

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
SÉRIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
SPÉCIALITÉ : GÉNIE MÉCANIQUE (OPTIONS A ET B)

SESSION 2007

ÉPREUVE : ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée : 6 heures

Coefficient : 8

CHARGEUR COMPACT BOBCAT S185

Aucun document n'est autorisé

Moyens de calcul autorisés :

Calculatrice électronique de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (conformément à la circulaire N°99-018 du 1^{er} février 1999).

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes :

- Dossier Technique (DT1 à DT9)..... Jaune
- Dossier Travail demandé (TD1/6 à TD6/6)..... Vert
- Dossier Réponse (DR1 à DR6)..... Blanc

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuille de copie et, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les documents "réponse" prévus à cet effet.

Tous les documents "réponse" sont à remettre à la fin de l'épreuve.

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 9 feuilles numérotées DT1 à DT 9 :

Présentation du BOBCAT S185 : DT1 et DT2

Résultats de simulations informatiques : DT3

Extrait de documentation technique sur les vérins hydrauliques : DT4

Caractéristiques géométriques du bras 1 : DT4

Présentation du système BOB-TACH™ : DT4

Présentation du BOBCAT S220 : DT5

Nomenclature et plan d'ensemble du BOBCAT S185 : DT6 et DT7

Plan d'ensemble du BOB-TACH™ : DT8

Principe de fonctionnement du BOB-TACH™ : DT9

DOSSIER TECHNIQUE

1 Présentation du BOBCAT S185

Le S185 est l'un des dix sept modèles de chargeur compact que le constructeur BOBCAT propose. Les principales qualités de ce modèle sont :

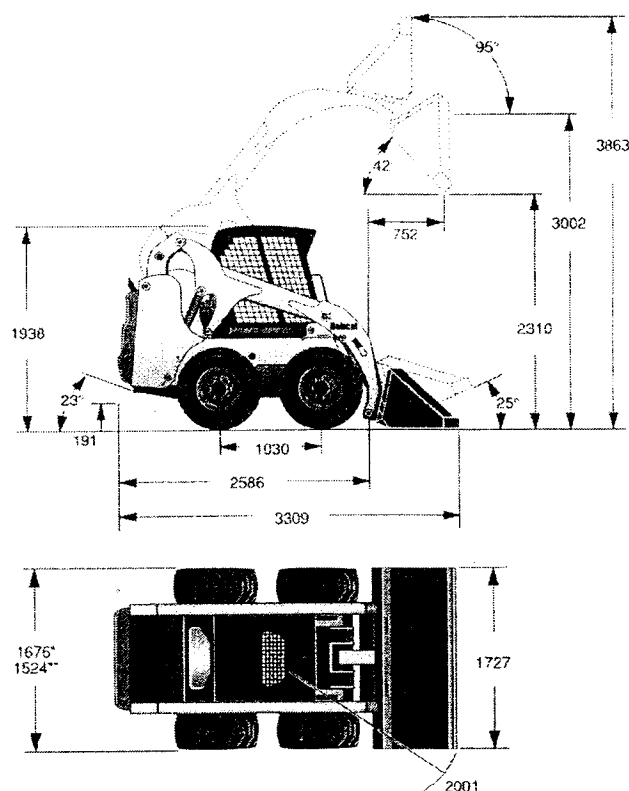
- sa capacité opérationnelle de 860 kg,
- sa compacité qui lui permet d'effectuer des manœuvres de chargement et de déchargement dans des endroits exigus,
- son confort d'utilisation qui permet au pilote d'avoir en permanence une visibilité optimale dans toutes les configurations.

Ces qualités sont essentiellement dues à son système de levage unique, à plusieurs bras, qui possède une cinématique particulière.

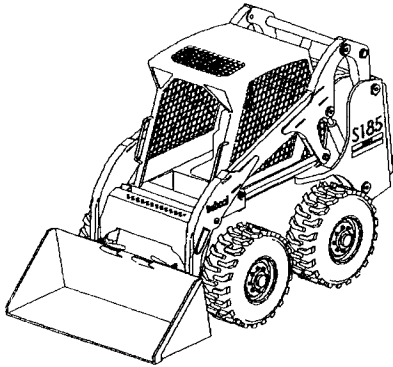


CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU BOBCAT S185

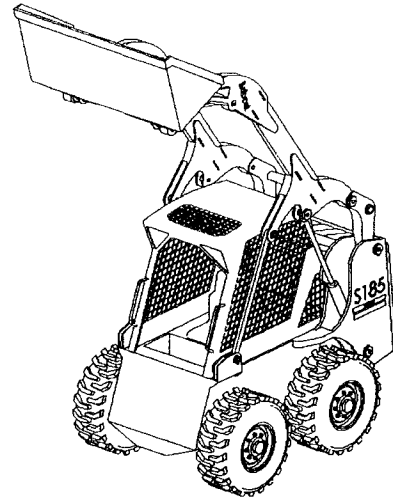
Masse	2795 kg
Capacité opérationnelle	860 kg
Charge de basculement	1 769 kg
Débit de la pompe hydraulique	102 l/min
Temps de levage	3,5 s
Pression hydraulique	23 MPa
Force d'arrachement au vérin de levage	16 000 N
Force d'arrachement au vérin de basculement de godet	15 800 N
Moteur diesel turbo, cylindrée :	2 l
Puissance à 2 800 tr/min	41,8 kW
Vitesse du chargeur	11,3 km/h



Le système de levage est l'objet de l'étude de ce sujet. Les deux images ci-dessous donnent un aperçu de sa cinématique particulière.

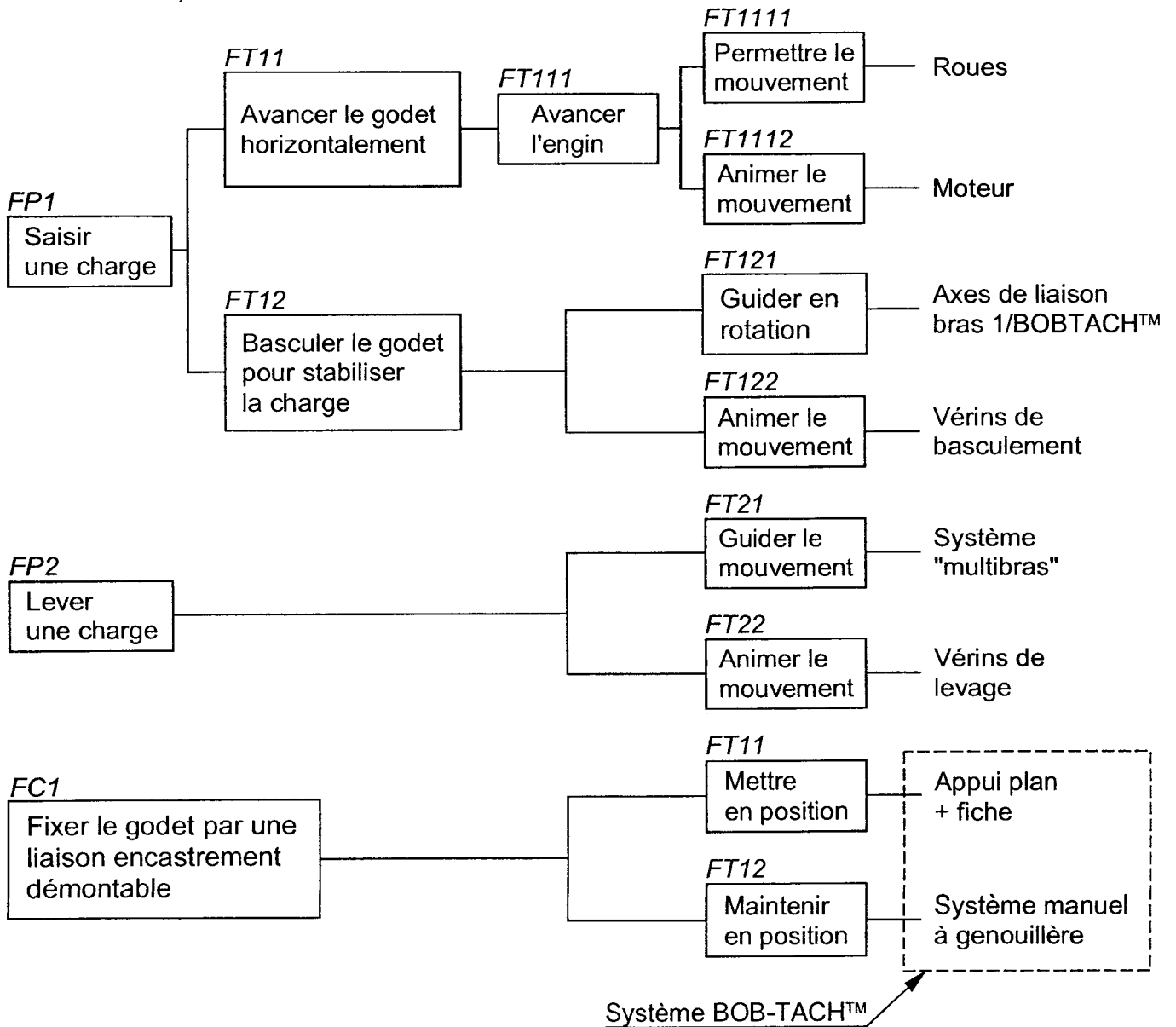


Godet en position basse



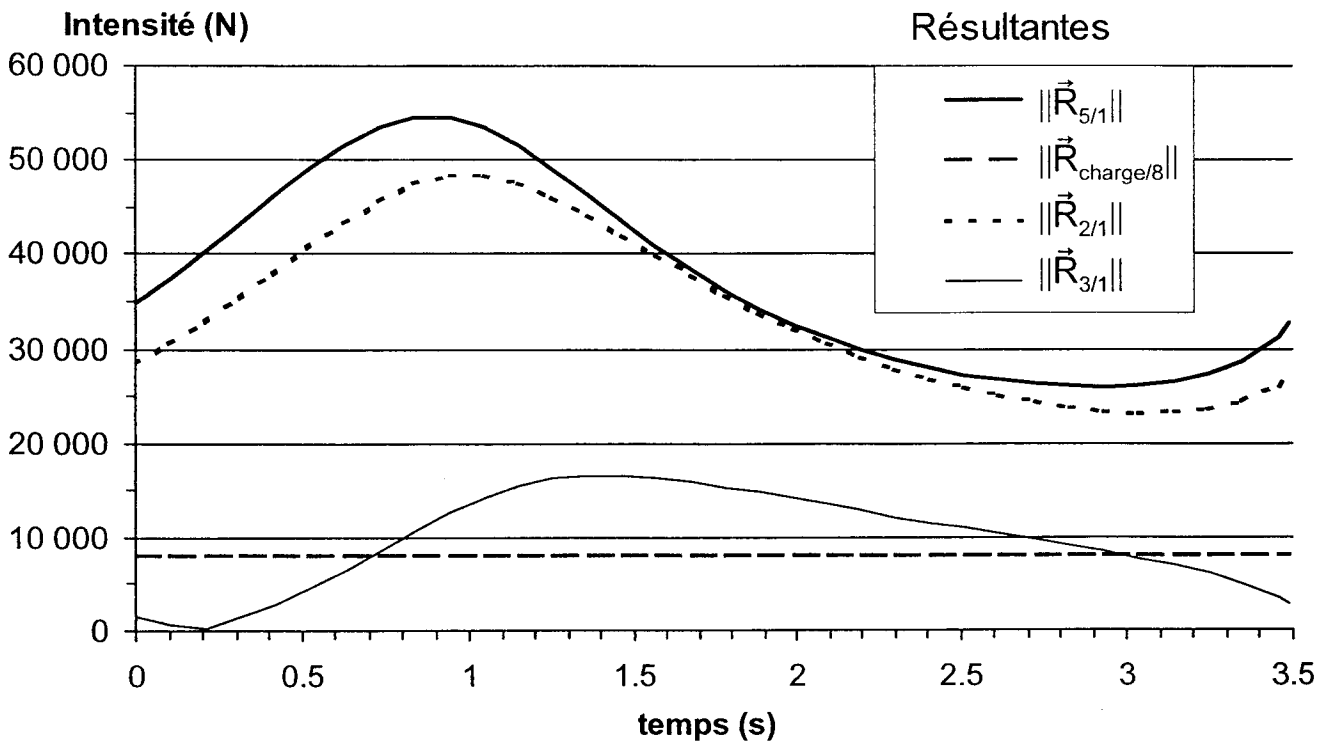
Godet en position haute

Le diagramme FAST suivant résume les solutions techniques retenues pour remplir les fonctions FP1, FP2 et FC1.



2 Résultats de simulation informatique de la phase de levage

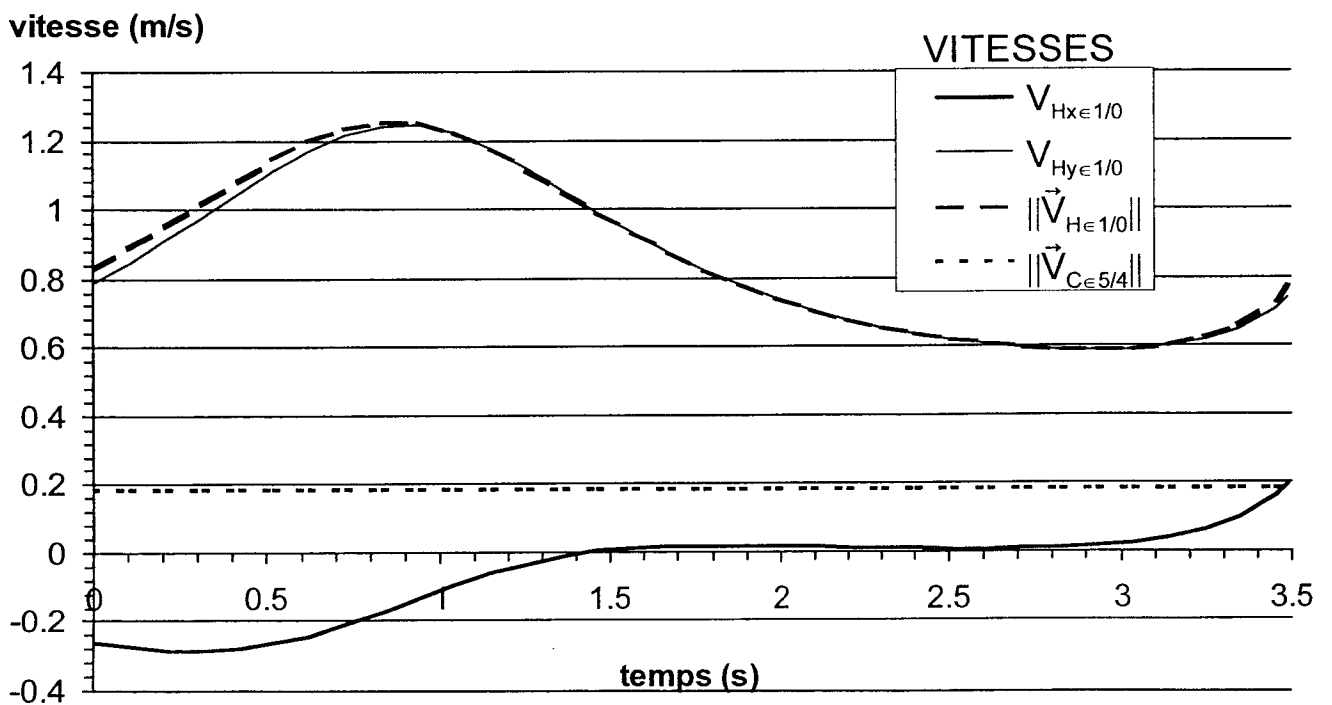
A. Évolution des résultantes appliquées au bras 1 en fonction du temps :



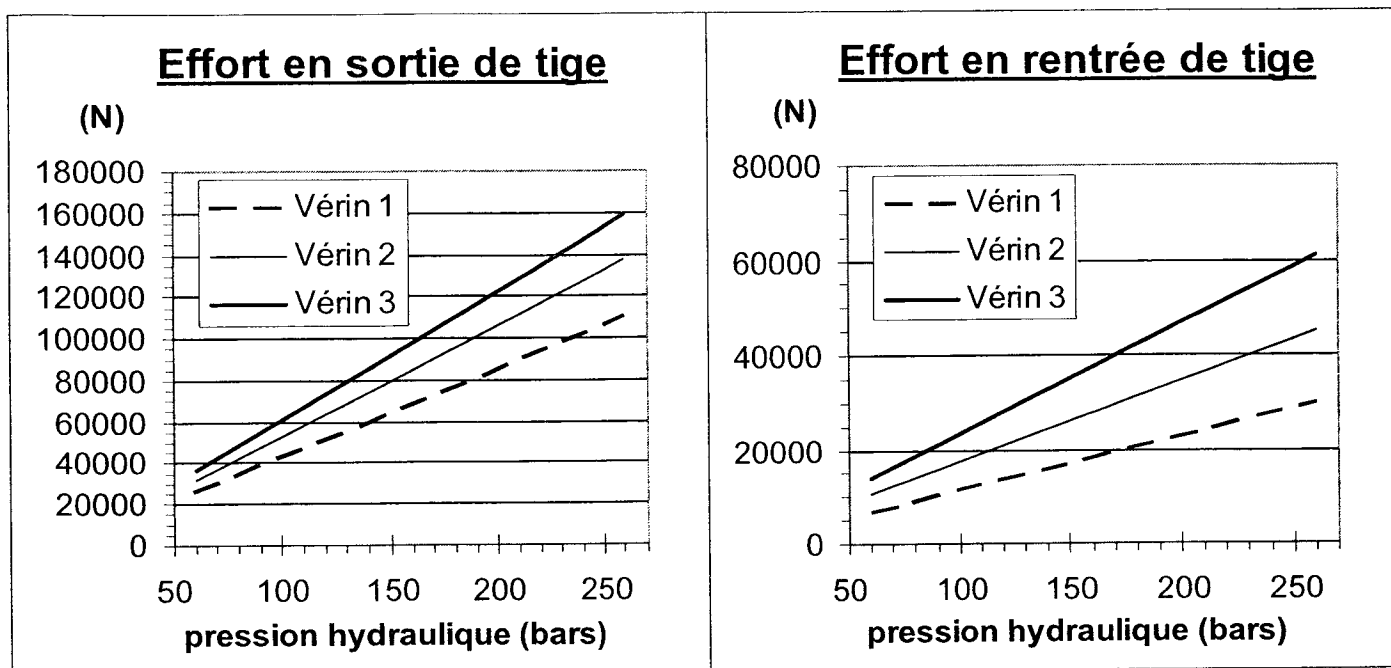
B. Évolution des vitesses de différents points appartenant au bras 1, en fonction du temps :

Remarque :

$$\vec{V}_{H \in 1/0} \begin{pmatrix} V_{Hx \in 1/0} \\ V_{Hy \in 1/0} \\ 0 \end{pmatrix}$$

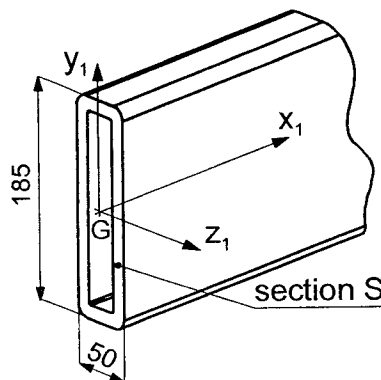
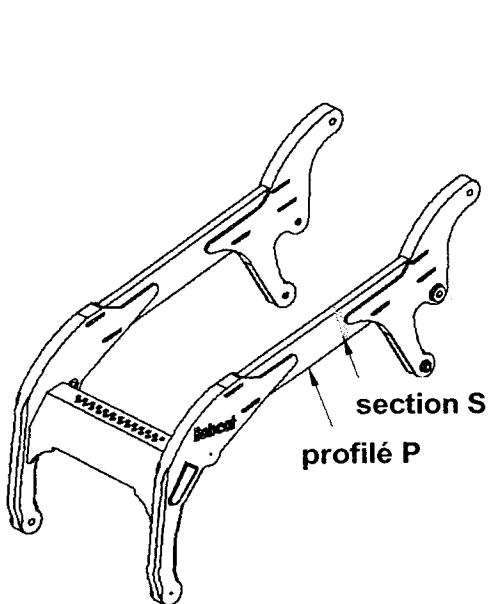


3 Extrait du catalogue des vérins de basculement de godet



4 Torseur de cohésion dans la section S, du profilé P, du bras 1

Caractéristiques de la section S :



Aire : 5042 mm²

Moments quadratiques :

$$I_{Gx1} = 17.299.380 \text{ mm}^4$$

$$I_{Gy1} = 1.669.400 \text{ mm}^4$$

$$I_{Gz1} = 18.968.780 \text{ mm}^4$$

Torseur de cohésion :

$$\left\{ \mathcal{F}_{coh} \right\}_G = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -8.000 \text{ N} & 0 \\ 0 & 10.872 \text{ N.m} \end{Bmatrix}_{(\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_1)}$$

5 Présentation du système BOB-TACH™

Le système BOB-TACH™ permet de réaliser une liaison encastrement démontable qui permet de changer rapidement d'accessoire.

Le document technique DT9 illustre les différentes étapes du montage d'un godet.

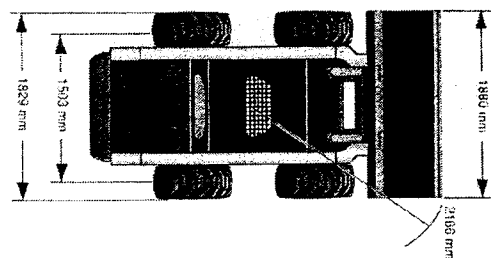
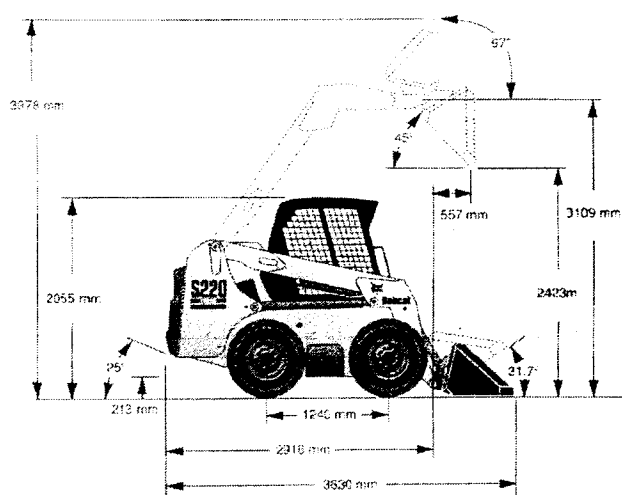
6 Présentation du BOBCAT S220

Le S220 est un autre chargeur compact que propose la société BOBCAT. Il offre une capacité opérationnelle du même ordre de grandeur que celle du S185, mais il possède un système de levage de godet à un seul bras.

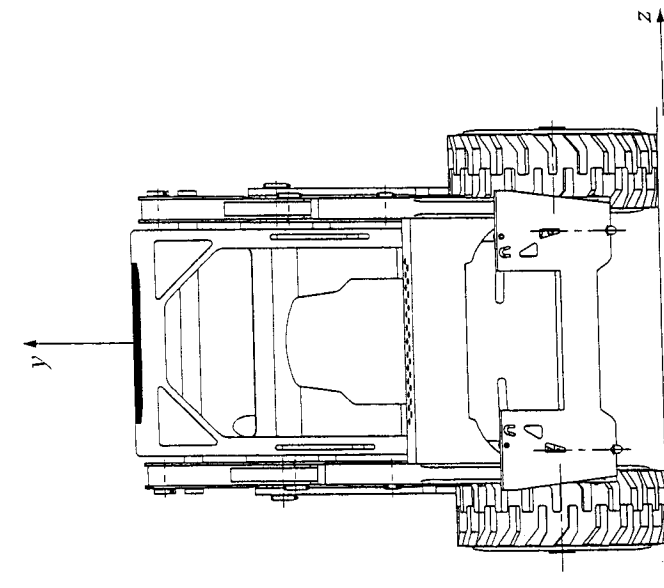


CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU BOBCAT S220

Masse	3130 kg
Capacité opérationnelle	1000 kg
Charge de basculement	2000 kg
Débit de la pompe hydraulique	78,4 l/min
Pression hydraulique	23 Mpa
Force d'arrachement au vérin de levage	
Force d'arrachement au vérin de basculement de godet	
Moteur diesel, cylindrée :	3,318 l
Puissance à 2 400 tr/min	60,4 kW
Vitesse du chargeur sur le sol	11,1 km/h

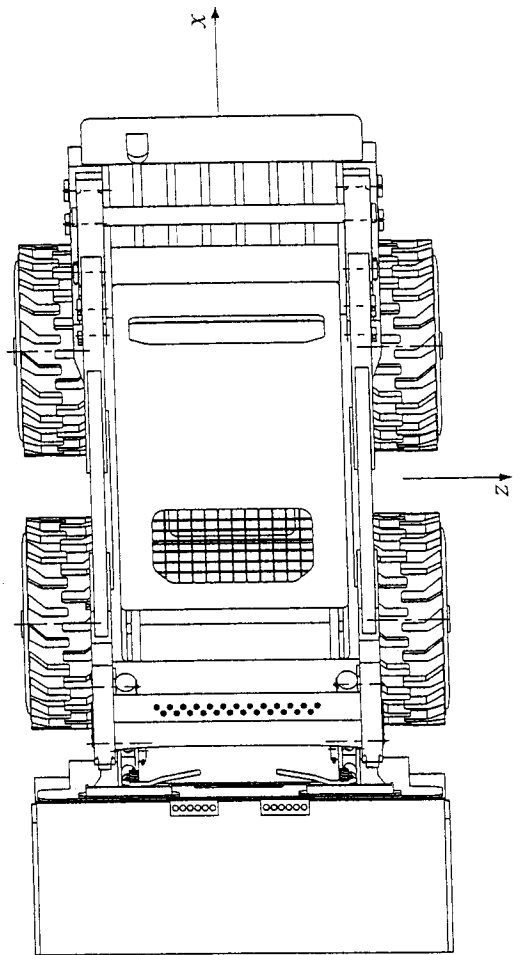
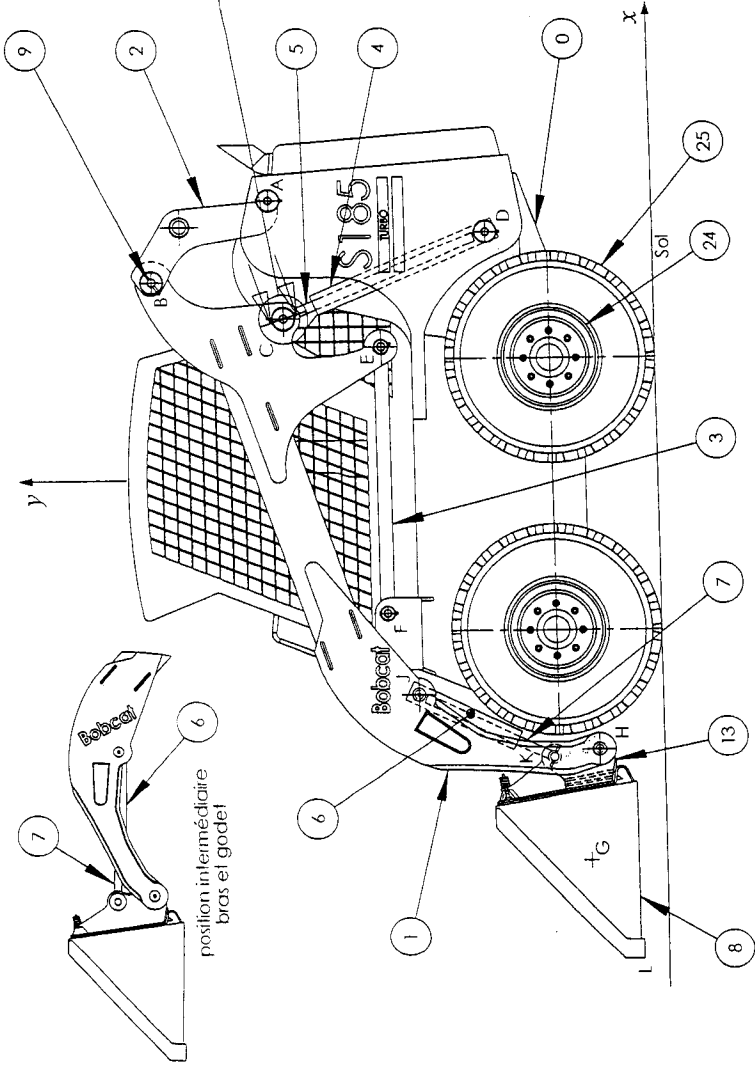
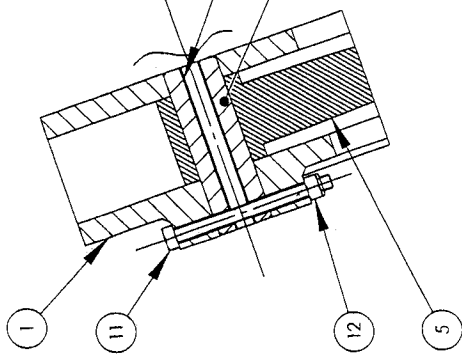
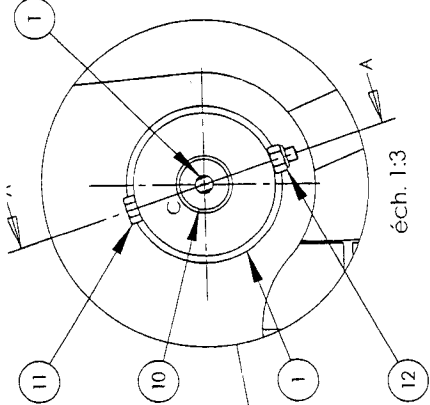
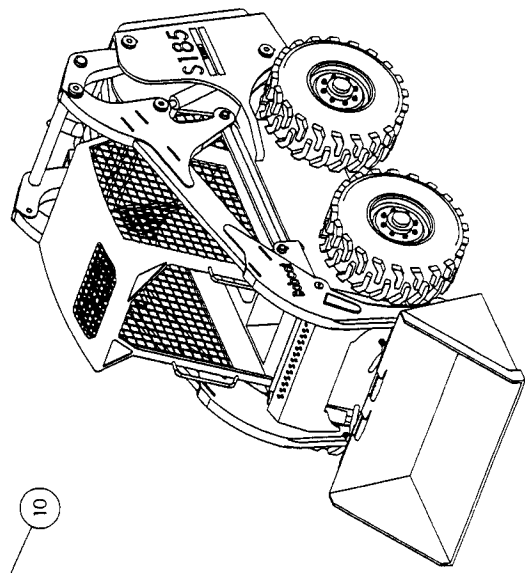


25	4	Pneu	
24	4	Jante	
23	2	Levier	
22	2	Ressort	
21	2	Rondelle d'appui D=8 - 40	
20	2	Écrou H-M12	
19	2	Vis H-M12-80	
18	2	Axe d'articulation	
17	2	Axe de liaison vérin / Bobtach	
16	2	Goupille élastique D=10 - 40	
15	2	Axe de liaison Bobtach / Bras	
14	2	Broche de blocage	
13	1	Plateau de Bobtach	
12	16	Écrou H-M12	
11	16	Vis H-M12-100	
10	2	Axe de liaison vérin de levage / Bras	
9	12	Axe de liaison	
8	1	Godet	
7	2	Tige de vérin de basculement de godet	
6	2	Corps de vérin de basculement de godet	
5	2	Tige de vérin de levage	
4	2	Corps de vérin de levage	
3	2	Barre inférieure	
2	1	Bras supérieur	
1	1	Bras principal	
0	1	Châssis	
Rep	Nbre	Désignation	Observation
		BOBCAT S185	DT 6



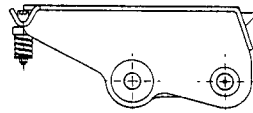
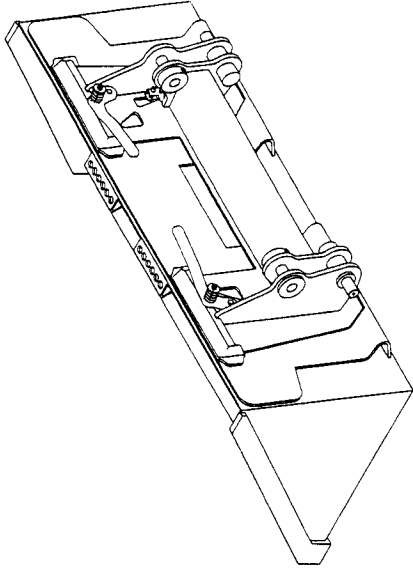
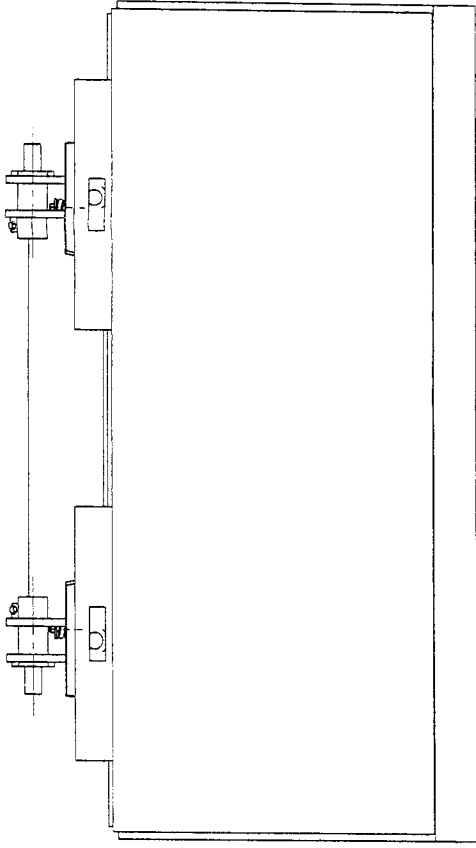
Sans Godel

T taraudage

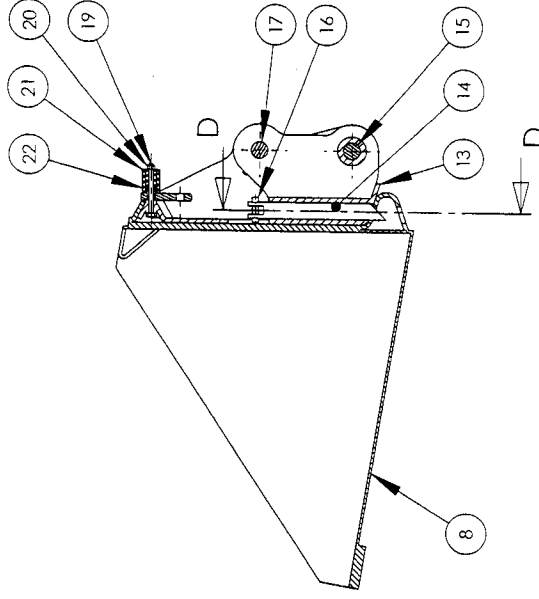
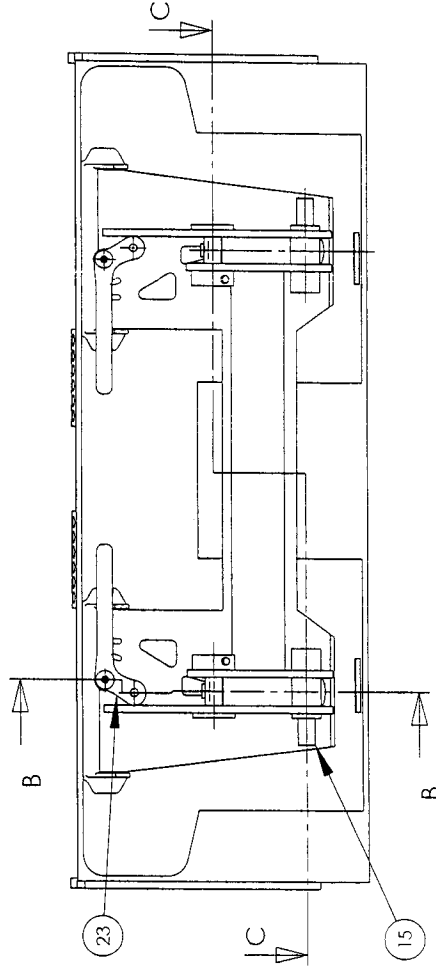


7 ECABME I

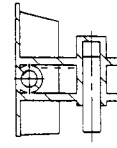
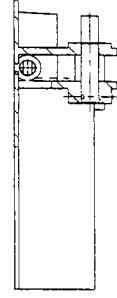
Ech 1:20	Bobcat S185	DT 7
Format A3		



Sans Godel



B-B



C-C
Sans godel

7 ECABME 1

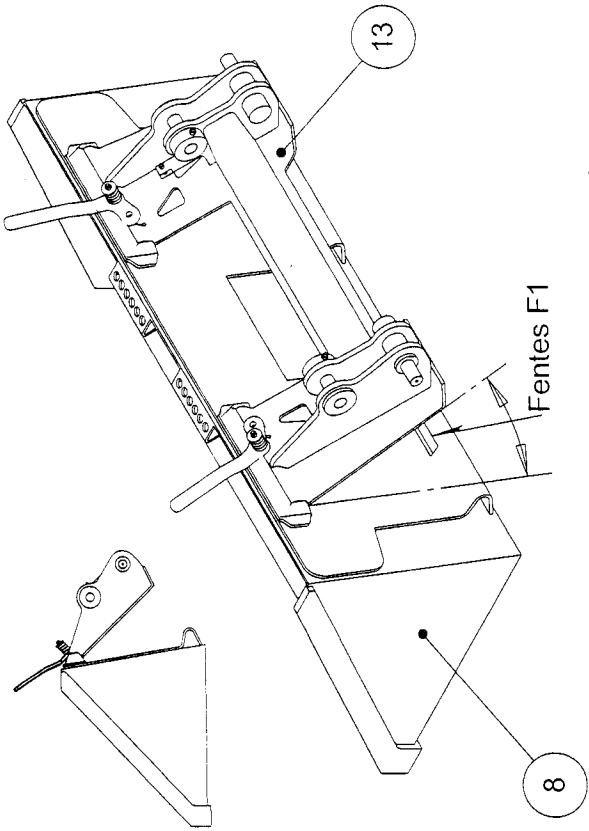
Bob-Tach™ S185

DT 8

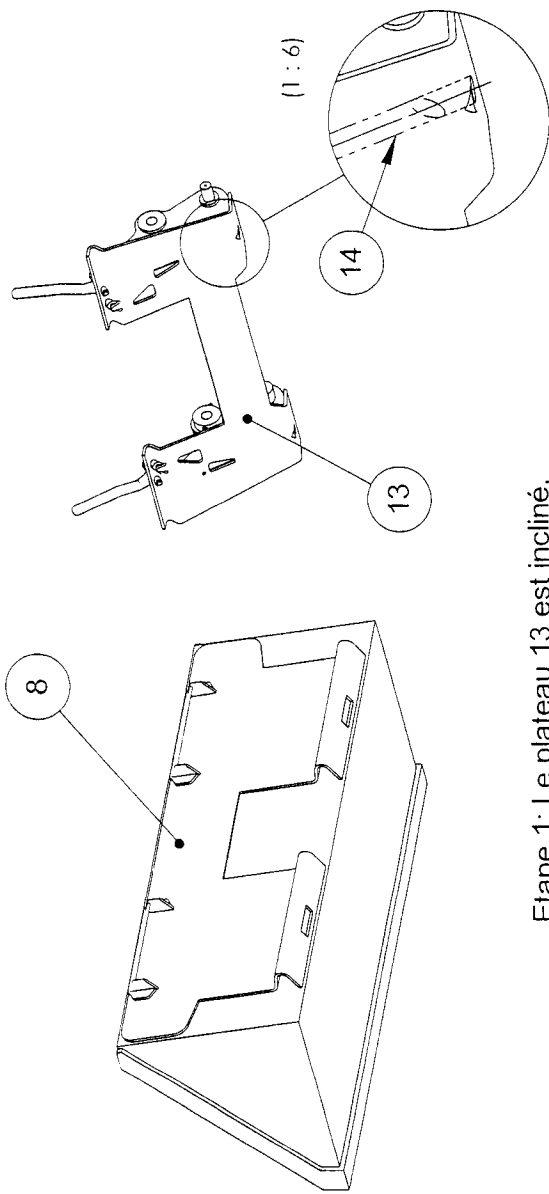
Ech 1:10

Format A3

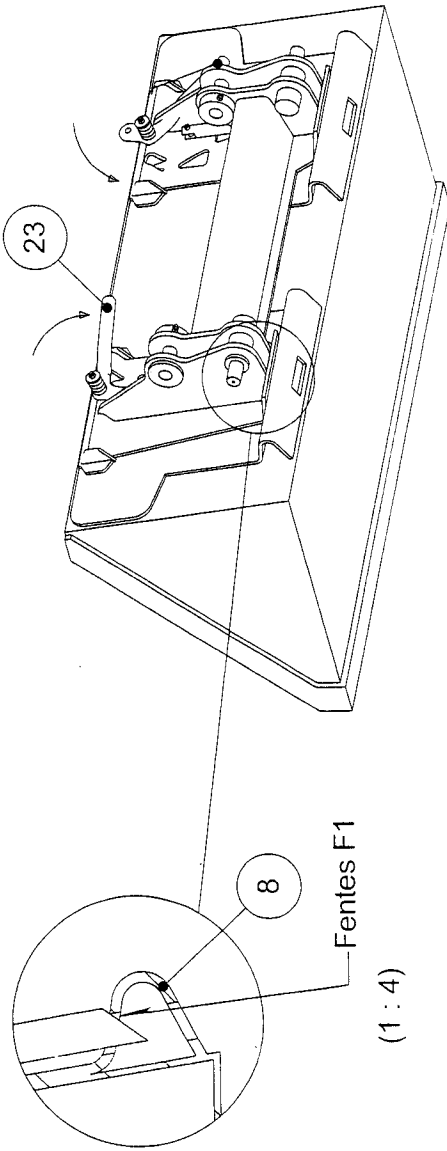




Etape 2 : Le plateau 13 est présenté,
et mis en place dans les logements hauts du godet 8



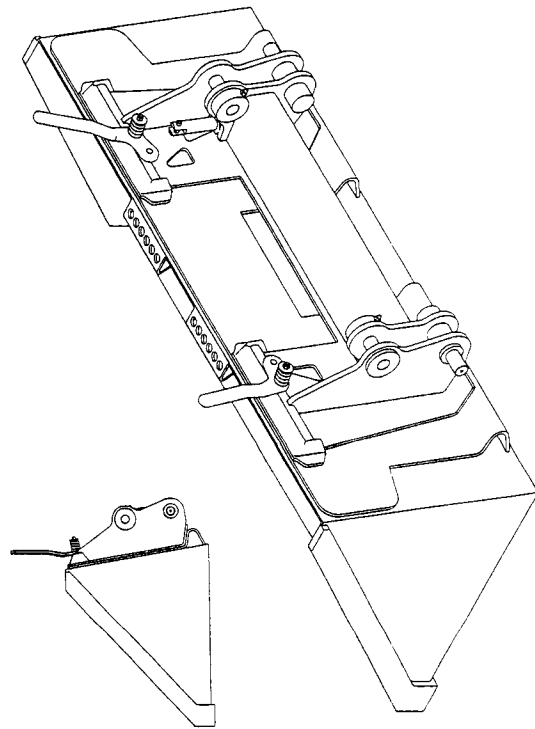
Etape 1 : Le plateau 13 est incliné,
les broches 14 sont rétractées



Etape 4 : A l'aide des leviers 23, les broches 14 sont abaissées
jusqu'au contact avec les fentes F1.

Le godet 8 est maintenu en position sur le plateau 13

7 ECABME.1



Etape 3 : Le plateau 13 est redressé
jusqu'au contact du godet 8

Principe de fonctionnement
du Bob-Tach™
(système d'accrochage du godet)

Format A3



DT 9

DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ

Ce dossier est composé de 6 feuilles (1/6 à 6/6), le plan est donné ci-dessous :

Chargeur compact BOBCAT S185

Lecture du dossier technique.....	45 min
1 ^{ère} partie : Intérêt du mécanisme de levage.....	1h
2 ^{ème} partie : Dimensionnement des vérins.....	1h
3 ^{ème} partie : Vérification du respect d'une condition de sécurité.....	1h
4 ^{ème} partie : Calcul de la puissance motrice de levage.....	15 min
5 ^{ème} partie : Étude des poutres du système de levage.....	45 min
6 ^{ème} partie : Étude de construction du système BOB-TACH™.	1 h15 min

DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ

1^{ère} partie : Intérêt du mécanisme de levage

Le but de cette partie est d'évaluer l'intérêt du mécanisme de levage du modèle de chargeur S185 par rapport au mécanisme de levage du modèle S220, plus ancien.

A. Étude du mécanisme de levage du modèle S185

Le schéma plan du document DR1, ainsi que le document DT7, représentent le mécanisme de levage du Bobcat S185 en position basse.

Question 1 :

- Préciser comment la liaison pivot de centre C entre 5 et 1 est réalisée.
- Donner la nature de la liaison entre 4 et 5.

⇒ Les liaisons en A, B, D, E et F sont des liaisons pivot.

Question 2 : Définir les mouvements suivants : $M_{vt_{2/0}}$, $M_{vt_{3/0}}$, $M_{vt_{4/0}}$ et $M_{vt_{5/4}}$.

Question 3 : Définir les trajectoires suivantes : $T_{B \in 2/0}$ et $T_{E \in 3/0}$. Tracer $T_{B \in 2/0}$ sur DR1.

Question 4 :

- A partir des positions E_1 , E_2 , E_3 et E_4 données sur DR1, tracer les positions correspondantes de B : B_1 , B_2 , B_3 et B_4 .
- En remarquant que les points B, C et E sont alignés et en utilisant cette propriété, tracer les positions successives de C : C_1 , C_2 , C_3 et C_4 .
- Tracer les positions successives de H : H_1 , H_2 , H_3 et H_4 .

Remarque : La position 0 correspond à la position basse du système.

Question 5 : À l'aide des points dessinés précédemment, tracer la forme générale de la trajectoire $T_{H \in 1/0}$.

Question 6 : Tracer, mesurer et reporter sur DR1, dans le cadre prévu :

- la course utile du vérin de levage,
- le déplacement vertical du point H.

B. Étude du mécanisme de levage du modèle S220

Le Bobcat type S220 est schématisé sur le document DR2. Le point N_1 représente la position du point N quand le bras principal est levé au maximum.

Question 7 : Définir la trajectoire $T_{N \in \text{bras}/\text{châssis}}$.

Question 8 : Définir et tracer la trajectoire $T_{M \in \text{bras}/\text{châssis}}$.

Question 9 : Tracer M_1 , la position extrême haute du point M.

Question 10 : Tracer, mesurer et reporter sur DR2, dans le cadre prévu :

- la course utile du vérin de levage,
- le déplacement vertical du point N_1 .

C. Comparatif des deux mécanismes

Question 11 : D'après les réponses aux questions 5, 6, 7 et 10, quels sont les avantages du mécanisme de levage du modèle S185 par rapport à celui du modèle S220 ?

2^{ème} partie : Dimensionnement des vérins

A. Vérins de levage

Le but de cette partie est de déterminer les dimensions des vérins {4+5} qui interviennent dans la fonction FT22 (document DT2)

Données et hypothèses :

- On étudie le début de la phase de levage. Cette position est dessinée sur le document technique DT7.
- Cette étude sera traitée en projection dans le plan (G, \vec{x}, \vec{y}) qui est un plan de symétrie de la géométrie du système ainsi que des actions mécaniques.
- La pression de fonctionnement du circuit hydraulique est $p_h = 23 \text{ MPa}$.
- Les poids des pièces du BOBCAT sont négligés devant l'intensité des autres actions.
- Pour le mécanisme étudié, la moitié du poids de la charge sur le godet 8, soit 8 000 N, est appliquée au point G.
- Les liaisons sont supposées sans jeu ni frottement.
- La barre 3 est horizontale.

Question 12 : Définir le torseur $G\{\mathcal{T}_{\text{charge}/8}\}$.

Question 13 : Isoler, et faire l'inventaire des actions mécaniques extérieures appliquées au système matériel $S_1 = \{1+6+7+8+13\}$ aux points G, B, C et E.

Question 14 : Expliquer comment les directions des actions mécaniques inconnues en ces points peuvent être déterminées et pourquoi la résolution graphique ne peut être effectuée simplement.

Question 15 : Une simulation informatique de la phase de levage a permis d'obtenir les courbes présentées dans le dossier technique DT3. A partir de ces courbes, relever la valeur maximale de la force de poussée d'un vérin de levage.

En déduire le diamètre minimal des vérins de levage.

B. Vérins de basculement du godet

Le but de cette partie est de choisir parmi des vérins existants, ceux qui sont susceptibles de remplir la fonction FT122 (document DT2).

Données et hypothèses :

Elles sont identiques au paragraphe A.

Question 16 : Isoler, et faire l'inventaire des actions mécaniques extérieures appliquées au système matériel $S_2 = \{6+7\}$ (voir document DR3).

Question 17 : En utilisant le principe fondamental de la statique, déterminer la direction des efforts appliqués à $S_2 = \{6+7\}$. Tracer celle-ci sur DR3.

Question 18 : Isoler, et faire l'inventaire des actions mécaniques extérieures appliquées au système matériel $S_3 = \{8+13\}$.

Question 19 : Énoncer le principe fondamental de la statique appliqué au godet. Par le tracé sur le document DR3 d'un dynamique des forces, déterminer l'intensité de l'effort fourni par le vérin.

Question 20 : À partir d'un extrait de catalogue constructeur fourni au paragraphe 3 du document DT4, choisir un vérin approprié et justifier ce choix.

3^{ème} partie : Vérification du respect d'une condition de sécurité

Données et hypothèses :

- La durée totale du temps de levage est de 3,5 s
- La durée totale du temps d'abaissement est de 2,5 s
- La course d'un vérin de levage est de 635 mm
- On suppose que la vitesse de sortie de la tige des vérins de levage est constante : $\|\vec{V}_{C \in 5/4}\| = \text{constante}$
- La condition de sécurité à vérifier est $\|\vec{V}_{H \in 1/0}\| \leq 1,2 \text{ m/s}$

L'étude concerne le mouvement de sortie de tige du vérin de levage. Elle est réalisée dans une position intermédiaire (entre la position basse et haute) du système de levage.

Cette position est dessinée sur le document DR4, sur lequel seront effectués les tracés.

Question 21 : Calculer, à partir des données ci-dessus, $\|\vec{V}_{C \in 5/4}\|$. Tracer $\vec{V}_{C \in 5/4}$ sur DR4.

Question 22 : D'après les réponses aux questions 2 et 3, tracer à nouveau $T_{B \in 2/0}$ et $T_{E \in 3/0}$. Tracer et repérer les supports de $\vec{V}_{B \in 2/0}$ et $\vec{V}_{E \in 3/0}$.

Question 23 : Comparer $\vec{V}_{B \in 2/0}$ et $\vec{V}_{B \in 1/0}$, puis $\vec{V}_{E \in 3/0}$ et $\vec{V}_{E \in 1/0}$.

Question 24 : Tracer $I_{1/0}$, le centre instantané de rotation de 1 dans son mouvement par rapport à 0. Tracer et repérer alors les supports de $\vec{V}_{C \in 1/0}$ et $\vec{V}_{H \in 1/0}$

Question 25 : Comparer $\vec{V}_{C \in 5/0}$ et $\vec{V}_{C \in 1/0}$.

Question 26 : Déterminer, en le justifiant, le support de $\vec{V}_{C \in 4/0}$. Le tracer sur DR4.

Question 27 : Écrire la composition des vitesses au point C et déterminer graphiquement $\vec{V}_{C \in 5/0}$.

Question 28 : En utilisant la propriété de l'équiprojectivité, déterminer graphiquement $\vec{V}_{H \in 1/0}$ et écrire la valeur $\|\vec{V}_{H \in 1/0}\|$ dans le cadre du document DR4. Pour cette position étudiée, la condition de sécurité est-elle respectée ?

Question 29 : En utilisant les courbes données par la simulation informatique de la phase de levage, sur le document DT3, préciser pendant combien de temps la condition de sécurité n'est pas respectée durant la phase de levage.

4^{ème} partie : Calcul de la puissance motrice de levage

Cette partie va permettre de définir la puissance nécessaire à l'entraînement de la pompe hydraulique lors du levage.

Données et hypothèses :

- Quels que soient les résultats précédents, on prendra comme diamètre d'un vérin de levage : $\phi_M = 63,5 \text{ mm}$, la vitesse de sortie de tige égale à $0,182 \text{ m/s}$ et la pression de fonctionnement de 23 Mpa .
- Le rendement de la pompe est : $\eta = 0,88$

Question 30 : Calculer Q_v , le débit de la pompe (en m^3/s) qui permet de faire monter le bras en $3,5 \text{ s}$.

Question 31 : Calculer P_u la puissance utile de la pompe.

Question 32 : Calculer P_e la puissance d'entrée (d'entraînement) de la pompe.

5^{ème} partie : Étude des poutres du système de levage

Cette partie va permettre de déterminer et de valider les dimensions de certains éléments mécaniques constituant le système de levage.

Question 33 : La réalisation du bras principal 1 est de type mécano-soudée. Quel est l'intérêt de ce procédé de réalisation pour cette pièce ?

Question 34 : Justifier l'emploi du profilé P standard pour lier la partie avant et la partie arrière du bras (voir le document technique DT4).

Question 35 : Le document DT4 présente le torseur de cohésion, ainsi que les caractéristiques géométriques de la section droite (repérée S) du profilé P. Ce torseur a été obtenu grâce à une simulation informatique, pour une position particulière du bras 1. Donner la nature des sollicitations simples présentes dans cette section.

Question 36 : Calculer $\sigma_{\max i}$ dans cette section, et en déduire la résistance élastique de l'acier constituant le profilé, sachant qu'on utilise un coefficient de sécurité de 5.

Question 37 : Compléter le document réponse DR5, qui définit la procédure d'assemblage de la liaison étudiée à la question précédente, à l'aide d'un modeleur volumique.

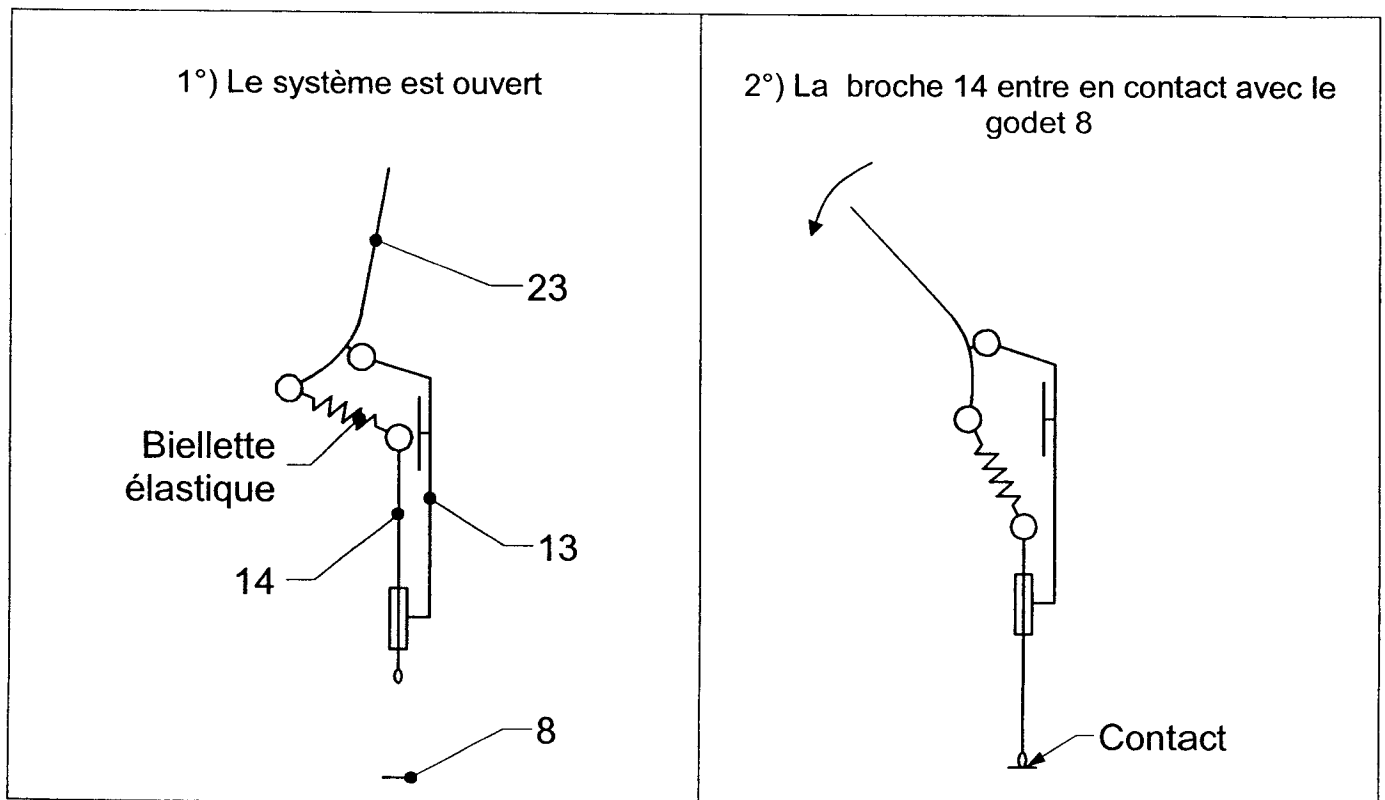
Question 38 : Donner la fonction du taraudage repéré T dans l'axe 10 (voir DT7 et DR5).

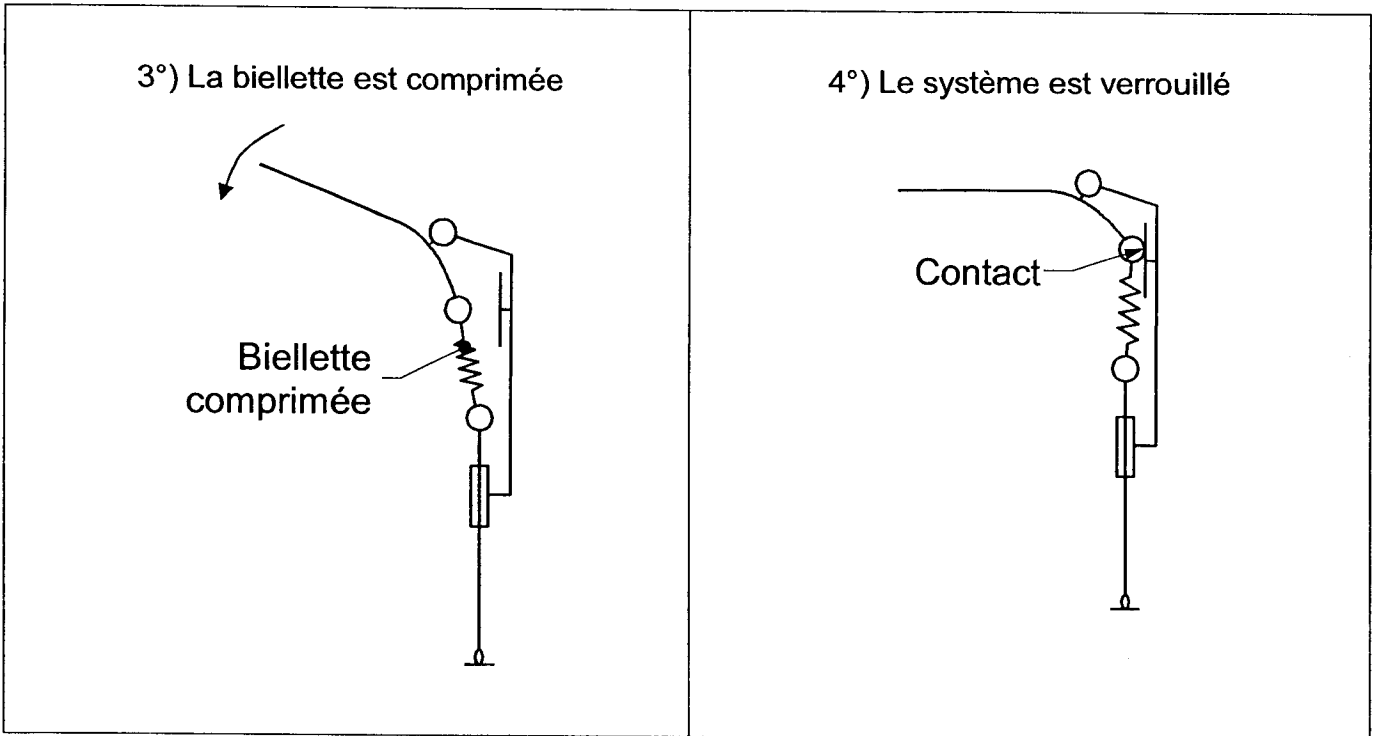
6^{ème} partie : Étude de construction du système BOB-TACHTM

Le type d'engin de chantier examiné dans ce sujet peut recevoir de multiples outils permettant de changer l'utilisation de la machine: godet, fourches, arrache souches, marteau-piqueur, etc... Le montage et la dépose des différents outils se font de manière aisée, grâce au système baptisé BOB-TACHTM. Le plan de ce système est donné sur le document technique DT8. Son principe de fonctionnement est décrit dans le DT9.

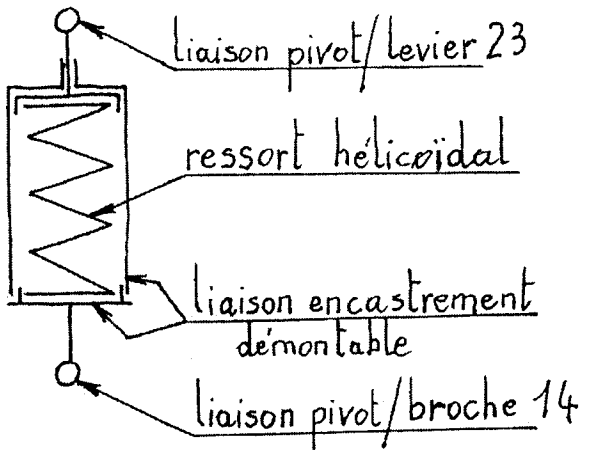
La schématisation ci-dessous décrit le fonctionnement du système BOB-TACHTM. Elle met en évidence la nécessité d'avoir une biellette élastique pour que le système puisse rester bloqué en position verrouillée. L'étude suivante a pour but de concevoir cette biellette élastique.

Remarque : Cette biellette élastique n'est représentée sur aucun autre document du sujet.





Question 39 : Compléter à main levée, à l'échelle 2/3, les vues du plan du document réponse DR6 en « construisant » la biellette élastique, en tenant compte des consignes données.

<p><u>Consigne 1 :</u> le principe de fonctionnement est résumé dans le schéma ci-contre.</p> <p><u>Consigne 2 :</u> le système utilise le ressort hélicoïdal suivant :</p> <p>Diamètre extérieur : 30 mm Diamètre du fil : 4 mm Longueur libre : 40 mm</p> <p><u>Consigne 3 :</u> le système doit être démontable pour permettre l'éventuel remplacement du ressort hélicoïdal.</p>	
--	--

Remarque : Si c'est nécessaire, ajouter une ou plusieurs vues supplémentaires pour définir précisément le système.

DOSSIER DOCUMENTS RÉPONSES

Ce dossier comporte 6 feuilles numérotées de DR1 à DR 6

Tracé d'épures sur le BOBCAT S185 : DR1

Tracé d'épures sur le BOBCAT S220 : DR2

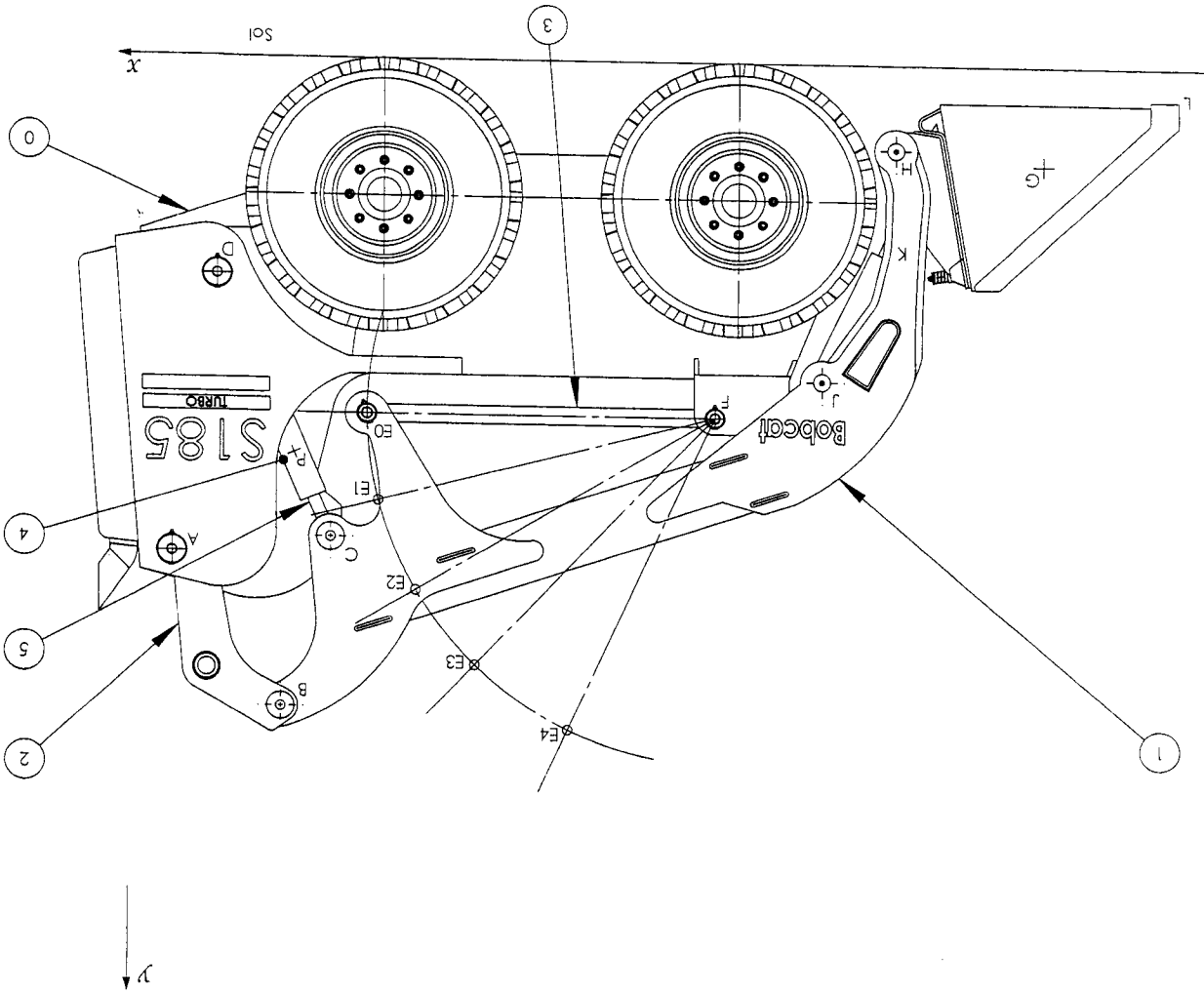
Statique graphique : DR3

Cinématique du solide : DR4

Assemblage numérique : DR5

Conception : DR6

Réponse 6 :
 Course utile :
 Déplacement vertical :



7 ECABME 1

Ech 1:15

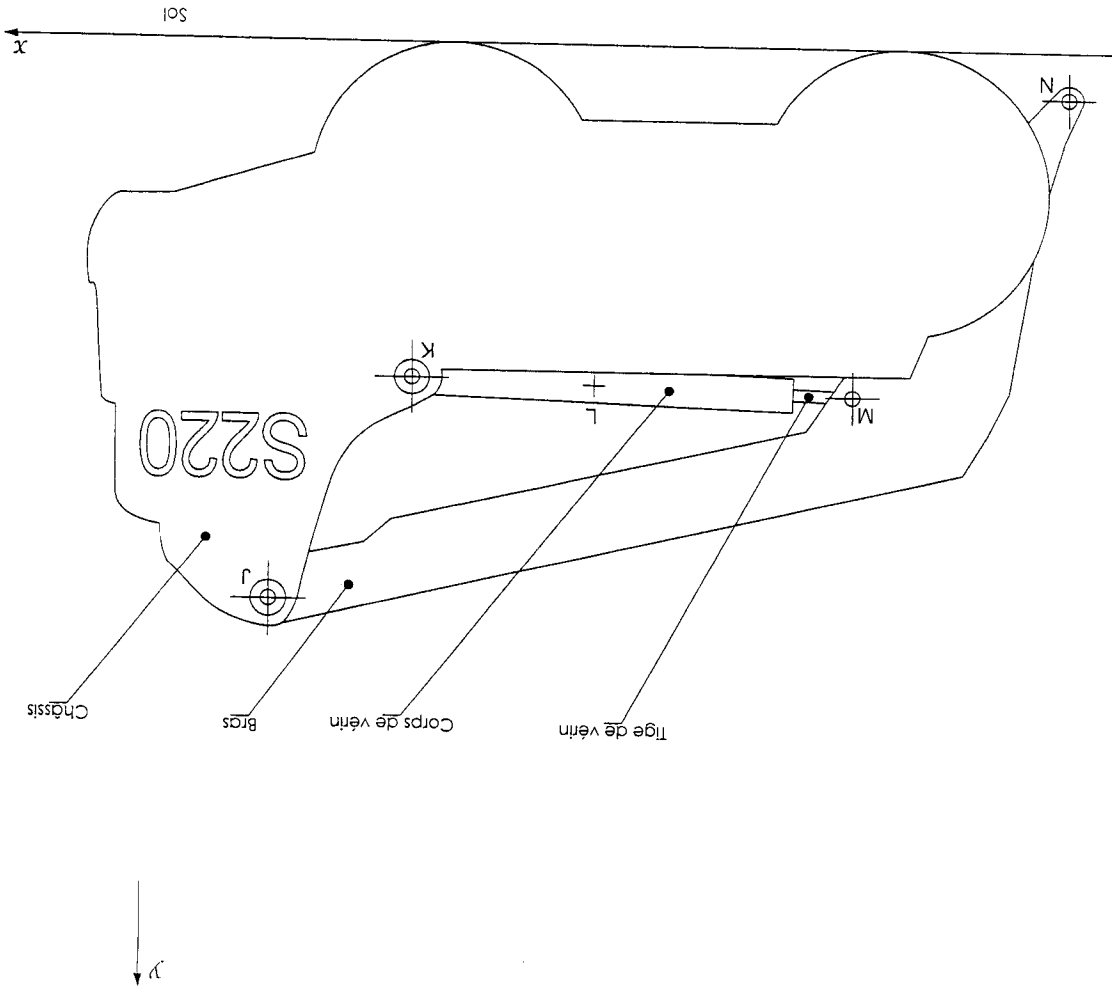
Format A3



Bobcat S185



DR 1

Réponse 10 :
 Course utile :
 Déplacement vertical :

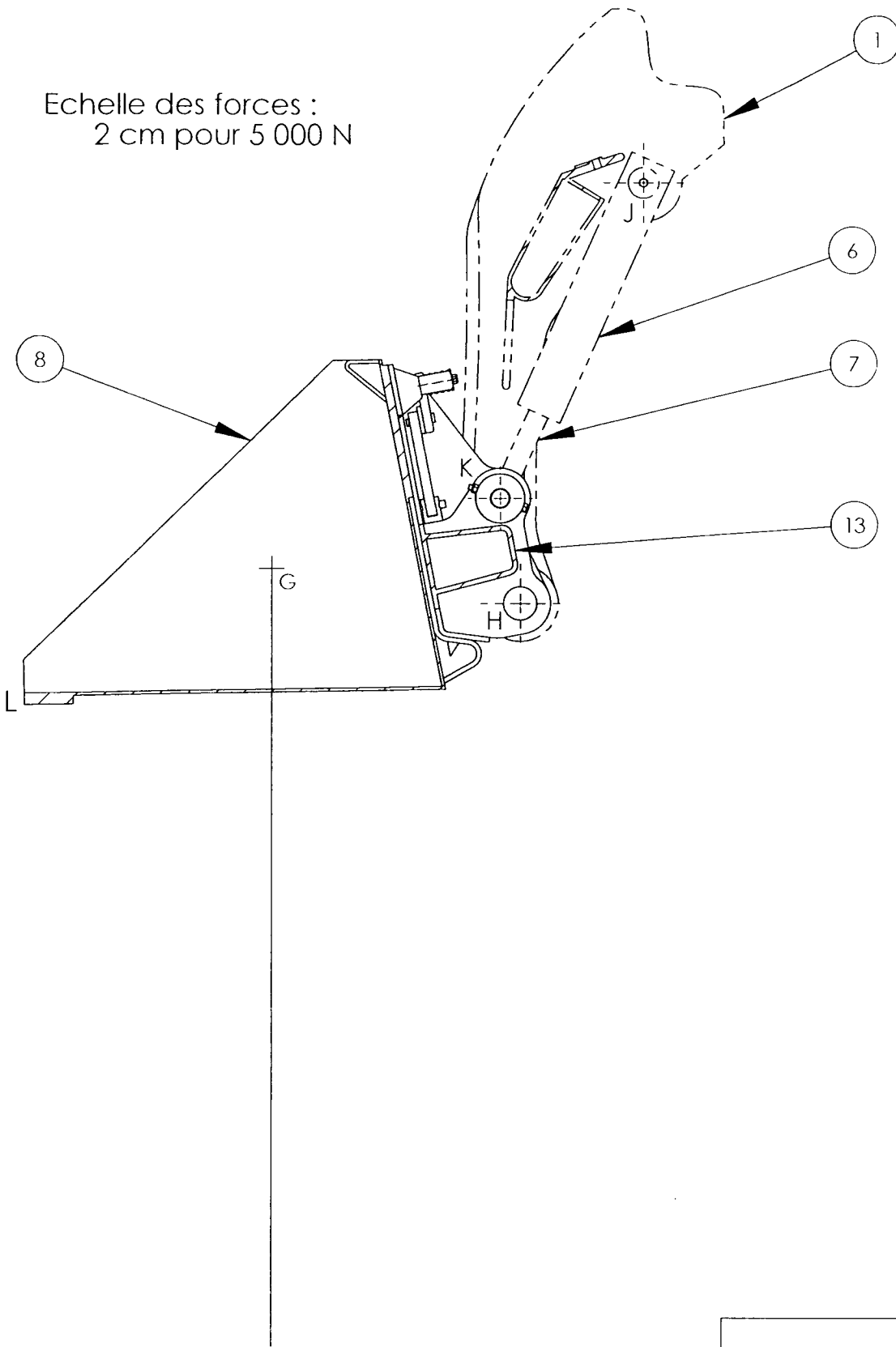
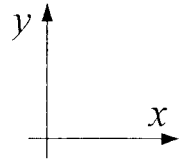


N

7 ECABME 1

Ech 1:15 Format A3 	Bobcat S220	DR2
		

Echelle des forces :
2 cm pour 5 000 N



Réponse 19 :

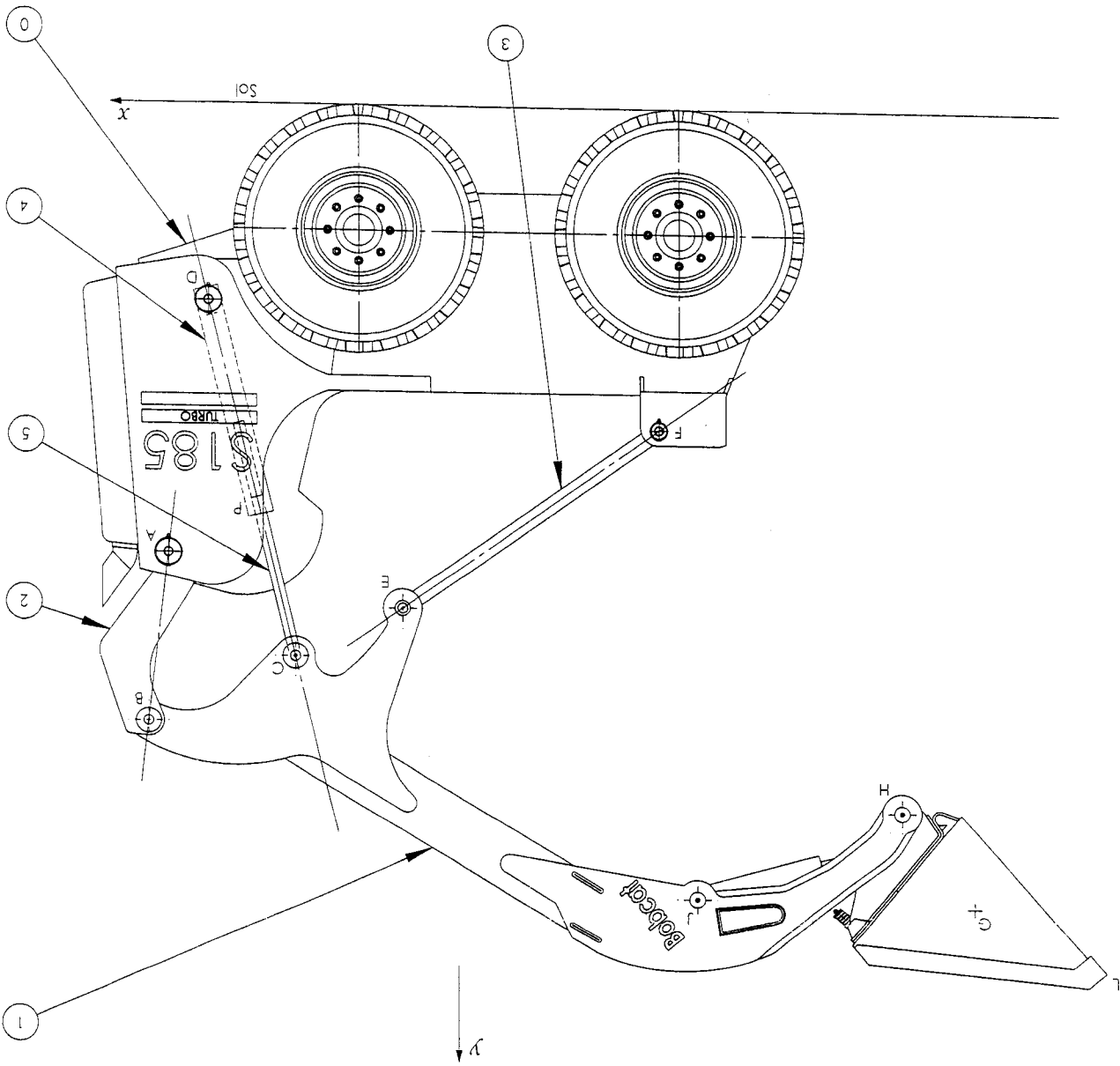
$\vec{R}_{7/13} =$

7 ECABME 1

Ech 1:10	Statique graphique	DR 3
Format A4		

Echelle des vitesses : 1 cm pour 50 mm/s

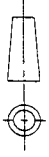
Réponse 28 : $\| \vec{V}_{H \in 1/0} \|$
 Condition respectée :



7 ECABME I

Ech 1:15

Format A3

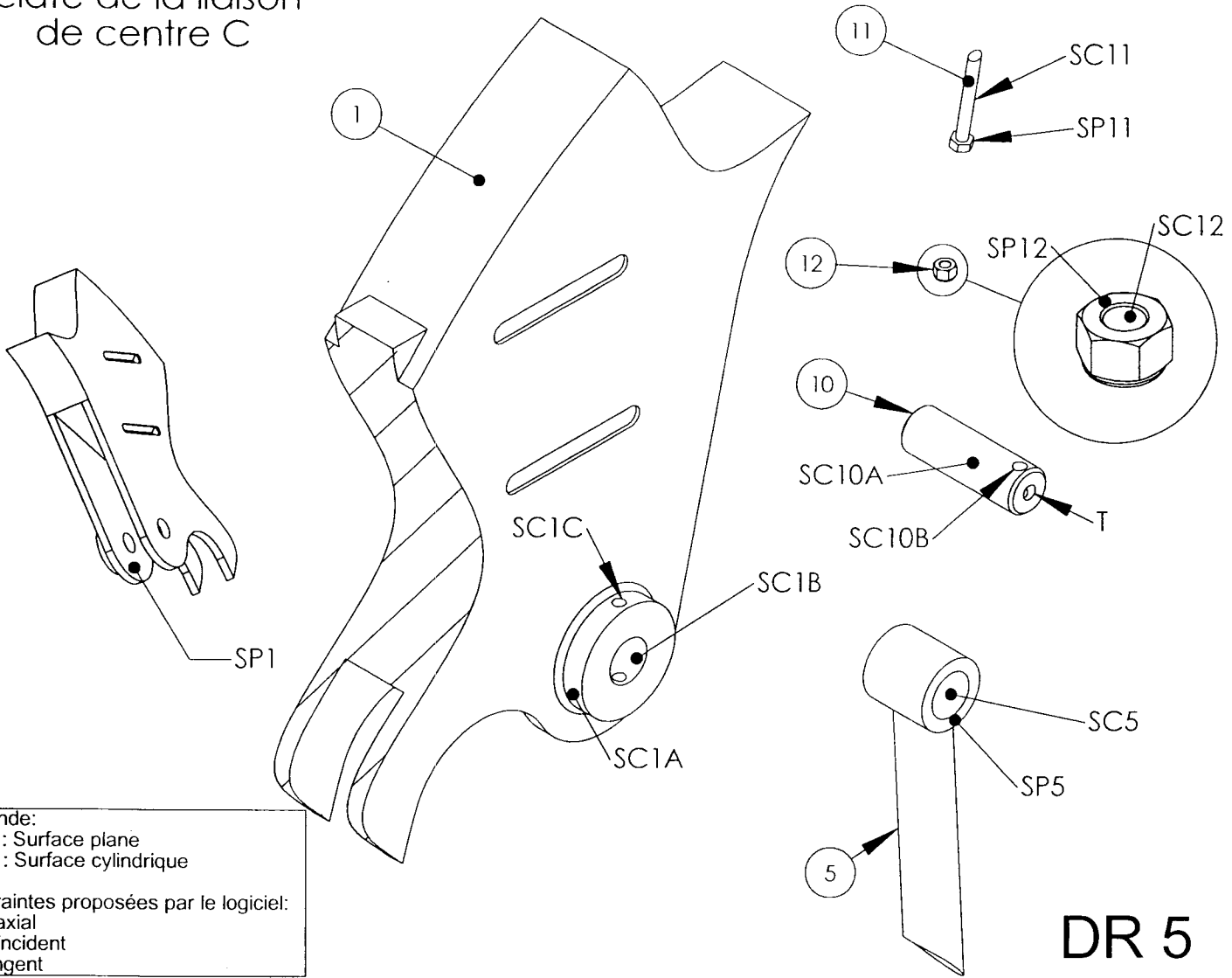


Cinématique du solide

DR 4

Assemblage numérique

Eclaté de la liaison
de centre C

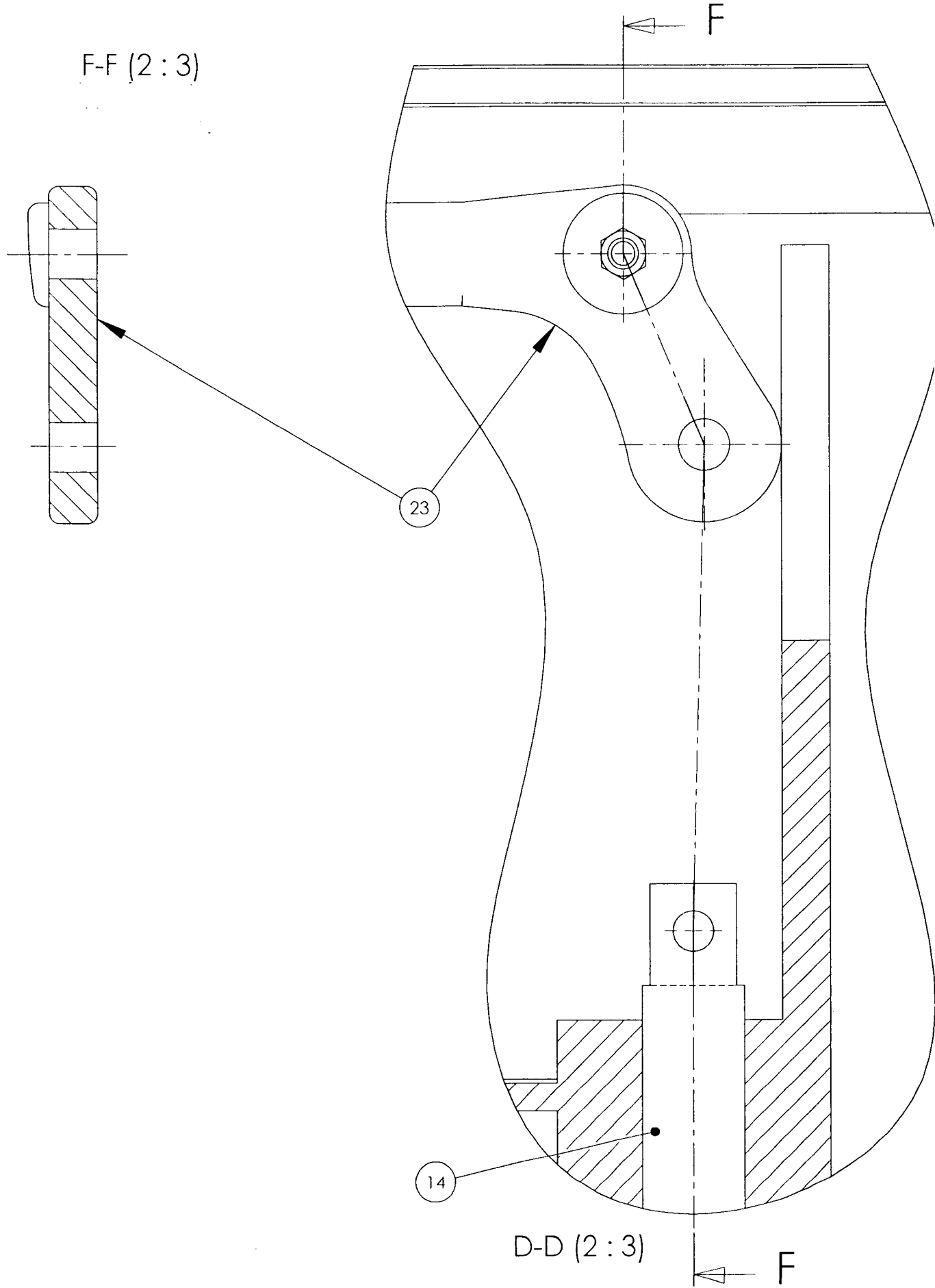


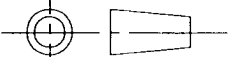
Légende:
 SP : Surface plane
 SC : Surface cylindrique

Contraintes proposées par le logiciel:
 Coaxial
 Coïncident
 Tangent

DR 5

Surface 1	Surface 2	Contrainte
SC5	SC1B	Coaxial



Ech 2:3	Conception	DR 6
Format A4		
		
		7 ECABME 1