

**Final CP42**  
**Aucun document autorisé**

**CONSIGNES**

1. **Répondre en respectant l'ordre des questions**
2. **Bien écrire : La copie n'est pas un brouillon**

**1 Grammaire de modélisation solide**

Le bureau d'études MechCAD Solutions conçoit et développe des produits mécaniques en s'appuyant sur les technologies modernes de la CAO.

En tant qu'ingénieur CAO au sein de ce bureau, vous êtes chargé de structurer le processus de modélisation dans une démarche d'amélioration de la productivité et de réutilisabilité des modèles.

Dans ce contexte, on vous confie l'analyse de pièces modélisées à l'aide du logiciel CATIA. On considère ici la pièce nommée « SOCLE », représentée à la Figure 1.

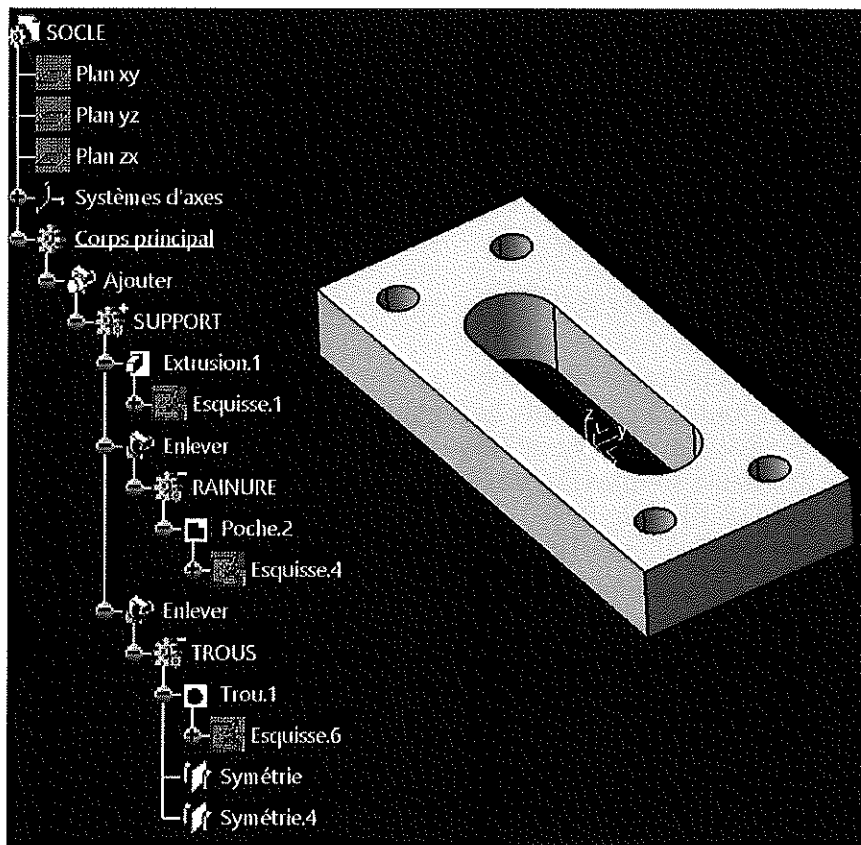


Figure 1: Socle

**Q1.** Complétez la définition suivante d'une grammaire de modélisation solide :

**Définition :** Une grammaire de modélisation solide est un quintuple  $G=(T, N, S, P)$  où :

- $T$  est .....
- $N$  est .....
- $S$  est .....
- $P$  est .....

**Q2.** À partir de l'arbre de dérivation de la pièce « SOCLE » de CATIA (Figure 1), définir la grammaire de modélisation solide  $G_{\text{Socle}}=(T, N, S, P)$  appliquée pour la modélisation de la pièce :

- Identifiez l'ensemble  $T$ . Pour chaque solide terminal appartenant à  $T$ , **esquisser** la forme correspondante (**croquis**) ;
- Identifiez l'ensemble  $N$  ;
- Identifiez le solide initial  $S$  ;
- Identifiez l'ensemble  $P$ .

**Q3.** Expliquez le lien entre cette grammaire et la génération de variantes de la pièce « SOCLE ».

## 2 Technologie de Groupe Assistée par l'Ordinateur (TGAO)

Face au nombre croissant de produits, le bureau d'études « MechCAD Solutions » a aussi pour objectif la rationalisation du processus de conception et de fabrication en vue de diminuer les coûts industriels.

Pour cela, le bureau d'études vous demande d'appliquer la Technologie de Groupe Assistée par l'Ordinateur (TGAO).

Le problème de la modélisation CAO est alors de chercher les familles des pièces et de modéliser les pièces mères correspondantes.

**Q1.** Qu'est-ce que la TGAO et quel est son objectif dans le contexte industriel ?

**Q2.** Soient un ensemble des pièces :

$P_1$  : Douille à empreinte hexagonale (Figure 6)

$P_2$  : Socle avec bossage (Figure 7)

$P_3$  : Socle simple (Figure 8)

$P_4$  : Douille (Figure 9)

$P_5$  : Socle (Figure 10)

modélisées par un ensemble d'entités de conception (voir ANNEXE).

À partir de l'arbre de dérivation des pièces dans CATIA (voir ANNEXE), identifiez les entités de conception présentes dans les modèles. Pour chacune, esquissez un croquis dans le Tableau 1.

**Q3.** Quelle primitive de CATIA est utilisée pour modéliser l'empreinte hexagonale dans la pièce  $P_1$  (Figure 6) ?

Tableau 1: Croquis des Entités de conception (**Attention : Feuille à rendre**)

<b>Entité de conception</b>	<b>Symbole</b>	<b>Croquis</b>
Fût cylindrique	<b>a</b>	
Alésage débouchant	<b>b</b>	
Empreinte hexagonale	<b>c</b>	
Support	<b>d</b>	
Rainure	<b>e</b>	
Bossage de centrage	<b>f</b>	
Trou	<b>g</b>	

- Q4.** On associe à chaque entité de conception une lettre, selon la notation présentée dans le Tableau 1. À partir de cette notation, construire la matrice de données **Pièce – Entité de conception** représentant la relation d'appartenance entre les pièces  $\{P_1, P_2, \dots, P_5\}$  et l'ensemble des entités de conception  $\{a, b, c, d, e, f, g\}$ .  
**Respectez la notation des pièces indiquée dans l'ANNEXE.**
- Q5.** Construisez la matrice des ressemblances entre les Pièces en utilisant la distance de Manhattan.
- Q6.** Appliquez l'Algorithme de Classification (saut minimum avec LIFO) et construisez le dendrogramme.
- Q7.** Montrez qu'en fonction de la distance, il est possible d'identifier différentes familles de pièces.
- Q8.** Pour quelle valeur de distance peut-on identifier deux familles de pièces ?  
Identifiez les deux pièces mères correspondantes et esquissez leur forme (croquis).
- Q9.** Représentez chaque pièce mère à l'aide de son arbre CSG, en incluant les croquis des entités.
- Q10.** Comment générer les pièces enfants à partir de l'arbre CSG de chaque pièce mère ?
- Q11.** Construisez la matrice permettant l'implémentation de la génération des pièces enfants dans CATIA.

### 3 Modélisation Robuste

La société Tech Kiné Médical est spécialisée dans la vente et la réalisation d'équipement médical (Ostéopathes, Kinésithérapeutes, hôpitaux, cliniques, ...). Aujourd'hui, la société TKM souhaite développer une nouvelle gamme de table médicale à commande électrique afin d'enrichir son catalogue avec un produit d'apparence plus moderne.

Ainsi, elle demande au cabinet d'étude MechCAD Solutions de concevoir une solution innovante pour la table médicale à commande électrique d'une part, et adopter un nouveau design d'autre part.

La Figure 2 montre la table médicale existante. La nouvelle table médicale viendra compléter la gamme de tables électriques actuelles, avec une nouvelle conception pour l'embase et les bras.

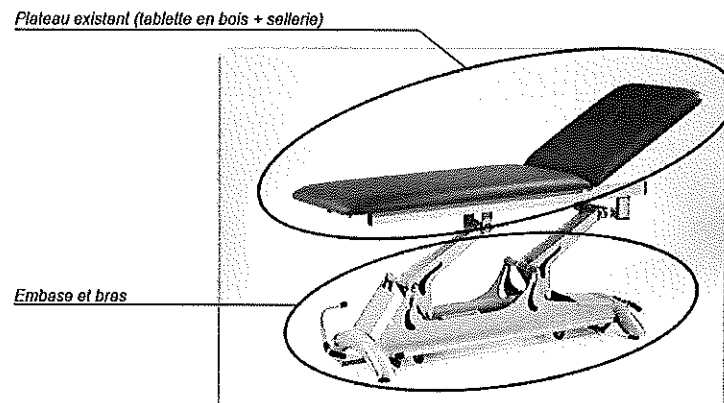


Figure 2: Table existante

On retiendra les spécifications suivantes de la société Tech Kiné Médical :

- a. La table doit pouvoir lever un patient assis ou couché sur le plateau.
- b. La vitesse maximale de levée doit être strictement inférieure à 150 mm/s en périphérie du plateau.
- c. Dimensions globales à respecter par rapport au praticien (Figure 3) :
  - Position basse : 420 mm minimum
  - Position haute : 950 mm maximum

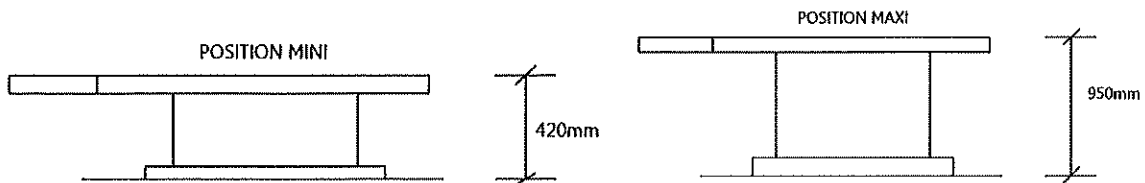


Figure 3: Positions de la table médicale

Le mécanisme conçu par MechCAD Solutions qui permet de satisfaire les spécifications a, b et c est montré dans la Figure 4.

Les liaisons entre chaque sous-ensemble sont des liaisons pivots sauf pour la liaison entre la tige de vérin et le corps de vérin qui sera considérée comme une liaison pivot glissant (problème plan).

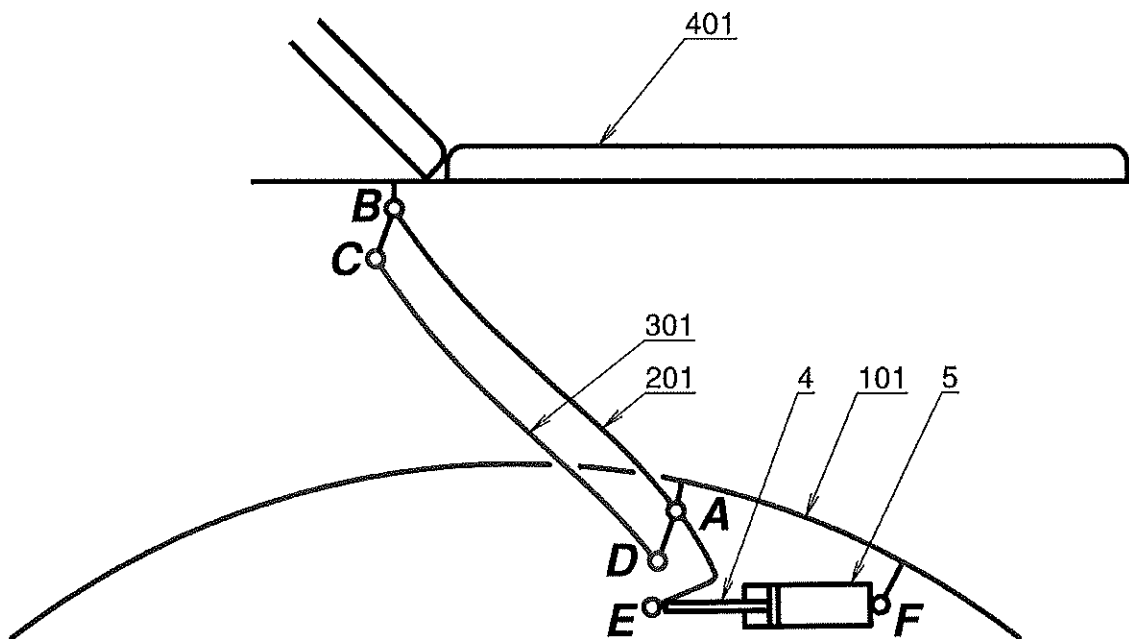


Figure 4: Représentation du mécanisme

### 3.1 Assemblage et cinématique

Q1. Identifier les mouvements des sous-ensembles suivants en précisant les centres de liaison si-nécessaire.

Mvt 201/101 ;
Mvt 301/101 ;
Mvt 5/101 ;
Mvt 4/5 ;
Mvt 401/101 ;

### 3.2 Modélisation

Soit le **plateau 401** (Tableau 2 et Figure 11 : voir ANNEXE) représenté sur la Figure 5.

Pour satisfaire les spécifications *a* et *b*, les concepteurs ont exprimé deux intentions de conception (*DI* : *Design Intentions*), à savoir :

*DI1* : Définir la longueur de la barre BC, donc ces centres de liaisons B et C;

*DI2* : Définir la hauteur du plateau 401.

Q1. En s'appuyant sur l'axiome de conception, proposer (dans la coupe B-B : Figure 5) **uniquement** les paramètres de conception (*DP* : *Design Parameters*) (donc les cotes) en relation avec les intentions de conception *DI1* et *DI2*.

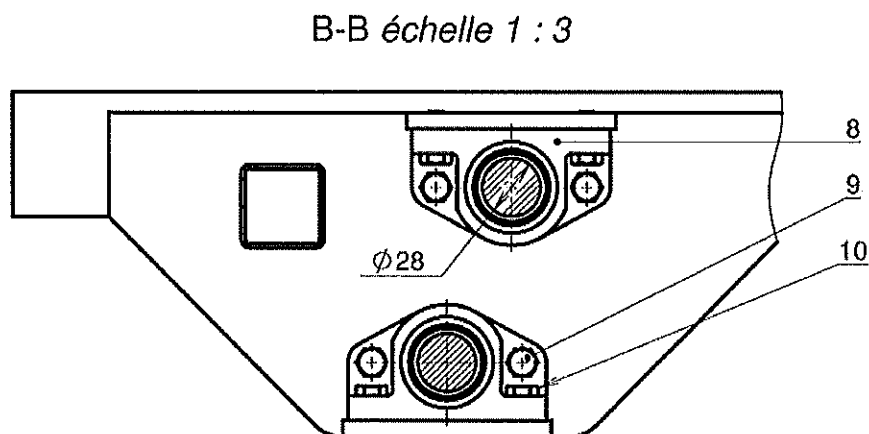


Figure 5: Plateau 401

Q2. La relation entre les intentions de conception (*DI*) et les paramètres de conception (*DP*) est exprimée par l'équation de la conception, à savoir :

$$[DI] = [A][DP]$$

Pour la **cotation proposée**, donner l'équation de la conception représentant la relation entre les intentions de conception (**DI**) et les paramètres de conception (**DP**).

Q3. A partir de cette équation, montrer que la **cotation proposée** permet de satisfaire l'indépendance des intentions de conceptions.

### ANNEXE

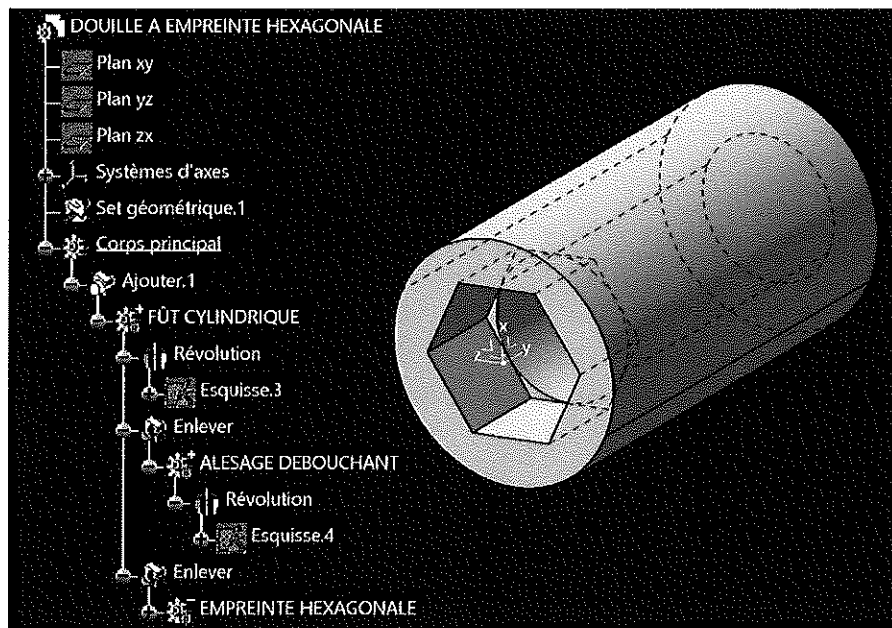


Figure 6. P<sub>1</sub> : Douille à empreinte hexagonale

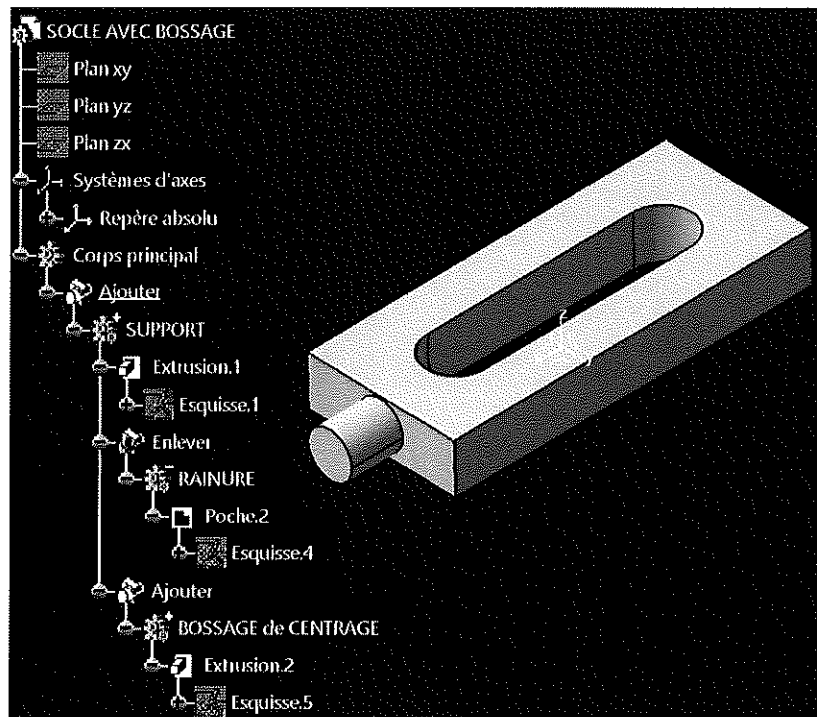


Figure 7. P<sub>2</sub> : Socle avec bossage

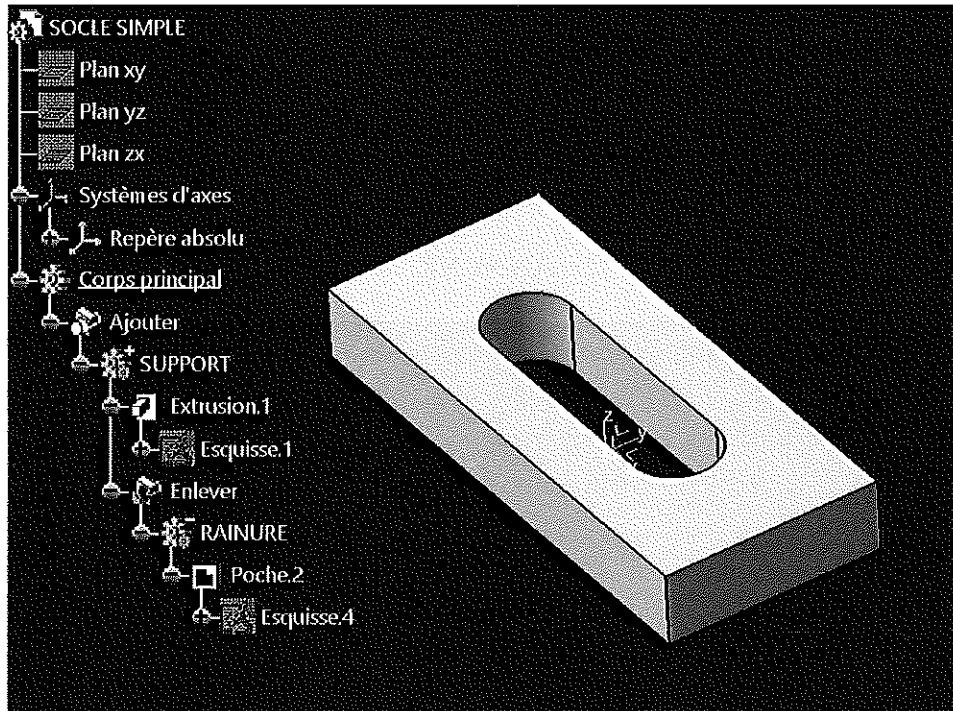


Figure 8. P<sub>3</sub> : Socle simple

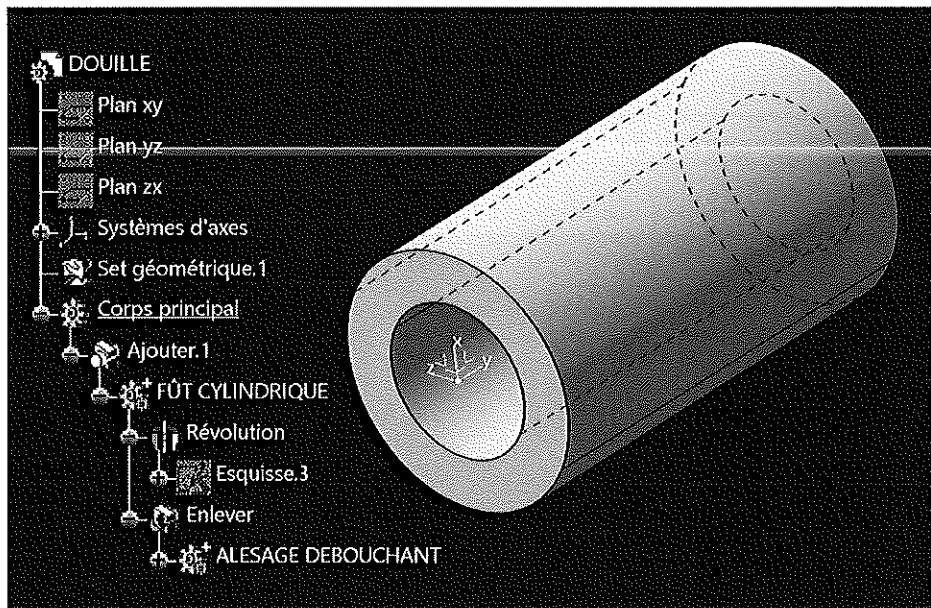


Figure 9. P<sub>4</sub> : Douille

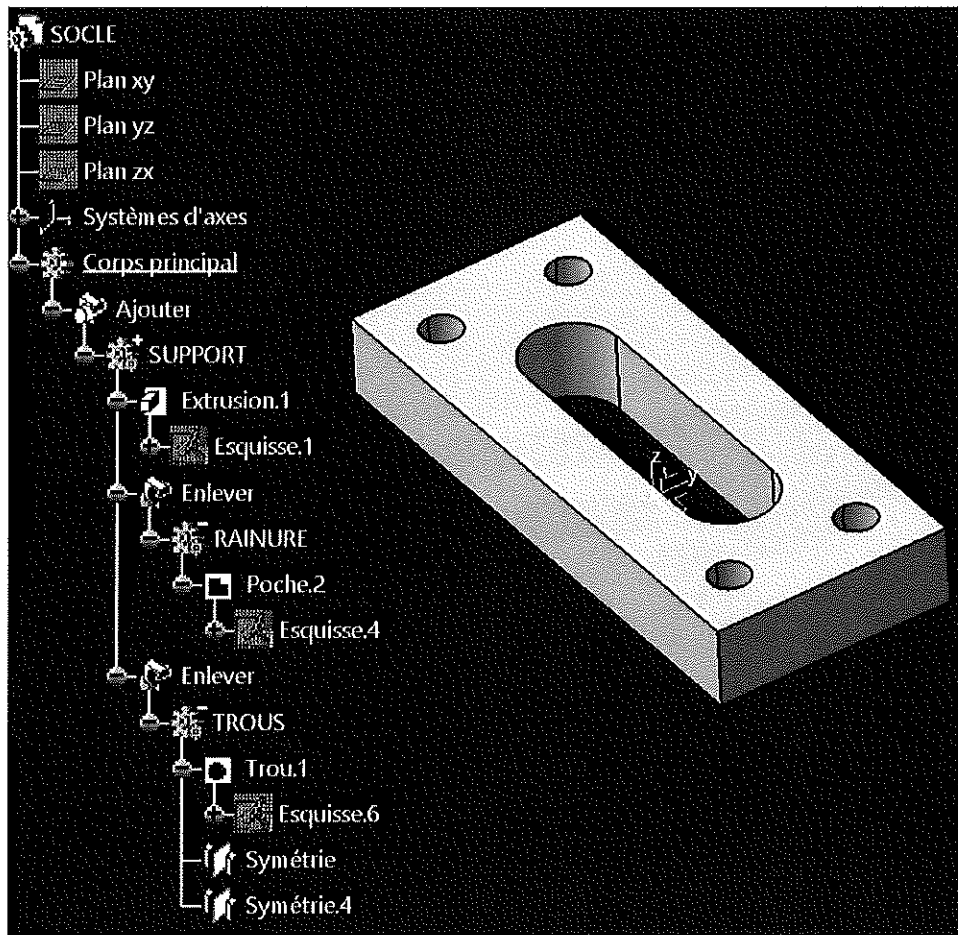


Figure 10. P<sub>5</sub> : Socle

Tableau 2: Nomenclature produit

402		Sellerie	
401		Plateau	
301		Bras inférieur	
201		Bras supérieur	
102		Capot d'embase	
101		Embase	
14	2	Anneau élastique 10 x 1	Pour arbre
13	2	Axe épaulé Ø10	Réf : Bosch rexroth – n° 1823120020
12	6	Rondelle plate – Type L – 5	
11	6	Vis H – M5 x 10	
10	16	Vis H – M8 x 20	
9	16	Vis H – M8 x 16	
8	8	Palier rotulé auto-alignant	Réf : GGB UNI Taille 2 – Ø28
7	4	Pied à roulette	Réf : Foot Master – GDR – 60F
6	1	Centrale d'alimentation	Réf : Dewert – MCL II
5	1	Corps de vérin électrique	Réf : Dewert –
4	1	Tige de vérin électrique	Réf : Dewert –
Rep.	Qté	Désignation	Observation

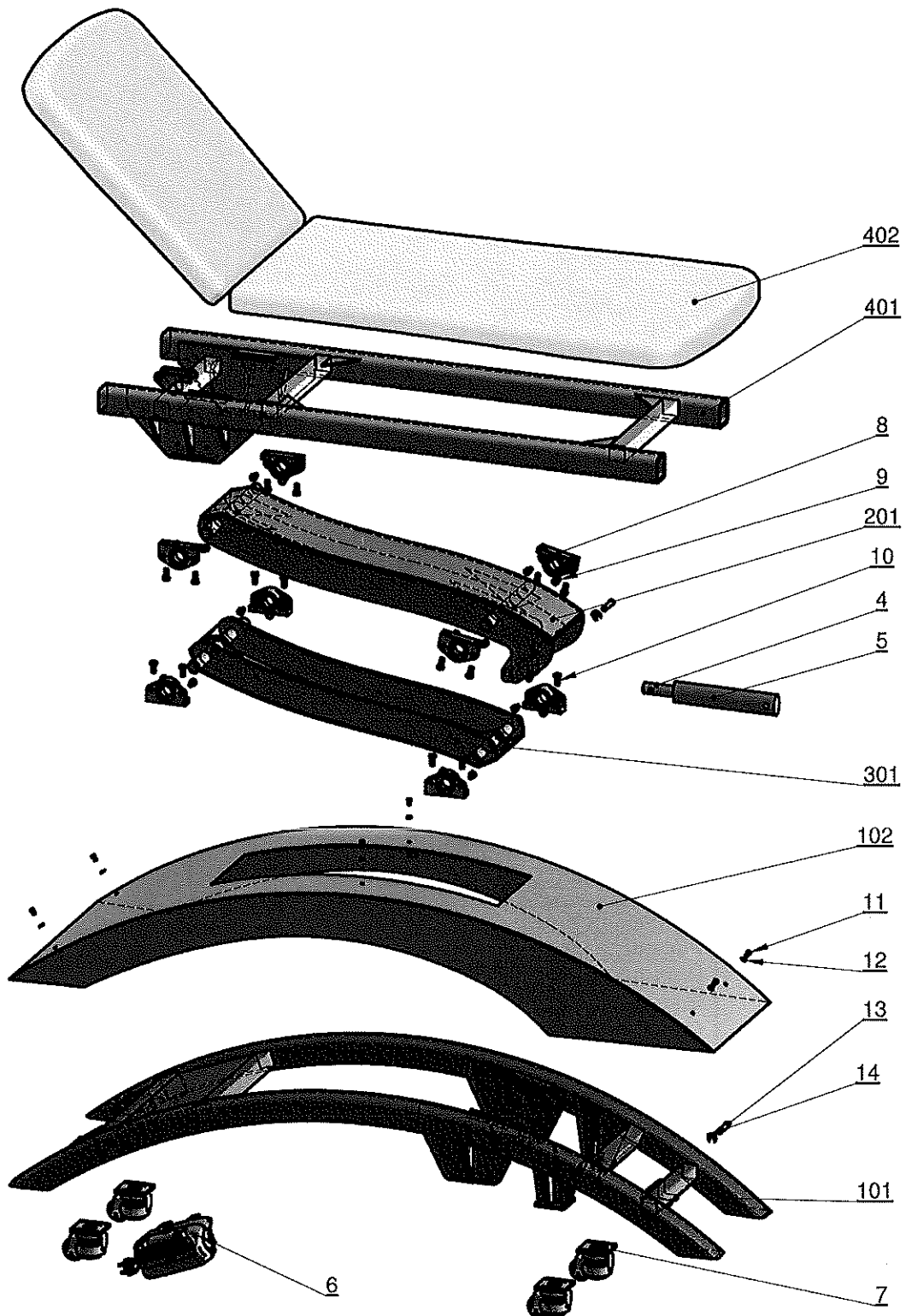


Figure 11: Vue éclatée de la nouvelle solution de la table médicale à commande électrique.