

COFFRE MOTORISE D'AUDI A 8

1. Mise en situation

Le système étudié équipe certains véhicules de la marque Audi, notamment ceux de la gamme A8.

Ce type de système fournit une assistance électrique pour actionner automatiquement le coffre grâce à une solution motorisée.

Pour actionner l'ouverture ou la fermeture, l'utilisateur agit sur une télécommande ou un bouton situé à l'intérieur de l'habitacle.

Les avantages de ce système sont :

- ✓ Un accès rapide et facile au coffre.
- ✓ Un fonctionnement simple et sans effort.
- ✓ Une possibilité d'ouverture manuelle.

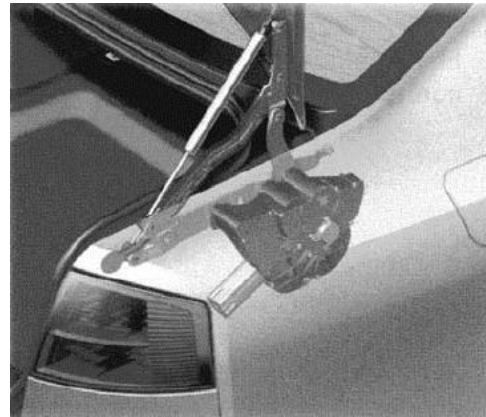


Figure 1 : position du système étudié sur l'arrière de la voiture

2. Présentation

Le système d'ouvrant étudié est symétrique, seul le côté droit, motorisé, sera étudié.

Les principaux constituants du système étudié sont :

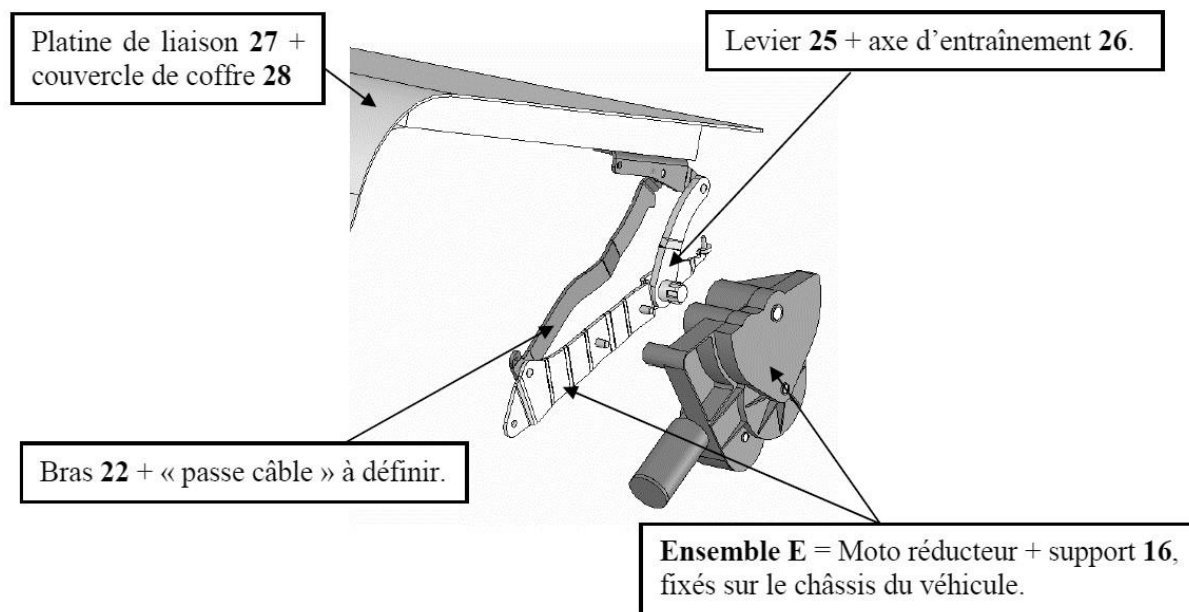


Figure 2 : constituants du système

3. Description du système étudié

Le système d'ouvrant étudié permet d'ouvrir ou fermer un coffre. Il permet ainsi de passer d'une position ouverte à une position fermée et vice versa, avec une assistance à l'ouverture et à la fermeture.

Il assure un accès confortable au coffre, sans risque pour l'utilisateur et garantit l'état d'étanchéité lors de la fermeture.

Positions du système étudié lors de la phase de fermeture

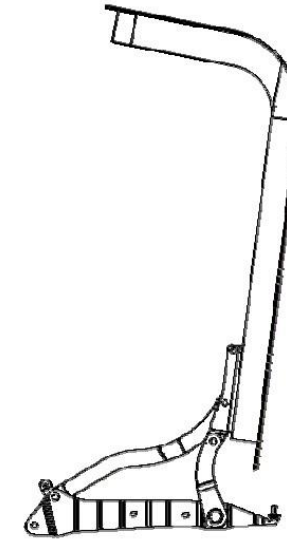


Figure 3 : coffre ouvert

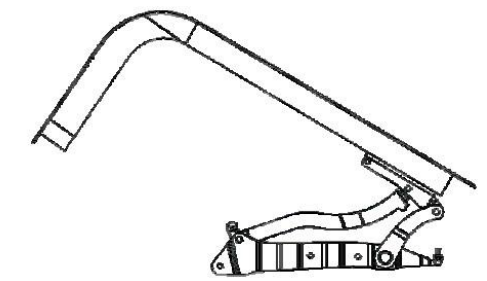


Figure 4 : coffre en position intermédiaire

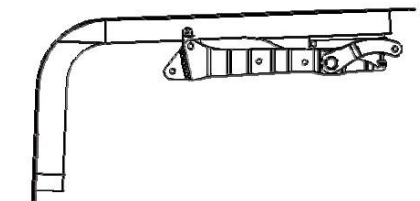


Figure 5 : coffre en position fermée

L'action de l'utilisateur sur un bouton où une télécommande alimente le moteur électrique à courant continu 12 V. Ce moteur anime en rotation le rotor vis sans fin **1** qui engrène avec la roue **3**. Cette dernière s'accouple avec la roue **2** qui transmet la rotation à la roue **14**. La roue **14** entraîne le mouvement du secteur denté **4** par l'intermédiaire d'un coupleur électromagnétique. Le manchon d'entraînement encastré sur le secteur denté **4** transmet le couple de sortie nécessaire sur le levier **25**.

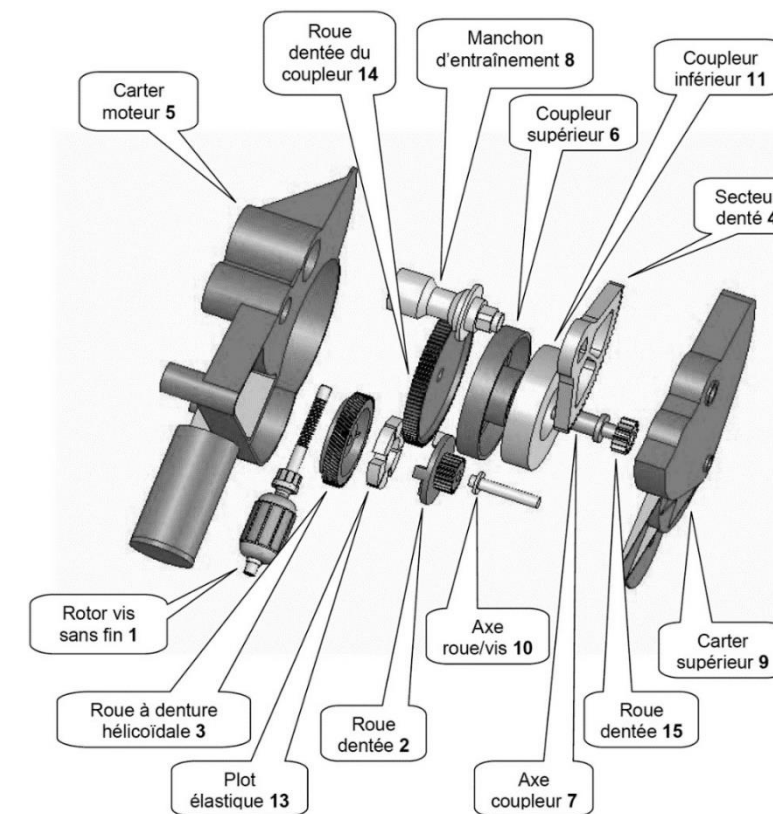


Figure 6 : vue éclatée du motoréducteur

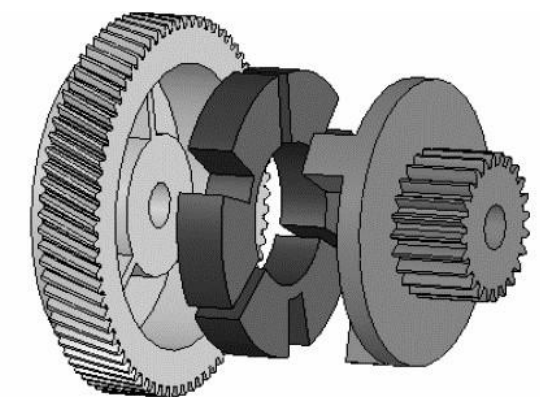
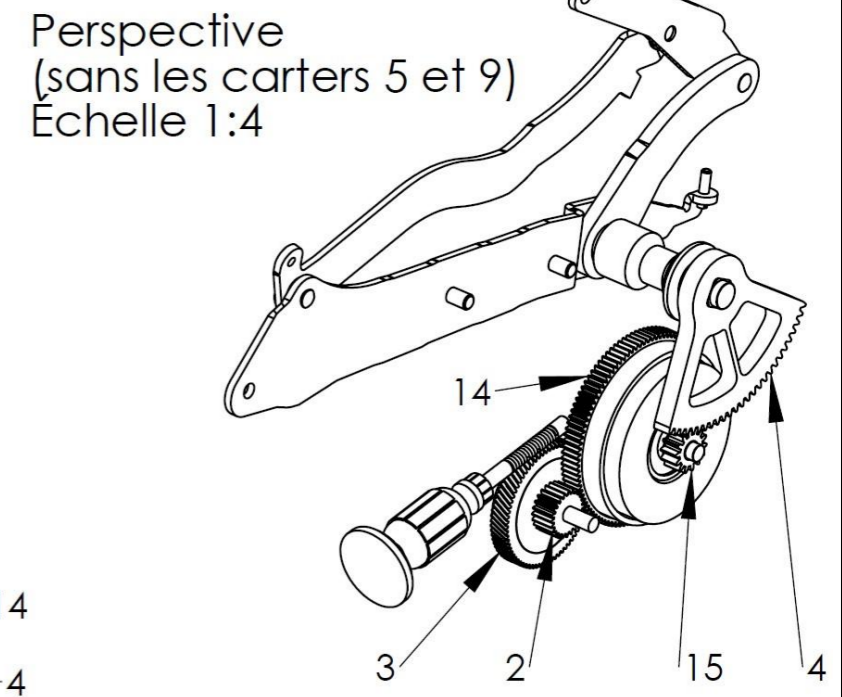
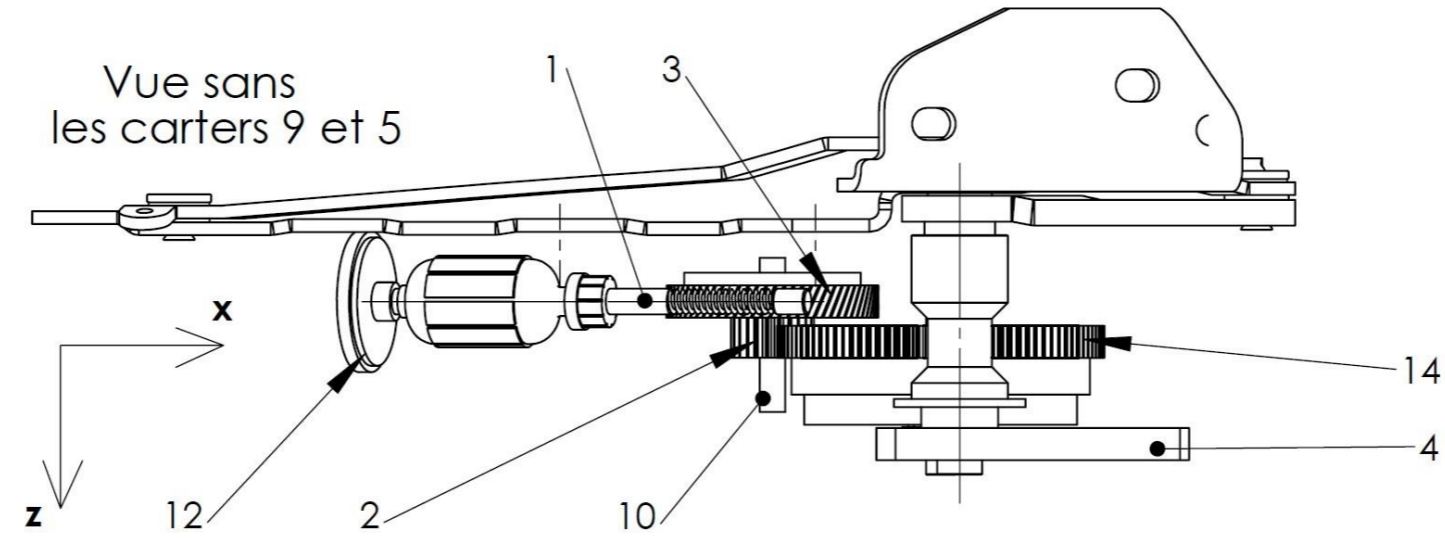
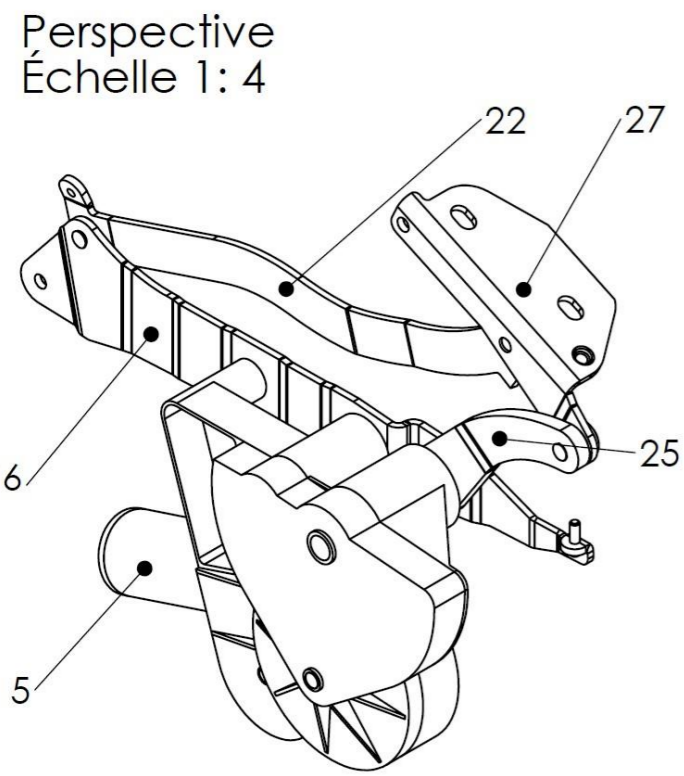
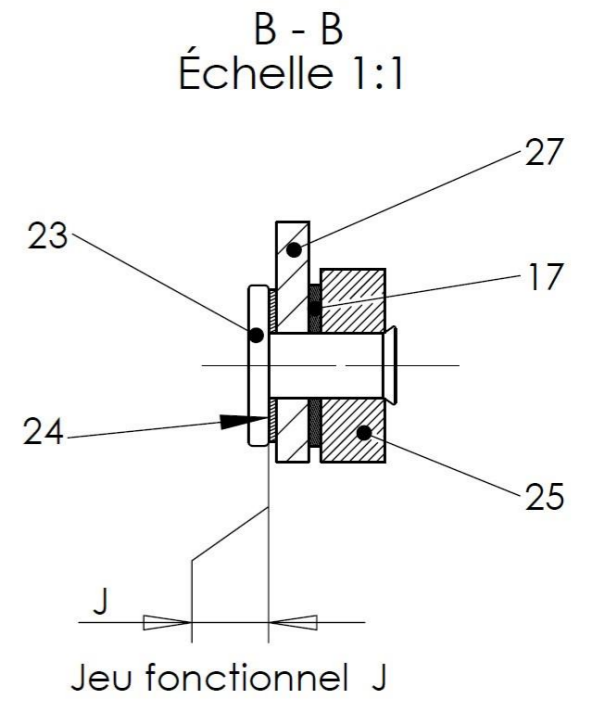
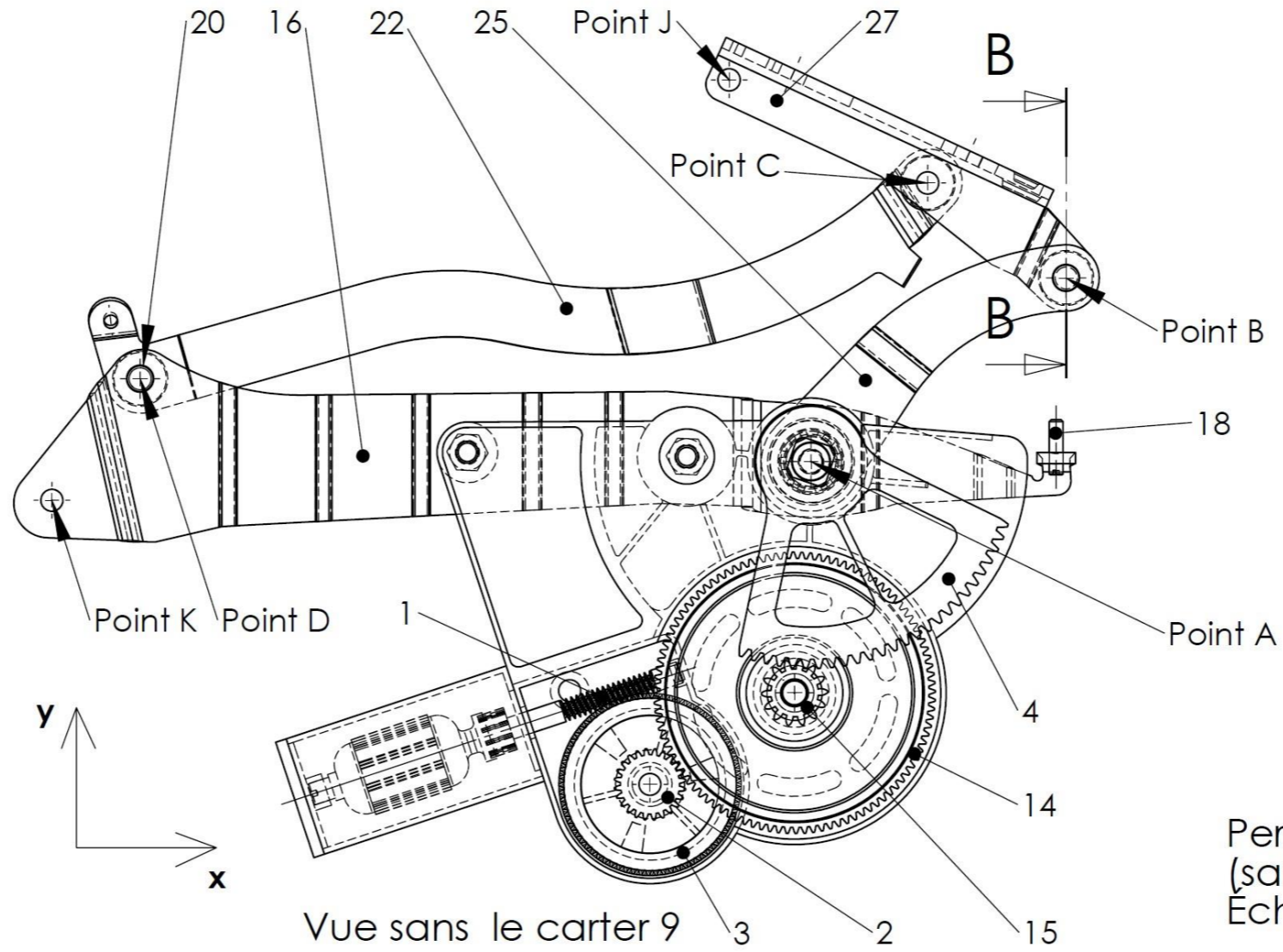
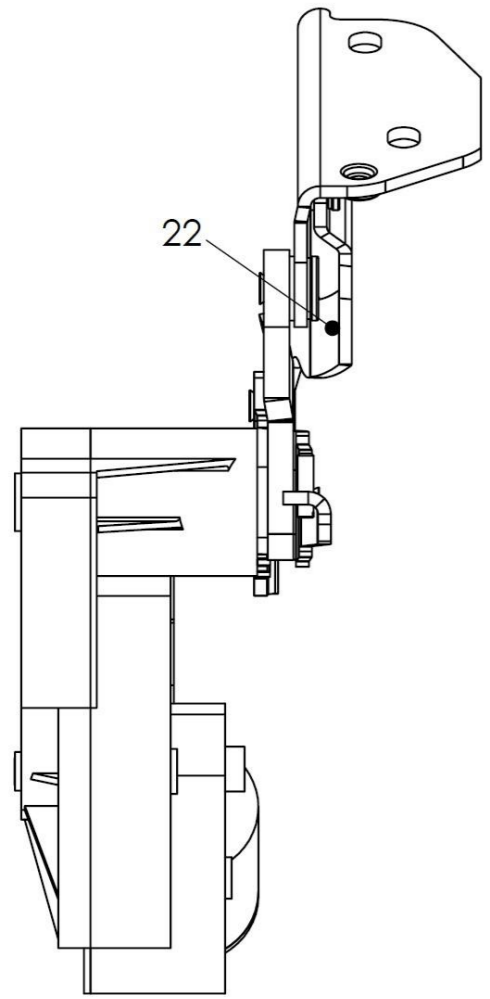


Figure 7 : détail de l'ensemble 2, 3 et 13

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR - BACCALAUREAT DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRE TECHNIQUE		
Durée : 04 h	Epreuve	Série : T2
Coefficient : 03	CONSTRUCTION ELECTROMECHANIQUE	1 ^{er} Groupe
Feuille N° 1/7	Echelle :	Code : 2023TT218NA0146



Vue d'ensemble du mécanisme sans le couvercle de coffre 28, ni le passe câble 20

Échelle 2:5

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR - BACCALAUREAT DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRE TECHNIQUE		
Durée : 04 h	Epreuve	Série : T2
Coefficient : 03	CONSTRUCTION ELECTROMECHANIQUE	1 ^{er} Groupe
Feuille N° 2/7	Echelle :	Code : 2023TT218NA0146

Tableau 1: nomenclature

29	3	Vis H – M8*16 ISO 4017		
28	1	Couvercle de coffre		Peint
27	1	Platine de liaison	S185	Peint
26	1	Axe d'entraînement	C35	Nickelé
25	1	Levier	C35	Bichromaté
24	3	Rondelle		
23	3	Axe	C35	Nickelé
22	1	Bras	S185	Zingué
21	2	Rondelle		
20	1	Passerelle	ABS	
19	2	Rotule		
18	1	Vis ISO 4766 – M5 x 20		Vis de pression
17	3	Rondelle		
16	1	Support	S185	Peint
15	1	Roue dentée	C55	m= 1,5 ; Z=14
14	1	Roue dentée du coupleur	C55	m= 1 ; Z=100
13	3	Plot élastique		
12	1	Couvercle réducteur	ABS	
11	1	Coupleur inférieur		
10	1	Axe roue/vis	C35	Nickelé
9	1	Carter supérieur	ABS	
8	1	Manchon d'entraînement	16NiCr6	Nickelé
7	1	Axe coupleur	C35	Nickelé
6	1	Coupleur supérieur		
5	1	Carter moteur	ABS	
4	1	Secteur denté		m= 1,5 ; Z=98
3	1	Roue à denture hélicoïdale		m= 0,8 ; Z=73
2	1	Roue dentée		m= 1 ; Z=24
1	1	Rotor vis sans fin		$\gamma < 5^\circ$; m = 0,8 ; Z = 1 filet
REP.	NB.	DESIGNATION	MATIERE	REFERENCE

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR - BACCALAUREAT DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRE TECHNIQUE

Durée : 04 h	Epreuve	Série : T2
Coefficient : 03	CONSTRUCTION ELECTROMECHANIQUE	1 ^{er} Groupe
Feuille N° 3/7	Echelle :	Code : 2023TT218NA0146

4. Etude technologique

4.1. Compréhension

4.1.1. Donner le nom de la liaison entre le levier 25 et la platine de liaison 27, au point **B**, (voir feuille 2/7 coupe B-B) et le nom de la solution constructive adoptée pour cette liaison. (0,5 point)

Nom de la liaison 25-27 :

Nom de la solution constructive :

4.1.2. Proposer un ajustement entre la platine de liaison 27 et l'axe 23 et donner sa nature. (0,25 point)

.....

4.1.3. Indiquer le nom, le type et la fonction de l'ensemble {2, 3, 13}. (voir feuille 1/7, figure 7). (0,5 point)

Nom de l'ensemble :

Type :

Fonction :

4.1.4. Le réducteur est-il réversible ? Justifier votre réponse. (0,25 point)

.....

4.1.5. Choisir un type de matériau pour la vis 1 et la roue 3 et justifier votre choix. (0,5 point)

Matériau pour la vis 1 :

Matériau pour la roue 3 :

Justification :

4.1.6. Décoder la désignation normalisée des matériaux suivants : (0,5 point)

S185 :

C35 :

16NiCr6 :

4.2. Etude de la transmission de puissance

La chaîne d'énergie est constituée :

- ✓ D'un moteur électrique à courant continu 12V ;
- ✓ D'un réducteur roue et vis sans fin, 1er étage de réduction ;
- ✓ D'un engrenage droit, 2ème étage de réduction ;
- ✓ D'un 3ème étage de réduction, composé d'un pignon et d'un secteur denté.

Une étude de résistance des matériaux a permis de déterminer la résistance pratique à l'extension minimale

$\sigma_{pe} = 375 \text{ N/mm}^2$ que doit avoir le matériau constitutif du secteur denté 4 pour supporter l'ouverture du couvercle de coffre. On prendra l'effort tangentiel $F_t = 1218 \text{ N}$ appliqué sur une dent du secteur denté.

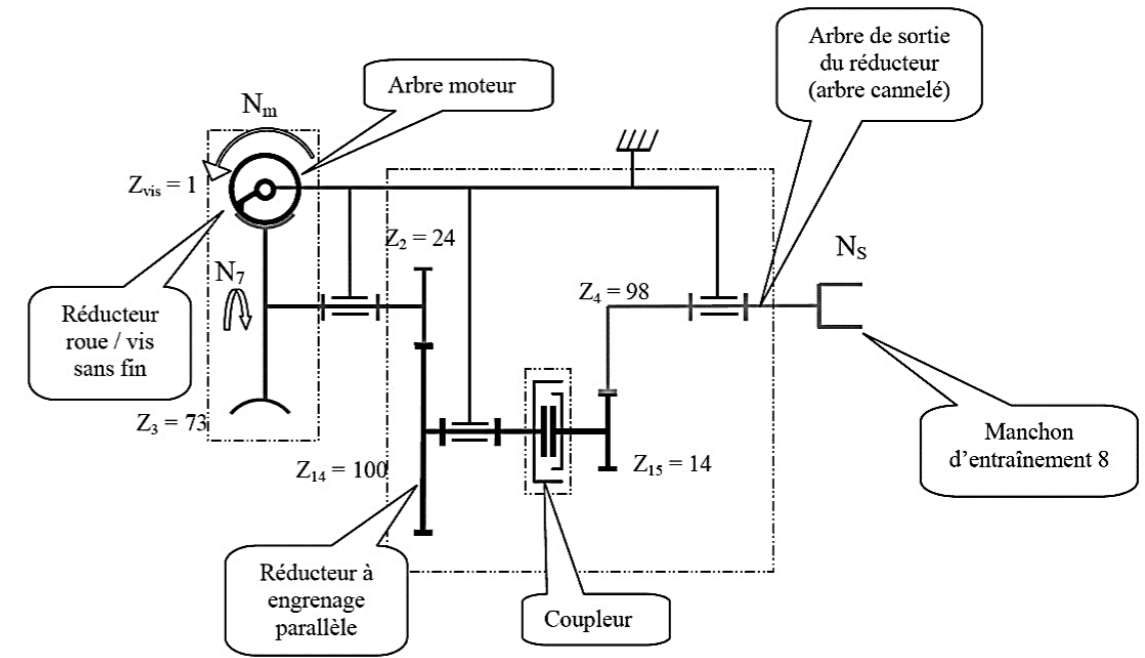


Figure 8 : schéma cinématique du motoréducteur

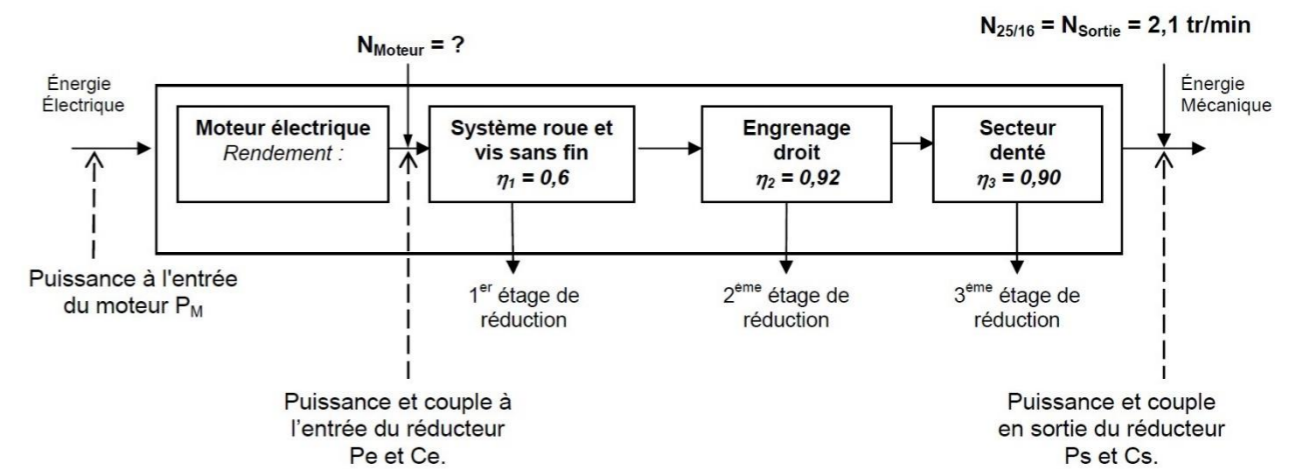


Figure 9 : synoptique

4.2.1. Établir la chaîne cinématique de transmission de mouvement de l'arbre moteur 1 au secteur denté 4. (0,5 point)



4.2.2. Déterminer, à l'aide de la formule ci-dessous, le module m du secteur denté 4. Conclure par rapport au module normalisé choisi par le constructeur. (1 point)

$$m \geq 2,34 \sqrt{\frac{F_t}{k \times \sigma_{pe}}}$$

Avec $k = 8$

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR - BACCALAUREAT DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRE TECHNIQUE		
Durée : 04 h	Epreuve	Série : T2
Coefficient : 03	CONSTRUCTION ELECTROMECHANIQUE	1 ^{er} Groupe
Feuille N° 4/7	Echelle :	Code : 2023TT218NA0146

4.2.3. Déterminer le couple C_s sur le secteur denté 4. (0,5 point)

.....

.....

.....

4.2.4. Calculer la puissance utile en sortie de réducteur P_s . On prendra $C_s = 90 \text{ N.m}$ quel que soit le résultat trouvé précédemment. (0,5 point)

.....

.....

4.2.5. Déterminer le rapport de réduction global de la transmission r . En déduire la fréquence de rotation N_{moteur} . (1 point)

.....

.....

.....

.....

4.2.6. Déterminer le rendement global du réducteur, noté η_g . (0,5 point)

.....

.....

4.2.7. Calculer à l'entrée du réducteur la puissance P_e . En déduire le couple C_e . (1 point)

.....

.....

.....

4.2.8. Compléter le tableau ci-dessous donnant les caractéristiques de l'engrenage (15 – 4). (2 points)

	m	Z	P	d	d_f	d_a	a
<u>15</u>							
<u>4</u>							
Formules							

4.3. Cotation fonctionnelle (figure 10) :

4.3.1. Justifier la présence de la condition Ja : (0,5 point)

.....

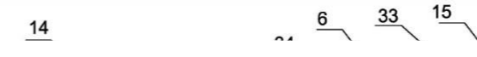
.....

4.3.2. La condition Ja est-elle maximale ou minimale ? Justifier. (0,25 point)

.....

.....

4.3.1. Tracer sur le dessin (figure 10) la chaîne de cotes relative à la condition Ja . (0,25 point)



4.3.2. Inscrire sur le dessin qui suit (figure 10) les ajustements, entre l'arbre 7 et les coussinets 31 et entre la roue dentée 14 et le coussinet 31, nécessaires au fonctionnement du mécanisme. (0,5 point)

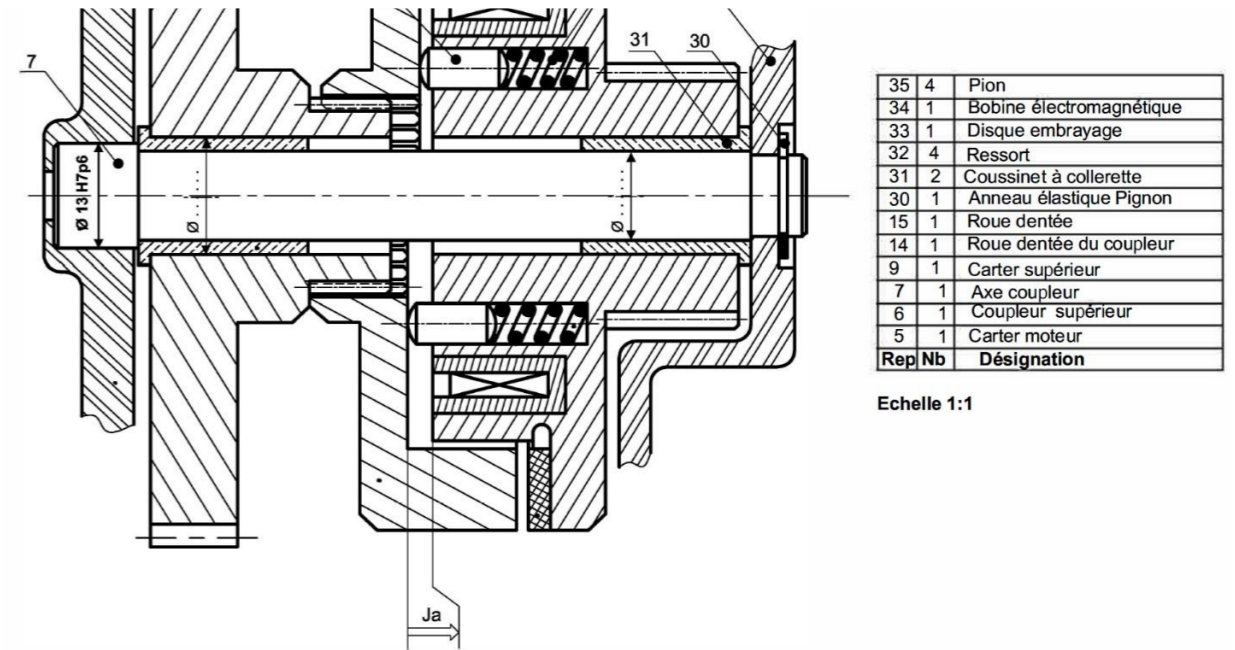


Figure 10 : coupleur électromagnétique

5. Etude graphique

Compléter le dessin (figure 11) ; en assurant le guidage en rotation de la vis sans fin 1 par les roulements R1 et R2.

Assurer l'étanchéité et inscrire les tolérances nécessaires au montage des roulements. (1,5 points)

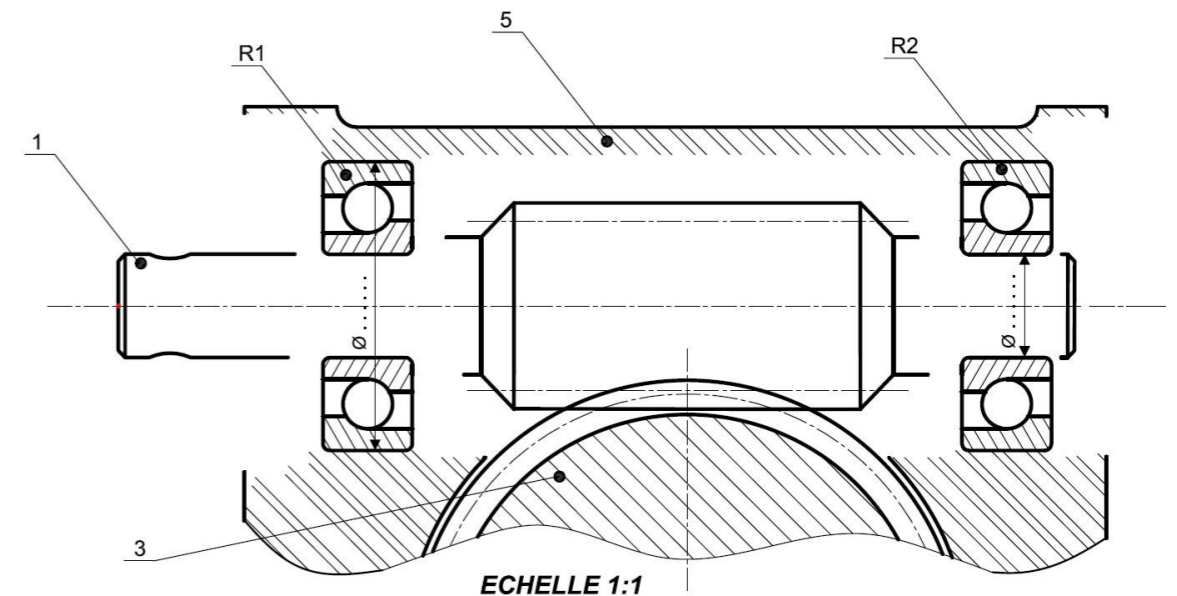


Figure 11 : guidage vis sans fin

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR - BACCALAUREAT DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRE TECHNIQUE		
Durée : 04 h	Epreuve	Série : T2
Coefficient : 03	CONSTRUCTION ELECTROMECHANIQUE	1 ^{er} Groupe
Feuille N° 5/7	Echelle :	Code : 2023TT218NA0146

6. Cinématique : valider la vitesse de fermeture du coffre imposée par le constructeur.

Données :

- ✓ Durée du mouvement : $t = 6$;
- ✓ La vitesse angulaire de sortie $\omega_s = \omega_{25/16} = 0,22 \text{ m/s}$;
- ✓ On donne le rayon $AB = 114 \text{ mm}$;
- ✓ Le constructeur impose une vitesse d'impact supérieure à $0,4 \text{ m/s}$ pour assurer un verrouillage correct mais inférieure à $0,5 \text{ m/s}$ afin d'éviter tout risque de détérioration.

6.1. Indiquer la nature des mouvements entre le bras **22** et le support **16**, le levier **25** et le support **16** : **(0,5 point)**

Mvt 22/16 :

Mvt 25/16 :

6.2. Définir ci-dessous, puis tracer sur la **figure 12** les trajectoires suivantes : Trajectoire du point C appartenant à **22** par rapport à **16** et Trajectoire du point B appartenant à **25** par rapport à **16**. **(0,5 point)**

$T_{C \in 22/16}$:

$T_{B \in 25/16}$:

6.3. Déterminer la norme du vecteur vitesse $\vec{V}_{B \in 25/16}$. Le tracer sur la **figure 12**. **(0,5 point)**

.....

6.4. Définir le support du vecteur vitesse $\vec{V}_{C \in 22/16}$. Le tracer. **(0,5 point)**

.....

6.5. Comparer $\vec{V}_{B \in 25/16}$ et $\vec{V}_{B \in 27+28/16}$, et $\vec{V}_{C \in 22/16}$ et $\vec{V}_{C \in 27+28/16}$. Justifier. **(0,5 point)**

.....

6.6. Déterminer graphiquement le Centre Instantané de Rotation $I_{27+28/16}$. **(0,5 point)**

.....

6.7. En déduire le support du vecteur vitesse $\vec{V}_{H \in 27+28/16}$. Le tracer. **(0,5 point)**

.....

6.8. Déterminer, par la méthode de votre choix, la norme de $\vec{V}_{H \in 27+28/16}$ **(0,5 point)**

.....

6.9. À partir d'une simulation informatique, on a défini l'évolution des composantes du vecteur vitesse $\vec{V}_{H \in 27+28/16}$, en phase de fermeture, sur la **figure 13**. **(0,5 point)**

Déterminer, à l'aide de la **figure 13** les composantes de $\vec{V}_{H \in 27+28/16}$ au moment de l'impact et calculer sa norme. Comparer avec l'exigence correspondante du cahier des charges. Conclure. **(0,5 point)**

.....

.....

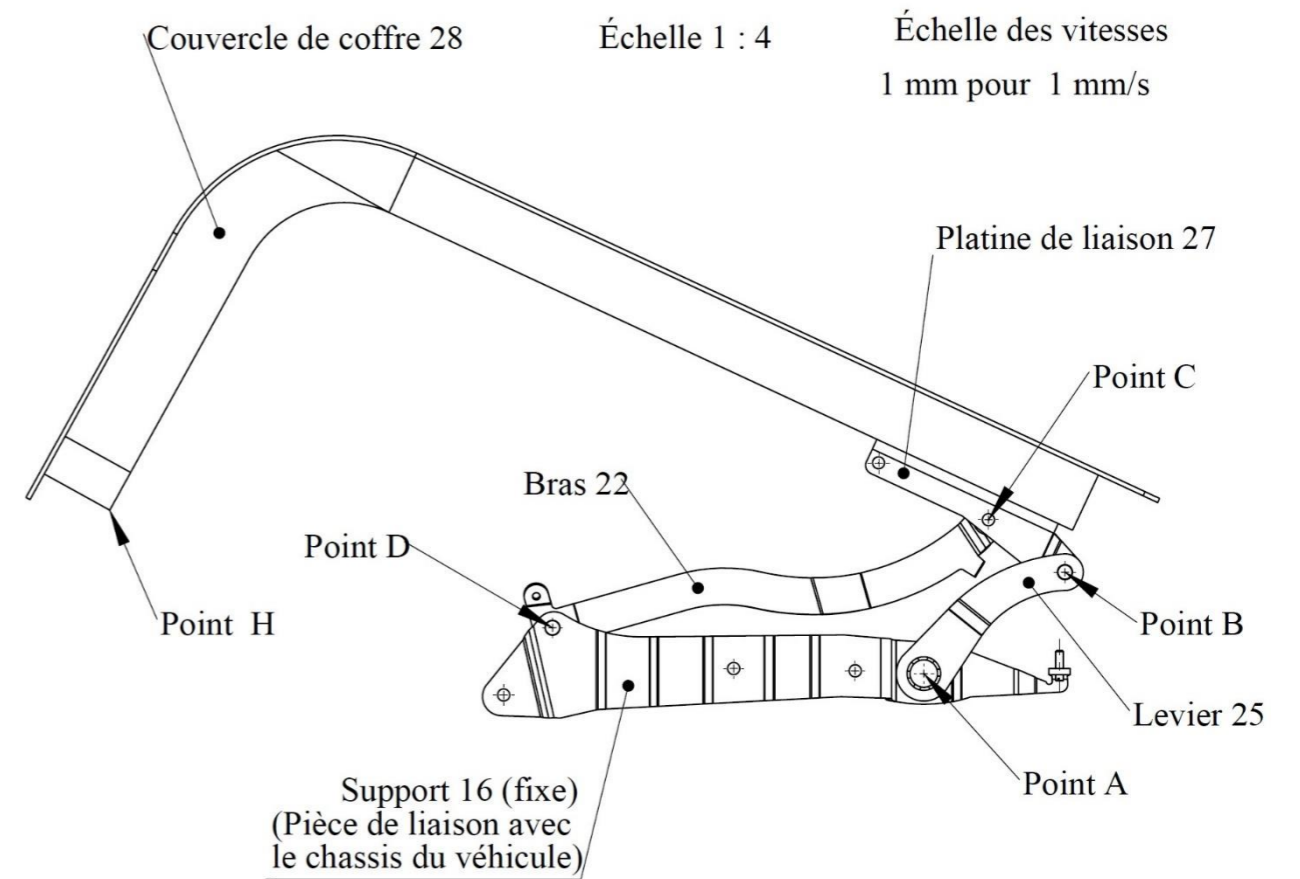


Figure 12 : lors de la fermeture : mécanisme en position quelconque

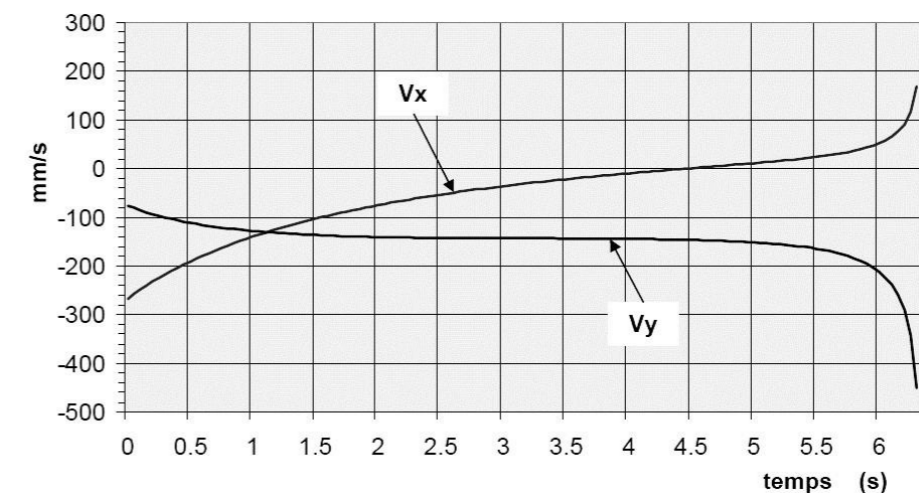


Figure 13 : évolution des composantes du vecteur vitesse en H, en phase de fermeture dans le repère (x, y)

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR - BACCALAUREAT DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRE TECHNIQUE		
Durée : 04 h	Epreuve	Série : T2
Coefficient : 03	CONSTRUCTION ELECTROMECHANIQUE	1 ^{er} Groupe
Feuille N° 6/7	Echelle :	Code : 2023TT218NA0146

7. Statique graphique

On souhaite déterminer, par une étude statique, la valeur du couple d'entraînement du levier 25.

Hypothèses :

- ✓ Les liaisons sont considérées comme parfaites (sans frottement) ;
- ✓ La masse de l'ensemble $S = \{27+28\}$ est de **14 kg**. Les poids des autres pièces seront négligés.
- ✓ Accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;
- ✓ Les solides sont supposés indéformables ;
- ✓ L'étude sera faite dans le plan (A, \vec{x}, \vec{y}) ;
- ✓ Les actions mécaniques transmissibles dans les différentes liaisons seront considérées comme des glisseurs.

7.1. Isolement du bras 22. Faire l'inventaire des actions mécaniques extérieures agissant sur 22, appliquer le PFS et conclure quant à la direction des actions mécaniques appliquées sur le bras 22. **(1 point)**

.....

.....

.....

.....

.....

7.2. Isolement de l'ensemble $S = \{28+27\}$. Faire le bilan des actions mécaniques extérieures agissant sur S , appliquer le PFS, puis résoudre graphiquement. En déduire la norme des actions en **B** et **C**. **(1 point)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$\|\vec{B}_{25/S}\| = \dots\dots\dots \|\vec{C}_{22/S}\| = \dots\dots\dots$

7.3. En déduire la valeur du couple exercé sur le levier **25** au point **A**. **(0,5 point)**

.....

.....

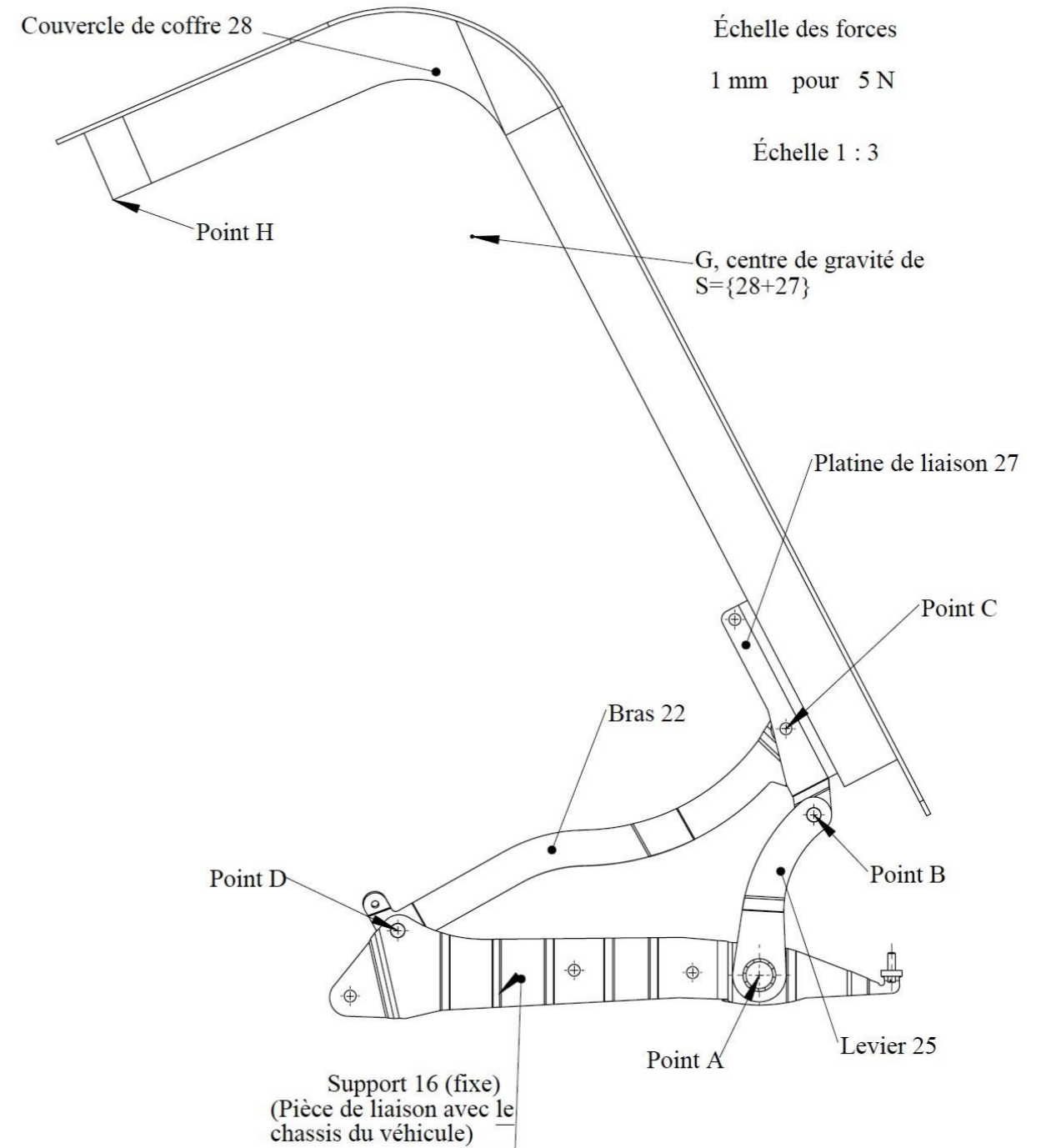


Figure 14: mécanisme en position ouvert

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR - BACCALAUREAT DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRE TECHNIQUE		
Durée : 04 h	Epreuve	Série : T2
Coefficient : 03	CONSTRUCTION ELECTROMECHANIQUE	1 ^{er} Groupe
Feuille N° 7/7	Echelle :	Code : 2023TT218NA0146