

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

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

DOSSIER TRAVAIL

DIVAN iQUEST

Ce dossier comporte 13 pages dont 1 page de garde.

Temps conseillé :

Lecture :	30 minutes
Partie 1 :	55 minutes
Partie 2 :	70 minutes
Partie 3 :	50 minutes
Partie 4 :	35 minutes
Partie 5 :	50 minutes
Partie 6 :	70 minutes

Partie 1 : Validation de l'architecture cinématique

Objectif 1 : Analyser les paramètres des positions d'usage du divan et les manœuvres associées des vérins

Question 1	Sur le DR1, compléter pour chaque position d'usage, les valeurs des paramètres de hauteur d'assise h et d'angle de dossier α .
DR1 DT1, DT2, id 1.2.1.1	

Question 2	En suivant l'exemple d'interprétation de l'ordre de manœuvre fourni, compléter le diagramme du DR1 avec l'ordre de manœuvre des différents vérins entre chaque position.
DR1 DT1, DT2, id 1.2.1.1	

Objectif 2 : Schématiser la cinématique principale du divan

Le DT3 présente l'avant-projet de conception du divan.

Question 3	Sur le DR2, compléter le graphe des liaisons et le schéma cinématique correspondant à l'avant-projet.
DR2 DT1, DT3	

Question 4	Dans l'encadré du DR2, préciser la ou les éventuelles contraintes géométriques permettant une simulation correcte du mécanisme.
DR2 DT1, DT3	

Objectif 3 : Déterminer la course des vérins entre les positions basse et haute

Le DR3 présente le divan iQuest avec la position des différents points caractéristiques en position basse.

Question 5	Sur le DR3, tracer la position l' atteinte en position haute du divan.
DR3	

Question 6	Sur le DR3, tracer la position G' atteinte en position haute du divan.
DR3	

Données :

- En position basse, l'entraxe des vérins de tête et de pied est de $FG = BA = 403 \text{ mm}$.

Question 7	Dans l'encadré approprié du DR3, mesurer l'entraxe FG' du vérin de tête en position haute et en déduire la course du vérin.
DR3	

Données :

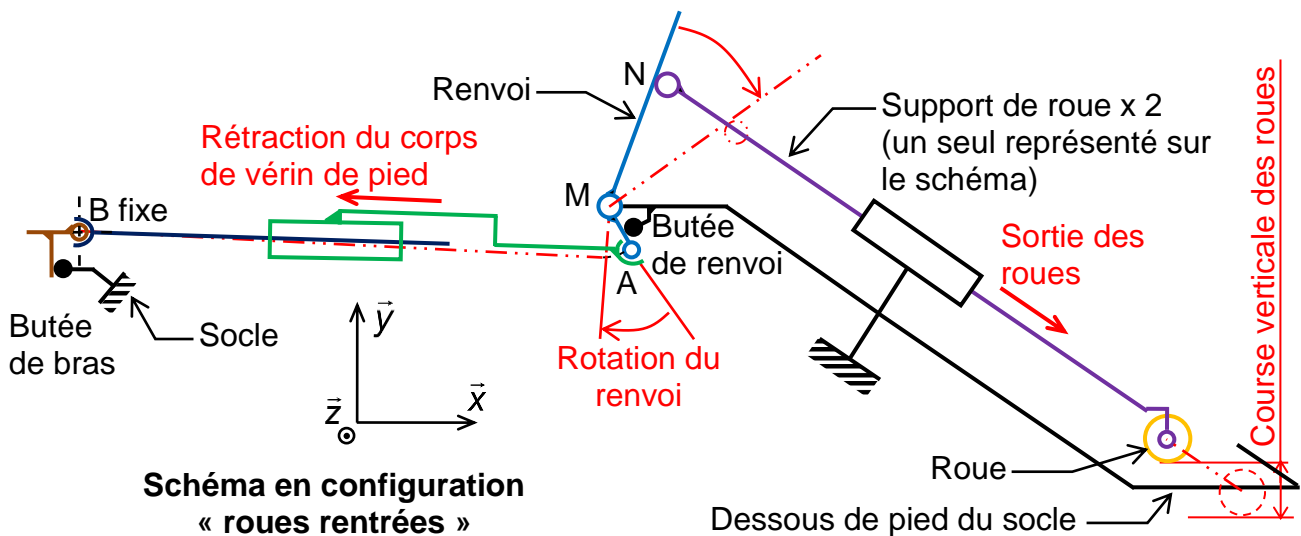
- La course du vérin de pied est estimée à 157 mm .

Question 8	Comparer la course des deux vérins
DR3	

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

Pour répondre à l'exigence de mobilité dans la salle d'examen (voir DT2, exigence 1.1.4), un dispositif de sortie/rétraction de roues intégrées à l'intérieur des pieds du socle est proposé en utilisant les vérins déjà existants.

On donne le schéma cinématique du dispositif ramené dans le plan moyen (\vec{x} , \vec{y}) du divan. Ce schéma est associé au dispositif des roues de tête de divan qui seront actionnées par le vérin de pied. Le dispositif de l'autre côté du divan est similaire.



Description du dispositif et de son fonctionnement :

Un renvoi est inséré entre le socle et le corps de vérin de pied :

- Le renvoi est en liaison pivot d'axe (M, \vec{z}) avec le socle ;
- Le contact en N entre le renvoi et le support de roue est bilatéral ;
- Le corps de vérin est en liaison rotule de centre A avec le renvoi.

Dans chacun des deux pieds de socle, un support de roues est implanté.

Dans la phase d'élévation du divan, le point A restera fixe par le biais d'une butée entre renvoi et socle.

En phase de descente du divan, une fois la position basse atteinte, la tête de la tige de vérin en B sera bloquée par une butée basse mise en place entre bras d'élévation et socle.

À la commande de sortie des roues, la rétraction du corps de vérin vers le point B fixe entraîne la sortie des roues.

Objectif 1 : Analyser l'architecture cinématique envisagée

On recherche les exigences éventuelles du mécanisme de sortie/rétraction par la qualification de son degré d'hyperstatisme.

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS – Dossier travail	SESSION 2021
U42 – Etude préliminaire de produit – Conception préliminaire	CP42CP Page 3 sur 13

Rappel :

Formule du degré d'hyperstatisme $h = m + \sum N_s - 6(N - 1)$

avec :

m : nombre de mobilités indépendantes du mécanisme (internes et utiles) ;

$\sum N_s$: somme des inconnues statiques des liaisons du mécanisme ;

N : nombre de classes d'équivalence cinématiques du mécanisme.

Question 9	Sur feuille de copie, en considérant les deux supports de roue, calculer le degré d'hyperstatisme h du mécanisme en phase de sortie des roues et avant contact avec le sol.
Feuille de copie	

Question 10	Sur feuille de copie, préciser les particularités géométriques à garantir sur les pièces du mécanisme au regard du degré h obtenu.
Feuille de copie	

Objectif 2 : Réaliser la conception préliminaire du mécanisme

Le DR4 représente la conception préliminaire du mécanisme de sortie/rétraction des roues.

Données et choix de conception :

- La course verticale souhaitée de sortie de chaque roue est de $c = 20$ mm.
- La liaison ponctuelle entre le renvoi et chaque support de roue sera réalisée par un contact direct cylindre-plan de ligne de contact courte ;
- Pour éviter les risques de rayures et en raison du jeu mal maîtrisé, la liaison glissière entre les supports de roue et le socle sera réalisé par interposition d'éléments de frottement plan de type plaque Iglidur® J collés.

Plaque Iglidur® J



Epaisseurs disponibles : 2 à 6 mm (tous les mm)
Faible coefficient de frottement à sec
Faible usure contre de nombreux matériaux

Question 11	Sur le DR4, esquisser la roue en position sortie et en déduire la course du support de roue par rapport au socle.
DR4	

Question 12	Sur le DR4, compléter le croquis d'implantation de la solution constructive de la liaison entre le renvoi et le support de roue. Légendez votre croquis avec les indications fonctionnelles nécessaires (jeux, serrages, mode d'assemblage...) et ajouter les vues que vous jugerez nécessaires.
DR4	

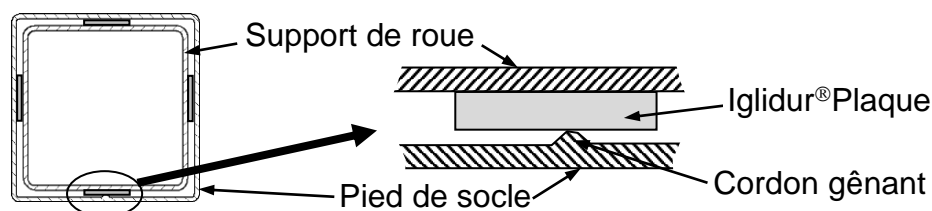
Question 13	Sur le DR4, similairement à la question précédente, compléter le croquis d'implantation de la solution constructive de la liaison entre le support de roue et le socle.
DR4	

Objectif 3 : Optimiser la solution constructive de la liaison glissière

Version initiale

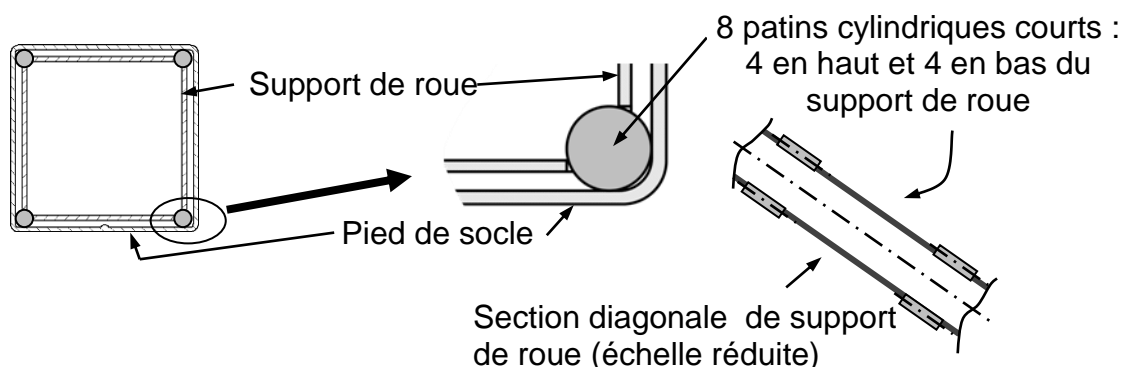
Pour valider la solution initiale de liaison glissière entre socle et support de roue, un prototype est réalisé pour tester l'implantation de plaques Iglidur® collées sur les supports de roues.

Comme les pieds de socle sont envisagés en tôle pliée soudée, le cordon de soudure gêne l'implantation des plaques et l'état de surface ne facilite pas l'opération de collage.



Nouvelle version

La méthode de créativité ASIT permet de faire évoluer la solution constructive vers un guidage par des patins cylindriques courts positionnés en contacts linéiques dans les angles du profil de support de roue comme illustré ci-dessous :



Une présentation sommaire de la méthode ASIT et un exemple sont fournis sur le DT4.

Question 14	Sur feuille de copie, lister les « objets du monde du problème ».
Feuille de copie DT4	
Question 15	Sur feuille de copie, reformuler le problème rencontré avec la solution initiale d'interposition d'éléments plaque Iglidur®.
Feuille de copie DT4	
Question 16	Sur feuille de copie, justifier en quoi les deux principes de la méthode sont respectés.
Feuille de copie DT4	
Question 17	Sur feuille de copie, lister quels outils, parmi les cinq disponibles, ont pu être mobilisés pour évoluer vers la nouvelle version. Justifier brièvement votre réponse pour chaque outil.
Feuille de copie DT4	

Partie 3 : Dimensionnement de l'actionneur d'élévation

Objectif : Choisir une référence de vérin adaptée au cahier des charges

Le bureau d'étude propose d'utiliser le modèle de vérin électrique TA24 de chez TiMotion susceptible de mieux répondre aux nouvelles exigences du cahier des charges.

Question 18	Sur feuille de copie, parmi tous les cas de chargement, déterminer : – l'effort maximal F_t supporté par le vérin de tête ; – l'effort maximal F_p supporté par le vérin de pied.
Feuille de copie DT5	

Par souci de standardisation, on retient l'effort maximal relevé parmi les deux vérins.

Question 19	Sur feuille de copie, fournir le code de capacité de charge du vérin TA24 à retenir.
Feuille de copie DT6, folio 1/5	

Données :

- On considère que le vérin de pied fournit durant une manœuvre d'élévation un effort moyen de 8000 N.
- La course de manœuvre d'élévation de chaque vérin est de 157 mm.

Question 20	Sur feuille de copie, en considérant une élévation à vitesse uniforme, calculer la durée d'élévation entre position basse et haute pour le vérin de pied.
Feuille de copie DT6, folio 2/5	

Question 21	Sur feuille de copie, valider si la durée d'élévation du vérin de pied est conforme aux attentes du cahier des charges.
Feuille de copie DT2, id 1.1.1	

Donnée :

- La différence de durée de manœuvre d'élévation entre les deux vérins peut atteindre 10 s selon le cas de chargement.

Question 22	Sur feuille de copie, décrire l'inconvénient résultant de la différence de vitesse des deux vérins lors de la manœuvre d'élévation. Proposer une option du vérin permettant de remédier au problème tout en limitant l'encombrement d'implantation. Justifier votre réponse.
Feuille de copie DT6, folio 4/5	

Données :

- Dans l'avant-projet, l'entraxe envisagé pour l'implantation des vérins est de 390 mm.
- La course totale utile de chaque vérin est de 170 mm (manœuvre d'élévation + sortie des roues).
- Les choix du bureau d'études sont les suivants :
 - les accessoires de fixation du vérin sont en arrière de type C et en avant de type 1 (voir DT6, folio 3/5) ;
 - il disposera de contacts de fin de course ;
 - il sera alimenté en 24 V DC et devra respecter les exigences de protection contre les risques électriques imposé par le cahier des charges (voir DT2).

Question 23	Sur feuille de copie, fournir :
<i>Feuille de copie</i> DT6, folio 4/5	– la valeur A nécessaire à la recherche de la longueur rétractée du vérin. – la valeur B en se basant sur la course utile.

Question 24	Sur feuille de copie, en déduire la longueur rétractée mini et valider l'entraxe d'implantation envisagé.
<i>Feuille de copie</i> DT6, folio 4/5	

Question 25	Sur feuille de copie, en suivant l'exemple fourni sur le DT6, folio 5/5, donner la désignation complète du vérin TiMotion TA24 pour qu'il puisse se monter dans l'entraxe envisagé.
<i>Feuille de copie</i> DT2, id 1.6.2 DT6	

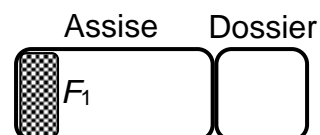
Partie 4 : Prise en compte des exigences normatives

Objectif 1 : Analyser les conditions de non-basculement

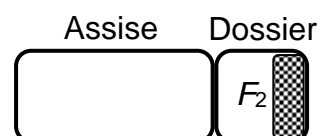
Hypothèses :

La norme EN 60601-1 impose de vérifier le non-basculement du divan dans des conditions de charges spécifiques. Le bureau d'études examine les deux cas de risque de basculement dans le plan longitudinal (autour de la direction \vec{Z}) présentés sur le DR5 :

– Cas d'étude 1 : charge \vec{F}_1 de norme $F_1 = 2\,500\text{ N}$ répartie sur une bande de 250 mm de large au pied de l'assise en position haute ;



– Cas d'étude 2 : charge \vec{F}_2 de norme $F_2 = 1\,100\text{ N}$ répartie sur une bande de 200 mm de large au bout du dossier en position de déport extérieur maxi du dossier.



Les points d'appuis au sol sont imposés par les choix de design. On estime la position du centre de gravité du divan au regard de l'homogénéité moyenne des matériaux utilisés.

Question 26	Sur le DR5, préciser pour chacun des cas autour de quel point il y a risque de basculement du divan.
DR5	

Hypothèse :

On note $P = \|\vec{P}\|$ la norme du poids du divan.

Question 27	Sur le DR5, pour chaque cas, appliquer une équation du principe de la statique pour calculer le poids minimum P_{mini} à la limite du basculement.
DR5	

Données :

- masse m cible envisagée pour le divan : $90\text{ kg} < m < 125\text{ kg}$ maxi.

Question 28	Sur le DR5, conclure sur les risques de non-basculement.
DR5	

Objectif 2 : Analyser les risques de piégeage

Le DT7 présente un extrait de la norme EN 60601-1 sur les dangers associés aux zones de piégeage.

Question 29	Sur feuille de copie, en utilisant la figure du divan en position basse du DR3, mesurer les espaces minimums : – a_1 entre le dessous de l'assise et le haut du socle ; – a_2 entre le sol et les bras d'élévation.
Feuille de copie	
mesure sur DR3 DT7	

Question 30	Sur feuille de copie, analyser les risques d'un danger mécanique lorsque le divan atteint la position basse.
<i>Feuille de copie</i> DT7	

Le bureau d'études envisage d'intégrer dans l'assise et le bras d'élévation des capteurs de présence activés par des tôles « flottantes ».

En cas de piégeage, le déclenchement de ces capteurs stopperait les vérins.

Question 31	Sur feuille de copie, indiquer si cette mesure de protection répond à elle seule aux exigences de la norme et le cas échéant préciser le dispositif complémentaire à mettre en place.
<i>Feuille de copie</i> DT7	

Partie 5 : Conception des paliers de dossier

Objectif 1 : Déterminer l'effort transmissible \vec{F}_p dans les paliers de dossier

Hypothèses :

- Le DR6 présente le dossier en équilibre statique plan sous une charge \vec{F}_d de norme 1 000 N centrée sur le dossier en Q₁.
- Le vérin de dossier est bi-rotulé entre l'assise et le dossier en K et L.
- Le poids du dossier est négligé devant les autres actions mécaniques.

Question 32 DR6	Sur le DR6, compléter le tableau de bilan des actions mécaniques extérieures s'appliquant sur le dossier. Justifier le support de l'action du vérin sur le dossier.
--------------------	--

Question 33 DR6	Sur le DR6, tracer et identifier les supports des actions mécaniques listées dans le bilan précédent. Justifier le support de l'action de l'assise sur le dossier.
--------------------	---

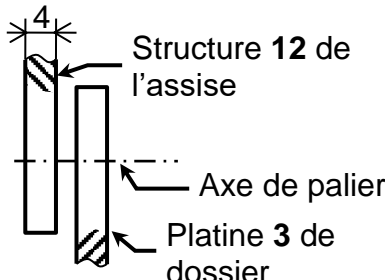
Question 34 DR6	Sur le DR6, déterminer graphiquement toutes les actions mécaniques inconnues et indiquer la norme de l'action de l'assise sur le dossier.
--------------------	---

Objectif 2 : Dimensionner les paliers

Hypothèses :

- On considère un effort transmissible de 2 200 N pour chaque palier constitué d'un coussinet à collerette autolubrifiant de documentation constructeur fournie en DT8.
- Les conditions de mouvement sont quasi statiques (fréquence de rotation n très faible).
- Les diamètres d'axe d'articulation envisageables sont compris entre $d = 8$ et $d = 12$ mm.

Question 35 Feuille de copie DT8	Sur feuille de copie, calculer les dimensions d'un coussinet à collerette adapté à l'aide de la méthode du constructeur. Proposer une désignation de coussinet adaptée.
--	--

Question 36 Feuille de copie DT3, DT8	<p>Sur feuille de copie, selon la vue en coupe ci-contre, réaliser un croquis de principe (sans échelle) d'implantation d'un palier entre le dossier et l'assise.</p>  <p>Structure 12 de l'assise Axe de palier Platine 3 de dossier</p>
---	--

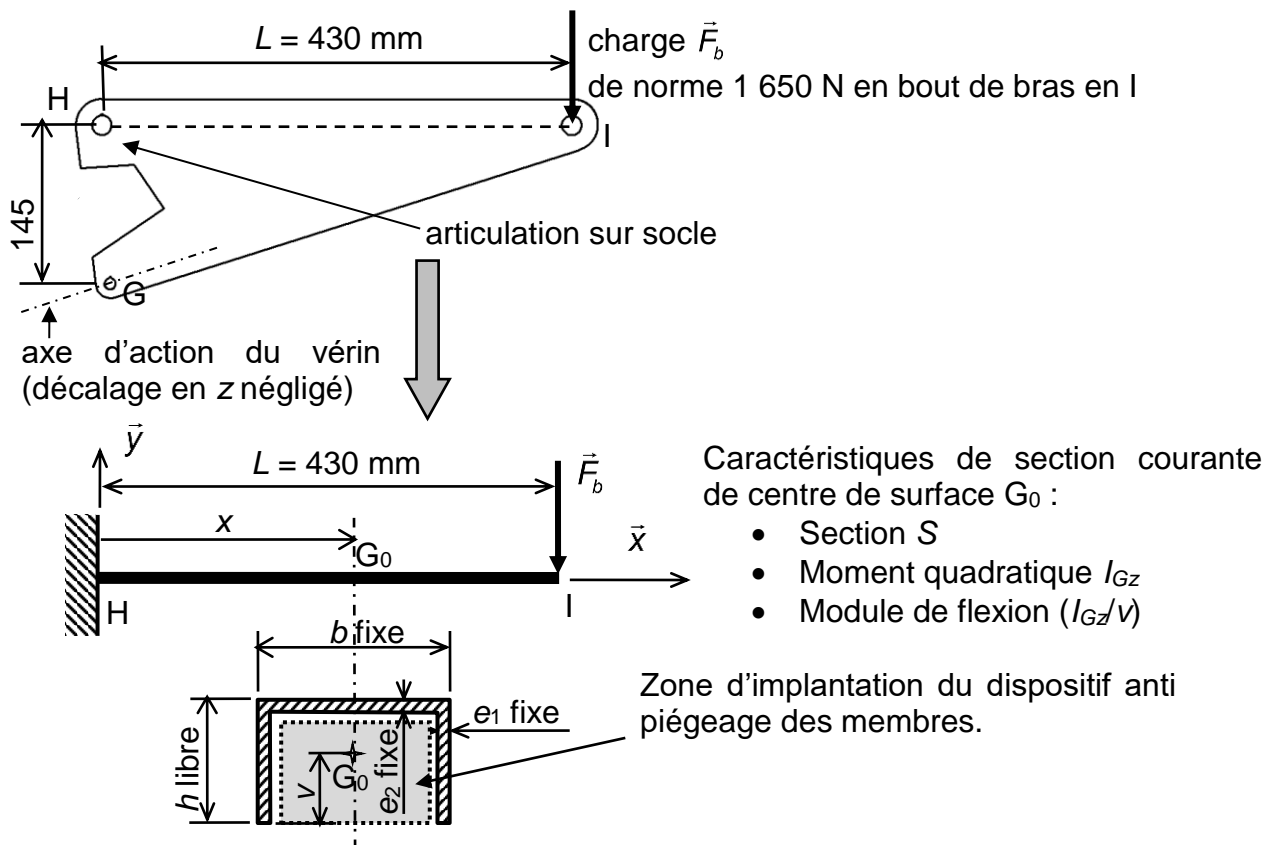
Question 37 Feuille de copie DT8	Sur feuille de copie, légender votre croquis avec les ajustements de montage et les conditions de fonctionnement préconisées.
--	---

Partie 6 : Conception du bras d'élévation

Le bras d'élévation est envisagé sous la forme d'une pièce de section en U inversé de hauteur variable. L'intérieur du U est destiné à recevoir le dispositif anti-piégeage des membres (voir Partie 4).

Hypothèse :

- Dans une première approche, le bras est modélisé par une poutre sollicitée en flexion plane simple.



Objectif 1 : Rechercher un matériau pour le bras

On recherche le meilleur compromis rigidité - coût matériau pour la pièce sollicitée en flexion.

Question 38	Sur le DR7, déterminer l'astreinte de conception appropriée et donner l'expression de l'indice de performance à retenir.
DR7	Indiquer comment faire intervenir le prix volumique dans cet indice.
DT9	
Question 39	Sur le DR7, tracer une droite d'indice de performance passant par les trois familles de matériau les plus appropriées. Entourer les noms de ces trois familles.
DR7	
DT9	

Objectif 2 : Envisager un procédé économique

Données :

- On envisage deux procédés dont on fournit les estimations technico-économiques :
 - Procédé **P1** : Construction mécano-soudée en S235
 - Coût étude + équipement spécifique : 7 250 € ;
 - Coût unitaire (matière, sous-traitance découpe, main d'œuvre) : 36 €/bras.
 - Procédé **P2** : Construction moulée en EN GJS 500-7
 - Coût étude + équipement moule en sous-traitance : 39 700 € ;
 - Coût unitaire (moulage, reprise d'usinage, main d'œuvre) : 25,5 €/bras.

Question 40	Sur feuille de copie, exprimer les coûts en € $C_1(n)$ et $C_2(n)$ respectivement des procédés P1 et P2 en fonction du nombre n de bras à réaliser.
Feuille de copie	

Question 41	Sur feuille de copie, déterminer le nombre n de bras à partir duquel le procédé P2 devient plus économique que le procédé P1 .
Feuille de copie	

Données :

- Avant d'engager une série à long terme, la prévision de vente annuelle est de 1200 divans ;
- Les bras d'élévation de pied et de tête sont identiques.

Question 42	Sur feuille de copie, justifier clairement le choix final d'une solution mécano soudée pour une rentabilité dès la première année.
Feuille de copie	

Objectif 3 : Pré dimensionner le bras en théorie des poutres

Données :

- Le matériau retenu par le bureau d'étude est l'acier S235 de limite élastique $R_e = 235$ MPa.
- Selon le DT2, id 1.6.3, le coefficient de sécurité imposé en statique vis à vis de la limite élastique est $CS = 3$.
- On considère dans un premier temps le bras en modèle « poutre ».

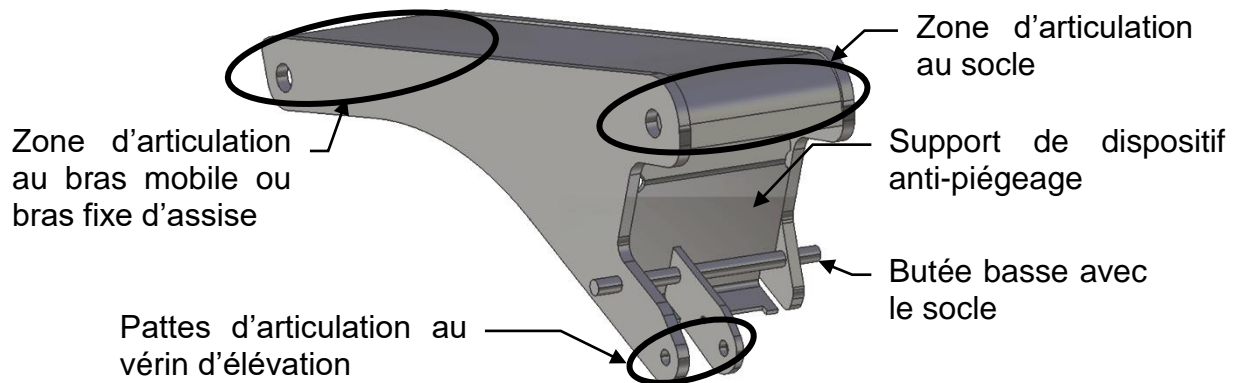
Question 43	Sur feuille de copie, donner les arguments en faveur ou non du choix du modèle « poutre » retenu.
Feuille de copie	

Question 44	Sur feuille de copie, calculer le moment de flexion maximale $M_{fz\ max}$ au niveau de l'encastrement du bras.
Feuille de copie	

Question 45	Sur feuille de copie, en déduire le module de flexion minimal $(I_{Gz}/v)_{\min}$ en mm ³ de la section au niveau de l'encastrement du bras afin de satisfaire à la condition de résistance vis à vis de la limite élastique.
Feuille de copie DT2, id 1.6.3	

Objectif 4 : Etudier le bras en calcul de structure

Suite au modèle poutre, on propose une modélisation 3D du bras intégrant les liaisons, butée et permettant d'implanter le dispositif anti-piégeage.



Modèle 3D monobloc sans modélisation des soudures

Cette forme de bras est soumise à un calcul de structure par la méthode des éléments finis dont les résultats en contraintes de Von Mises sont fournis sur le DR8.

Question 46 DR8	Sur le DR8, donner la contrainte maximale de Von Mises $\sigma_{VM\max}$ dans le bras.
Question 47 DR8	Sur le DR8, calculer le coefficient de sécurité effectif CS_{ef} obtenu et conclure vis à vis des exigences du cahier des charges.
Question 48 DR8	Proposer des modifications envisageables du bras à prendre en compte dans la phase de conception détaillée (légender si besoin la figure du DR8). Préciser quelle serait la démarche pour valider ces modifications.

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

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

DOSSIER TECHNIQUE

DIVAN iQUEST

Ce dossier comporte 20 pages, dont 1 page de garde et 9 Documents Techniques.

Mise en situation

La société PROMOTAL basée à Ernée, conçoit, fabrique et commercialise une gamme complète d'équipements médicaux, répondant aux besoins des médecins généralistes ou spécialistes, hôpitaux ou cliniques, maisons de retraite, centres spécialisés. Ses divans d'examen, tables gynécologiques, fauteuils spécialisés, chaises et brancards de transfert sont aujourd'hui présents dans le monde entier.

Lancé en 2007 pour « conquérir » le marché du divan à hauteur variable, le divan d'examen « Quest » est devenu rapidement un produit phare de PROMOTAL (Figure 1).



Figure 1 (Divan Quest)

Ce divan offre à destination du public adulte (Figure 2) :

- une hauteur d'assise pouvant varier de 46 à 93 cm par rapport au sol,
- un dossier relevable,
- une inclinaison de l'ensemble « Proclive » (Tête en haut) ou « Déclive » (Tête en bas),
- des roulettes escamotables avant et arrière par commande au pied.



Accueil - Position basse
(Dossier relevé)



Position d'examen général
(Dossier relevé)



Déclive
(Dossier à plat)



Position haute
(Dossier relevé)



Proclive
(Dossier à plat)

Figure 2 (Divan Quest)

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS – Dossier technique	SESSION 2021
U42 – Etude préliminaire de produit – Conception préliminaire	CP42CP Page 2 sur 20

Malgré l'obtention d'une large part de marché en France (45% en 2015), PROMOTAL doit confirmer son rôle de leader vis à vis de la concurrence. Pour cela, elle se doit de rénover son offre de divan par des caractéristiques et des fonctionnalités plus performantes et innovantes, ainsi qu'un design rafraîchi.

Plutôt que révolutionner le divan d'examen, le bureau d'étude en charge de cette évolution souhaite combiner performance, innovation locale et accessibilité économique. L'objectif est de proposer aux praticiens un divan d'examen polyvalent à hauteur variable pour un coût proche du divan de hauteur fixe.

L'étude portera sur la conception préliminaire du divan d'examen de nouvelle génération nommé « iQuest ». On se propose de valider les nouvelles performances envisagées au cahier des charges fonctionnel et de participer au dimensionnement de solutions techniques impactées par l'évolution de ces exigences.

La figure 3 présente le diagramme SysML initial des besoins du divan iQuest et sa mission principale « Mettre en position le patient ».

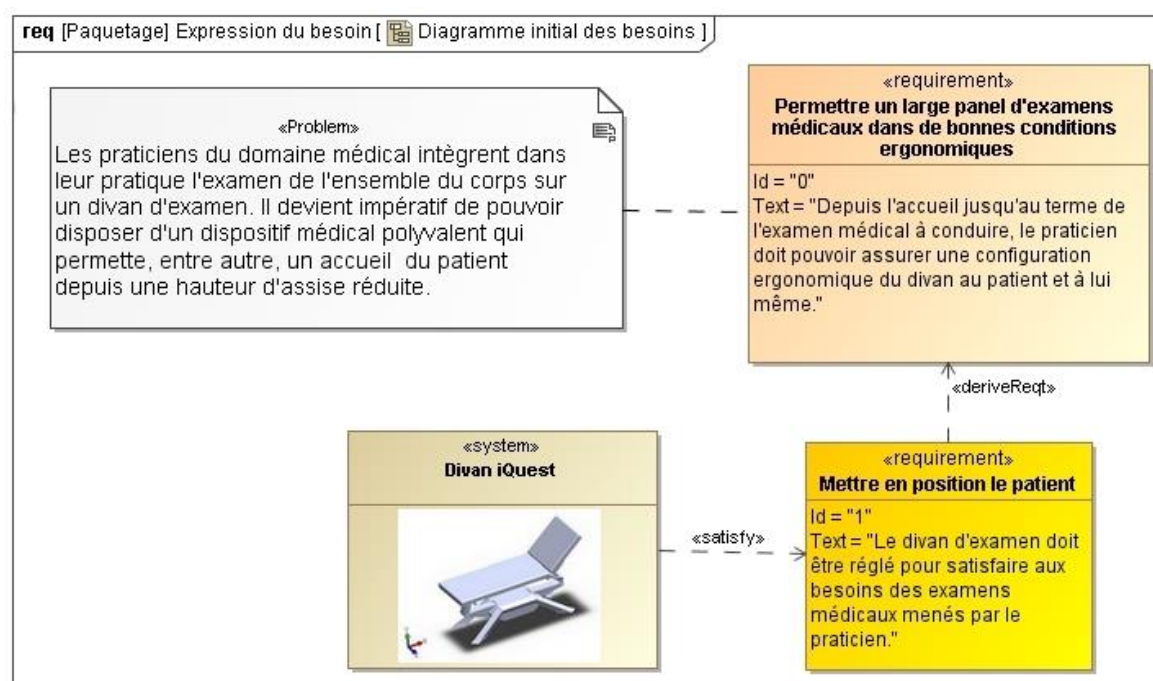


Figure 3

Diagramme de contexte

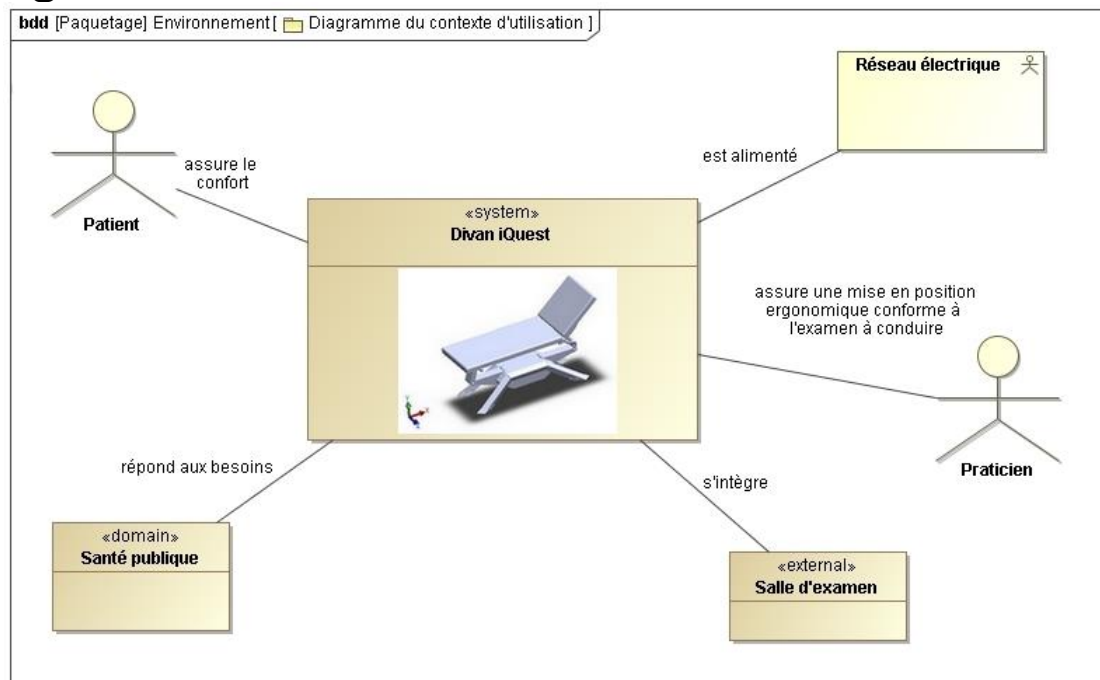


Figure 4

Diagramme du cas d'utilisation :

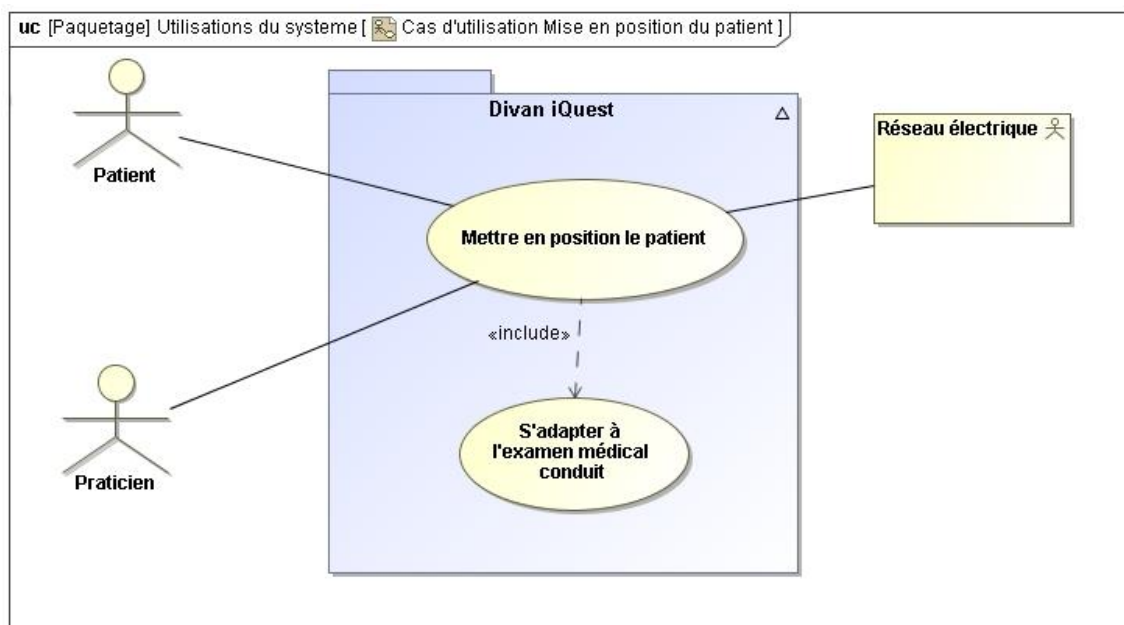


Figure 5

Modélisation d'avant-projet

La figure 6 présente l'avant-projet « CAO » sous modelleur volumique tenant compte des exigences de design. On y trouve le repère de référence de description de l'avant-projet.

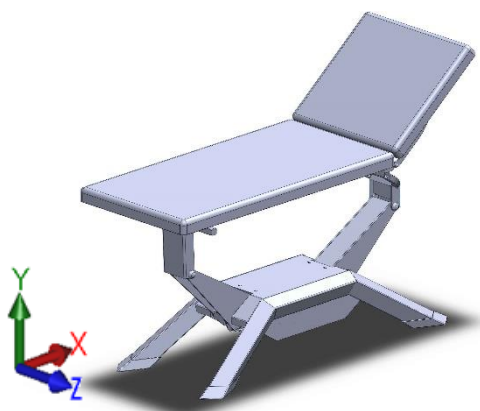


Figure 6 (Avant-projet divan iQuest)

D'un point de vue cinématique, le divan iQuest envisagé reprend le principe général de son prédécesseur.

La figure 7 présente un éclaté et la désignation des composants principaux du divan en l'état de l'avant-projet.

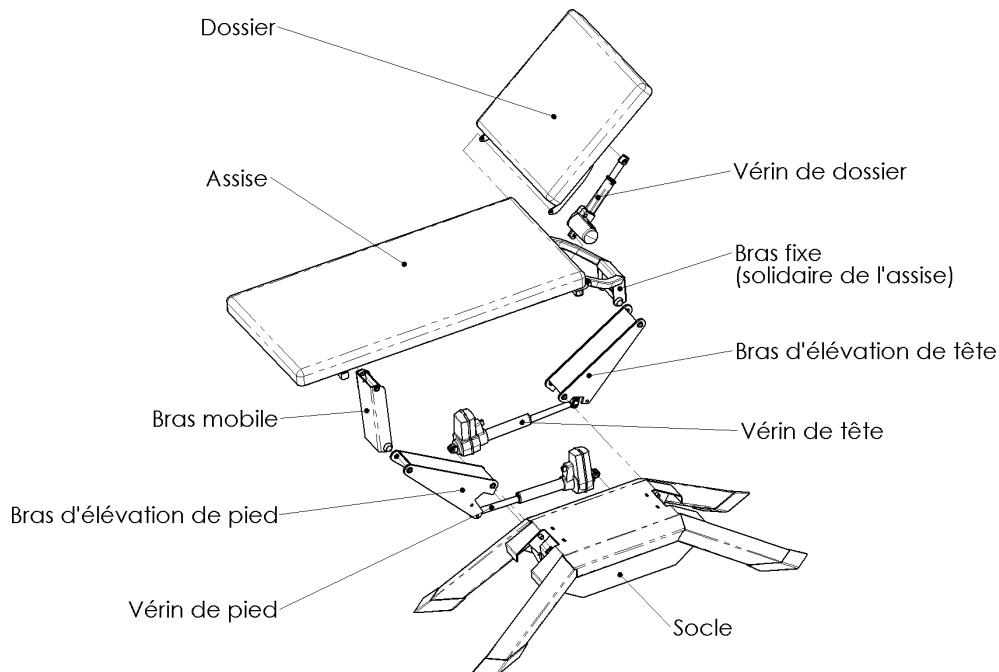


Figure 7 (Avant-projet divan iQuest)

Le divan comporte une assise et son dossier.

L'assise est élevée à l'aide de deux bras d'élévation articulés sur le socle.

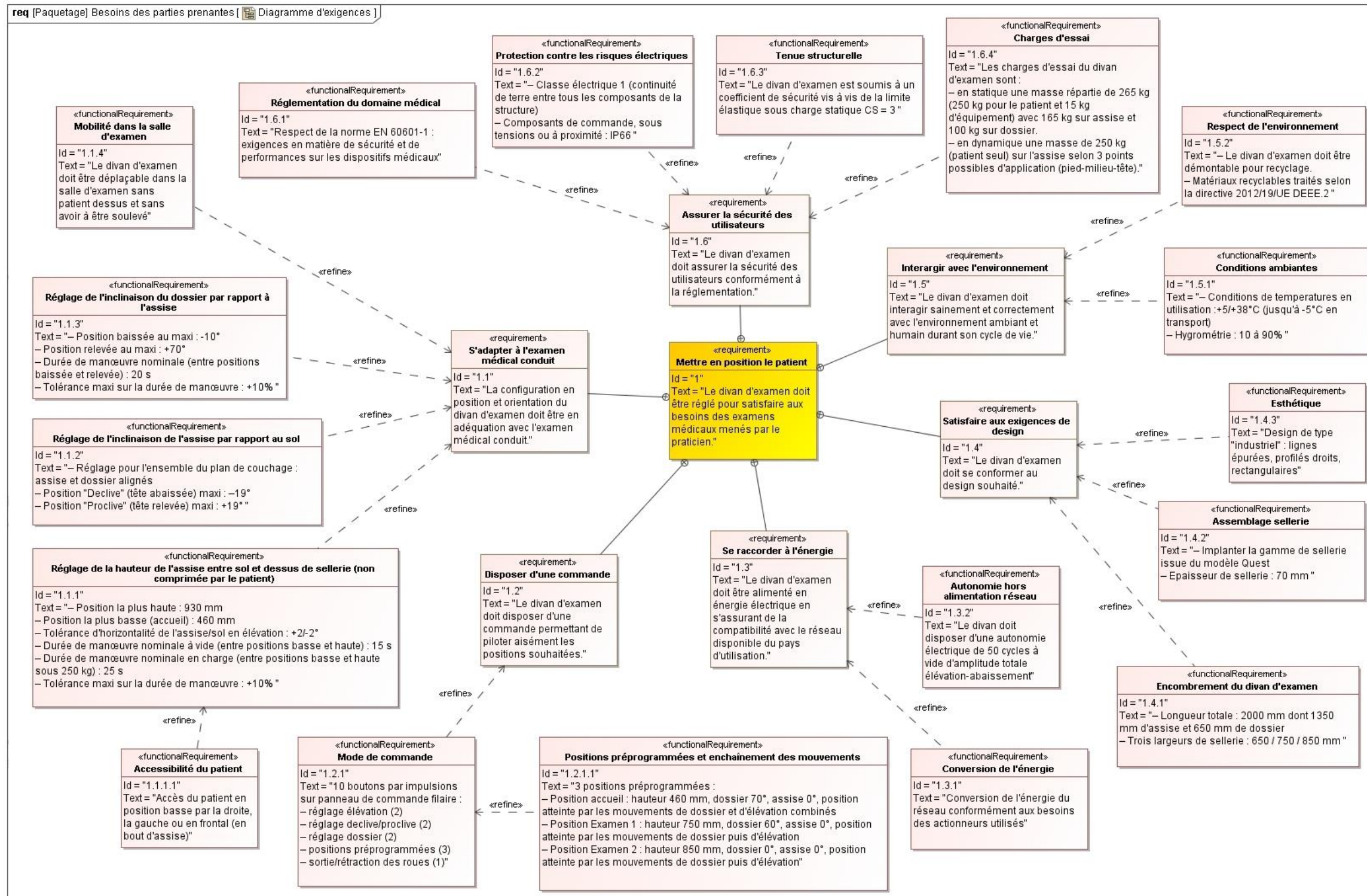
Le bras d'élévation côté « tête » est articulé sur un bras fixe solidaire de l'assise.

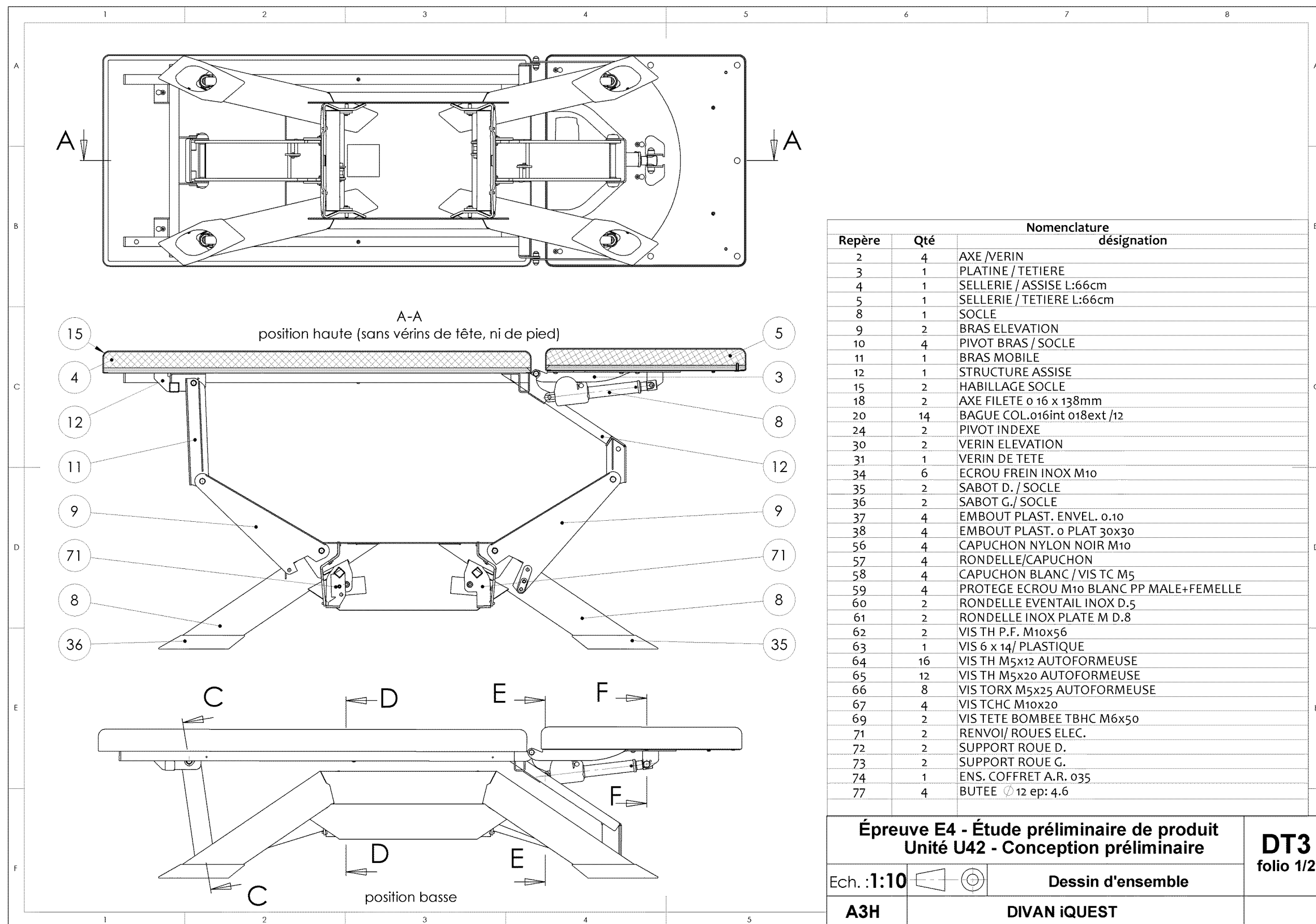
Côté « pied » un bras mobile vient relier de façon bi-articulée le bras d'élévation de pied à l'assise. Ces bras sont manœuvrés par un vérin de tête et un vérin de pied.

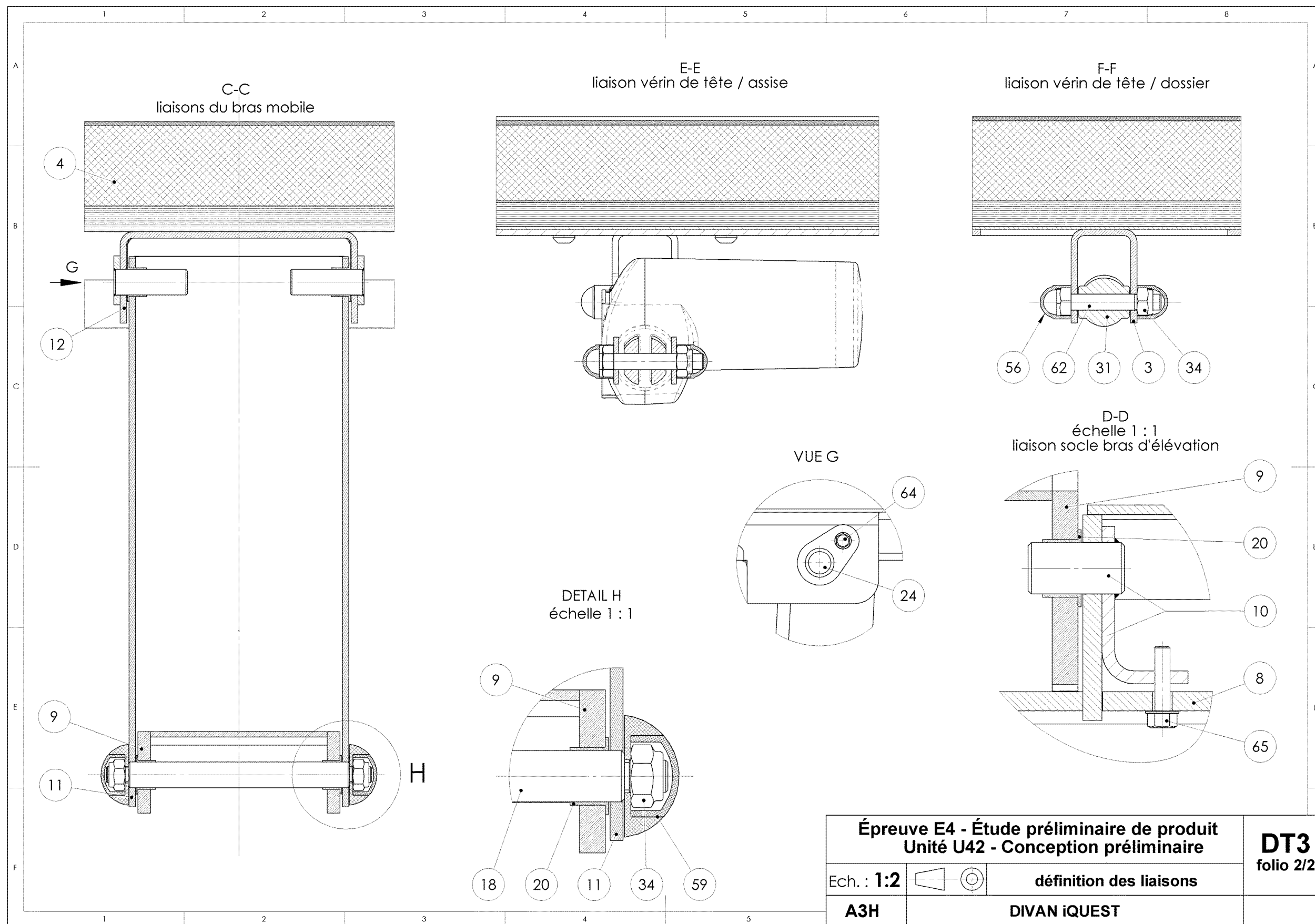
Le dossier est manœuvré par un vérin dit « de dossier ».

Dans le contexte et le cas d'utilisation présentés figures 4 et 5, il convient de valider les exigences du cahier des charges fonctionnel synthétisées sur le Document Technique DT2.

Diagramme des exigences







Résolution d'un problème avec la méthode ASIT

La **méthode de créativité ASIT** est une extraction appliquée et abordable de la méthode TRIZ (tirée de l'étude de plus de 200 000 brevets d'invention) qui propose des règles et outils de résolution communs aux innovations pertinentes.

Résumé de la démarche de résolution par ASIT :

1) Lister les objets du « **Monde du problème** » c'est à dire :

- les **objets impliqués dans le problème**, ceux qui causent le problème, le transmettent, le subissent ;
- les **objets de l'environnement du problème**, présents mais non impliqués dans le problème.

2) Formuler le **phénomène néfaste** du problème (difficulté récurrente, phénomène non désiré, frustration d'un objectif partiellement atteint, défi à relever...) puis décrire l'**action voulue**.

3) Intégrer les **deux principes** suivants :

- **Règle du monde clos :**
Les **solutions sont à trouver à l'intérieur du « Monde du problème »** : aucun nouvel objet n'est introduit sauf s'il est similaire à l'un des objets existants.
- **Condition du changement qualitatif :**
Au moins **un facteur aggravant** du « Monde du problème » est **changé en facteur bénéfique ou facteur neutre**.

4) Définir le « **Monde des solutions** » en mobilisant les **cinq outils** de recherche de solutions affectés aux différents objets du monde du problème :

Outils	Principe de l'outil
Unification	Par l'attribution d'une nouvelle fonction, un objet du monde du problème va empêcher de lui-même le phénomène néfaste.
Multiplication	Un nouvel objet de même type qu'un objet du monde du problème va permettre d'atteindre l'action voulue.
Division	Un objet du monde du problème sera réorganisé dans le temps ou l'espace pour atteindre l'action voulue.
Rupture de symétrie	Le principe de cet outil est de casser les constances (dans le temps, l'espace, le groupe). À différents moments, endroits ou groupe d'objets du monde du problème, on attribue différentes valeurs d'une caractéristique d'un (des) objet(s) du problème.
Suppression	Un objet du monde du problème est supprimé pour atteindre l'action voulue.

Illustration d'ASIT sur « une chaise d'écolier » - Quelques idées de solutions...

Problématique : En classe, les **écoliers** peinent à rester assis sur les **chaises simples** et en viennent à adopter de mauvaises postures par manque d'ergonomie comme **se balancer en arrière** ce qui provoque la **casse du matériel**.

Le « Monde du problème » :

- les objets du problème : **L'écolier**, la **chaise** (soit une **assise**, un **dossier** et quatre **pieds**).

Reformulation de la problématique :

le phénomène néfaste est la « **détérioration de la chaise** » et l'action voulue est « **d'empêcher les postures inappropriées de l'élève** ».

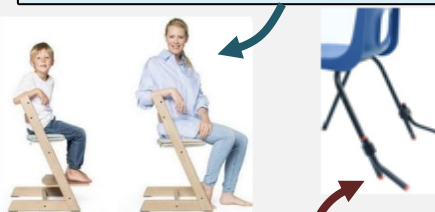


Le « Monde des solutions »

Unification : La chaise empêche la bascule car elle est à bascule



Rupture de symétrie : À différents moments de la croissance, il y aura différentes positions des éléments type assise et repose pied (objet de type « sol ») pour la chaise évolutive.



Division : Le dossier est réorganisé dans l'espace en dossier dorsal ou ventral selon les envies.



Division : La position de l'écolier est réorganisée pour un appui prépondérant sur les genoux.



Multiplication : On double la chaise pour deux écoliers, le « voisin » empêchant l'autre de se basculer.

Unification + multiplication : La position des points de bascule des pieds arrière sont modifiés par ajout de pieds

Suppression : Suppression du dossier pour un tabouret



Division : L'assise est réorganisée en une forme plus ergonomique fixe ou flexible selon la posture de l'écolier.



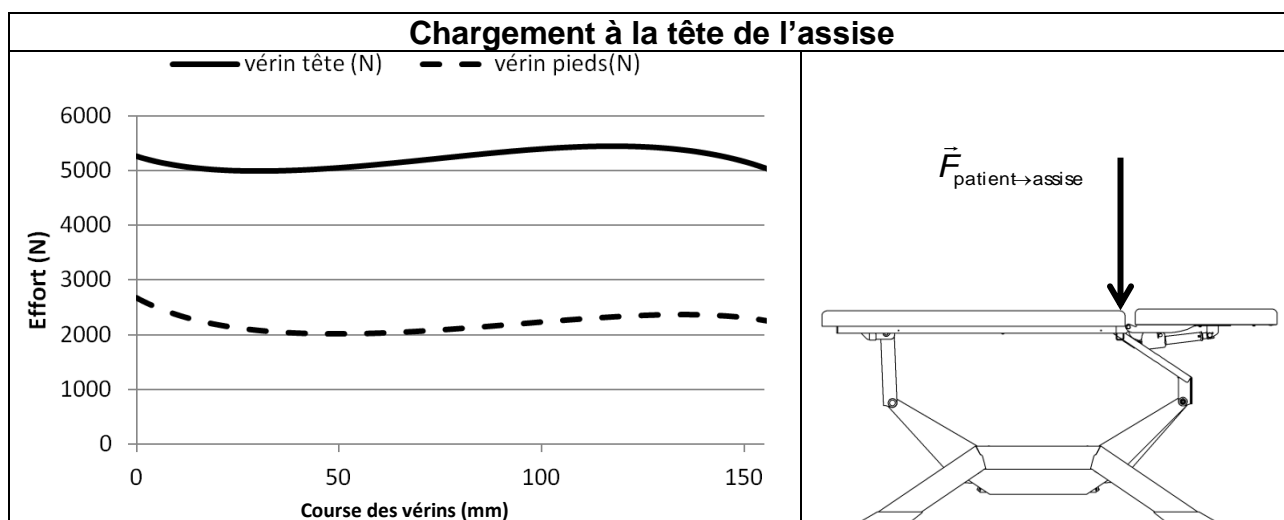
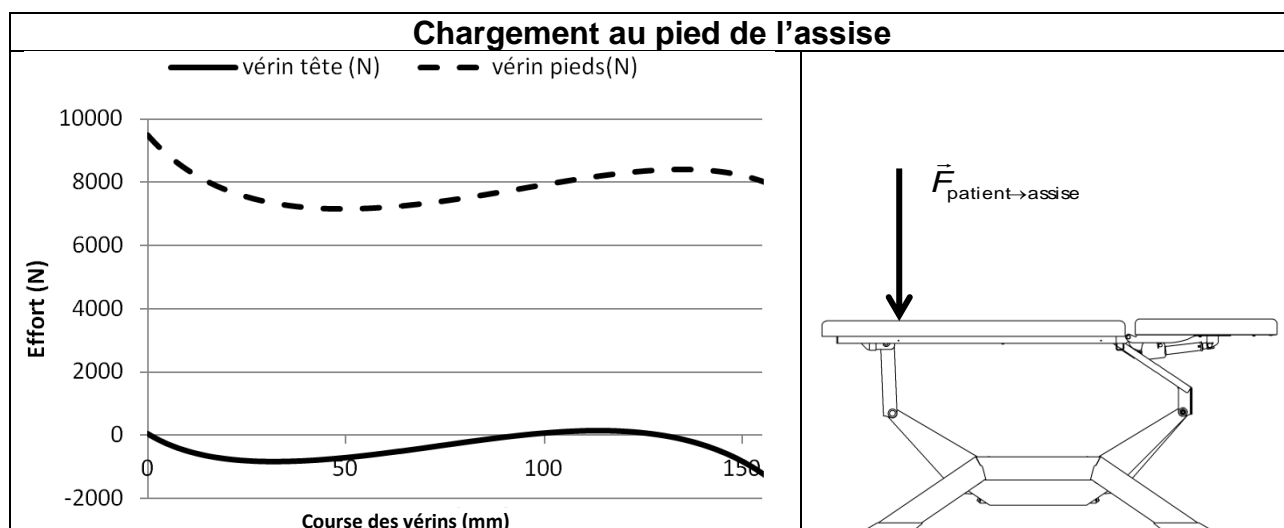
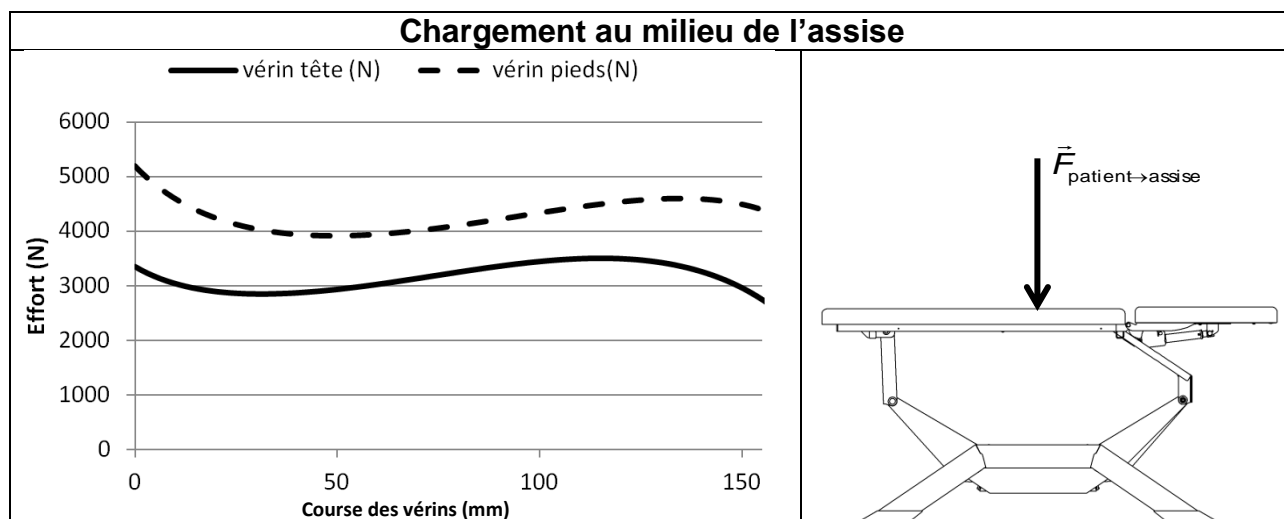
Suppression : Suppression de la chaise ; l'écolier s'assied au sol ou reste debout !

Division : Le pied a une flexibilité variable selon son inclinaison.

Multiplication : Une barre de pied, nouvel objet de type « sol », est ajoutée.

Résultats de la simulation des efforts des vérins

Efforts des vérins lors du passage de la position basse vers la position haute



T/Motion - Série TA24

La série d'actionneur linéaire TA24 est adaptée pour les applications industrielles et médicales.

Les certifications du TA24 incluent les normes EN/IEC60601-1 (Europe, Asie, Afrique) et ES60601-1 (Etats-Unis, Canada). De plus le TA24 est disponible jusqu'à l'option d'indice de protection IP66W (pour atmosphères salines et/ou présence de dioxyde de soufre).

Des capteurs à effet Hall ou potentiomètres sont disponibles également en option.



Caractéristiques générales

Tension du moteur	24 V DC, 36 V DC
Charge maximale	10 000 N en poussée
Charge maximale	6 000 N en traction
Indice de protection	Jusqu'à IP66W
Certifications	EN/IEC60601-1, ES60601-1, EN/IEC60601-2
Plage de température à pleine performance	+5°C~+45°C
Options	Ecrou de sécurité, potentiomètre, capteur effet Hall

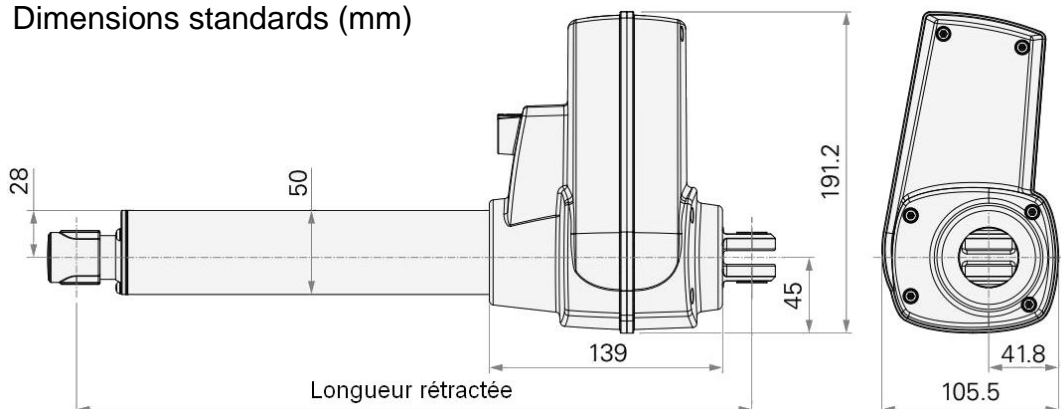
Charge et Courses limites

Course Min. ≥ 25 mm, Max. voir tableau ci-dessous.

CODE	Charge (N)		Effort de verrouillage (N)	Courses Max. (mm)
	Poussée	Traction		
B	6 000	6 000	6 000	900
C	8 000	6 000	8 000	800
D	10 000	6 000	10 000	650

Plan

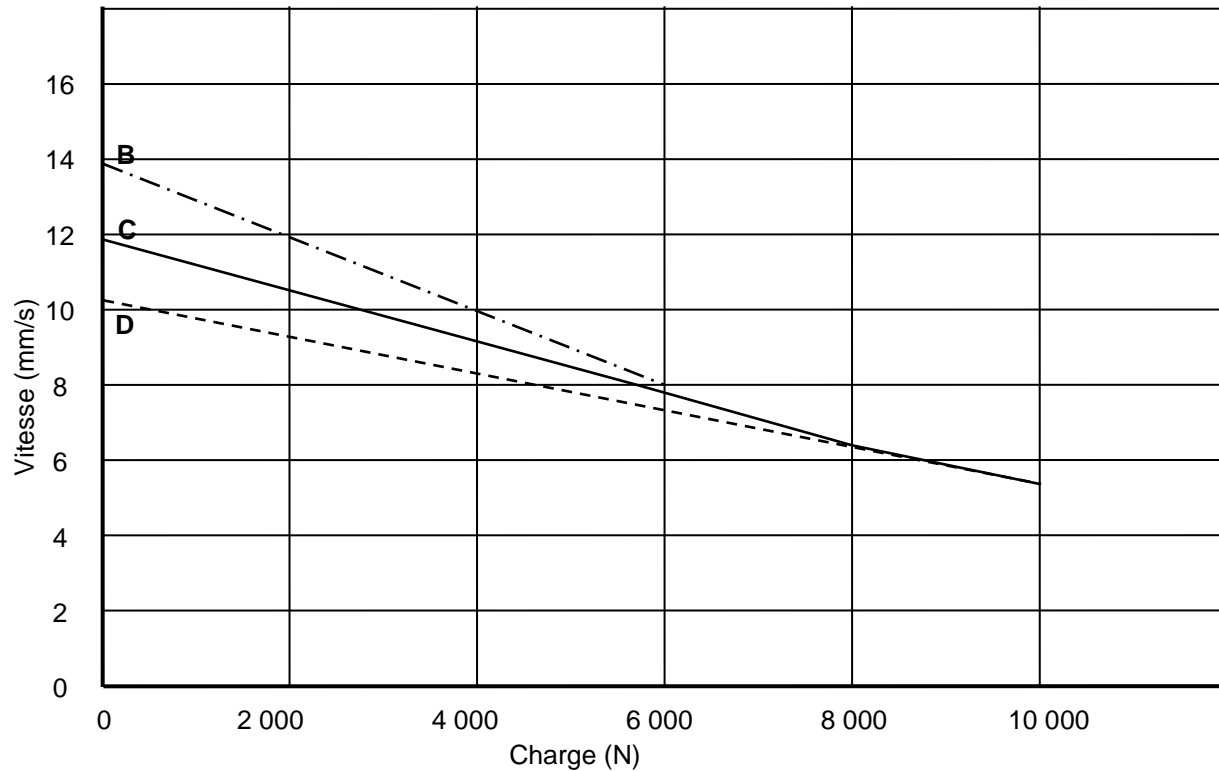
Dimensions standards (mm)



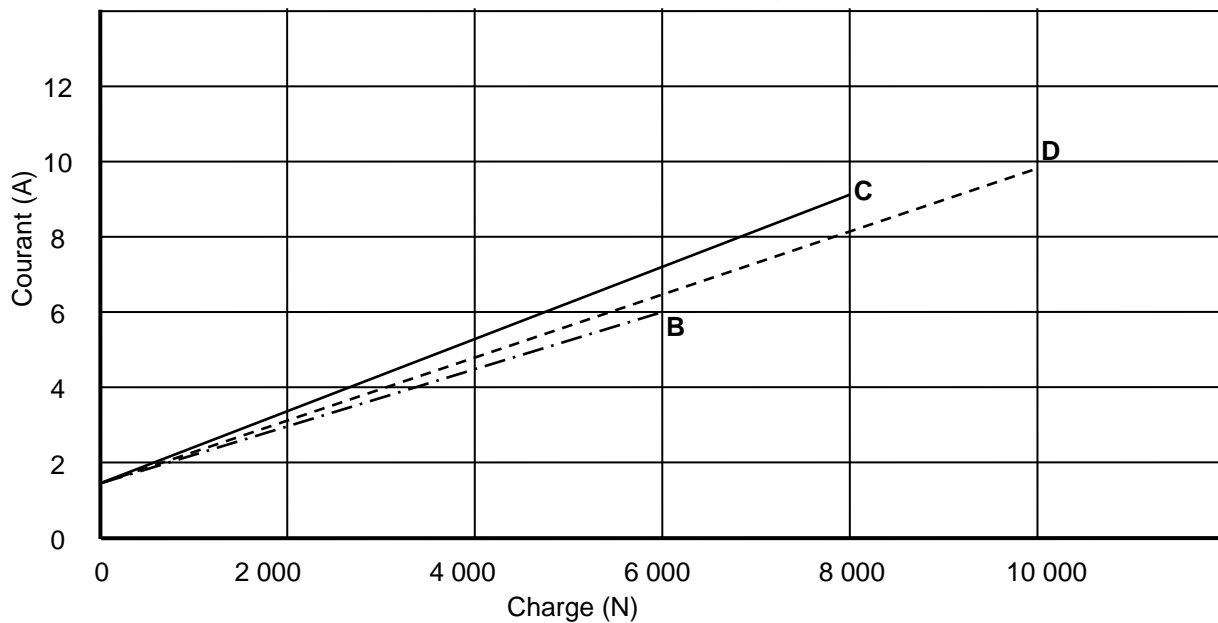
Performance (Moteur 24 V DC)

Courbes expérimentales obtenues en poussée (Vitesse moteur 4 200 tr/min, Tolérance 10%)

Courbe Vitesse-Charge



Courbe Courant-Charge



Annexe de commande - Fixation arrière (mm)

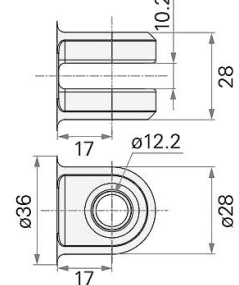
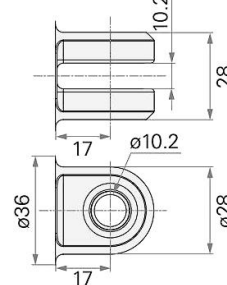
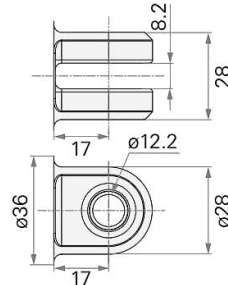
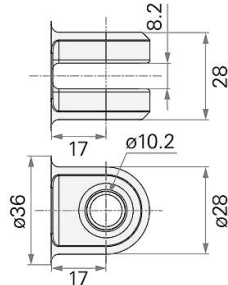
Type : aluminium de fonderie, chape en U profondeur 17.0

6 = fente 8.2,
trou d'axe 10.2

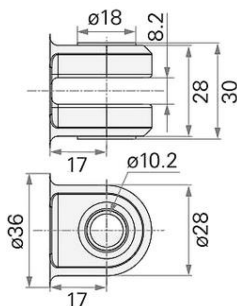
7 = fente 8.2,
trou d'axe 12.2

8 = fente 10.2,
trou d'axe 10.2

9 = fente 10.2,
trou d'axe 12.2



C = fente 8.2,
trou d'axe 10.2 avec bague à collerette



Annexe de commande - Fixation avant (mm)

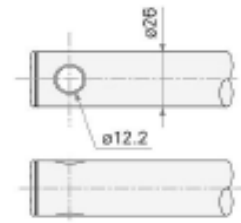
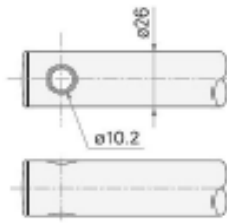
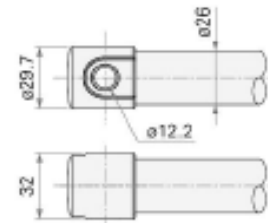
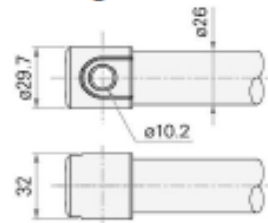
Type : Tube interne avec trou perforé

1 = avec bouchon
plastique,
sans fente,
trou 10.2 avec
bague

2 = avec bouchon
plastique,
sans fente,
trou 12.2

5 = sans fente,
trou 10.2 avec
bague

6 = sans fente,
trou 10.2 avec
bague



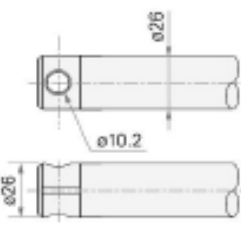
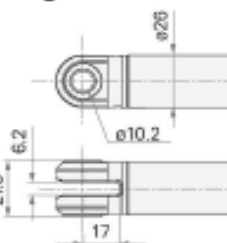
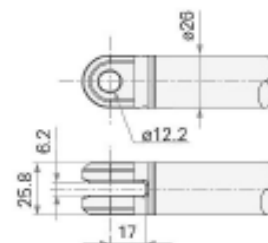
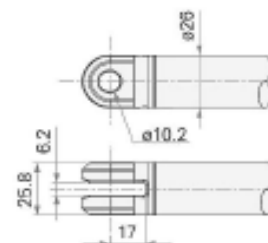
Type : aluminium de fonderie, chape en U profondeur 17.0

7 = chape en U
profondeur 17.0,
fente 6.2,
trou 10.2

8 = chape en U
profondeur 17.0,
fente 6.2,
trou 12.2

9 = chape en U
profondeur 17.0,
fente 6.2,
trou 12.2 avec
bague à collerette

J = sans fente,
trou 10.2
pour chaise
dentaire



Annexe de commande - Espace d'implantation (mm)

L'espace d'implantation doit être supérieur ou égal à la longueur rétractée :

$$\text{Longueur rétractée} = \text{Course} + A + B$$

Type d'attache avant	A (mm)
1, 2, 5, 6	+190
7, 8, 9	+202
J	+193

Course (mm)	B (mm)		
	Charge (N)		
	= 6 000	= 8 000	= 10 000
25~150	-	-	+5
151~200	-	+5	+10
201~250	+5	+10	+15
251~300	+10	+15	+20
301~350	+15	+20	+25
351~400	+20	+25	+30
401~450	+25	+30	+35
451~500	+30	+35	+40
501~550	+35	+40	+45
551~600	+40	+45	+50
601~650	+45	+50	+55
651~700	+50	+55	X
701~750	+55	+60	X
751~800	+60	+65	X
801~850	+65	X	X
851~900	+70	X	X

Annexe sur la synchronisation des actionneurs TiMotion

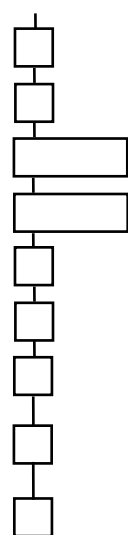
La synchronisation de plusieurs vérins peut s'effectuer grâce à l'utilisation de **capteurs à effet Hall ou potentiomètres** TiMotion disponibles en option :

Type de capteur	Effet Hall	Potentiomètre
Principe	Signal numérique issu d'aimants sur l'arbre moteur permettant de donner le sens de rotation et de compter le nombre de tours moteurs.	Signal analogique issu d'une résistance variable selon la position d'un curseur associé à la course du vérin.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> – Excellente résolution ; – Pas d'encombrement supplémentaire sur le vérin. 	<ul style="list-style-type: none"> – Bonne résolution ; – Capacité à mémoriser la position du vérin, même en cas de coupure de courant.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> – Remise à zéro à chaque fin de course et perte de celle-ci en cas de coupure de courant 	<ul style="list-style-type: none"> – Encombrement supplémentaire sur le capot de vérin

Les vérins synchronisés peuvent suivre un même mouvement à vitesse égale même si la charge est différente sur chacun des vérins. Les capteurs sont connectés au boîtier de contrôle qui va ajuster les vitesses des moteurs afin de synchroniser les mouvements.

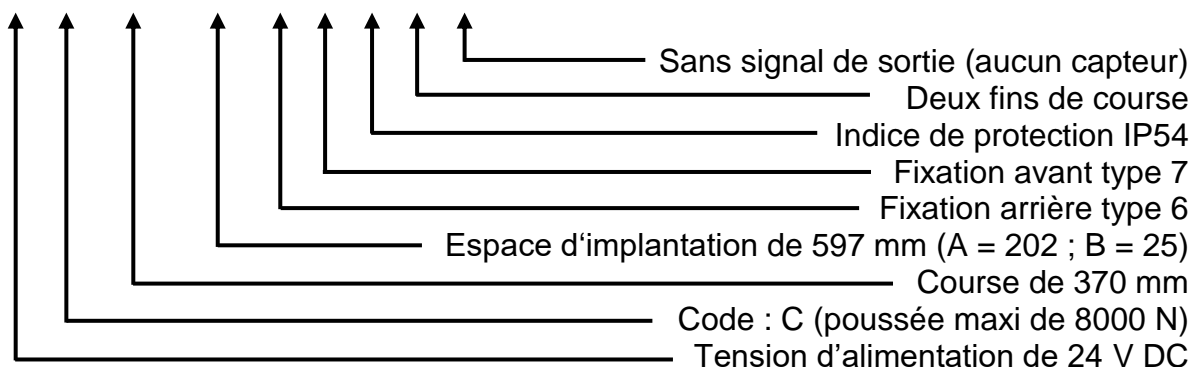
TA24 Désignation pour commande (Extrait)

TA24

	Tension	2 = 24 V DC ; 3 = 36 V DC
	Code	B, C ou D ; voir Folio 1/5
	Course (mm)	Dans les limites indiquées Folio 1/5
	Espace d'implantation (mm)	Voir tableaux Folio 4/5
	Fixation arrière	6, 7, 8, 9 ou C ; voir Folio 3/5
	Fixation avant	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 ou J ; voir Folio 3/5
	Indice de protection	1 = néant ; 2 = IP54 ; 3 = IP66 ; 5 = IP66W
	Fonctions pour fin de course	1 = deux fins de course en état rétractée/sortie pour coupure de courant
	Signal de sortie	0 = néant ; 2 = capteurs Hall ; 3 = Potentiomètre

Exemple de désignation

TA24 - 2 - C - 370 - 597 - 6 - 7 - 2 - 1 - 0



DANGERS ASSOCIES AUX ZONES DE PIEGEAGES


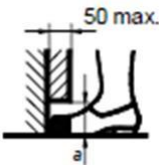


Selon EN 60601-1

La conformité du divan iQuest à la norme EN 60601-1 impose la satisfaction d'au moins une des exigences suivantes issues de la norme :

1) « La zone de piégeage ne présente pas de danger mécanique »

Pour le dispositif médical, une zone de piégeage est considérée sans danger mécanique si les espaces de la zone de piégeage respectent la règle suivante :

« Les distances entre les parties mobiles doivent respecter le tableau ci-dessous dans une zone inférieure à 200 mm par rapport aux bords périphériques. »

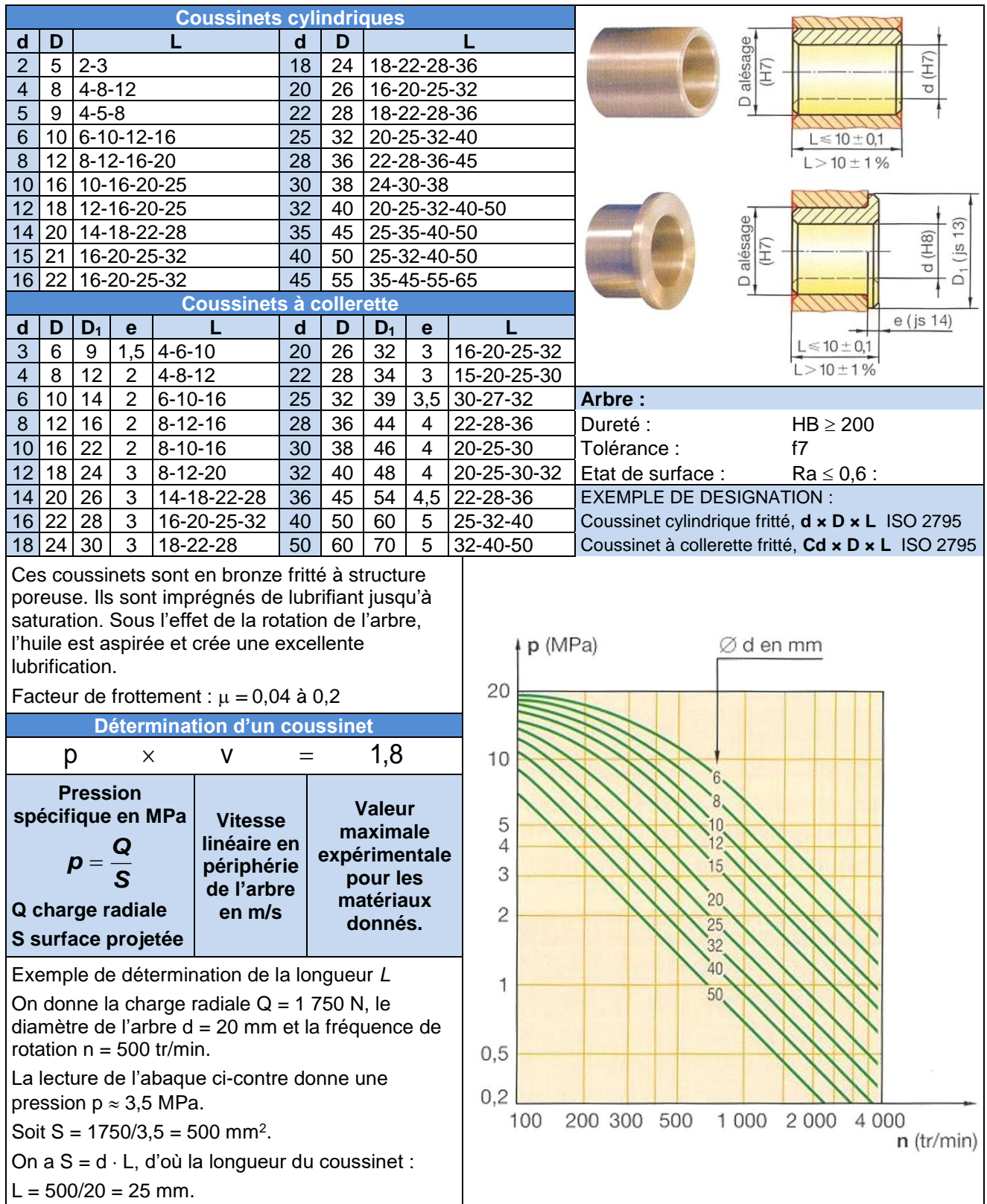
Partie du corps	Adulte - espace a mm	Illustration
Pied	> 120 ou < 35	
Orteils	> 50	
Main, poignet, poing	> 100	
Doigt	> 25 ou < 8	

2) « Si une zone de piégeage à risque est atteinte, une mesure de protection doit être mise en place ».

Une mesure de protection doit être conçue et incorporée au système de contrôle du dispositif médical. Elle doit respecter les conditions suivantes :

- lorsque l'appareil a commencé à bouger ;
 - la zone de piégeage ne peut pas être atteinte,
 - ou si la zone de piégeage est atteinte, le mouvement du système doit être arrêté ;
- un ou plusieurs dispositifs d'arrêt d'urgence doivent équiper l'appareil si une condition de premier défaut de la mesure de protection peut entraîner un risque inacceptable.

Document Constructeur - Coussinets autolubrifiants



Indice de performance associé aux poutres en flexion

Caractéristiques physiques, mécaniques et économiques utilisées :

- E : module d'élasticité longitudinale dit « *module d'Young* » (MPa) ;
- ρ : masse volumique (kg/m^3) ;
- R_e : Limite élastique (MPa) ;
- C_m : Coût du matériau au kilogramme (€/kg).

Astreinte de conception	Indice I à maximiser.
Objectif : Conception pour une masse minimale et rigidité imposée	
Rigidité et longueur fixes. Section libre.	E/ρ
Rigidité, forme et longueur fixes. Section libre.	$E^{1/2}/\rho$
Rigidité, hauteur et longueur fixes. Largeur libre.	E/ρ
Rigidité, largeur et longueur fixes. Hauteur libre.	$E^{1/3}/\rho$
Objectif : Conception pour une masse minimale et solidité imposée	
Solidité et longueur fixes. Section libre.	R_e/ρ
Solidité, forme et longueur fixes. Section libre.	$R_e^{2/3}/\rho$
Solidité, hauteur et longueur fixes. Largeur libre.	R_e/ρ
Solidité, largeur et longueur fixes. Hauteur libre.	$R_e^{1/2}/\rho$

Afin d'obtenir les indices de performances :

- Pour minimiser le **volume**, remplacer ρ par 1 ;
- Pour minimiser le **coût matériau**, remplacer ρ par le **prix volumique** ($\rho \times C_m$).

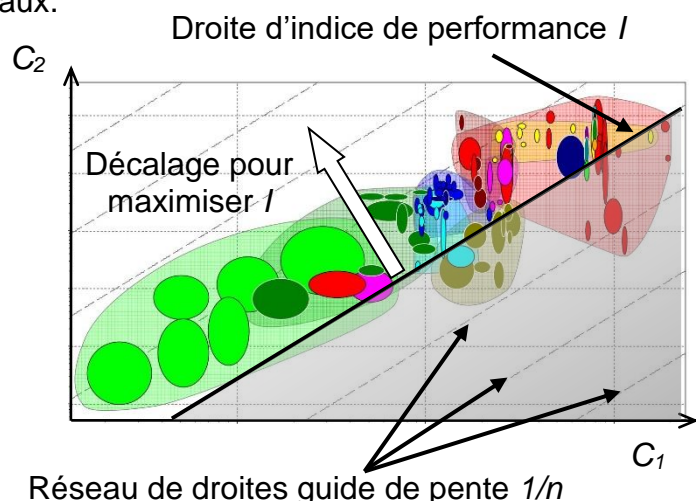
Explication de l'utilisation de l'indice de performance

Objectif de conception : Minimiser une caractéristique C_1 pour une caractéristique C_2 imposée parmi un ensemble de matériaux.

En réponse à l'objectif, on définit un indice de performance de la forme :

$$I = C_1^n / C_2.$$

Sur un graphe de familles de matériaux représentant C_2 en fonction de C_1 en **échelle logarithmique**, les matériaux présentant les **mêmes performances** sont situés sur une **même droite** de pente $1/n$.



Tous les matériaux **au dessus** d'une droite d'indice de performance I présentent un indice **supérieur** à I et inversement. En décalant la droite d'indice de performance I le long du réseau de pente $1/n$, on isole les matériaux présentant le meilleur compromis.

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

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

DOSSIER REPONSE

DIVAN iQUEST

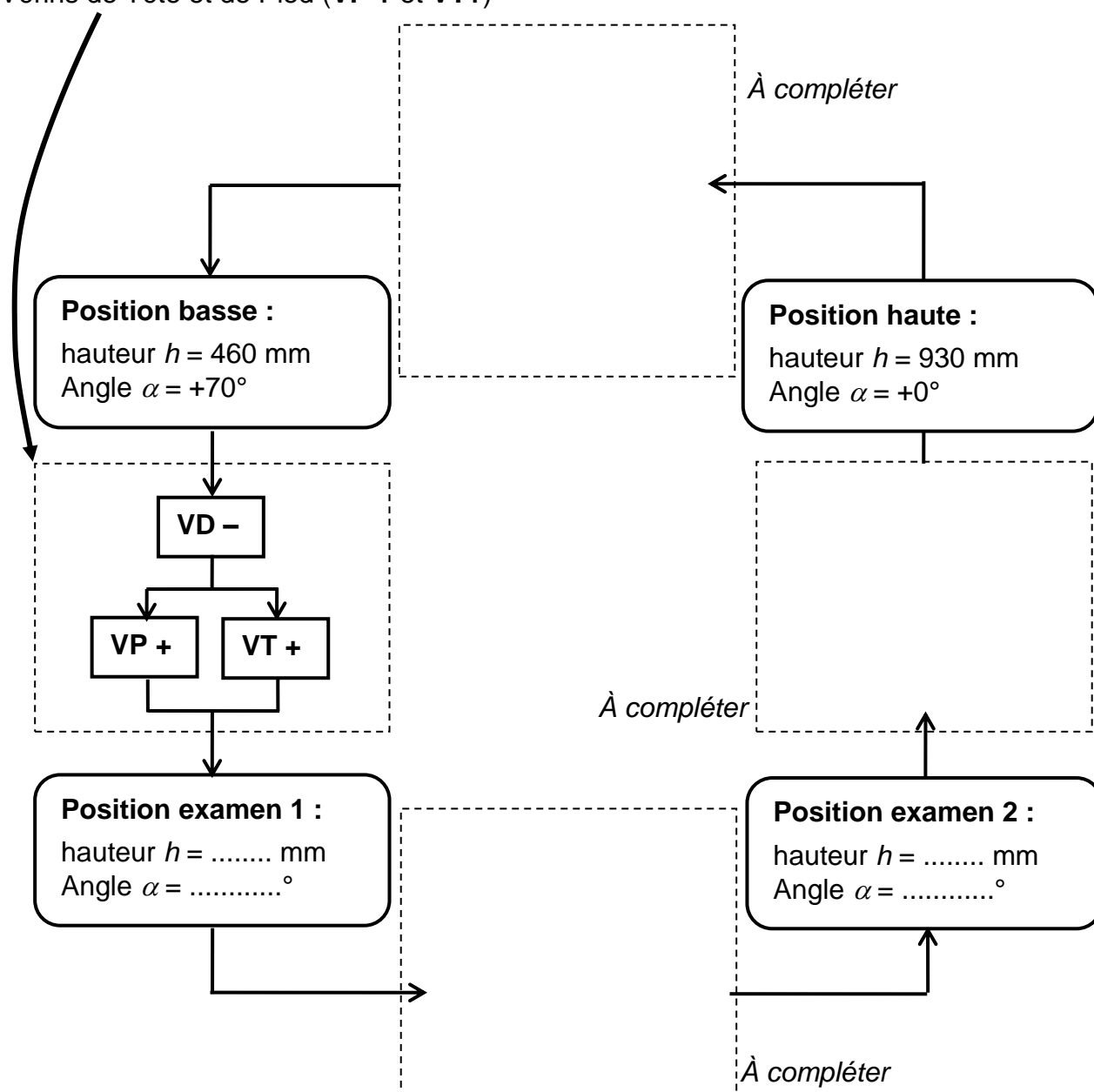
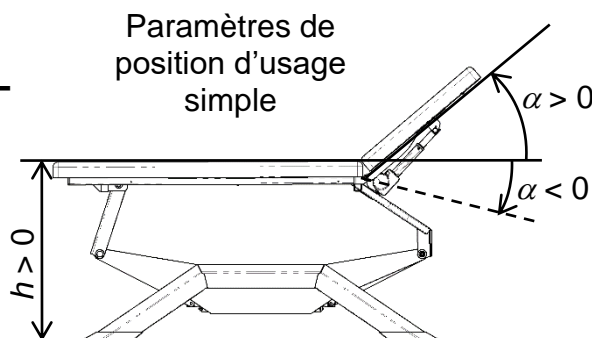
Ce dossier comporte 9 pages dont 1 page de garde.

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

Abréviations des vérins : **Sens d'action :**
VD : Vérin de Dossier Sortie de tige : +
VT : Vérin de Tête Rentrée de tige : -
VP : Vérin de Pied

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

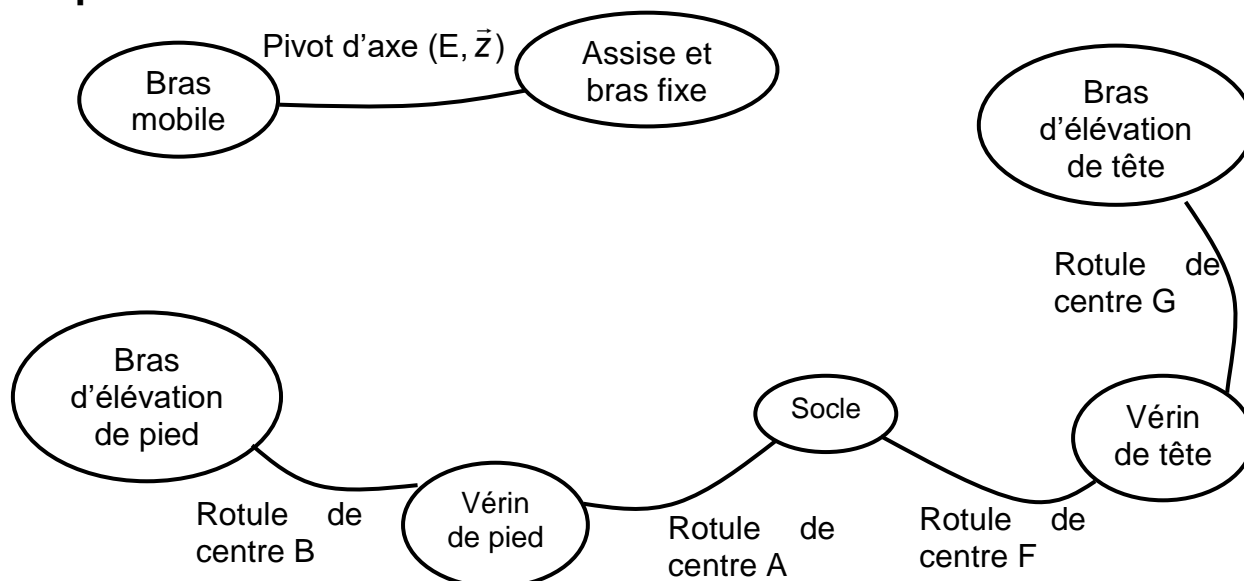
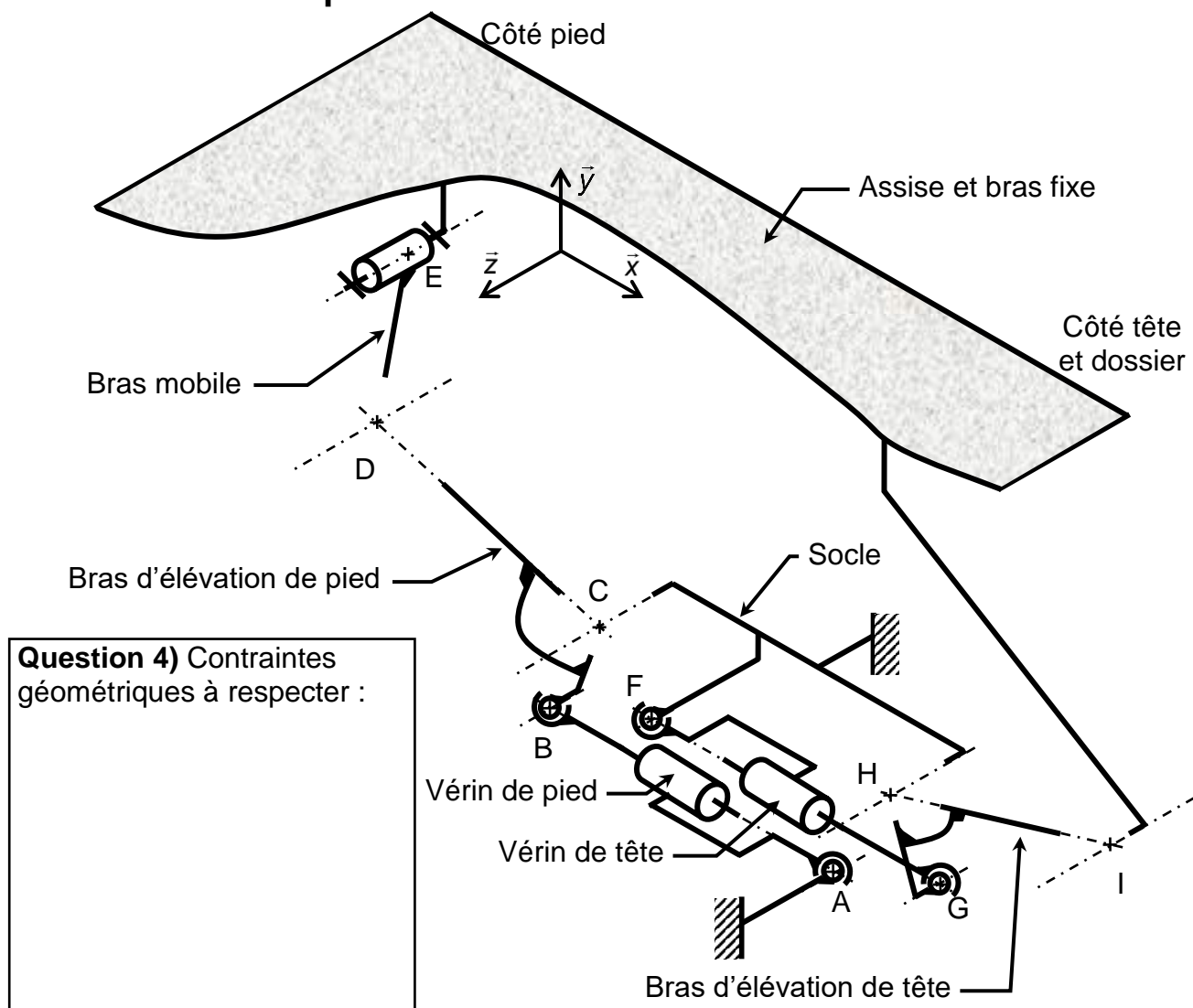


Schéma Cinématique



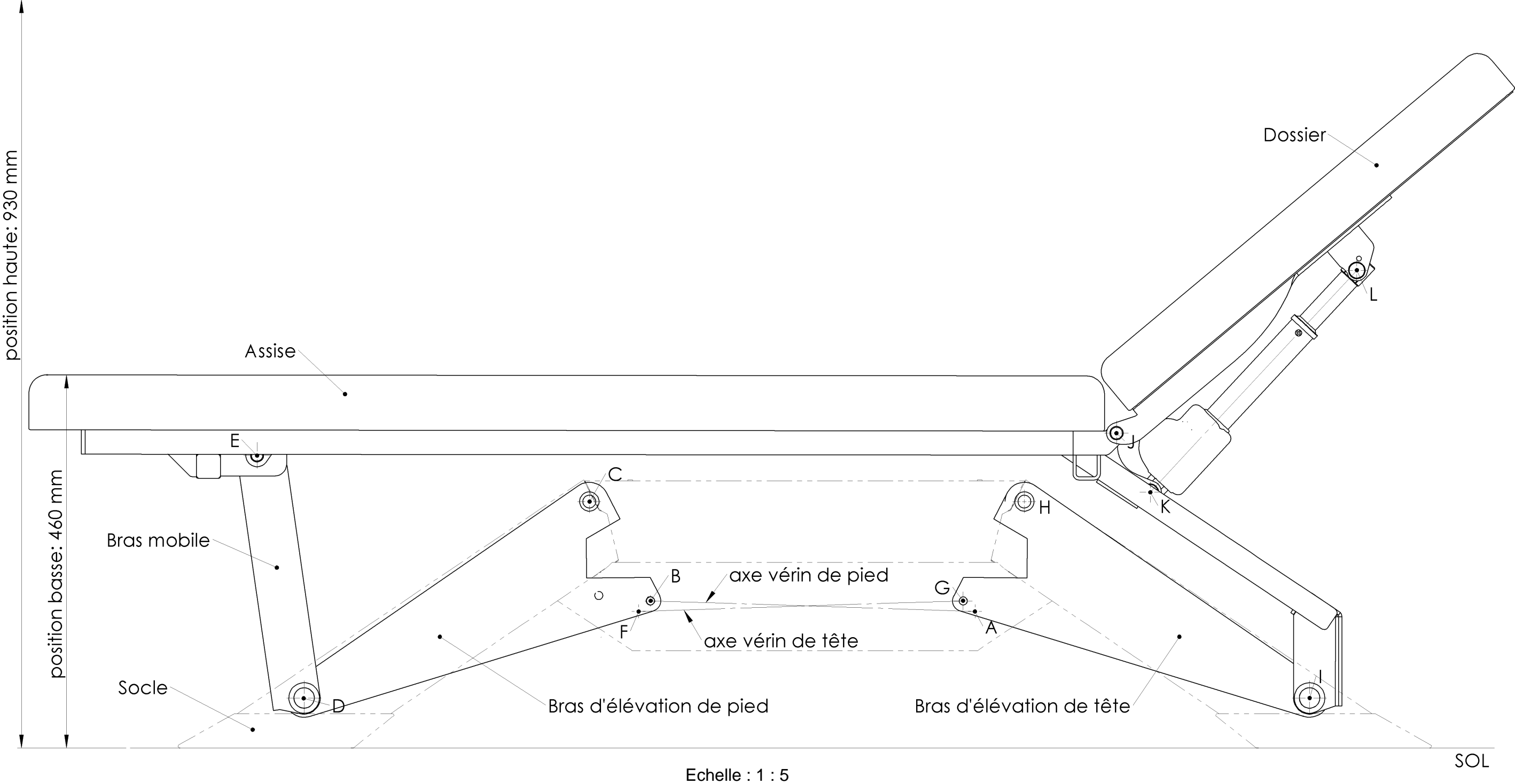
Question 4) Contraintes géométriques à respecter :

Cinématique d'élévation

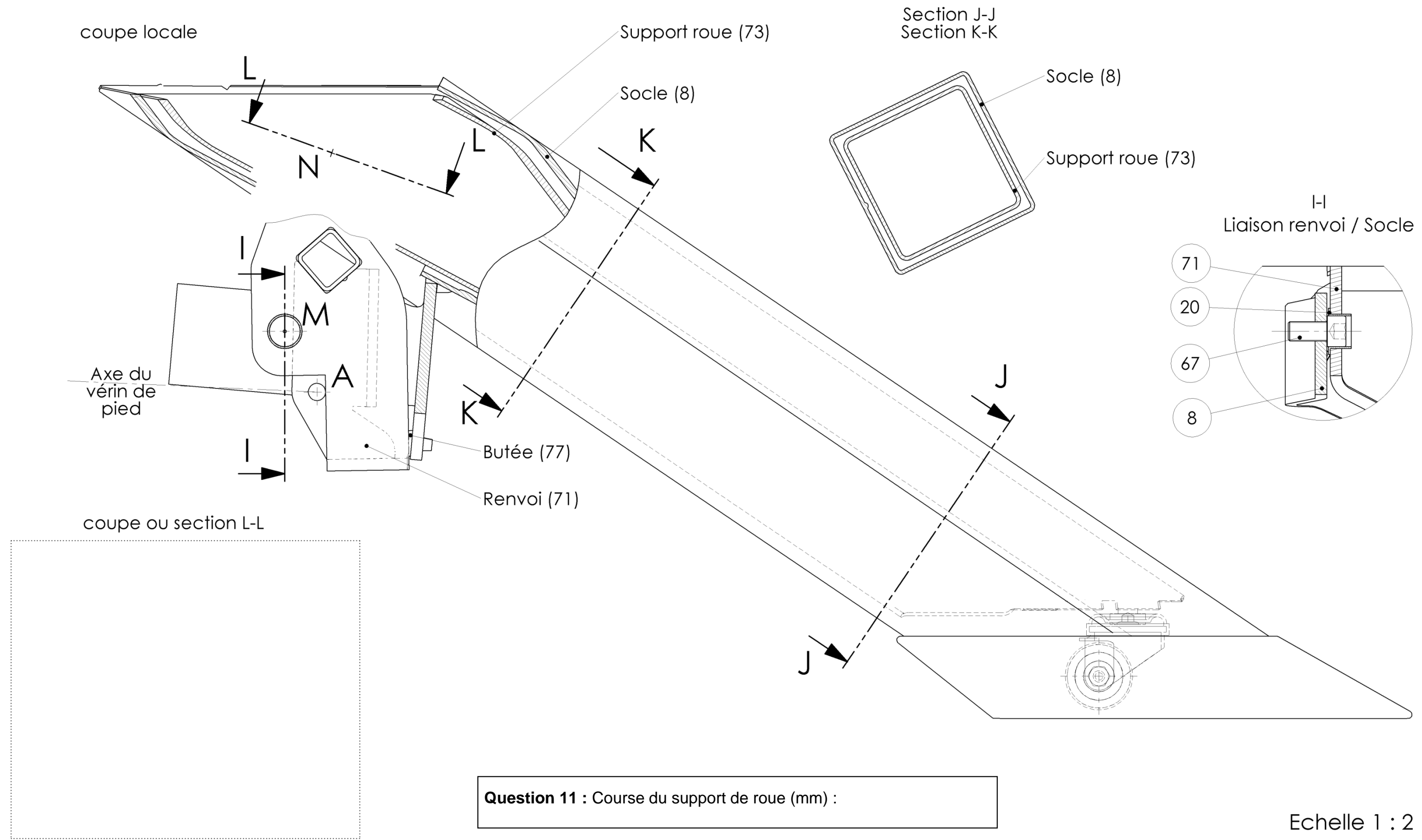
Question 7) Mesure FG' (en mm) =

Course du vérin de tête (en mm) :

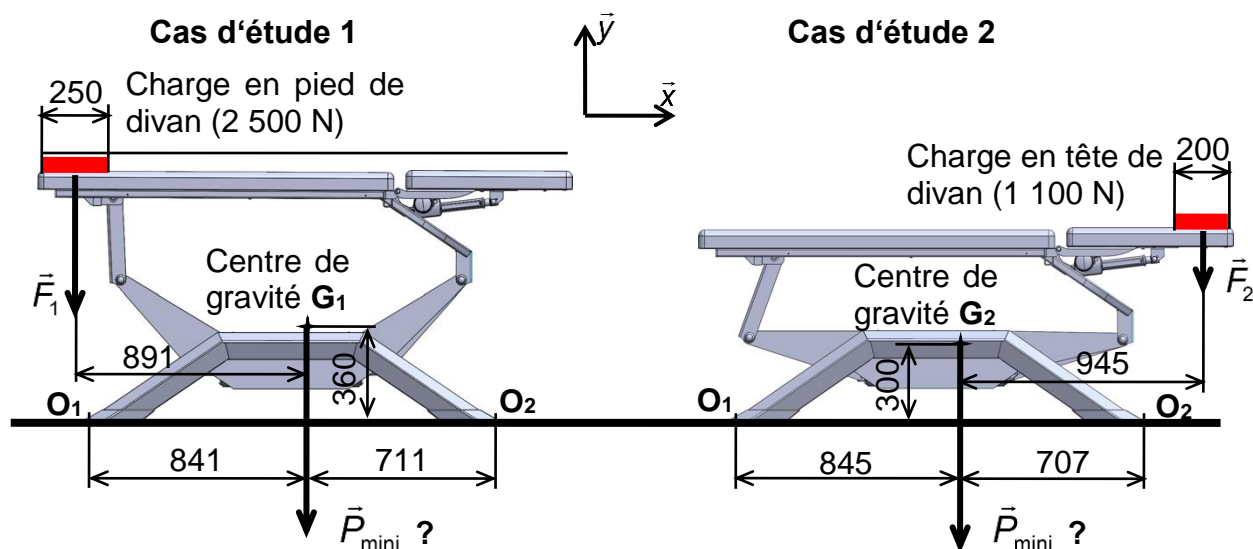
Question 8) Comparaison des deux courses de vérins :



Conception du dispositif de sortie/rétraction des roues



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



Questions 26) et 27)

Cas d'étude 1 :

Point de basculement :

Equation à la limite du basculement :

Application numérique de P_{mini} :

Cas d'étude 2 :

Point de basculement :

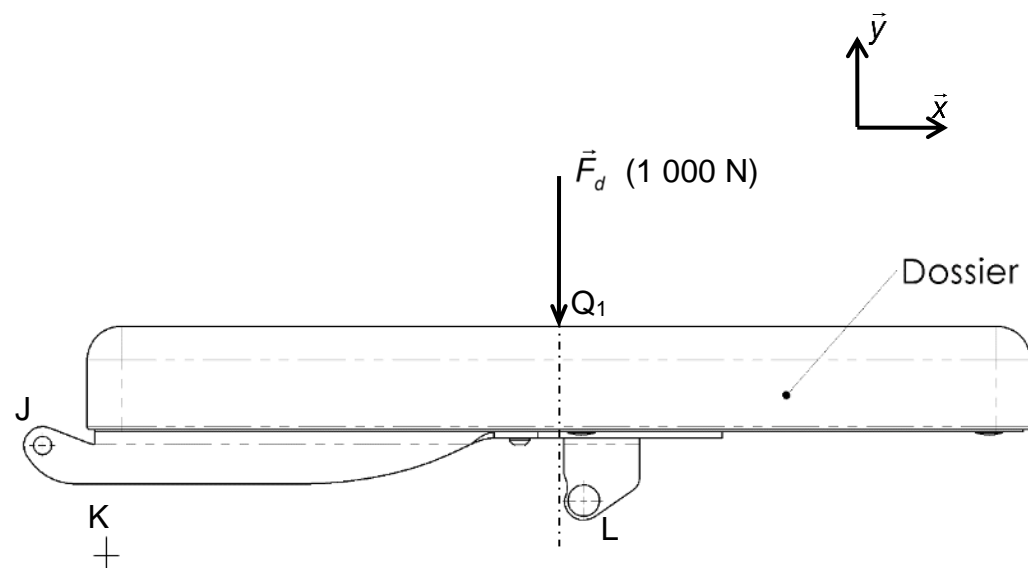
Equation à la limite du basculement :

Application numérique de P_{mini} :

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

Détermination de l'action transmissible dans les paliers de dossier

Echelle de tracé :
1 mm pour 50 N

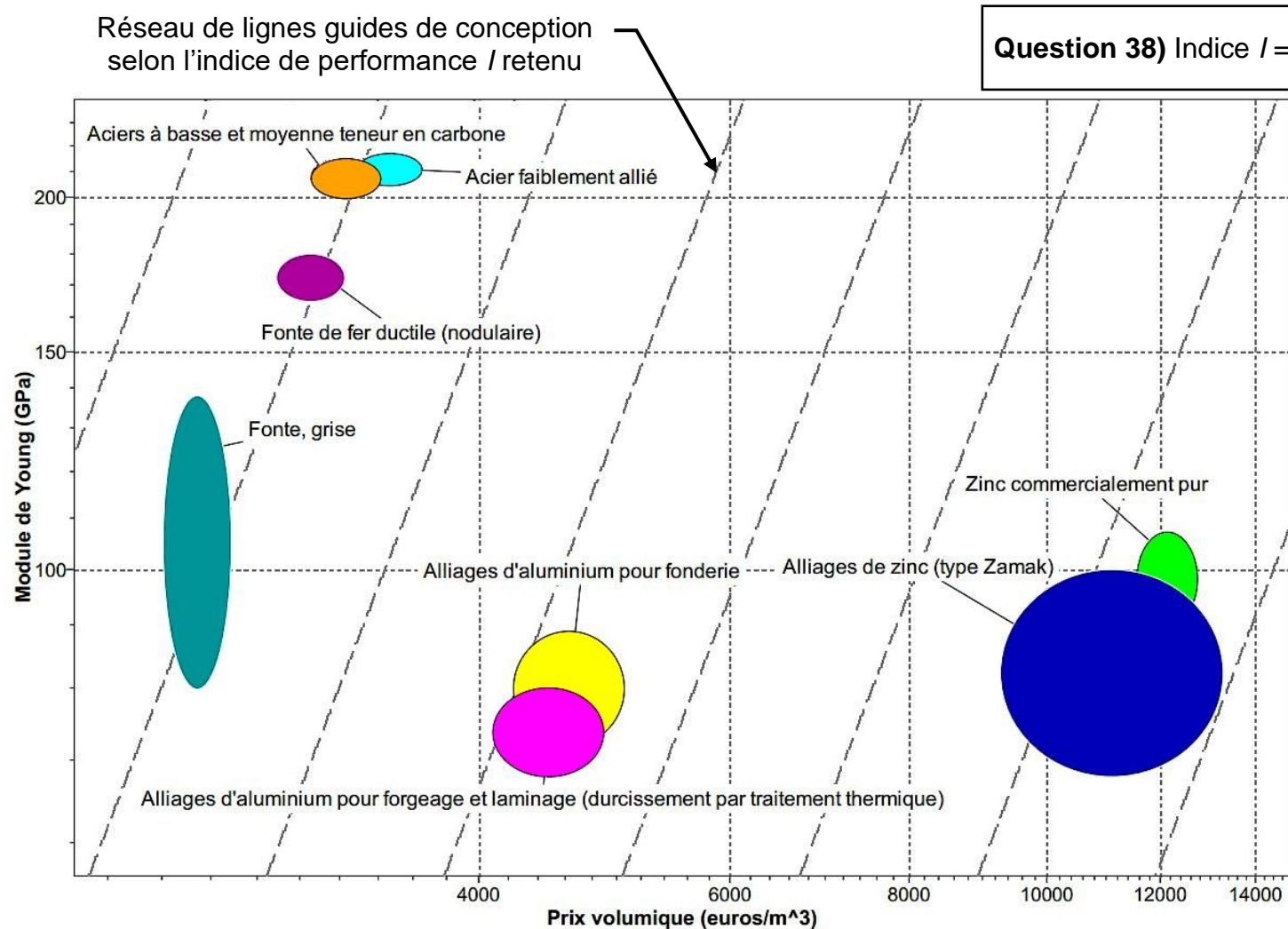


Bilan des actions mécaniques extérieures appliquées au dossier

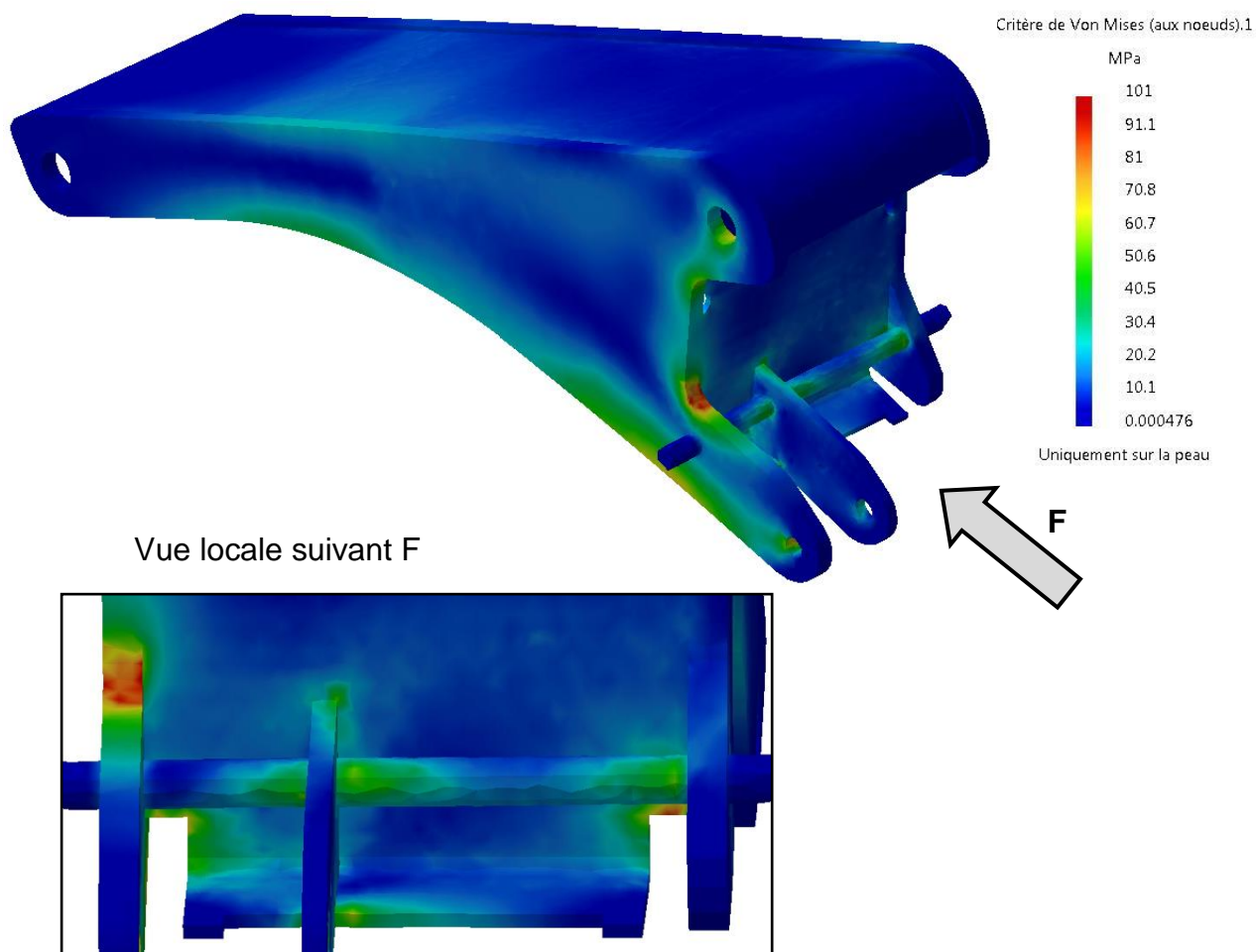
Noms action	Points d'application	Supports	Normes (N)	Justification
\vec{F}_d	Q_1	$-\vec{y}$	1 000	Donnée
$\vec{F}_{Assise \rightarrow Dossier}$?	
$\vec{F}_{Vérin \rightarrow Dossier}$				

Norme de $\vec{F}_{Assise \rightarrow Dossier}$ (en N) :

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



Contraintes équivalentes de Von Mises sur le bras



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

Question 47) Coefficient de sécurité Effectif $CS_{ef} =$

Conclusion vis à vis du cahier des charges :

Question 48) Proposition de modification et action de validation :

Pour Diffusion immédiate aux candidats

BTS CPI

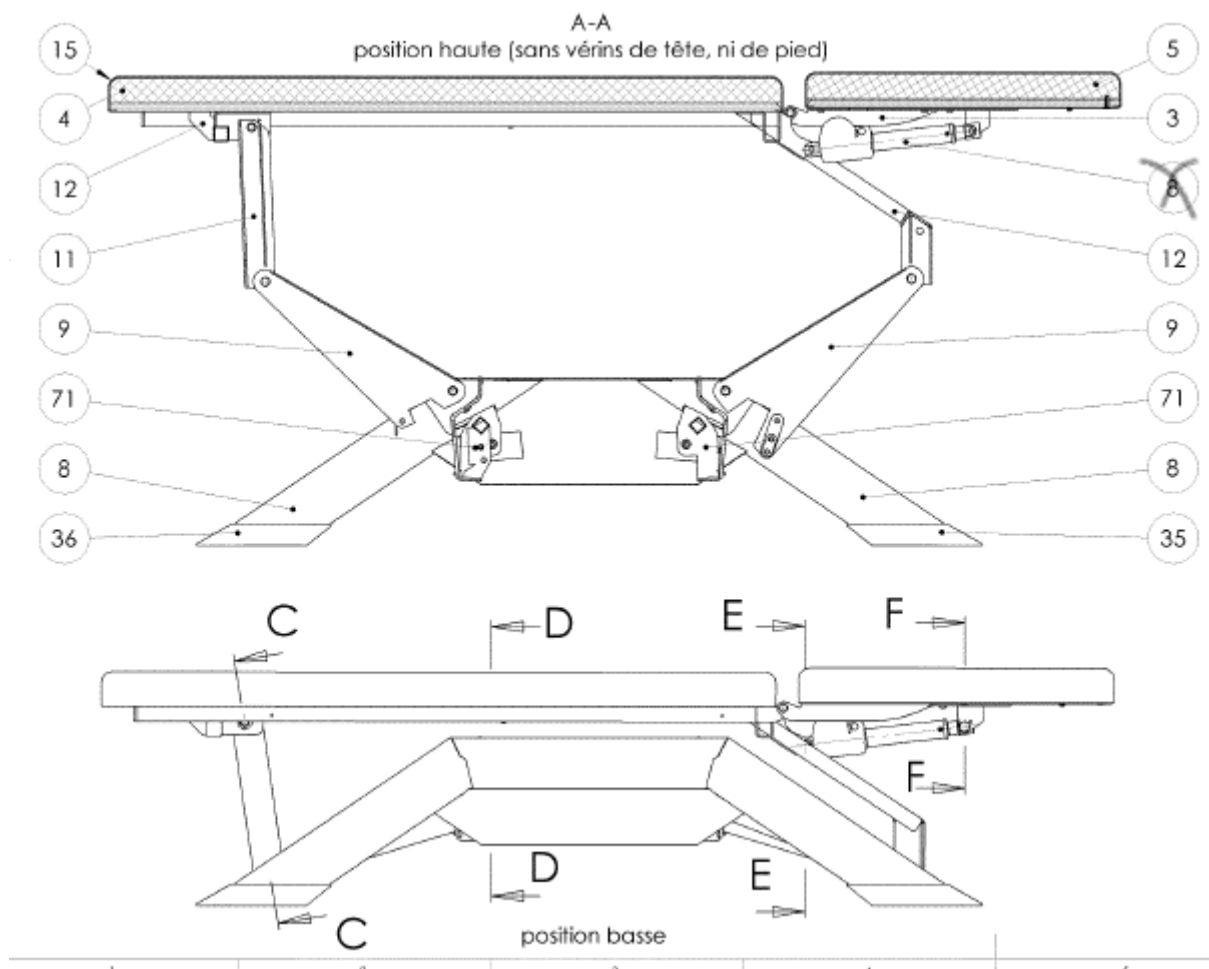
Épreuve E42/ Conception préliminaire

une coquille s'est glissée en page 8 du dossier technique.

La pièce visée par le repère 8 (troisième position de la légende à droite du schéma sous le "5" et le "3", voir ci-dessous) n'est pas un socle, mais **un verrin de dossier**

Ce dernier élément ne figure pas dans la liste de nomenclature, ce qui ne fait pas obstacle au traitement du sujet.

Merci aux centres de porter cette précision à la connaissance des candidats.



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

<p>Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit Unité U42 – Conception préliminaire</p>
--

EPREUVE EN COURS

Rectificatif à communiquer aux candidats

À la page 8 du dossier Travail est précisé :

« Cas d'étude 1 : charge de norme $F1 = 2\,650\text{ N}$ »

Il faut lire : « Cas d'étude 1 : charge de norme $F1 = 2\,500\text{ N}$ »

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

<p>Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit Unité U42 – Conception préliminaire</p>
--

EPREUVE EN COURS

Rectificatif à communiquer aux candidats

À la page 8/9 du dossier Réponses, il est noté :

En haut, à droite dans un encadré : « Question 44) Indice / = »

Il faut lire : « Question 38) Indice / = »

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

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

EPREUVE EN COURS

Rectificatif à communiquer aux candidats

- À la page 8 du Dossier Travail :

objectif 2 :

Il est indiqué que "le DT8 présente un extrait de la norme EN 602601-1".

Il faut lire "le DT7 présente un extrait de la norme EN 602601-1".

- À la page 8 du Dossier réponse :

Il est indiqué en haut à droite de la page « question 44 », il faut lire question 38

A la page 7 du dossier réponse :

Les axes sont mal définis : ils apparaissent sous la forme X,X

AU LIEU DE X, Y