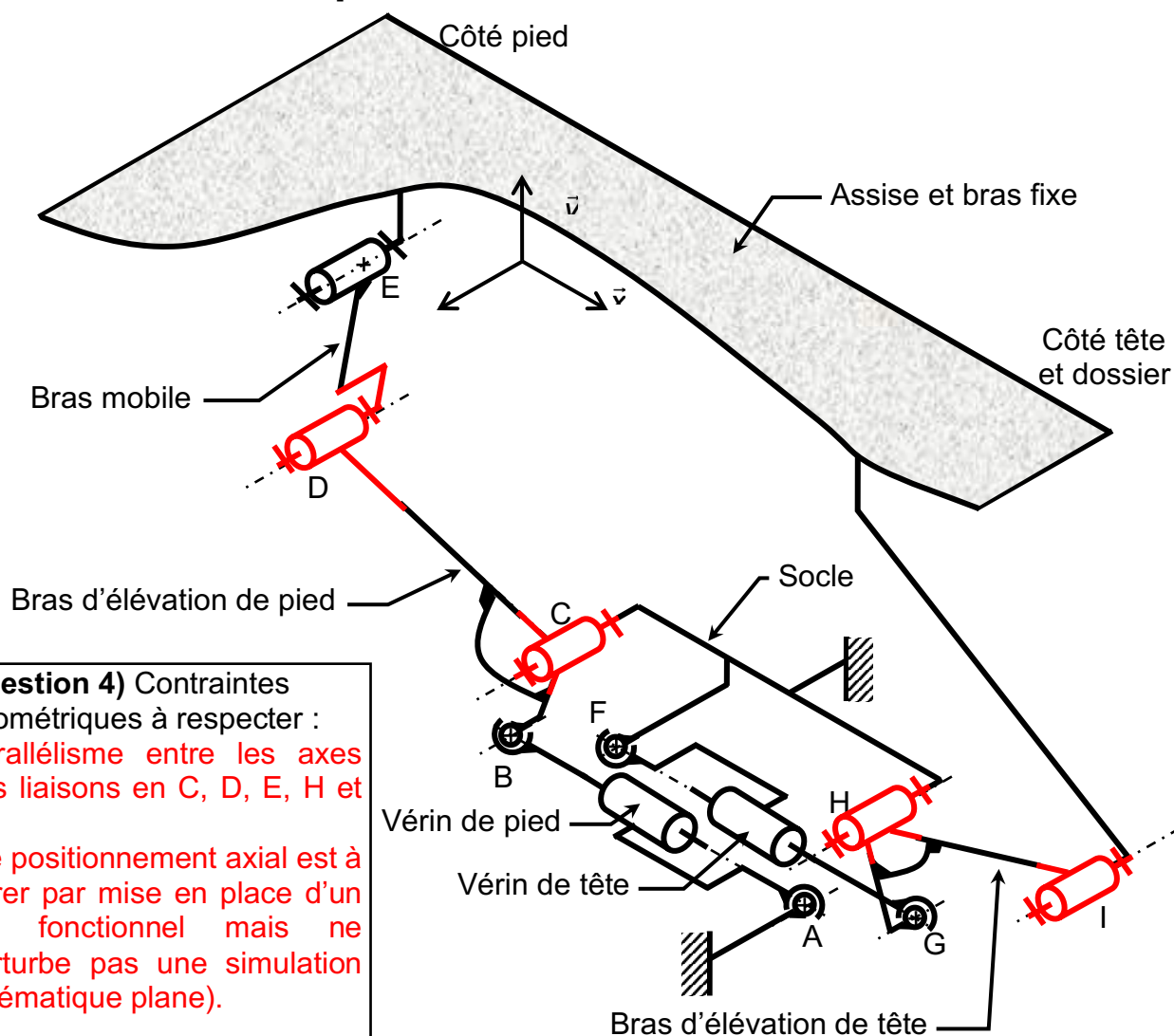
Manœuvre du Vérin de Dossier en rentrée de tige (**VD -**) puis manœuvre **simultanée** des Vérins de Tête et de Pied (**VP +** et **VT +**)



## Graphe des liaisons du mécanisme d'élévation



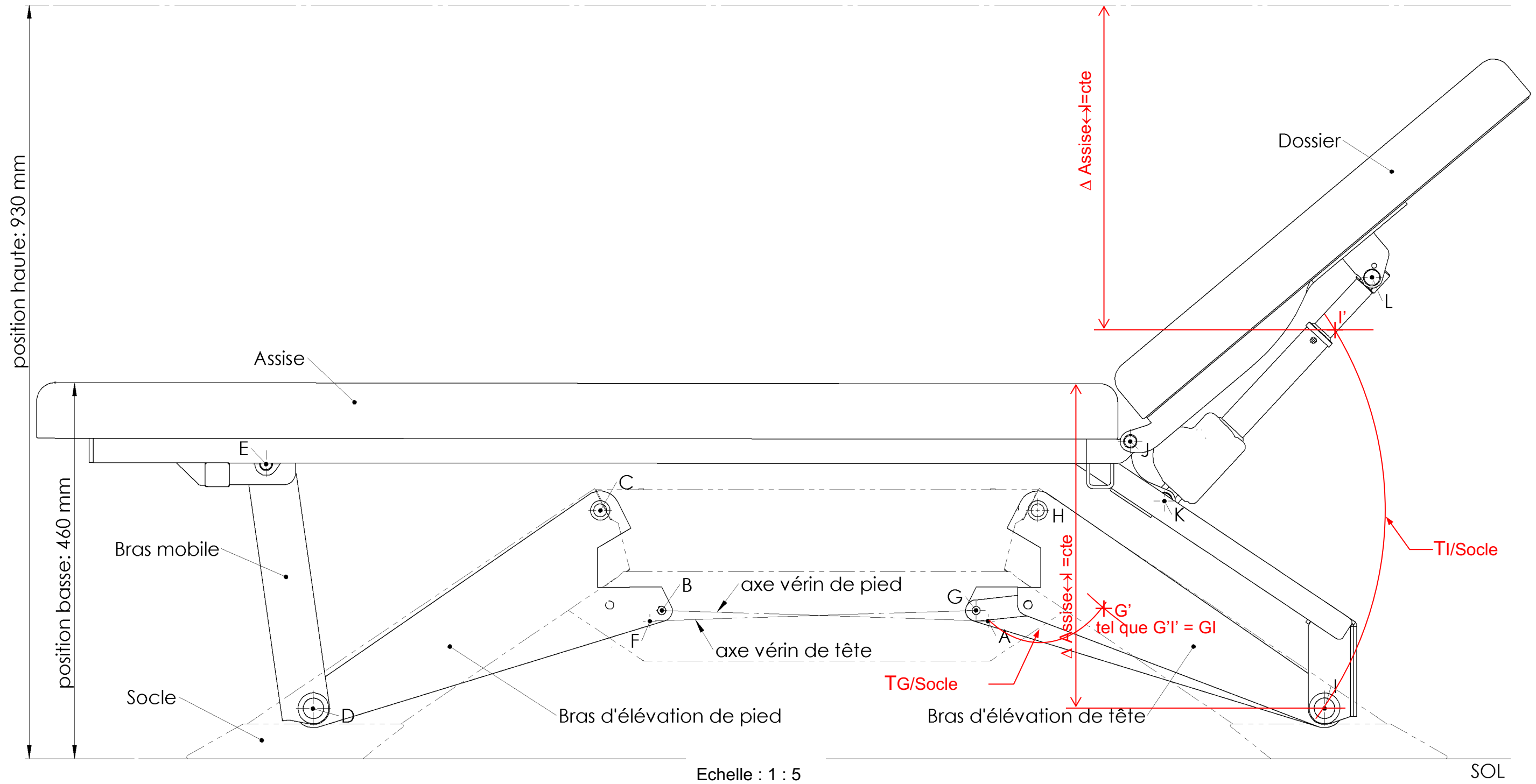
## Schéma cinématique



**Question 4)** Contraintes géométriques à respecter :  
**Parallélisme** entre les axes des liaisons en C, D, E, H et I.  
 (Le positionnement axial est à gérer par mise en place d'un jeu fonctionnel mais ne perturbe pas une simulation cinématique plane).

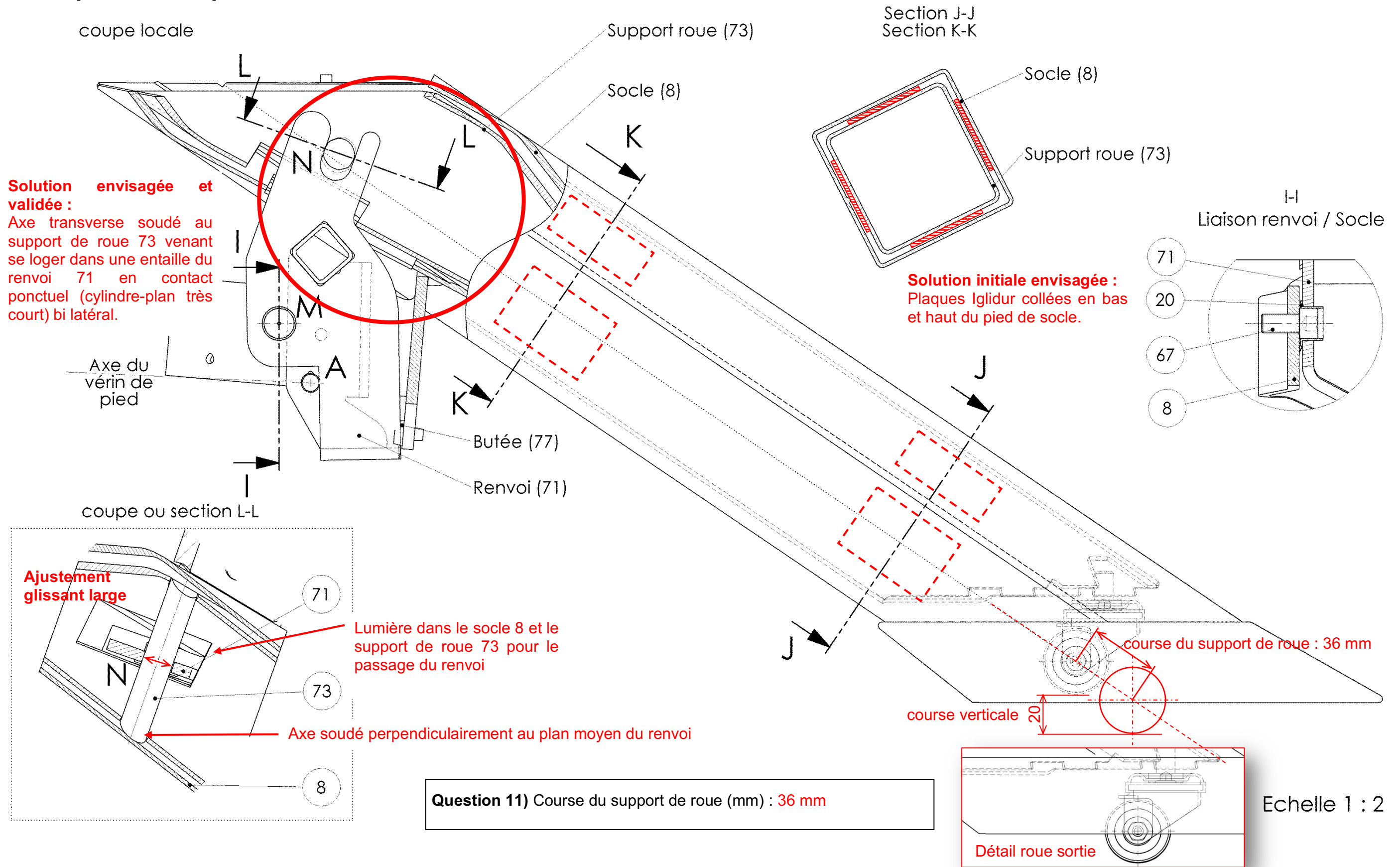
Cinématique d'élévation

**Question 7)** Mesure  $FG'$  (en mm) = 560 mm  
 Course du vérin de tête (en mm) : 157 mm  
**Question 8)** Comparaison des deux courses de vérins : identique

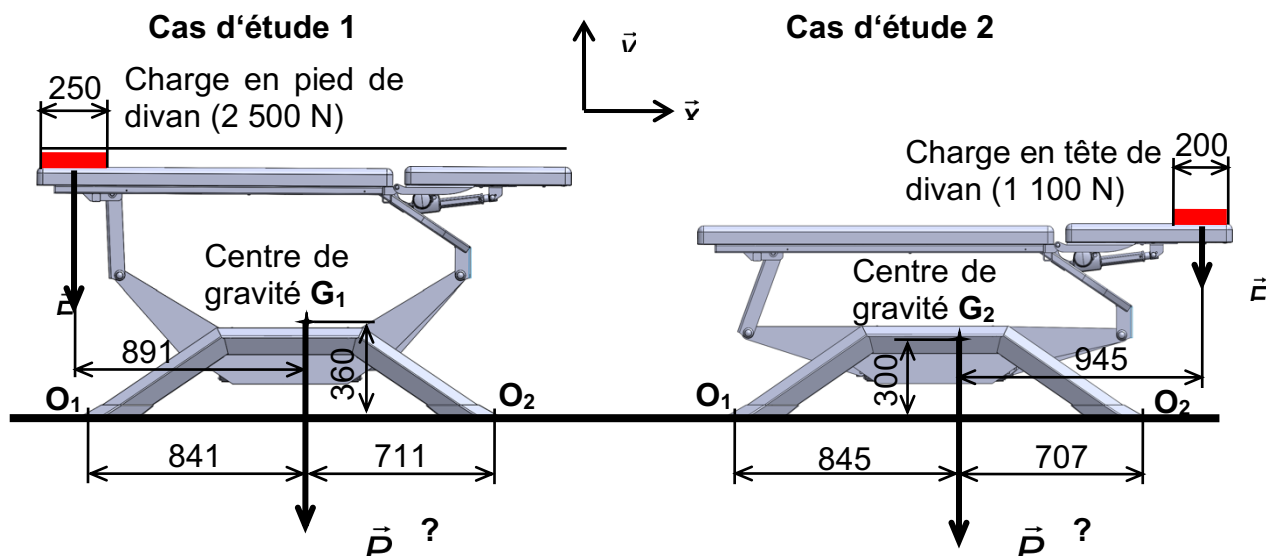




### Conception du dispositif de sortie/rétraction des roues



## Analyse des risques de non-basculement selon l'EN 60601-1



Questions 26) et 27)

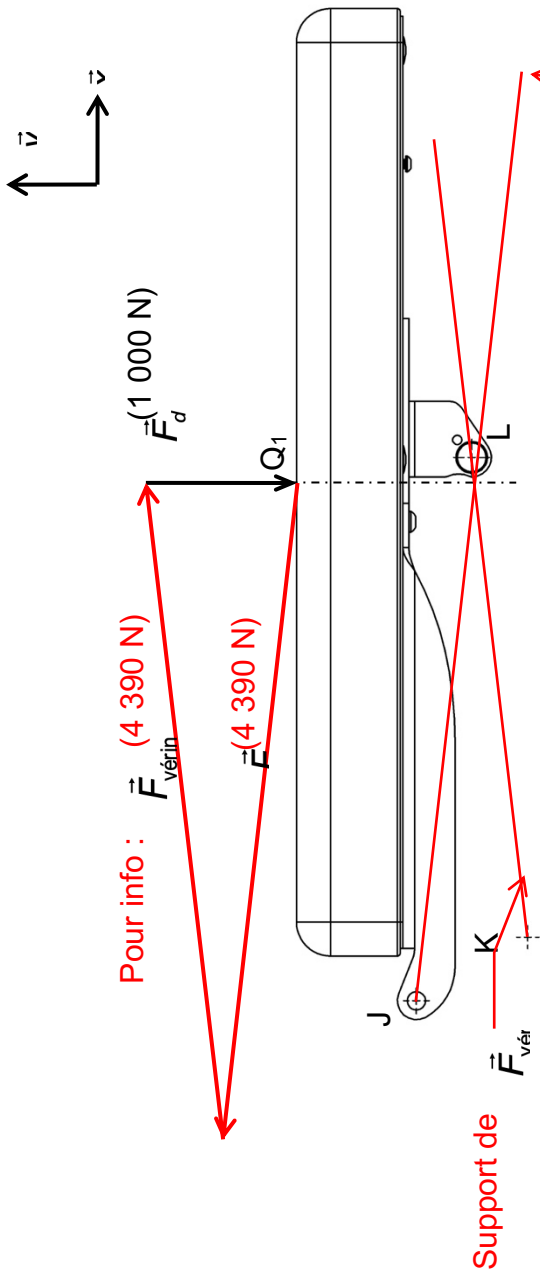
<p><b>Cas d'étude 1 :</b></p> <p>Point de basculement : <math>O_1</math></p> <p>Equation à la limite du basculement :</p> $\ \vec{F}_1\  \times (891 - 841) - 841 \times \ \vec{P}_{\text{mini}}\  = 0$ <p>Application numérique de <math>P_{\text{mini}}</math> :</p> $\ \vec{P}_{\text{mini}}\  = \frac{(891 - 841) \ \vec{F}_1\ }{841} = \frac{2\,500 \times (891 - 841)}{841}$ $\ \vec{P}_{\text{mini}}\  = 149 \text{ N}$	<p><b>Cas d'étude 2 :</b></p> <p>Point de basculement : <math>O_2</math></p> <p>Equation à la limite du basculement :</p> $\ \vec{F}_2\  \times (945 - 707) - 707 \times \ \vec{P}_{\text{mini}}\  = 0$ <p>Application numérique de <math>P_{\text{mini}}</math> :</p> $\ \vec{P}_{\text{mini}}\  = \frac{(945 - 707) \ \vec{F}_2\ }{707} = \frac{1\,100 \times (945 - 707)}{707}$ $\ \vec{P}_{\text{mini}}\  = 370 \text{ N}$
--	--

**Question 28)** Synthèse du poids critique minimum de divan garantissant le non basculement :

$\|\vec{P}_{\text{mini}}\| = 370 \text{ N}$  ce qui est largement satisfait de part le cahier des charges et la masse cible.

# Détermination de l'action transmissible dans les paliers de dossier

Echelle de tracé :  
1 mm pour 50 N



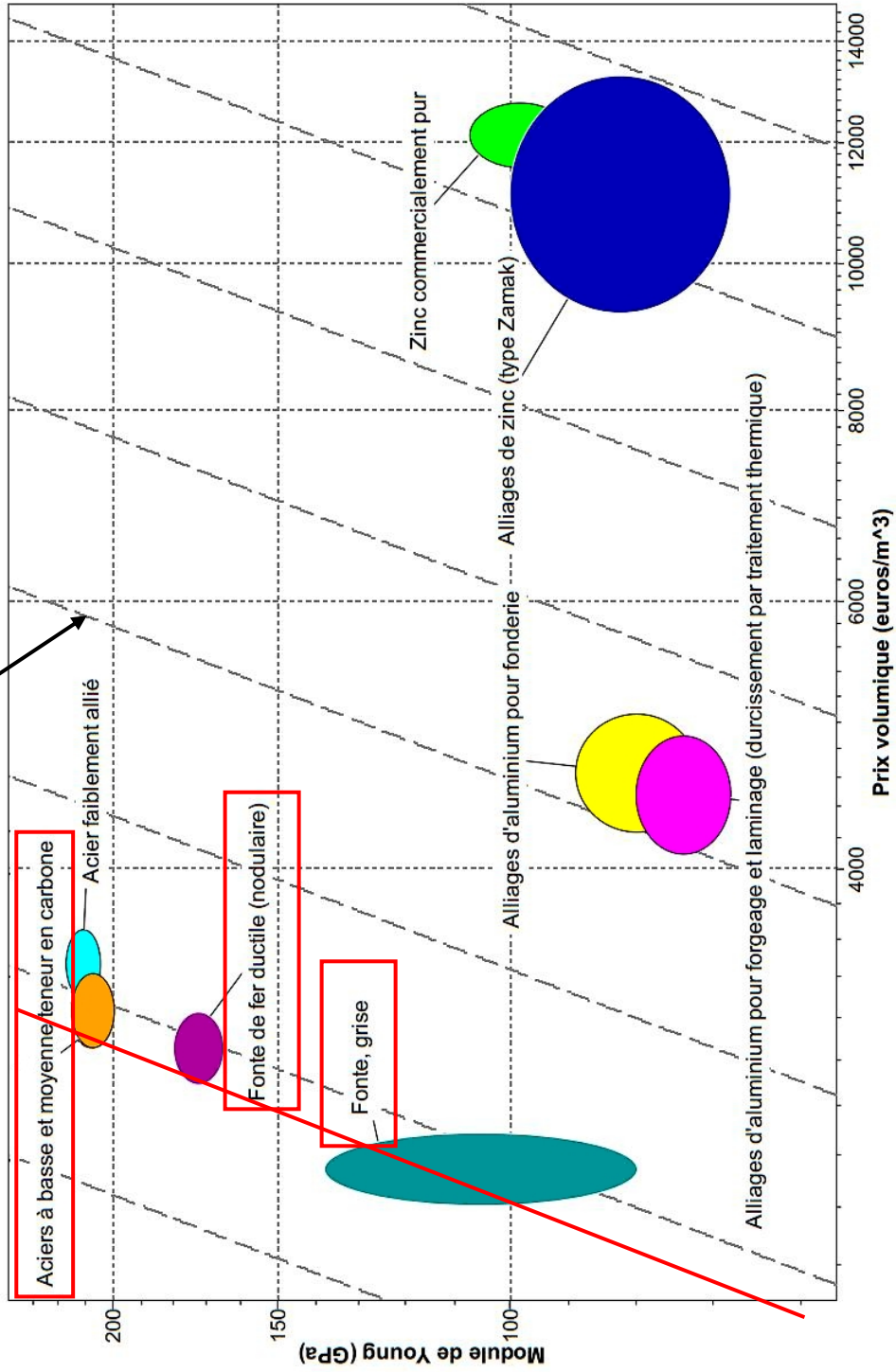
## Bilan des actions mécaniques extérieures appliquées au dossier

Noms action	Points d'application	Supports	Normes (N)	Justification
$\vec{F}_d$	$Q_1$	$-\vec{y}$	1 000	Donnée
$\vec{F}_{\text{Assise} \rightarrow \text{Dossier}}$	J	?	?	Equilibre sous 3 glisseurs non parallèles donc concourants
$\vec{F}_{\text{Vérin} \rightarrow \text{Dossier}}$	L	(KL)	?	Vérin soumis à deux glisseurs directement opposés suivant (KL)

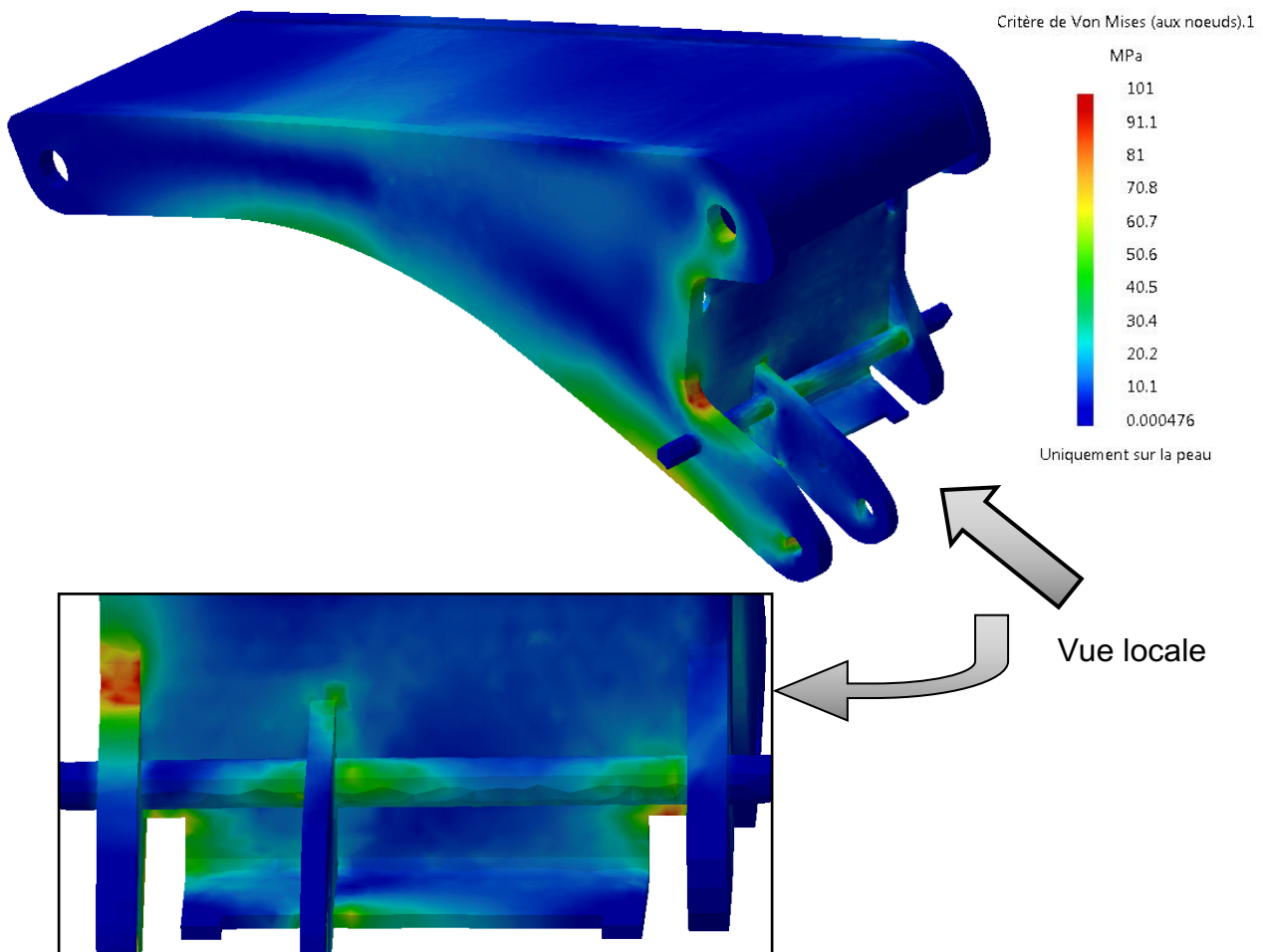
# Diagramme Module de Young E - Prix volumique ( $\rho \times Cm$ )

Question 44) Indice  $I = E^{1/3} / (\rho \times Cm)$

Réseau de lignes guides de conception selon l'indice de performance / retenu



## Contraintes équivalentes de Von Mises sur le bras



**Question 46)** Contrainte maximale de Von Mises  $\sigma_{VM \max} = 101 \text{ MPa}$

**Question 47)** Coefficient de sécurité Effectif  $CS_{ef} = 2,3$

Conclusion vis à vis du cahier des charges :  $2,3 < 3$  souhaité

La contrainte ne devrait pas dépasser 78,3 MPa environ ce qui est valable dans la grande majorité de la pièce. Il faut renforcer les zones orange à rouge

**Question 48)** Proposition de modification et action de validation :

Augmenter le rayon du flanc. Les soudures doivent pouvoir par ailleurs renforcer les jonctions entre pièces.

Pour valider les modifications, un nouveau calcul doit être relancé.