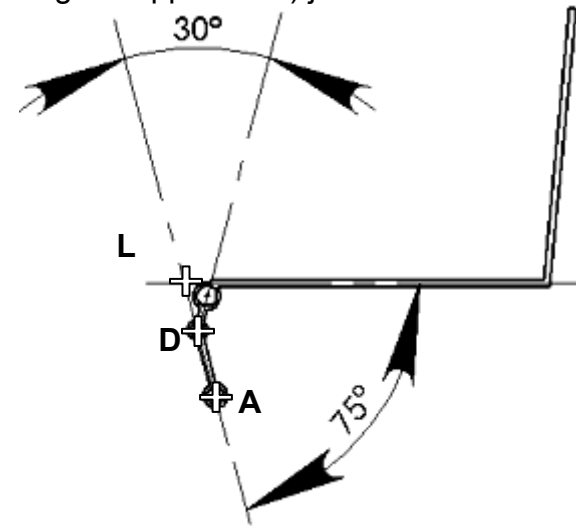


A.1. Analyse du relevage du dossier 2 de l'ancienne version du siège Confort®

Document DR1

Question A.1

Tracer les points caractéristiques D, A, puis le point L du mécanisme en position haute.
Vous ferez apparaître tous vos tracés de construction (arcs de cercle, dimensions ou angles rapportés...) justifiant votre tracé.



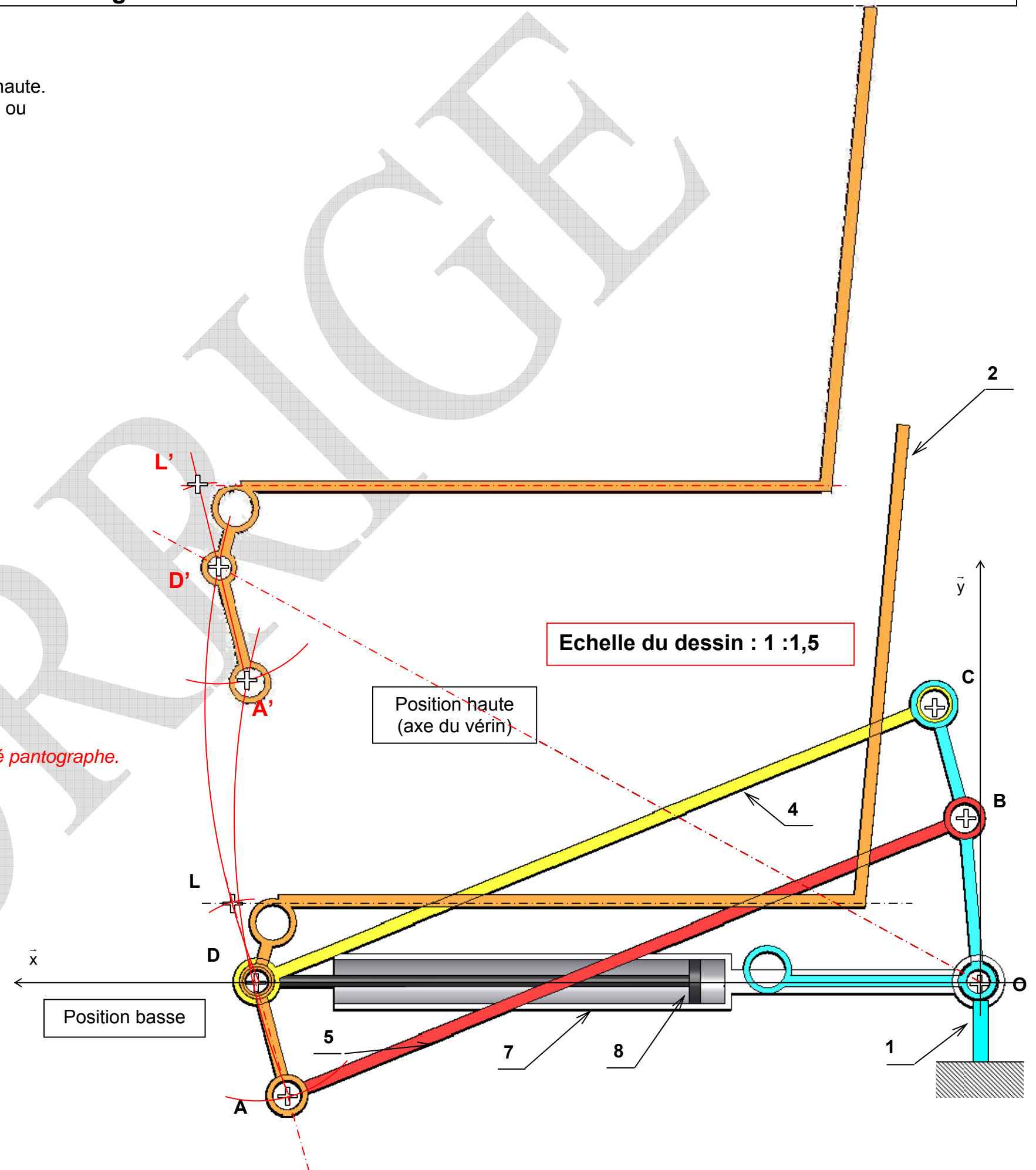
Dessiner le dossier 2 dans cette position haute

Mesurer la course du vérin : $c = 50 \text{ mm}$

Type de mouvement dossier 2 / berceau fixe 1 (cochez la case)					
Rotation	Translation	Translation circulaire	Translation curviligne	Mouvement hélicoïdal	mouvement plan quelconque
		X			

Justification du type de mouvement dossier 2 / berceau fixe 1:

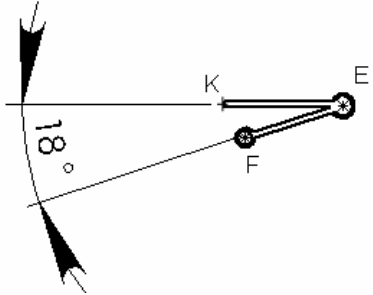
C'est un système {1, 2, 4, 5} de type 4 barres parallèles (ABCD) ou encore appelé pantographe.



Question A.2

- Tracer les points caractéristiques D, E (on s'aidera de ce qui a été fait à la question précédente) puis F et K du mécanisme en position haute

Précision : en position basse, K est aligné horizontalement avec le point E



- Dessiner l'assise basculante 3 dans cette position haute (angle entre (KE) et l'horizontale)
- Conclure en Indiquant le mouvement de l'assise basculante 3 / berceau fixe 1 dans le tableau ci-dessous

Type de mouvement assise basculante 3 / berceau fixe 1 (cochez la case)					
Rotation	Translation	Translation circulaire	Translation curviligne	Mouvement hélicoïdal	mouvement plan quelconque
					X

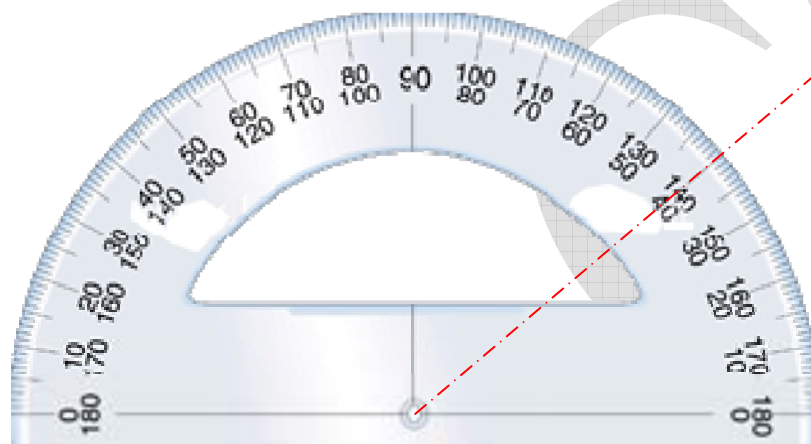
- Sur le rapporteur ci-dessous, reporter la droite (K,E) représentant l'inclinaison de l'assise basculante.

- Donnez l'angle de basculement en degré (angle entre (KE) et l'horizontale)

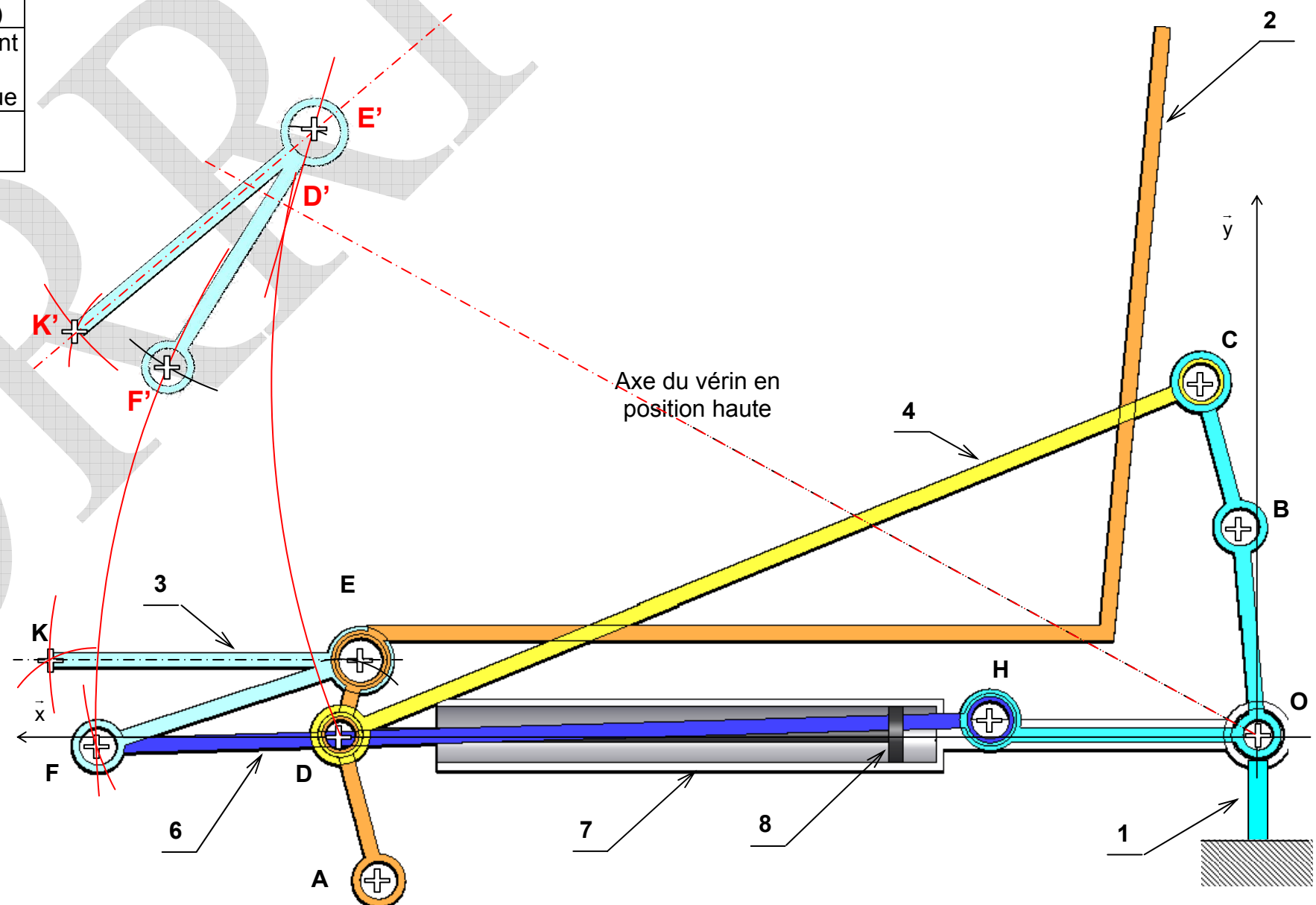
Angle de basculement : $\cong 40^\circ$

- Vérifier que l'angle de basculement obtenu correspond à celui imposé par le cahier des charges (**Doc DT2**)

Cahier des charges : $35^\circ < \alpha < 45^\circ$, ici $\alpha = 40^\circ$, ce critère du cahier des charges est donc bien vérifié.



Siège représenté
en position basse

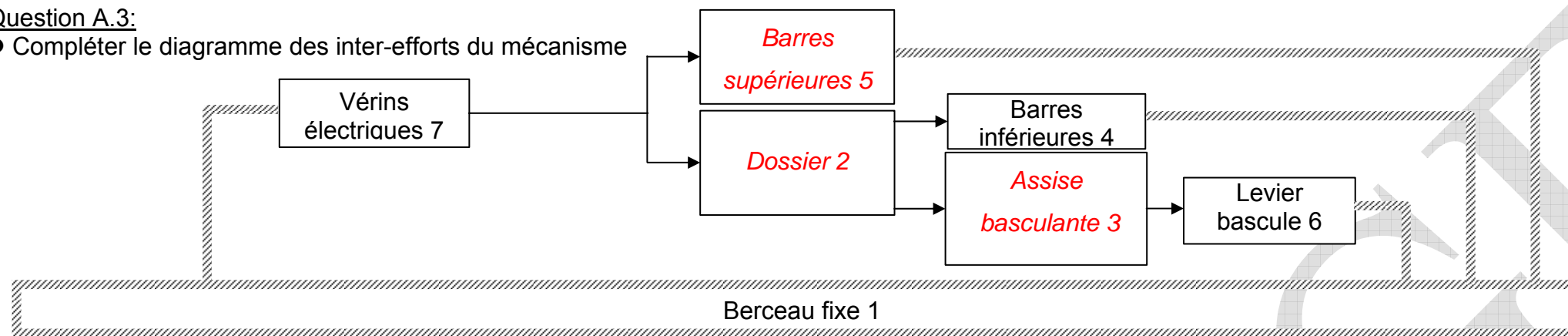


A.3. Analyse de l'ancienne version du siège Confort®

Document DR3

Question A.3:

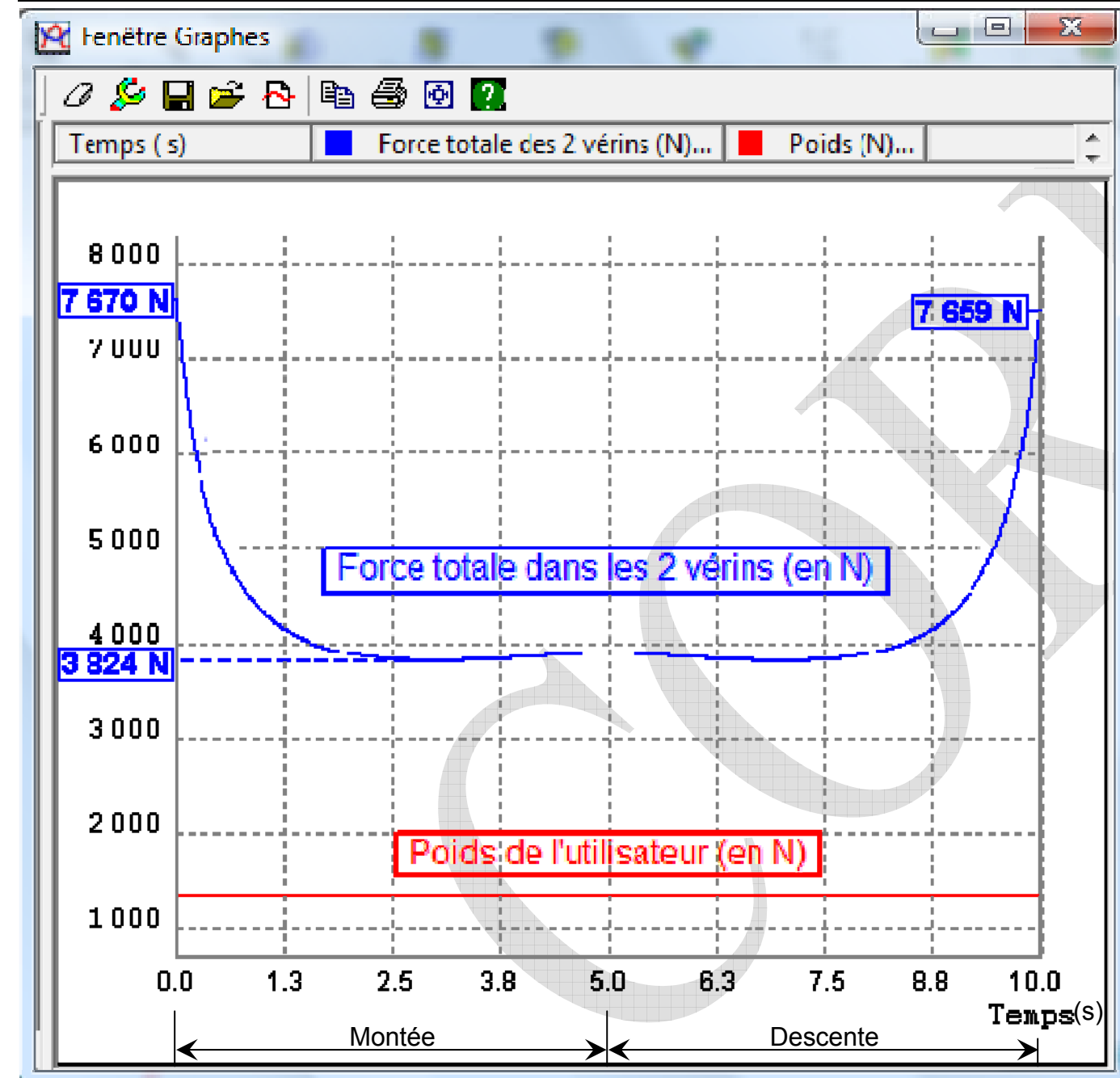
- Compléter le diagramme des inter-efforts du mécanisme



Repère	Désignation	Nb
7	Vérin électrique	2
6	Levier bascule	1
5	Barre supérieure	2
4	Barre inférieure	2
3	Assise basculante	1
2	Dossier	1
1	Berceau fixe	1

A.4. Analyse des efforts sur l'ancienne version du siège Confort®

Courbes données pour une vitesse constante en bout de vérin de $\|V_{D,8/7}\| = 10 \text{ mm.s}^{-1}$



Question A.4:

- Phase (montée ou descente) quand le vérin est moteur, cochez la bonne réponse :

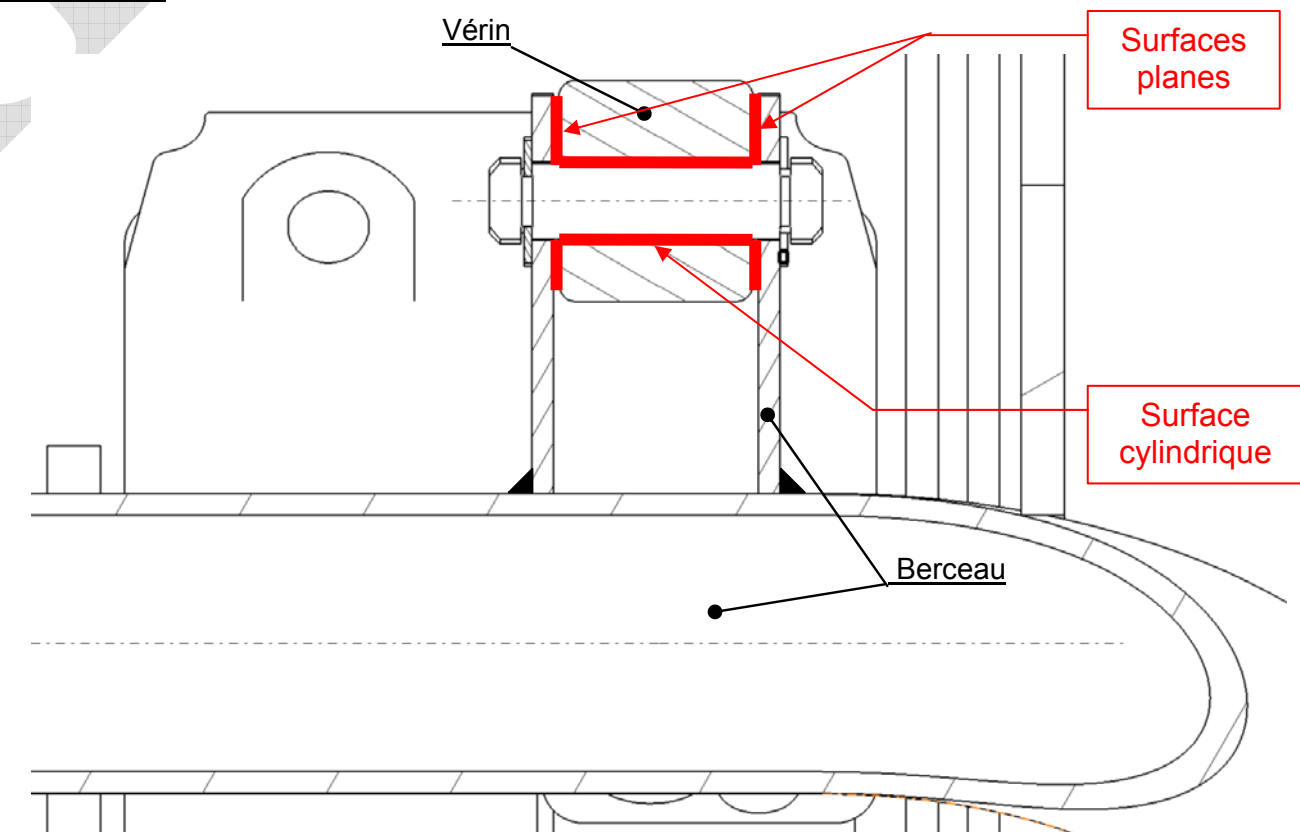
Phase de montée ☒

Phase de descente ☐

Justifier votre réponse : *C'est dans la phase de montée que le système lève l'utilisateur (augmentation de l'énergie potentielle), donc fourni de l'énergie → phase motrice*

- Instant où le système est le plus sollicité (où la puissance demandée est la plus importante) : $t = 0s$
- Justifier en argumentant sur l'effort et la vitesse : $P = \vec{F} \cdot \vec{V}$, *ici la vitesse est supposée constante, la puissance sera donc maximale quand la force sera maximale, d'après la courbe c'est à l'instant $t=0s$*
- Effort nécessaire pour un seul vérin dans cette position : **7670 N**

Question D.1 :



B.1.1. Isoler le levier bascule 6

- Bilan des actions mécaniques :

$\vec{F}_{3 \rightarrow 6}$	F	?	3 → 6	?
$\vec{H}_{1 \rightarrow 6}$	H	?	1 → 6	?

- Principe fondamental de la statique :

Un système matériel rigide soumis à 2 forces est en équilibre si et seulement si celles-ci sont égales et directement opposées

- Résultat :

$\vec{F}_{3 \rightarrow 6}$	F	— (F,H)	3 → 6	?
$\vec{H}_{1 \rightarrow 6}$	H	— (F,H)	1 → 6	?

B.1.2. Isoler S3

- Bilan des actions mécaniques :

\vec{P}_{S3}	G	I	↓	1350 N
$\vec{F}_{6 \rightarrow 3}$	F	(F,H)	6 → 3	?
$\vec{D}_{2+S4+V \rightarrow S3}$	D	?	2 + S4 + V → S3	?

Polygone ou dynamique des forces
Echelle : 1 mm → 40 N

- Principe fondamental de la statique :

Un système matériel rigide soumis à 3 forces est en équilibre si et seulement si :

- Leurs supports sont coplanaires et concourants
- Le dynamique des forces est fermé

- Résultat :

$\vec{D}_{2+S4+V \rightarrow S3}$	D	←	4 000 N
-----------------------------------	---	---	---------

- Tracer la direction de $\vec{D}_{2+S4+V \rightarrow S3}$ sur le rapporteur en bas à droite de la page
Donner son angle avec l'horizontale : **16°(ou 164°)**

B.1.3. Isoler S4

- Nombre d'actions mécaniques extérieures sur S4 : **2**

- Résultat :

Résultat attendu : $\Delta \vec{C}_{1 \rightarrow S4}$ = droite (C,D)

Résultat accepté :

$\vec{D}_{2+3+V \rightarrow S4}$	D	— (C,D)	2 + 3 + V → S4	?
$\vec{C}_{1 \rightarrow S4}$	H	— (C,D)	1 → S4	?

B.1.4. Isoler S5

- Nombre d'actions mécaniques extérieures sur S5 : **2**

- Résultat :

Résultat attendu : $\Delta \vec{B}_{1 \rightarrow S5}$ = droite (A,B)

Résultat accepté :

$\vec{B}_{1 \rightarrow S5}$	B	— (A,B)	1 → S5	?
$\vec{A}_{1 \rightarrow 5}$	A	— (A,B)	3 → S5	?

B.1.5. Déduire et justifier la direction de la résultante des deux

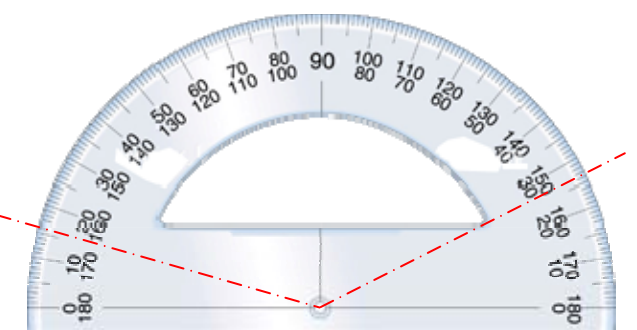
actions $\vec{C}_{1 \rightarrow S4}$ et $\vec{B}_{1 \rightarrow S5}$ notée : direction de $\vec{R}_{1 \rightarrow (S4+S5)}$

$\vec{C}_{1 \rightarrow S4}$ et $\vec{B}_{1 \rightarrow S5}$ sont //, leur résultante conservera donc la même direction : une droite // à (A,B) [ou encore // à (C,D)]

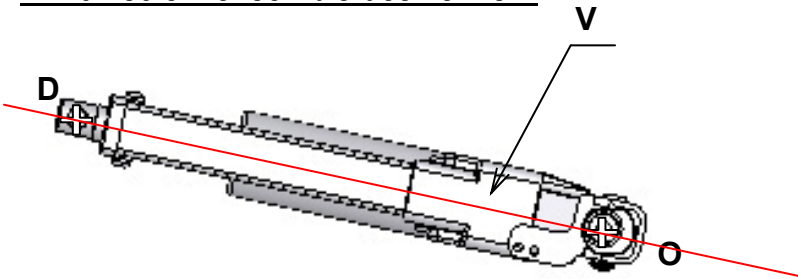
Direction de $\vec{R}_{1 \rightarrow (S4+S5)}$ = Droite // à la droite (A,B)

● Tracez cette direction sur le rapporteur ci-contre

La direction de $\vec{R}_{1 \rightarrow (S4+S5)}$ a un angle de **27°** (degrés)



B.1.6. Isoler l'ensemble des vérins V



- Nombre d'actions mécaniques extérieures sur V :

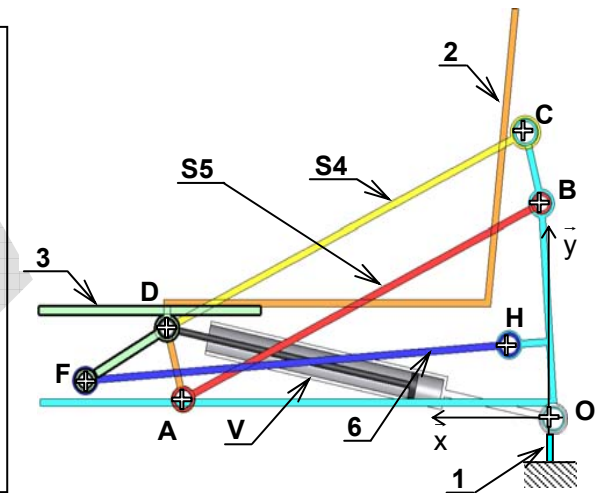
2

- Résultat :

Résultat attendu : $\Delta \vec{O}_{1 \rightarrow V} = \text{droite } (O, D)$

Résultat accepté :

$\vec{D}_{2+3+S4 \rightarrow V}$	D	$\searrow (O, D)$	$2+3+S4 \rightarrow V$?
$\vec{O}_{1 \rightarrow V}$	O	$\searrow (O, D)$	$1 \rightarrow V$?

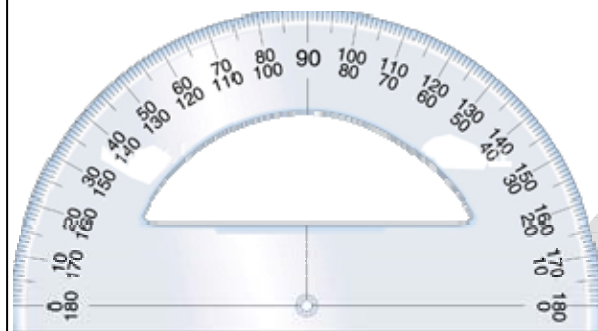
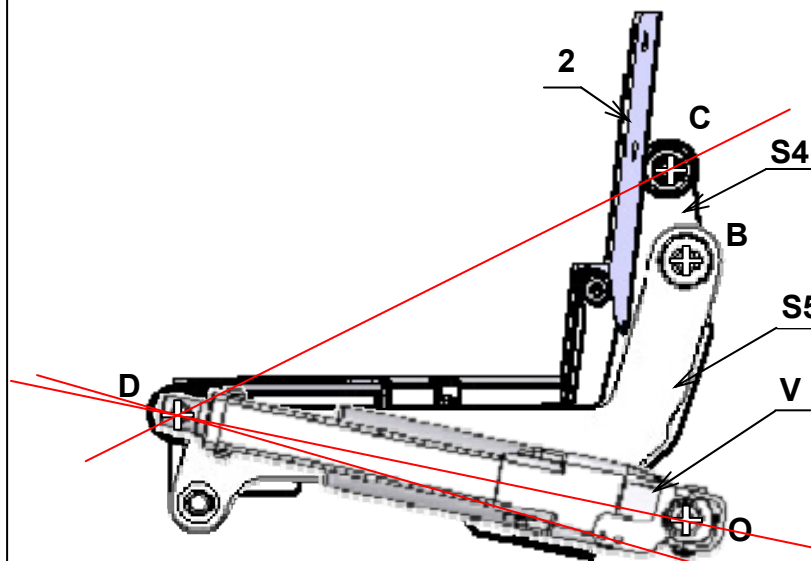


B.1.7. On isole {2+S4+S5+V}

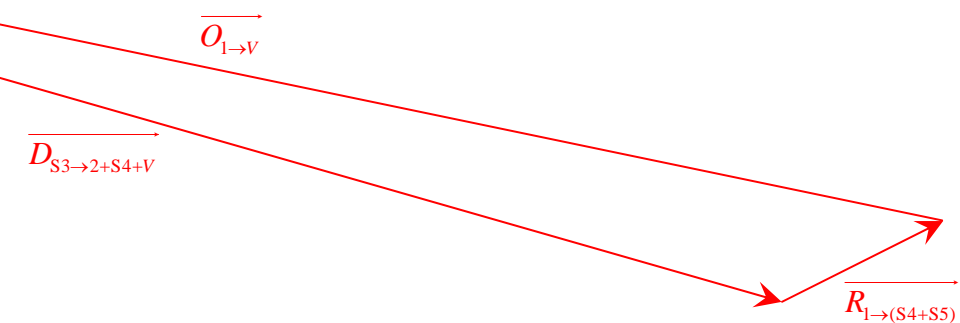
- Principe fondamental de la statique :

Un système matériel rigide soumis à 3 forces est en équilibre si et seulement si :

- Leurs supports sont coplanaires et concourants
- Le dynamique des forces est fermé



Polygone ou dynamique des forces
Echelle : 1 mm \rightarrow 20 N



Résultat : $\|\vec{O}_{1 \rightarrow V}\| = 4260 \text{ N}$ Donc pour un vérin : $\frac{4260}{2} = 2130 \text{ N}$

B.1.8 Calcul de la puissance d'un vérin nécessaire lors de la phase relevage de l'utilisateur avec une vitesse constante en sortie de tige $\|\vec{V}_{D,8/7}\| = 10 \text{ mm.s}^{-1}$, quels que soient les résultats trouvés précédemment on admettra que la force dans un seul vérin est de 2130N

B.1.8.1. Puissance utile P_u dans la position la plus contraignante:
(Puissance utile maximale dans la phase de relevage)

$$P_u = \vec{F} \cdot \vec{V}_{D,8/7} = F \times V_{D,8/7} = \|\vec{O}_{1/V}\| \times \|\vec{V}_{D,8/7}\|$$

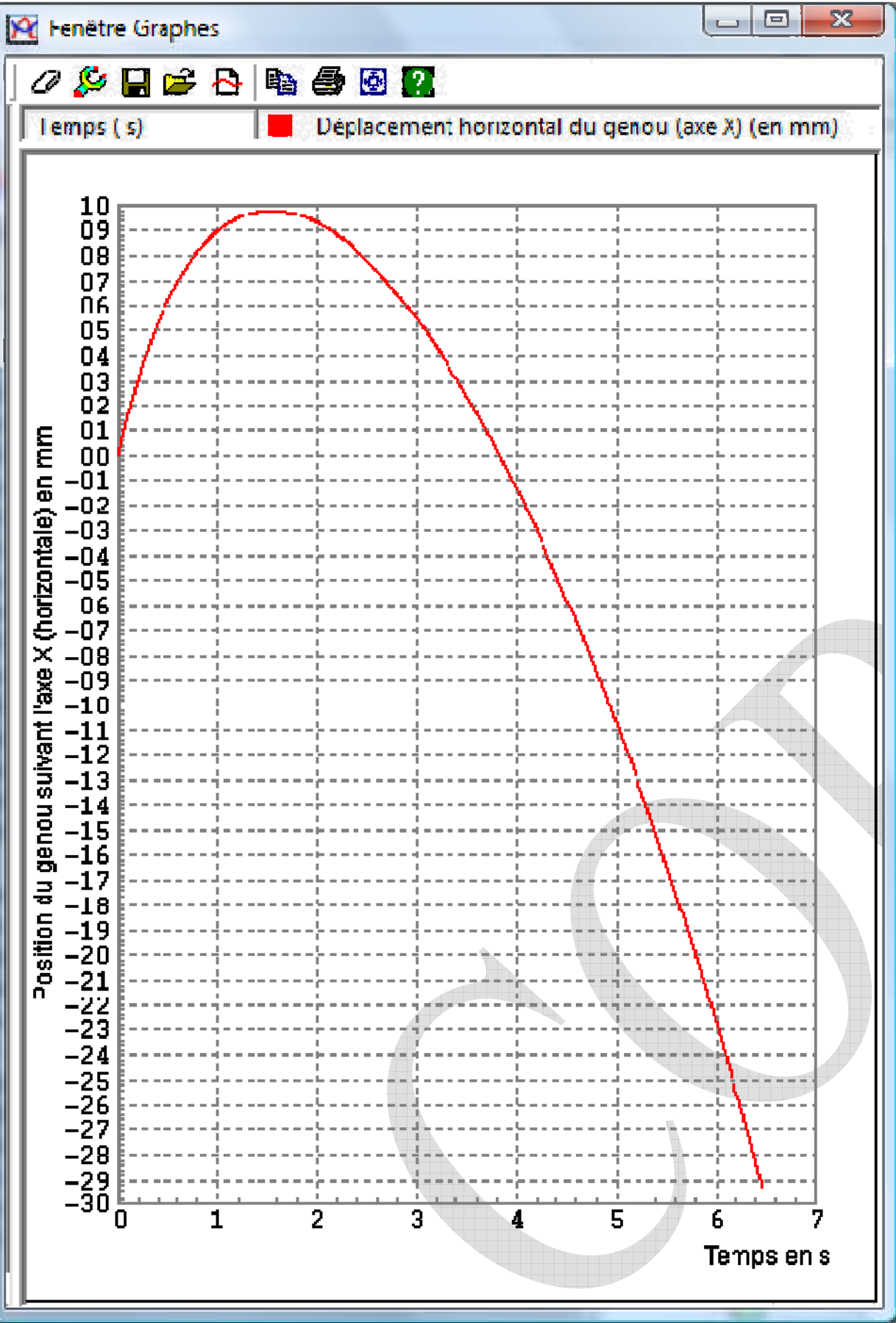
$$= 2130 \times 10 \cdot 10^{-3} = 21,30 \text{ W}$$

B.1.8.2. Puissance à retenir pour le choix d'un vérin
notée P_s avec un facteur de service de 0,8
(ce qui équivaut à un coefficient de sécurité de 1,25)

$$P_s = f_s \times P_u = 0,8 \times 21,3 = 17,04 \text{ W}$$

Quel vérin choisissez-vous : celui de l'ancienne version (CAHB-21-B3N-102) ou bien un autre (dans ce dernier cas, préciser alors la référence sachant que la course nécessaire est de 65 mm)?

Choix du vérin CAHB-20-B2A-102 (24V, Charge 2500 N, P=20W, course 105 mm)

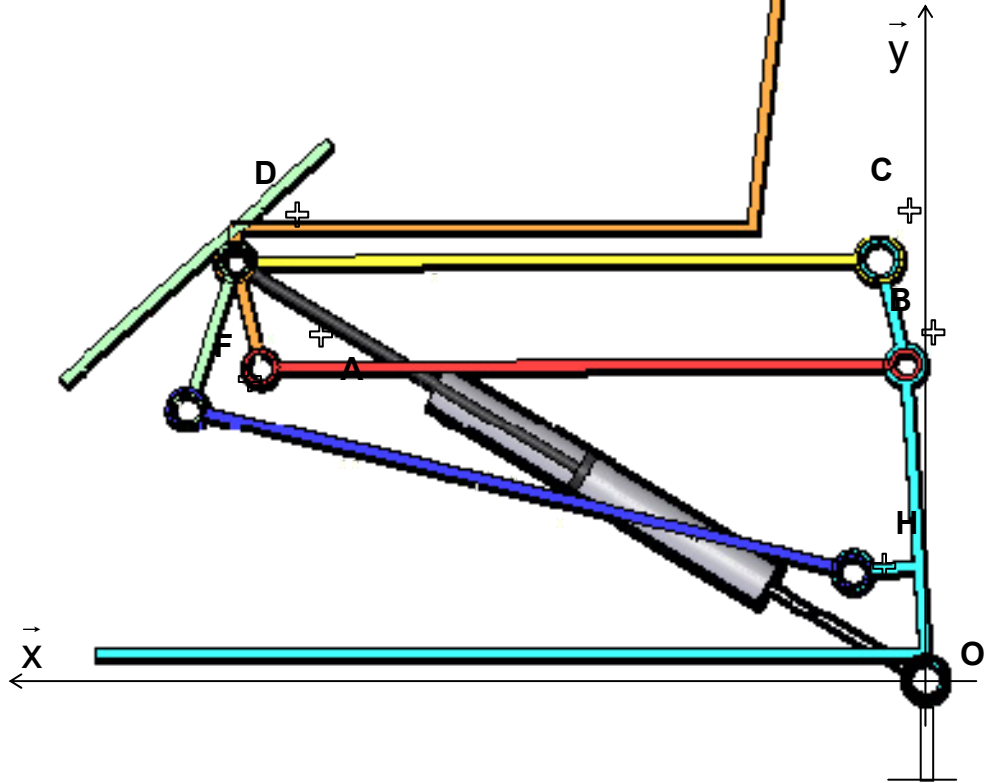
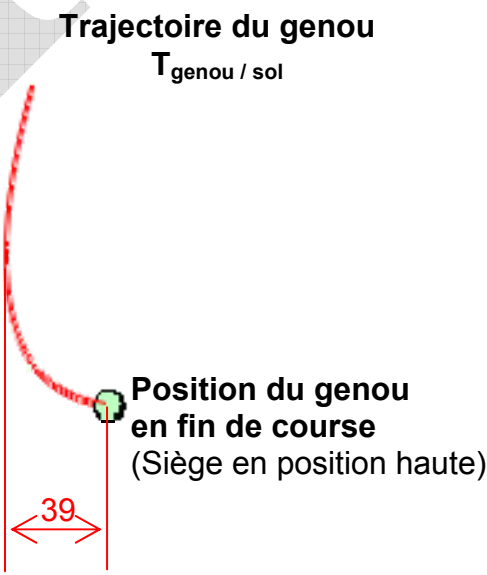


B.2.1 Vérification du critère de confort et de sécurité sur le débattement horizontal du genou

● Sur la courbe ci-contre, relever les positions extrêmes du genou selon l'axe X, puis compléter le tableau suivant :

	Position extrême gauche	Position extrême droite
Temps (s)	1,5 s	6,5 s
Valeur de la position horizontale du genou selon l'axe X (mm)	9,8 mm	- 29,2 mm

- Déterminer la valeur totale du débattement horizontal du genou :
 $9,8 - (- 29,2) = 39 \text{ mm}$
- Reporter la cote de débattement horizontal sur la figure ci-dessous
- Conclure sur le débattement obtenu par rapport à celui imposé par le cahier des charges (voir **Doc DT2**) :
Cahier des charges : Débattement horizontal maximum de 50 mm
 $39 \text{ mm} < 50 \text{ mm}$, ce critère du cahier des charges est donc respecté.



B.2.2. Vérification des critères de sécurité de la nouvelle version du siège Confort®

B.2.2.1 Vérification de la faible vitesse de l'utilisateur $\|V_{G_{Utilisateur}/1}\|$ en fin phase de relevage.

La vitesse de sortie de tige du vérin est de $\|V_{D,8/7}\| = 10 \text{ mm.s}^{-1}$

a) Tracé de $\vec{V}_{D,8/7}$

b) Mouvement de S4/1 et tracé de $\Delta\vec{V}_{D,S4/1}$: *Rotation de centre C*

c) Justification de $\vec{V}_{D,8/1} = \vec{V}_{D,S4/1}$: *Car D est point coïncidant dans le mouvement entre 8 et S4*

d) Mouvement de 7/1 et tracé de $\Delta\vec{V}_{D,7/1}$: *Rotation de centre O*

e) Ecriture de la composition des vitesses au point D entre 8, 7 et 1, puis tracé de la vitesse $\vec{V}_{D,8/1}$:

$$\vec{V}_{D,8/1} = \vec{V}_{D,8/7} + \vec{V}_{D,7/1}$$

f) Justification de $\vec{V}_{D,8/1} = \vec{V}_{D,S3/1}$: *Car D est point coïncidant dans le mouvement entre 8 et S3*

Valeur de la vitesse $\vec{V}_{D,S3/1}$ et son unité: $\|V_{D,S3/1}\| = 19,23 \text{ mm.s}^{-1}$

g) Mouvement de 6/1 et tracé de $\Delta\vec{V}_{F,6/1}$: *Rotation de centre H*

h) Justification de $\vec{V}_{F,S3/1} = \vec{V}_{F,6/1}$: *Car F est point coïncidant dans le mouvement entre S3 et 6*

i) Tracé du C.I.R. de S3/1 (centre instantané de rotation dans le mouvement de S3 par rapport à 1)

j) Tracé de $\Delta\vec{V}_{G_{S3},S3/1}$, où G_{S3} est le centre de gravité de S3 = {3+utilisateur}

k) Par la méthode de votre choix, tracé de $\vec{V}_{G_{S3},S3/1}$

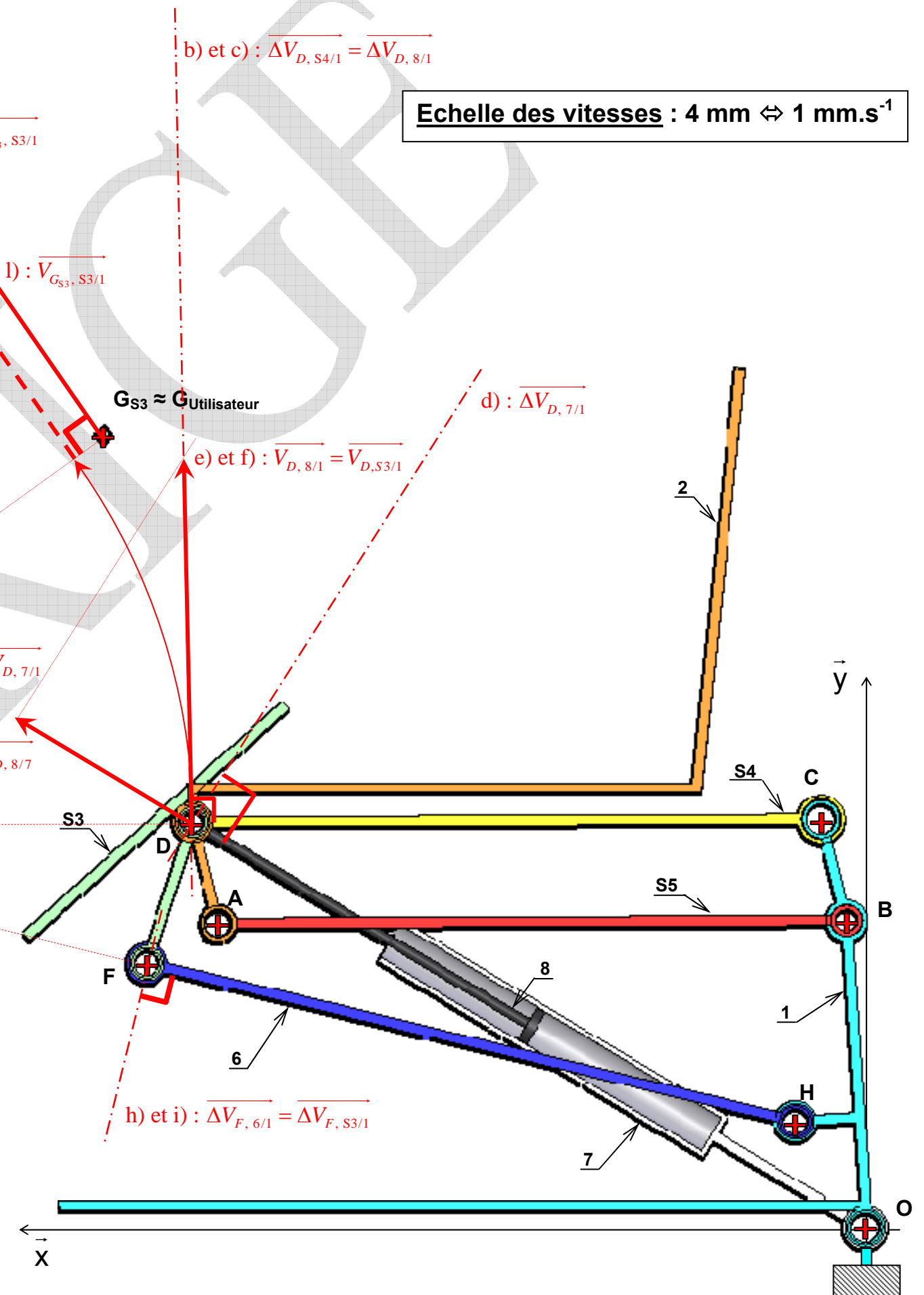
l) Valeur de la vitesse $\vec{V}_{G_{S3},S3/1}$ et son unité:

$$\vec{V}_{G_{S3},S3/1} = 20,3 \text{ mm.s}^{-1}$$

m) $\vec{V}_{G_{S3},S3/1}$ sera considérée comme égale à celle de l'utilisateur en fin de relevage : $\|V_{G_{Utilisateur}/1}\|$, l'utilisateur poursuivant le mouvement impulsé. Cette vitesse devant être inférieure à 0,1 km/h, conclusion quant à la validation de cette nouvelle version du mécanisme du siège Confort®

$$0,1 \text{ km/h} = \frac{10^5}{3600} = 27,77 \text{ mm.s}^{-1}, \text{ ici } \|V_{G_{S3},S3/1}\| = 20,3 \text{ mm.s}^{-1} < 27,77 \text{ mm.s}^{-1}, \text{ la vitesse de l'utilisateur est donc}$$

bien inférieure à 0,1 km/h. Ce critère du cahier des charges est donc respecté.



B 2. Validation des conditions de fonctionnement (fin)

Document DR8

ATTENTION : Il est conseillé de ne pas passer plus de 15 minutes sur cette question

B.2.2.2. Vérification de l'effort au niveau du cou de l'utilisateur en phase de début de relevage

Pour des raisons de confort et éviter tout risque de lésions ou sensations désagréables notamment au niveau du cou (brusque recul de la tête en arrière \approx « coup du lapin »), la valeur de la composante **horizontale** de la force $\overrightarrow{T}_{\text{corps} \rightarrow \text{tête}}$: $T_{X, \text{corps} \rightarrow \text{tête}}$ donc $T_{X, \text{tête} \rightarrow \text{corps}}$ ne doit pas

dépasser 10 N. L'étude se fera en dynamique, le corps de l'utilisateur étant soumis à trois forces extérieures: $\overrightarrow{P}_{\text{Corps}}$, $\overrightarrow{T}_{\text{tête} \rightarrow \text{corps}}$, $\overrightarrow{S}_{\text{Siège} \rightarrow \text{Corps}}$

Données :

○ Masse du corps : $m_{\text{corps}} = 133 \text{ Kg}$

○ Force (en N) du siège sur le corps : $\overrightarrow{S}_{\text{Siège} \rightarrow \text{Corps}} = \begin{pmatrix} +33 \\ +1370 \\ 0 \end{pmatrix}$

○ Accélération (en m.s^{-2}) du centre de gravité du corps de l'utilisateur G_{Corps} $\overrightarrow{a}_{G_{\text{corps}}} (\text{corps} / 1) = \begin{pmatrix} +0,29 \\ +0,13 \\ 0 \end{pmatrix}$

- Enoncer le Principe Fondamental de la Dynamique (PFD) limité au théorème de la résultante dynamique sur le corps de l'utilisateur

$$\sum \overrightarrow{F}_{(\text{extérieur} \rightarrow \text{Corps de l'utilisateur})} = m \cdot \overrightarrow{a}_{G_{\text{corps}}} (\text{corps} / 1)$$

- Calcul de $T_{X, \text{tête} \rightarrow \text{corps}}$ en écrivant le Principe Fondamental de la Dynamique (PFD) limité au théorème de la résultante dynamique suivant l'axe horizontal \vec{x} sur le corps de l'utilisateur :

$$\overrightarrow{P}_{\text{Corps}} + \overrightarrow{T}_{\text{tête} \rightarrow \text{corps}} + \overrightarrow{S}_{\text{Siège} \rightarrow \text{Corps}} = m \cdot \overrightarrow{a}_{G_{\text{corps}}} (\text{corps} / 1)$$

$$\text{Sur l'axe X : } 0 + T_{X, \text{tête} \rightarrow \text{corps}} + 33 = 133 \times 0,29$$

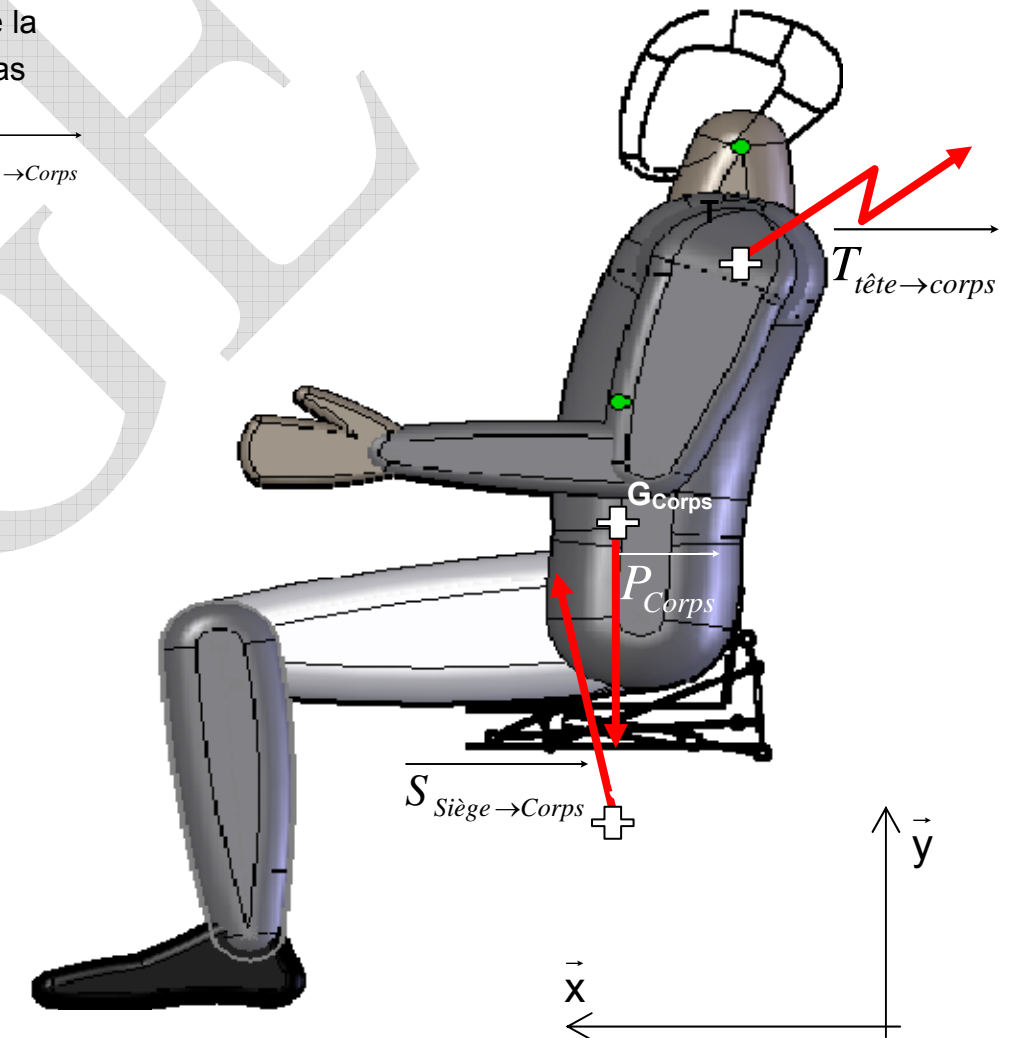
$$\text{Donc } T_{X, \text{tête} \rightarrow \text{corps}} = 133 \times 0,29 - 33 = 5,57 \text{ N}$$

Résultat :

$$T_{X, \text{corps} \rightarrow \text{tête}} = 5,57 \text{ N}$$

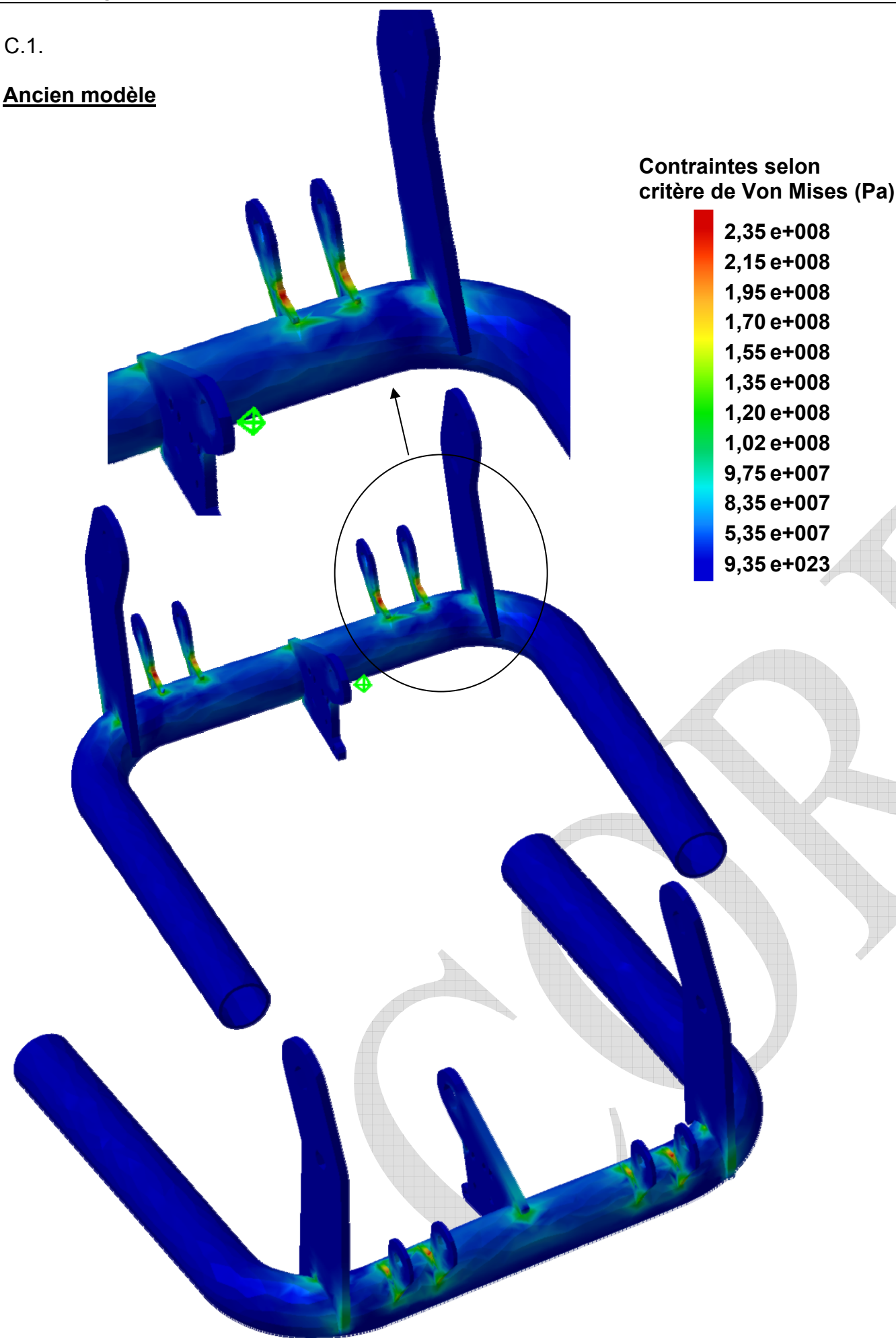
- Conclure quant à la validation de ce critère au vu du cahier des charges (voir Doc DT2).

$$T_{X, \text{tête} \rightarrow \text{corps}} = 5,57 \text{ N} < 10 \text{ N}, \text{ ce critère du cahier des charges est donc respecté.}$$

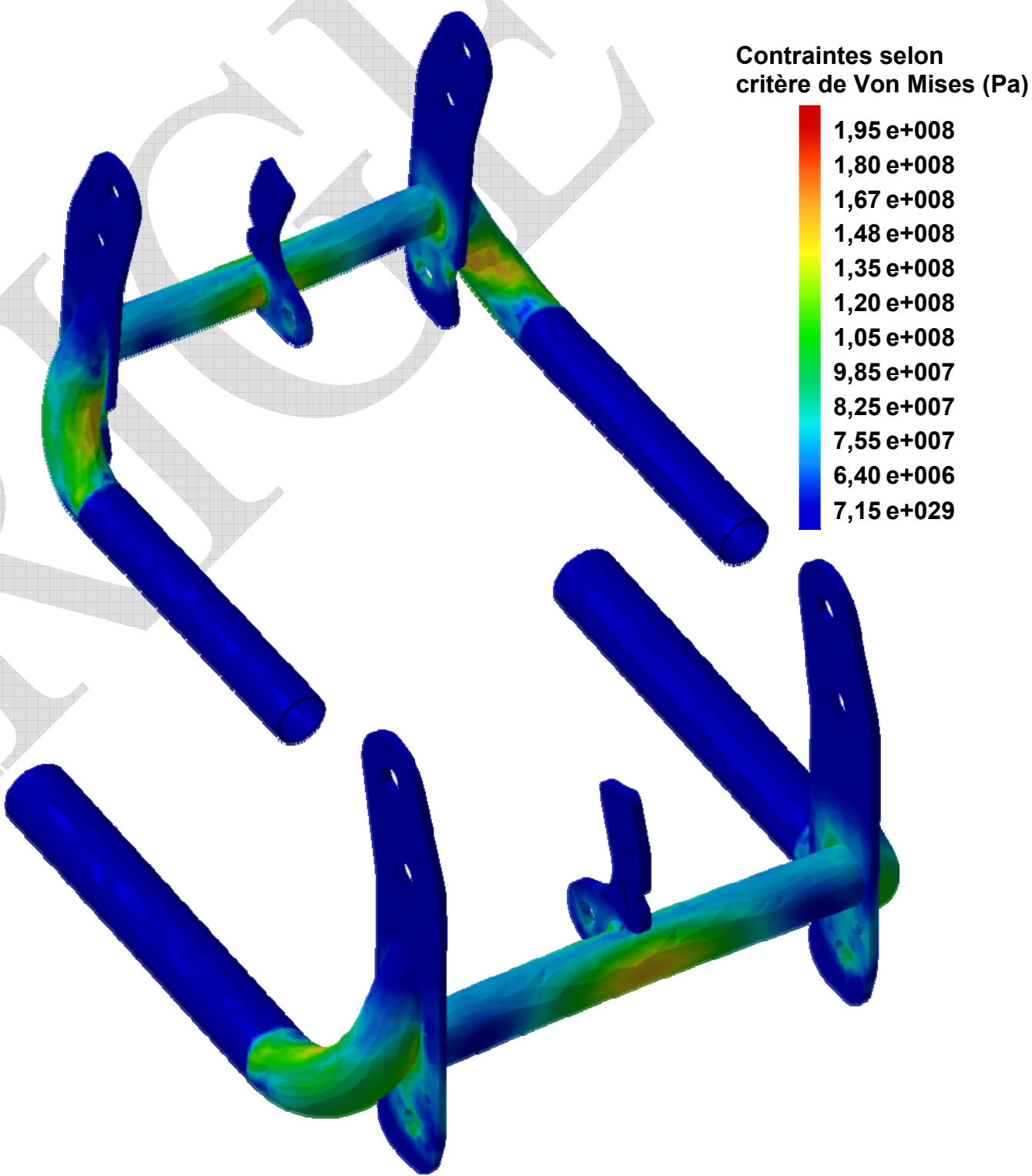


C.1.

Ancien modèle

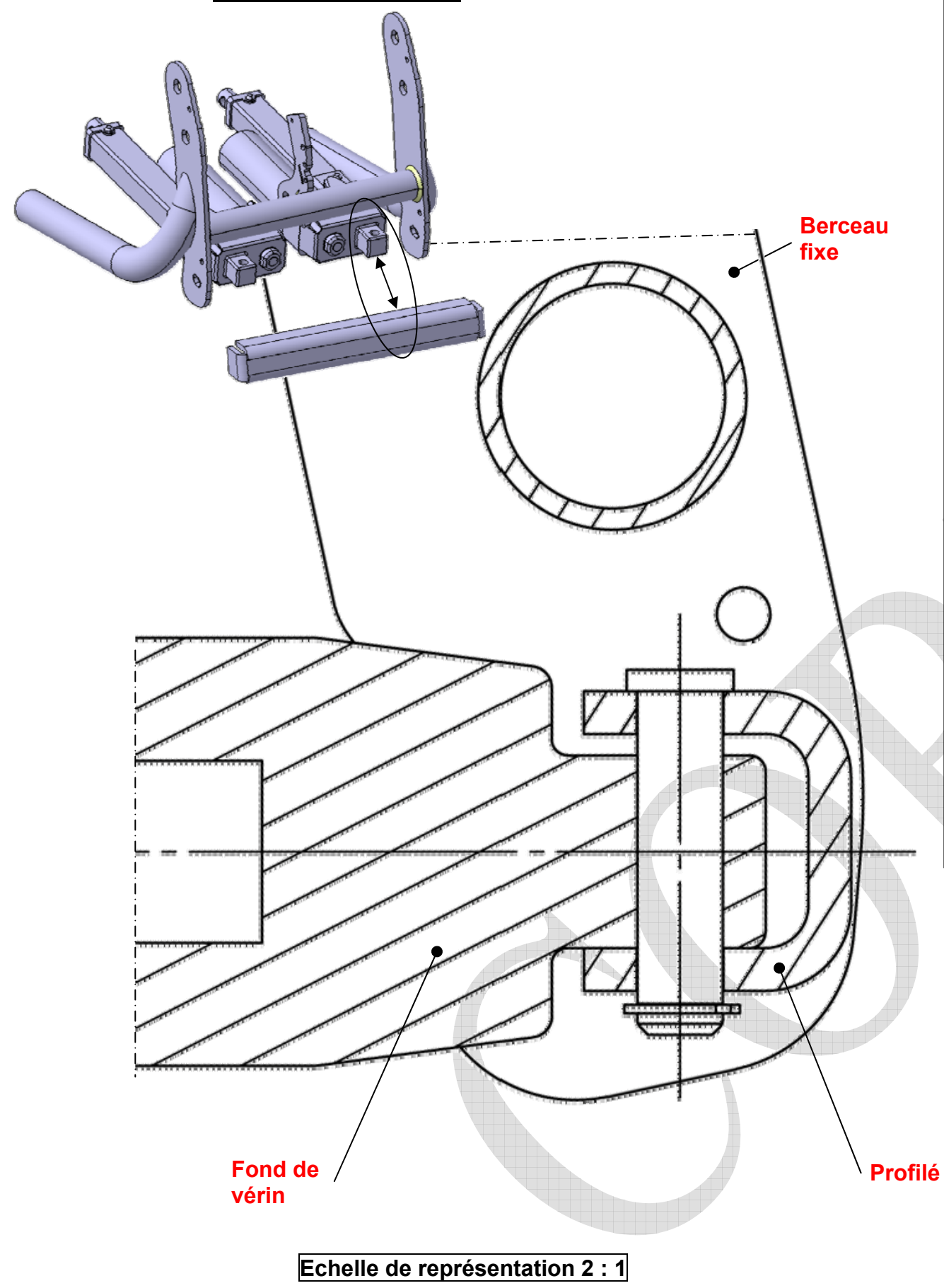


Nouveau modèle



C.2. Selon l'analyse du nouveau modèle, les modifications apportées permettent-elles de répondre à l'attente voulue. Justifier votre affirmation et indiquer les zones les plus sollicitées :

D.7. et D .8. Liaisons profilé - vérin



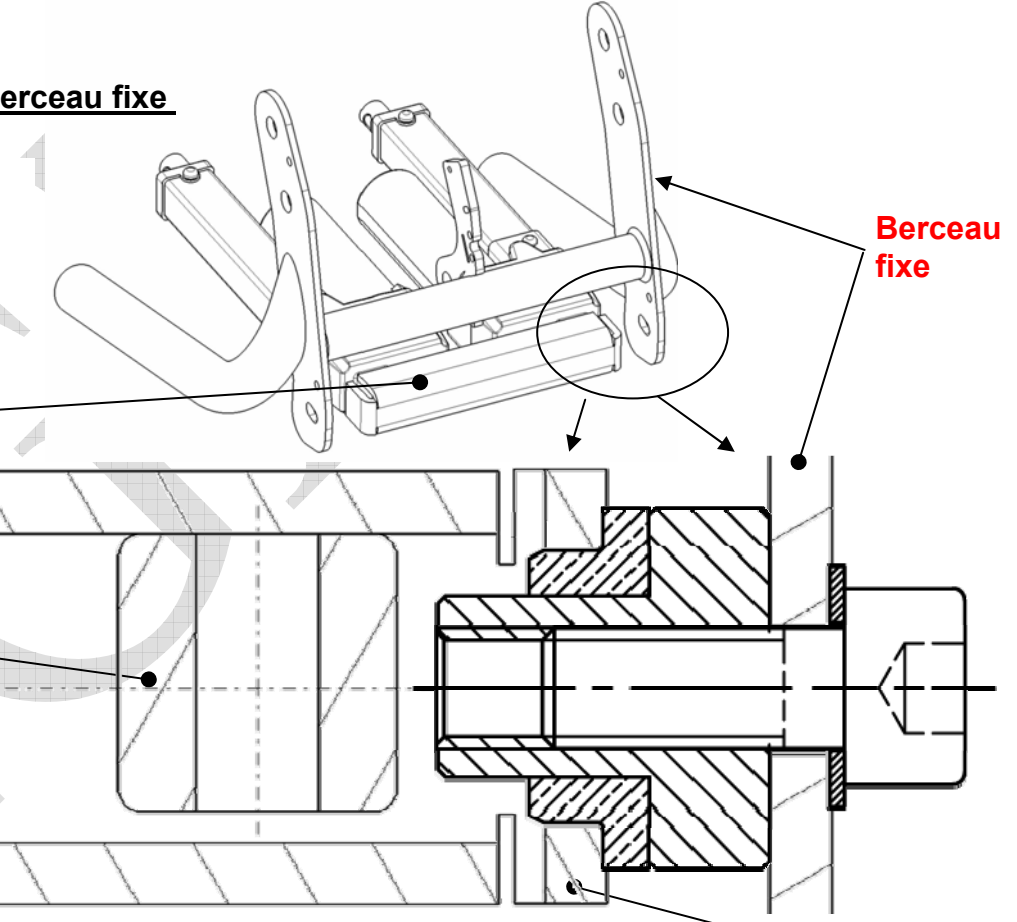
Ne réaliser qu'une seule solution parmi ces deux choix proposés

D.9. et D.10. Liaisons profilé – berceau fixe

Solution 1 : profilé court
(avec un espace entre le flanc du profilé et le berceau)

Profilé
Fond de vérin

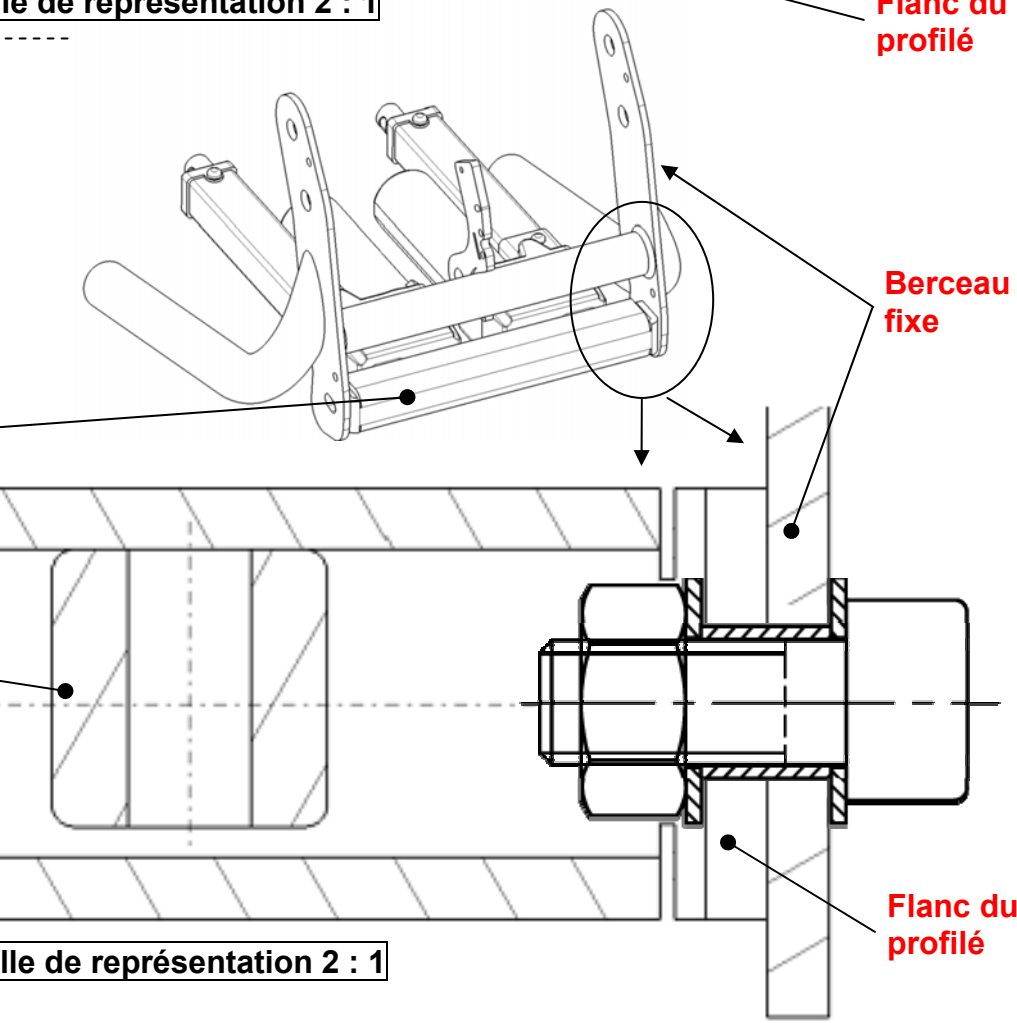
Echelle de représentation 2 : 1



Solution 2 : profilé long
(avec contact du flanc du profilé et le berceau)

Profilé
Fond de vérin

Echelle de représentation 2 : 1



QUESTIONS SUR FEUILLE DE COPIE

D.2. Détailler, sur feuille de copie, la nature de ces surfaces de mise en position.

Fait sur le document corrigé DR3

D.3. Indiquer les avantages techniques d'une telle solution (pièce intermédiaire et liaisons multiples).

Mots clés attendus :

- *mobilité supplémentaire*
- *résolution (partielle) de problème au montage ou au fonctionnement*
- *Hyperstaticité*

Détails (non demandés au candidat) :

*Cette pièce intermédiaire permet d'ajouter une **mobilité supplémentaire** dans la liaison entre le corps de vérin et le berceau fixe :*

*L'ancienne solution réalisait une liaison pivot d'axe Z ne laissant donc qu'un seul degré de liberté (rotation autour de O_z), cela pouvait poser des **problèmes au montage** (non coaxialité entre les surfaces réalisant la liaison entre la tige de vérin 8 et le dossier 2, voire des contraintes internes lors du fonctionnement du siège. Ce montage est **hyperstatique**.*

La nouvelle solution réalise une liaison sphérique à doigt (cardan) laissant deux degrés de liberté (rotation autour des axes O_{xv} et O_z) limitant légèrement les problèmes cités précédemment.

Une meilleure solution fonctionnelle eut été que le constructeur réalise aussi une liaison sphérique à doigt (cardan) entre la tige de vérin 8 et le dossier 2, voire des liaisons sphériques à chaque extrémité du vérin, réalisant ainsi un montage isostatique du vérin (avec une mobilité interne dans le cas de la deuxième solution, sans incidence sur le fonctionnement). D'autres solutions sont envisageables.

D.4. Identifier la nature de la sollicitation dans la poutre AB pour chacun des tronçons [AO''], [O''O'] et [O'B].

[AO''] et [O'B] : Flexion simple

[O''O'] : Flexion pure

D.5. A l'aide de la formule ci-dessous, calculer la contrainte normale maximale régnant dans le profilé .

$$\sigma_{Maxi} = \left| -\frac{M_{fY}}{I_{GY}} \cdot v_{Maxi} \right|$$

où v_{Maxi} = abscisse de la fibre la plus éloignée de l'axe neutre (axe x), $v_{Maxi} = x_{maxi}$

$$M_{fY} = 85\,200 \text{ N.mm}$$

$$I_{GY} = 14\,000 \text{ mm}^4$$

$$v_{Maxi} = 25 - 10,2 = 14,8 \text{ mm}$$

$$D'où : \sigma_{Maxi} = \frac{85\,200}{14\,000} \cdot 14,8 = 90 \text{ MPa}$$

D.6. Enoncer la condition de résistance pratique élastique (tenant compte du coefficient de sécurité) et en déduire si le profilé choisi convient pour l'application étudiée.

Le profilé convient si $\sigma_{Maxi} \leq R_{pe}$

$$R_{pe} = \frac{R_e}{s} = \frac{235}{1,2} = 195,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Maxi} = 90 \text{ MPa} < R_{pe} = 195,8 \text{ MPa}$$

Donc ce profilé convient largement.