

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE
SERIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
Génie Mécanique Option A et B

SESSION 2008

Epreuve : Etude des constructions

Durée : 6 Heures

Coefficient : 8

TRUELLE MECANIQUE

AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS

Calculatrice de poches 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 99-186 du 16 novembre 1999)

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes :

- **Dossier Technique (DT1 à DT13) jaune**
- **Dossier Travail demandé (pages TD1/17 à TD17/17) vert**
- **Dossier Documents Réponses (DR1 à DR5) blanc**

Les candidats rédigeront les réponses sur les « Documents Réponses » prévus à cet effet.
Les Documents Réponses seront insérés et agrafés dans une feuille de copie double officielle.

Tous les documents réponses, même vierges, sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER DOCUMENTS TECHNIQUES

Ce dossier comporte 12 documents numérotés de DT1 à DT 13:

DT1 : vue générale

DT2 : contexte d'utilisation

DT3 : Caractéristiques techniques de la BG39 GS

DT4 : Schéma cinématique de la transmission de puissance

DT5 : Schéma cinématique du mécanisme d'inclinaison des pales

DT6 : Vues du système d'inclinaison des pales

DT7 : Eclaté de la base

DT8 : Nomenclature de la base (hors guidon)

DT9 : Nomenclature du guidon

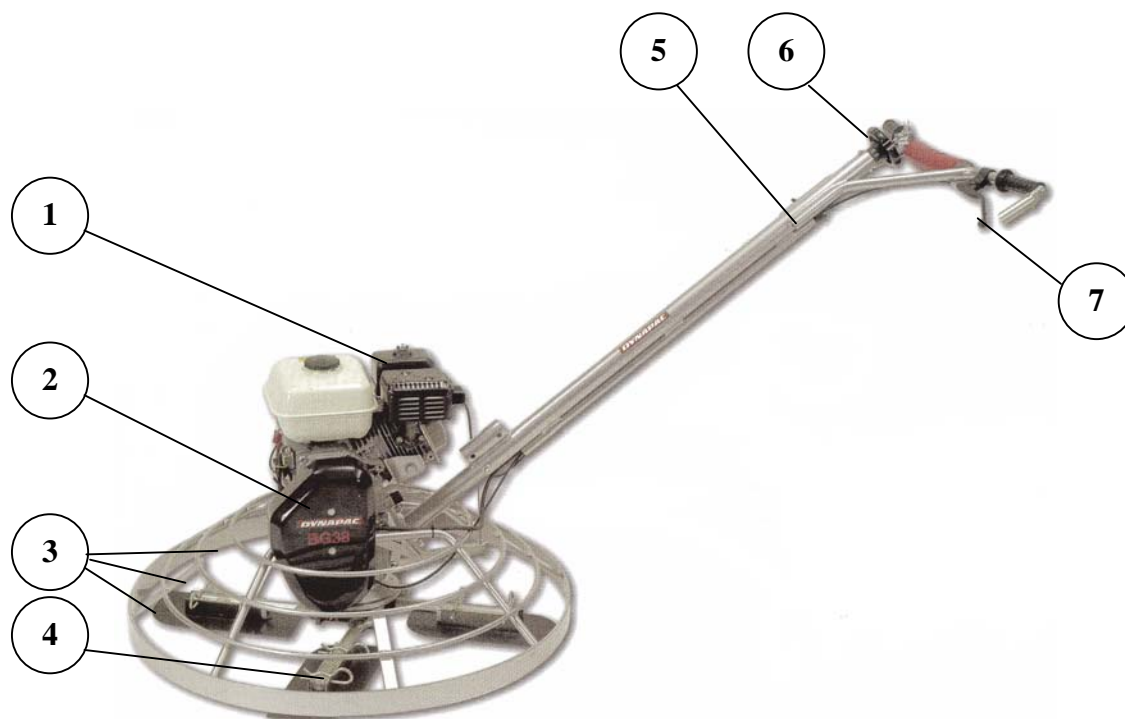
DT10 : L'emboutissage

DT11: Analyse éléments finis de la fourchette

DT12: Plan d'ensemble du guidon

DT13 : Plan d'ensemble de la base

Structure de la truelle mécanique BG39



1 : Moteur thermique

2 : Transmission par courroie débrayable et réducteur à roue et vis sans fin

3 : Anneaux de protection

4 : Pales

5 : Guidon

6 : Molette de réglage d'inclinaison des pales

7 : Poignée de contrôle du moteur

Contexte d'utilisation

Phases de préparation d'une surface en béton

1) Compactage

Une règle vibrante permet :
L'homogénéisation du mélange et l'expulsion des bulles d'air.

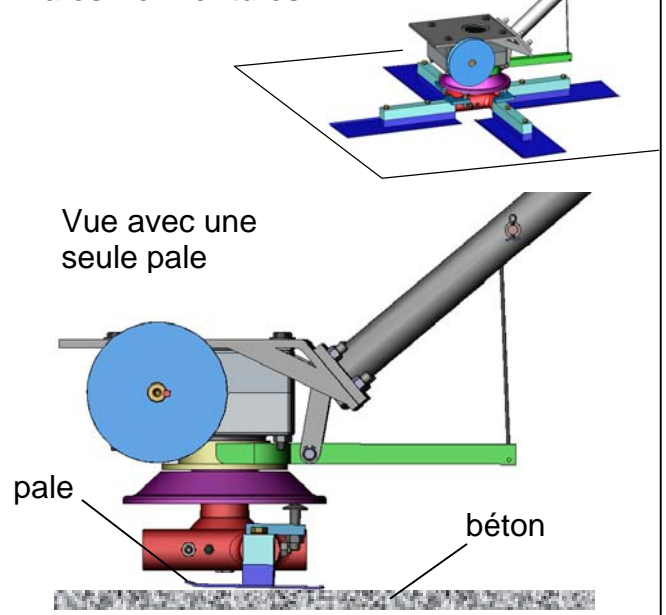


2) Talochage

La truelle est équipée de taloches qui permettent :
l'enfouissage des granulats juste sous la surface,
l'élimination des légères imperfections, des bosses et des vides et le compactage du mortier en surface.
On commence le talochage avec les pales horizontales (voir photo ci-contre)

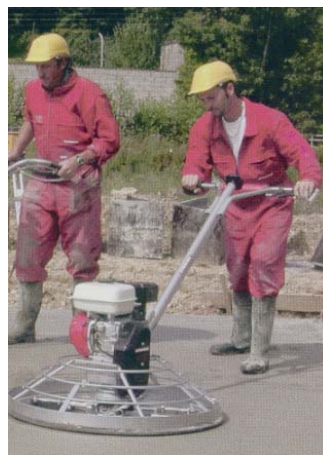


Pâles horizontales

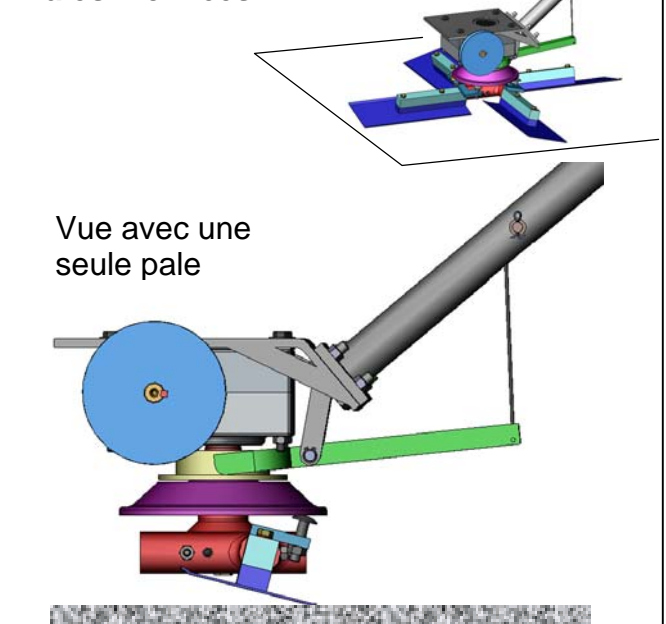


3) Lissage

La truelle est équipée de pales de lissage qui permettent l'obtention de l'état de surface souhaitée.
L'opérateur incline les pales entre chaque passe successive (voir photo ci-contre). Ceci afin d'augmenter la pression de contact et obtenir un état de surface particulier ou pour faire pénétrer des produits spéciaux dans le béton (poudre etc...)



Pâles inclinées



Caractéristiques techniques de la truelle BG39 GS

Masse	76 Kg
Diamètre du rotor	890 mm
Vitesse de rotation des pales	70 à 130 trs/min $\pm 2\%$
Nombre de pales	4
Inclinaison des pales	25° minimum
Moteur	Honda GX160 QX
Puissance moteur (à vitesse)	4 KW (à 3600 trs/min)
Capacité du réservoir d'essence	3,6 l
Niveau de bruit mesuré dans l'air à 1 mètre	90,10 dB
Accélération mesurée au niveau des poignées sur le guidon	3,16 m/s ²
Dimensions	1800 x 930 x 1010
Prix	2600 EUR

Schéma cinématique de la transmission de puissance

Deux pales sur quatre sont schématisées. Le mécanisme d'inclinaison des pales n'est pas schématisé.

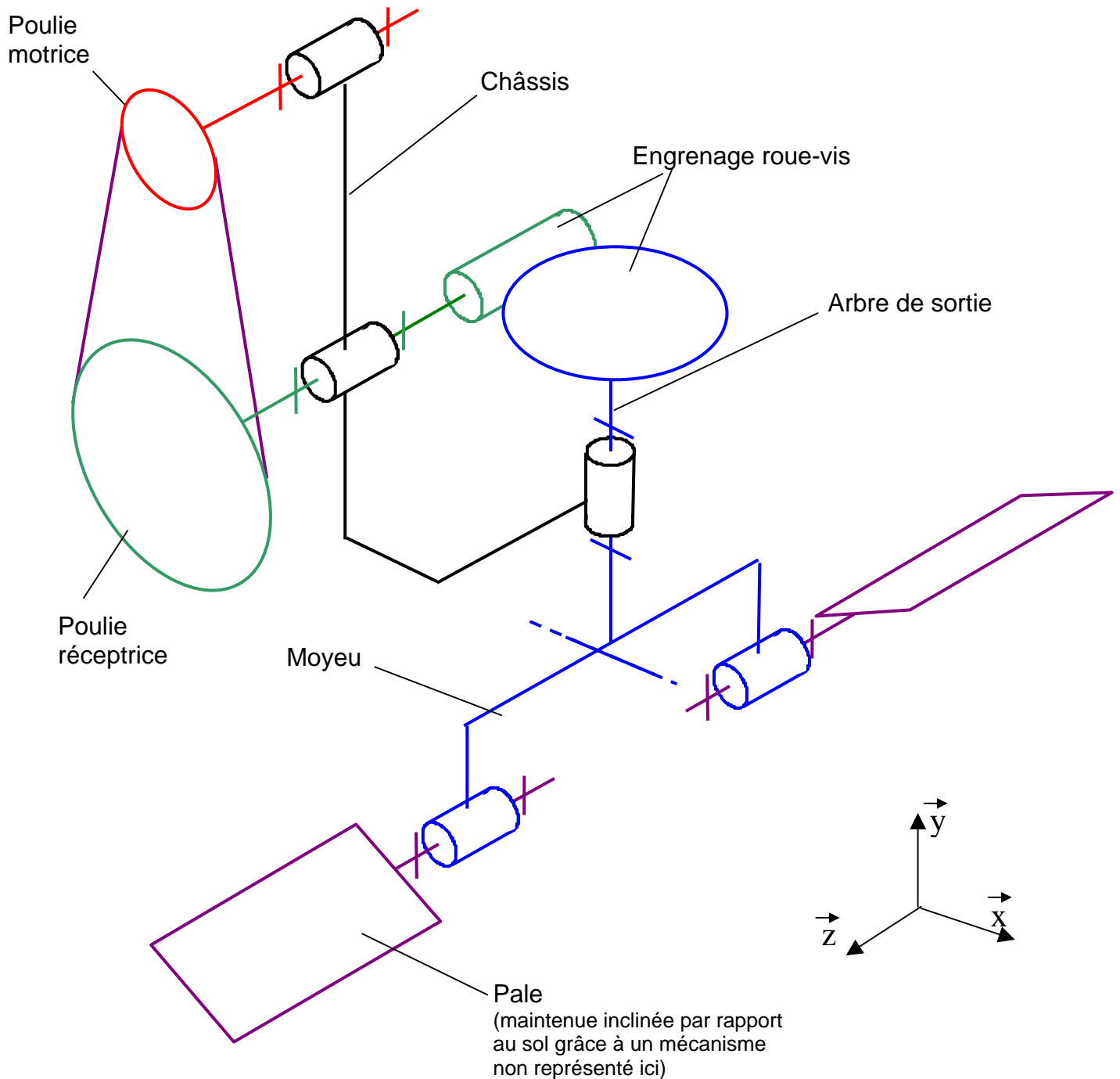
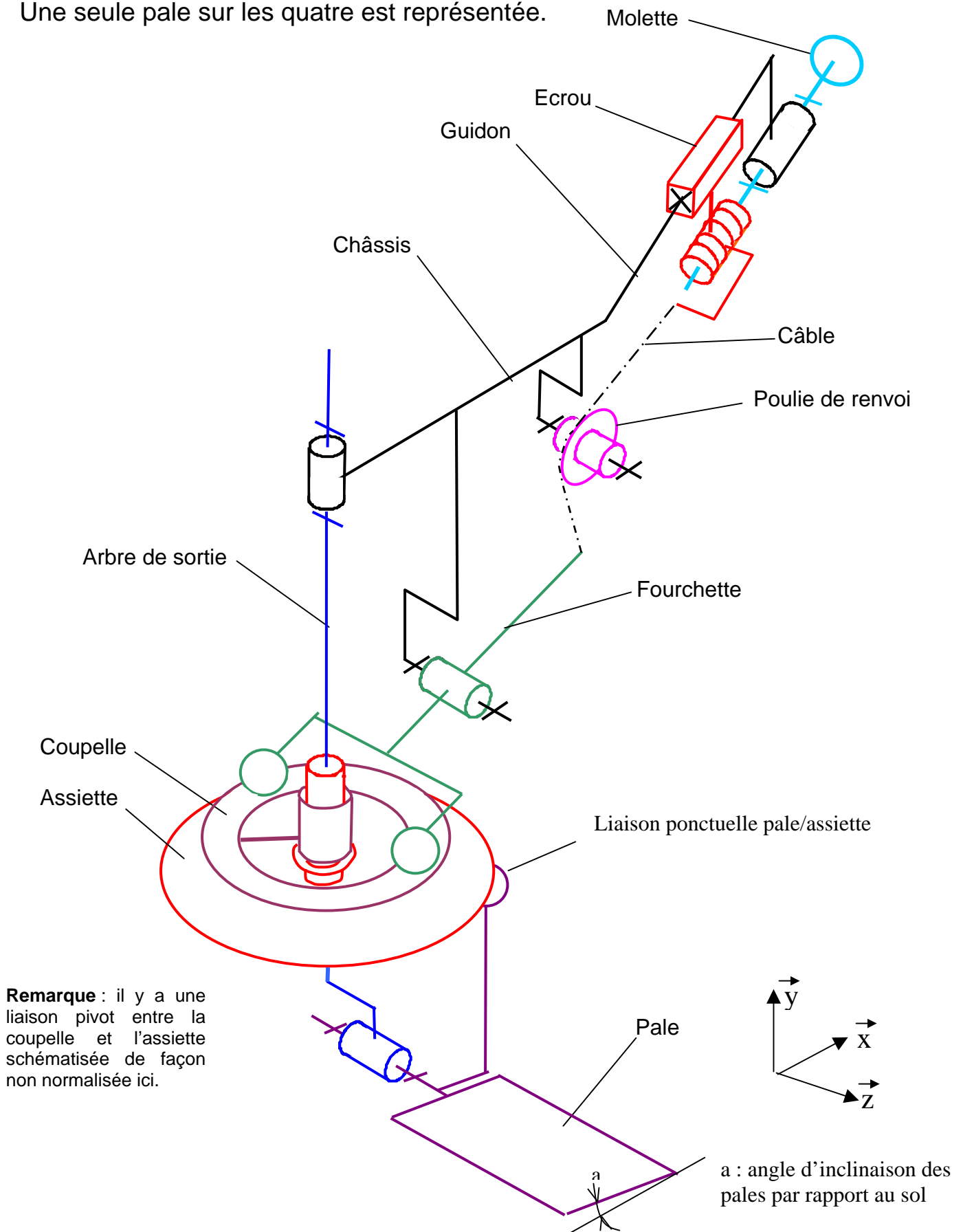
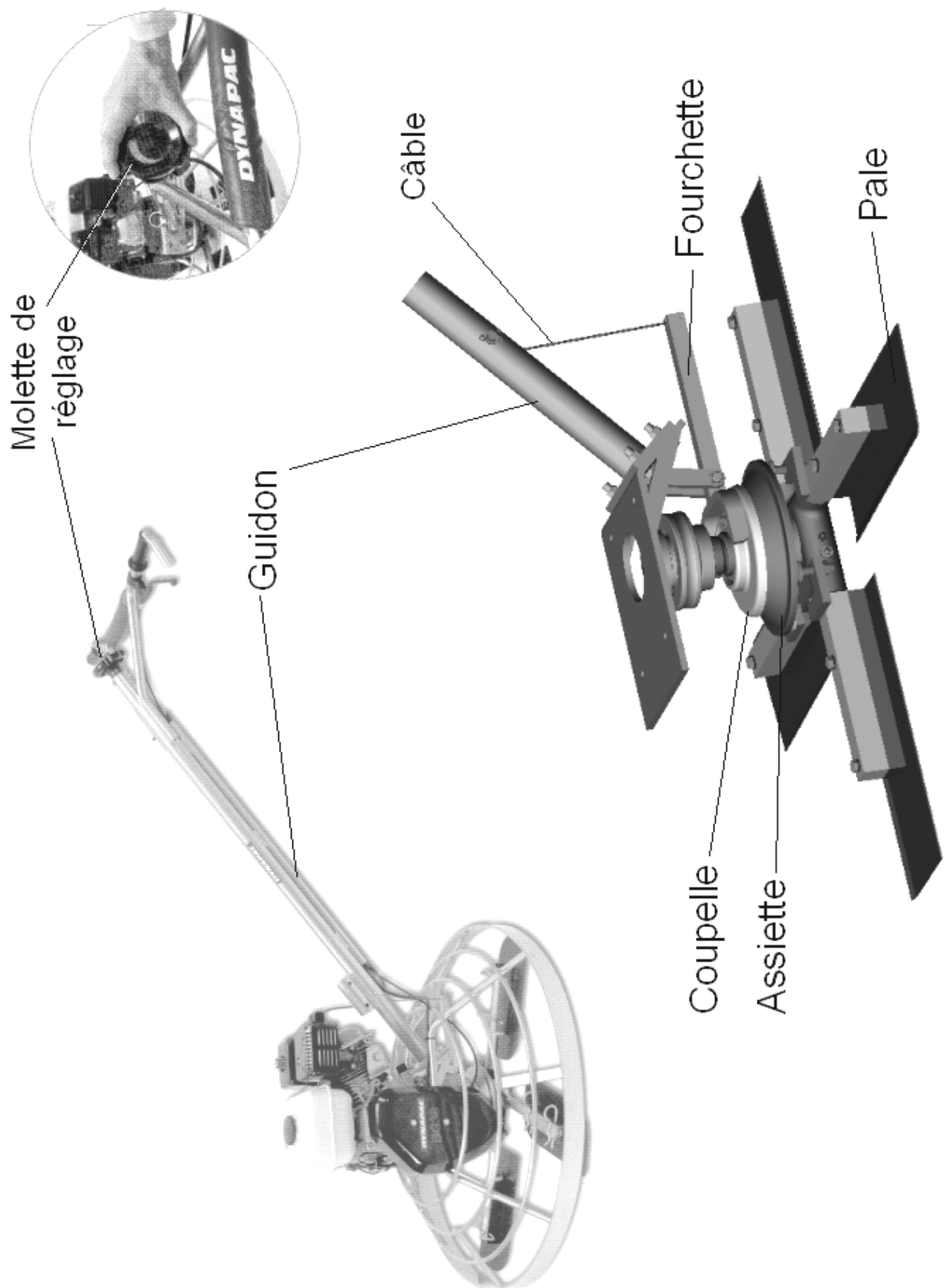


Schéma cinématique du mécanisme d'inclinaison des pales

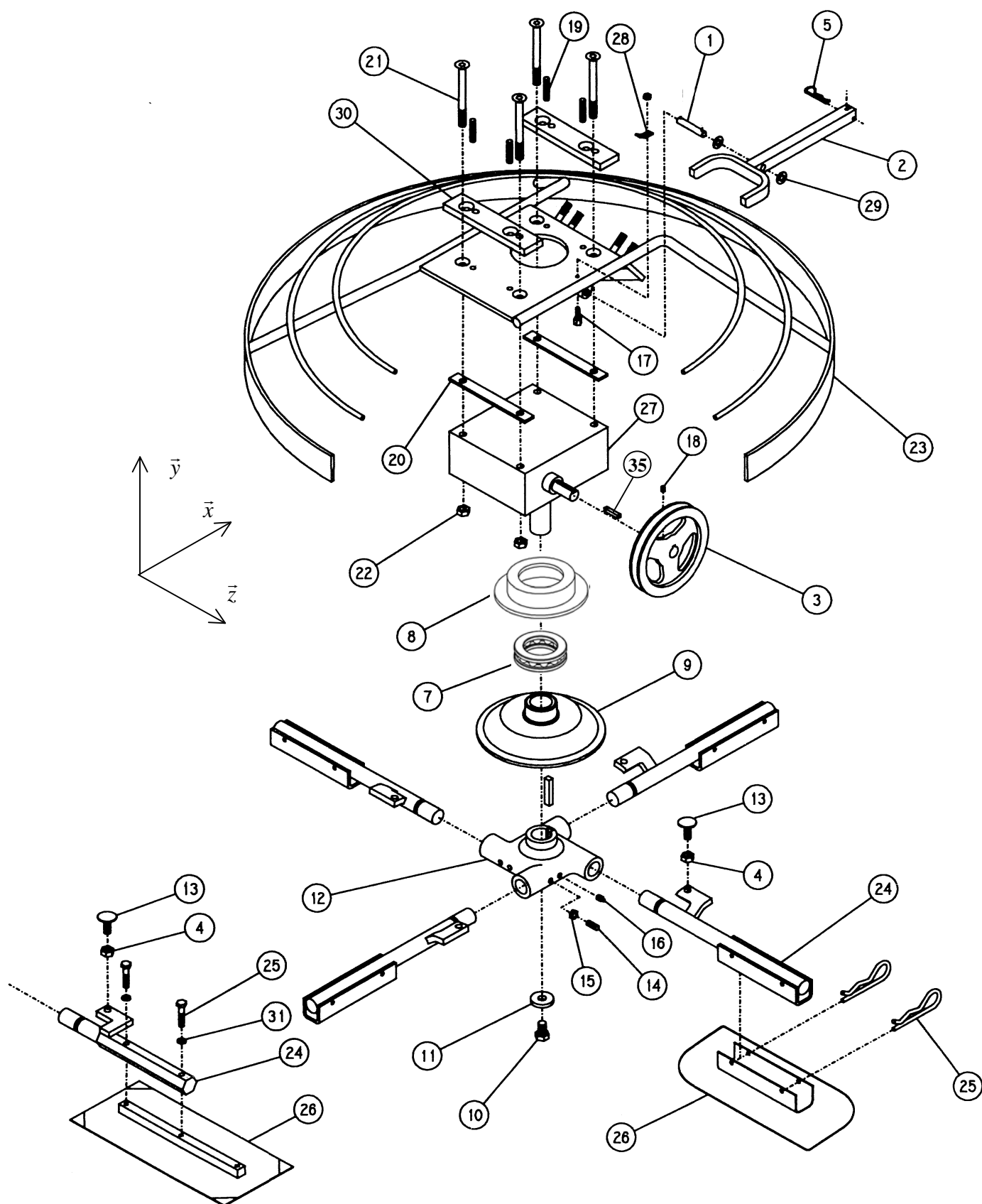
Une seule pale sur les quatre est représentée.



Système d'inclinaison des pales



Eclaté de la base



Nomenclature de la base (hors guidon)

Rep	Nb.	Désignation	Matériau	Observation
1	1	Axe		
2	1	Fourchette	S235 (E24)	Protection par peinture
3	1	Poulie réceptrice		
4	1	Ecrou hexagonal		
5	1	Goupille		
6	1	Tube de guidon		
7	1	Butée à billes		
8	1	Coupelle		Protection par cadmiage
9	1	Assiette	FGS 400-12	
10	1	Vis Hexagonale		
11	1	Rondelle		
12	1	Moyeu	FGS 400-12	Protection par peinture
13	4	Vis à tête bombée		
14	4	Vis sans tête à six pans creux		
15	4	Ecrou Hexagonal		
16	4	Graisser		
17	1	Stop câble		
18	1	Vis de pression à six pans creux		
19	4	Goujon pour fixation du moteur		
20	2	Entretoise		
21	4	Vis Hexagonale		
22	4	Ecrou Hexagonal		
23	1	Châssis avec anneaux de protection		
24	4	Bras de pale		Protection par zingage blanc
25	8	Vis Hexagonal (ou goupille)		
26	4	Pale		
27	1	Réducteur à roue et vis sans fin		Bentzler BS63 – 14C
27-1	1	Vis sans fin (à 2 filets)		
27-2	2	Roulement à billes		
27-3	2	Anneau élastique		
27-4	1	Joint à lèvres		
27-5	1	Bouchon		
27-6	1	Roue dentée (28 dents – m = 3,5)		
27-7	2	Roulement à billes		
27-8	2	Anneau élastique		
27-9	1	Joint à lèvres		
27-10	1	Bouchon		
27-11	2	Corps de réducteur		
27-12	6	Vis Hexagonale		
27-13	6	Ecrou hexagonal		
28	1	Attache de ressort		
29	2	Anneau élastique		
30	2	Support de moteur		
31	8	Rondelle		
32	1	Clavette		
33	1	Clavette		
34	1	Arbre de sortie		
35	1	Clavette		
36	1	Axe de poulie de câble		
37	1	Poulie de câble		
38	2	Goupille fendue		
39	2	Rondelle		
40	1	Câble		

Nomenclature du guidon

Rep	Nb.	Désignation	Observation
1	1	Tube	
2	1	Câble	
3	2	Vis	
4	1	Arrêt de câble	
5	1	Tendeur	
6	1	Vis	
7	3	Vis	
8	1	Support volant	
9	1	Douille	
10	1	Goupille	
11	1	Molette	
12	1	Decalcomanie	
13	3	Rondelle	
14	1	Decalcomanie	
15	1	Axe	
16	1	Vis	
17	1	Support poignée	
18	1	Cheville à expansion	
19	1	Poignée	
20	1	Poignée	
21	1	Vis	
22	1	Ecrou	
23	1	Poignée	
24	1	Arrêt de câble	
25	1	Câble d'embrayage	
26	1	Interrupteur	
27	1	Plaque ON OFF	
28	1	Membrane	
29	1	Rondelle d'étanchéité	
30	1	Câble d'accélérateur	
31	1	Manette d'accélérateur	
32	2	Vis	
33	1	Poignée	
34	1	Poulie	
35	2	Goupille fendue	
36	1	Emballage	
37	1	Protection ventrale	
38	1	Decalcomanie	
39	1	Support	
40	2	Vis	
41	1	Embout	
42	1	Decalcomanie	

L'emboutissage

L'emboutissage d'une pièce consiste à déformer une pièce plane entre un poinçon et une matrice.

Les figures ci-dessous décrivent l'emboutissage d'une tôle permettant d'obtenir la pièce ci-contre (fig. a)

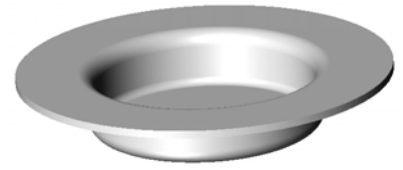


Fig. a Tôle emboutie

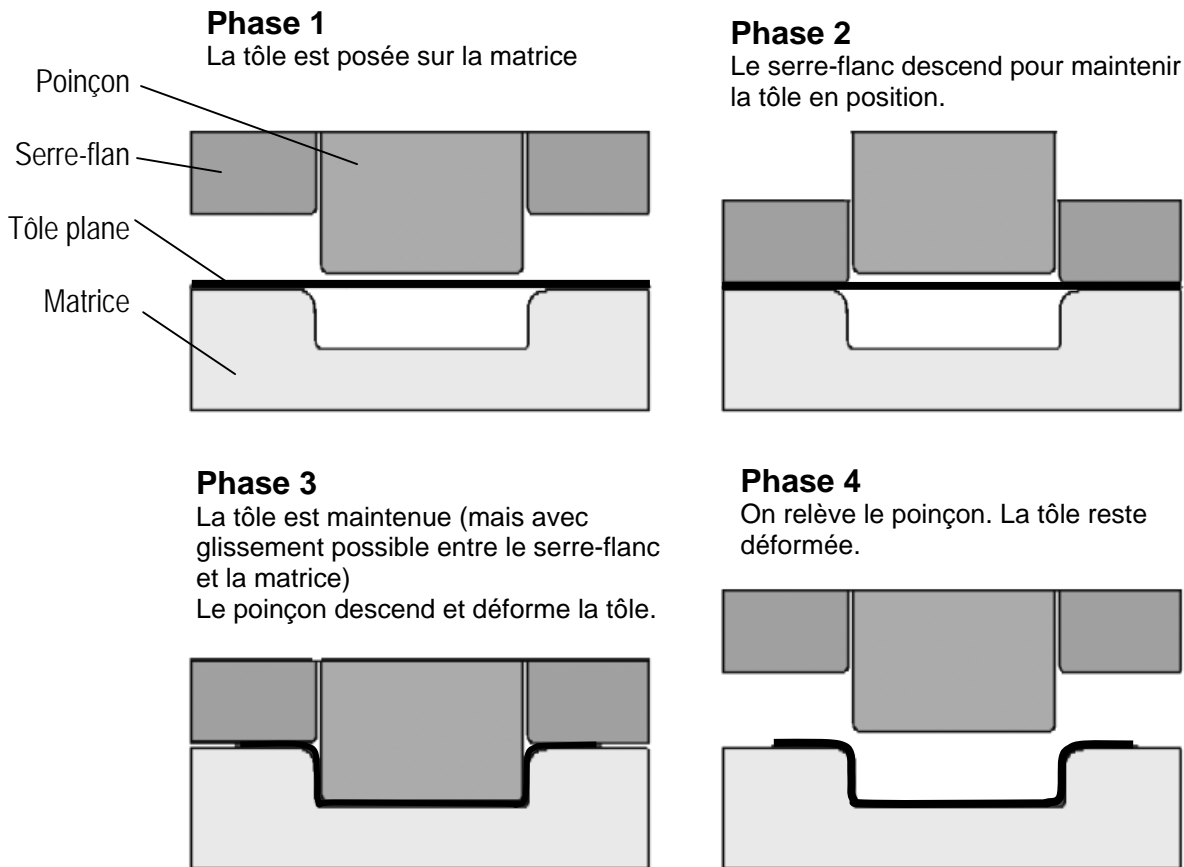


Fig. b. Les phases de l'emboutissage

Règles de tracé

- L'épaisseur e de la pièce emboutie doit rester quasiment constante. (fig.c)
- Des rayons de congés $R1$ et d'arrondis $R2$ sont nécessaires (à la place d'angles vifs) là où se situent les bords du poinçon et de matrice. (fig c)
- Pour rigidifier une surface plane, on peut créer un bord arrondi. (fig d)

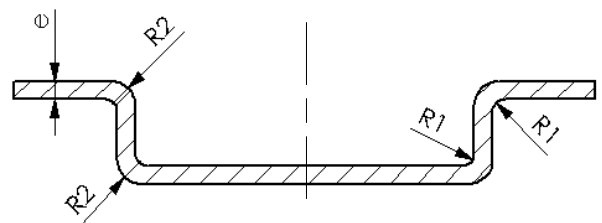


Fig. c Dessin de la pièce emboutie

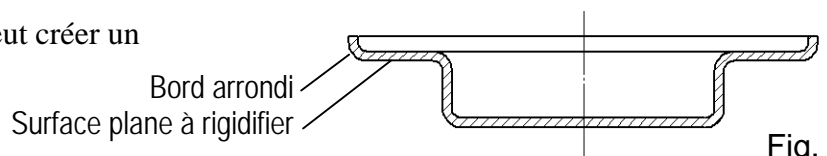


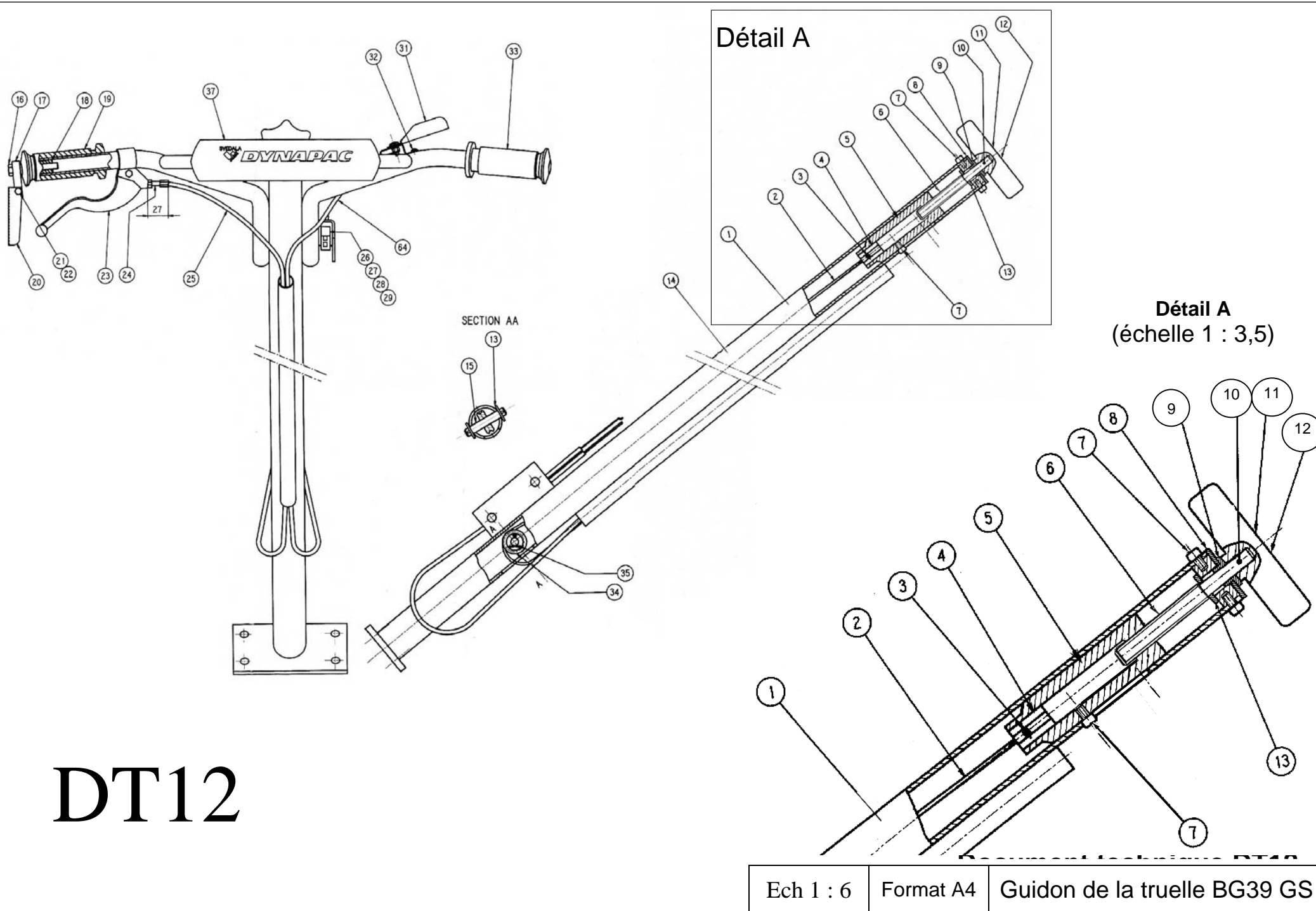
Fig. d

fourche-fourche :: Statique Contrainte Nodale
Unités: N/mm^2 (MPa)

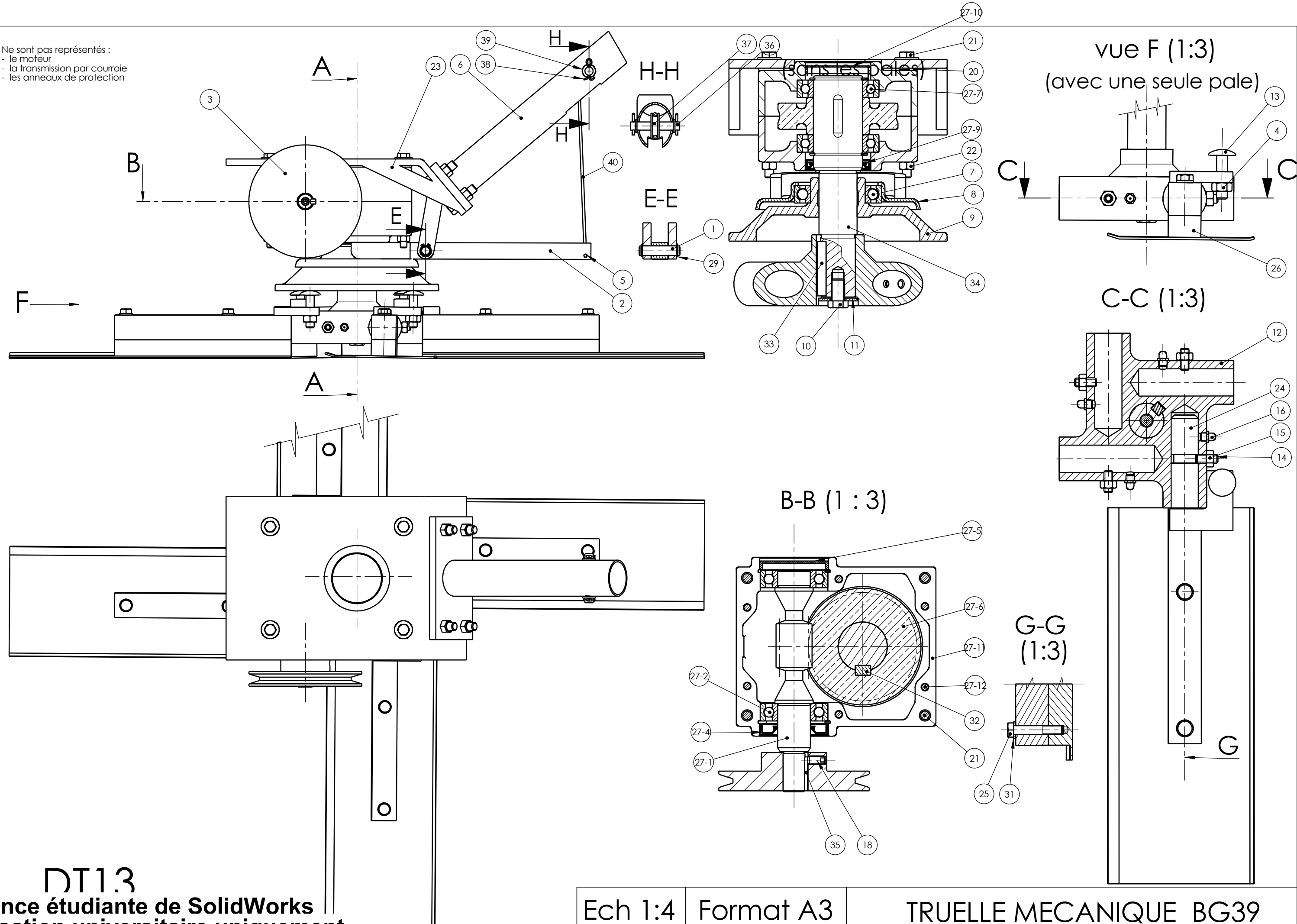
Unités :
N/mm² (Mpa)

2.170e+002
1.973e+002
1.776e+002
1.579e+002
1.381e+002
1.184e+002
9.869e+001
7.897e+001
5.924e+001
3.952e+001
1.980e+001
7.262e-002





Ne sont pas représentés :
- le moteur
- la transmission par courroie
- les anneaux de protection



DT13

Licence étudiante de SolidWorks
Utilisation universitaire uniquement

DOSSIER DOCUMENTS TRAVAIL

Ce dossier comporte 17 pages numérotées de TD1 à TD17

A -	Analyse de la transmission de puissance	TD 1/17
B -	Validation du moteur d'entraînement	TD 1/17
1 -	Validation des performances en vitesse	TD 2/17
2 -	Validation des performances en puissance	TD 3/17
C -	Analyse du système de réglage angulaire des pales	TD 5/17
1 -	Analyse de la structure du mécanisme de réglage	TD 5/17
2 -	Détermination de l'angle de rotation des pales par rapport au moyeu de	TD 6/17
3 -	Analyse du réglage de positionnement relatif des pales et de l'assiette	TD 8/17
D -	Etude des efforts dans le mécanisme d'inclinaison des pales.....	TD 9/17
E -	Etude de résistance	TD 13/17
1 -	Etude de la résistance du câble.....	TD 13/17
2 -	Etude de la résistance de la fourchette.....	TD 13/17
F -	Modification d'une solution	TD 15/17
1 -	Détermination des dimensions du nouveau roulement.....	TD 16/17
2 -	Représentation de la nouvelle solution	TD 17/17

*Toutes les parties ainsi que les sous-parties sont indépendantes.
Toutefois, il est conseillé de commencer par la première partie.*

A - ANALYSE DE LA TRANSMISSION DE PUISSANCE

L'opérateur a la possibilité de régler la vitesse de rotation des pales grâce à une poignée commandant la vitesse du moteur. Le moteur transmet la puissance mécanique aux pales par l'intermédiaire d'un système décrit par le plan d'ensemble **document technique DT13** et sa nomenclature **DT8** et le schéma cinématique **document technique DT4**.

Les questions suivantes proposent d'en analyser quelques liaisons et leurs solutions.

Répondre sur feuille de copie

Question A.1

Décrire la solution technologique adoptée pour lier complètement la poulie réceptrice **3** et l'arbre d'entrée du réducteur **27-1**.

Question A.2

Donner le nom de la liaison entre l'arbre d'entrée du réducteur **27-1** et le carter **27-11** de ce réducteur (préciser l'axe). Décrire la solution technologique adoptée pour cette liaison.

Question A.3

Donner le nom de la liaison entre l'arbre de sortie du réducteur **34** et le carter **27-11** (préciser l'axe).

Question A.4

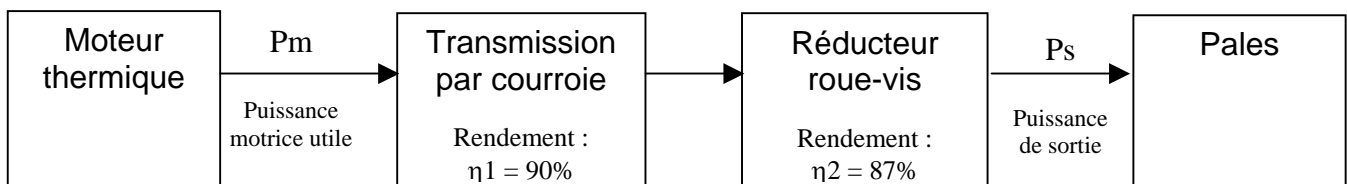
Décrire la solution technologique adoptée pour lier complètement le moyeu support des pales **12** et l'arbre de sortie du réducteur **34**.

B – VALIDATION DU MOTEUR D'ENTRAÎNEMENT

L'étude suivante a pour objectif la vérification de l'adaptation du moteur thermique vis à vis des performances exigées en vitesse et en puissance.

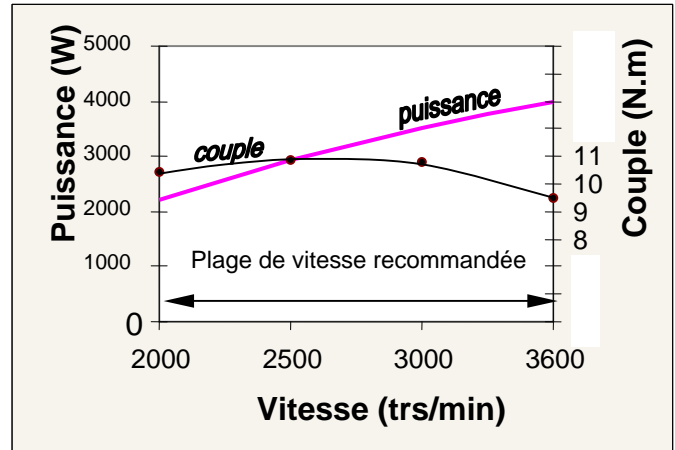
Données

- On définit la chaîne de transmission de puissance par le diagramme suivant :



- **Caractéristiques du moteur :**

- Moteur Honda GX 160 à axe horizontal
- Mono cylindre à 4 temps
- Puissance maximum : 4,0 kW (à 3600 trs/min)
- Couple maximum : 10,8 N.m (à 2500 trs/min)
- Plage de vitesse recommandée (voir ci-contre)



Performances du moteur

- **Caractéristiques de la transmission par courroie :**

- Diamètre primitif de la poulie motrice: $D_m = 72$
- Diamètre primitif de la poulie réceptrice : $D_r = 144$

- **Caractéristiques du réducteur roue-vis :**

- Nombre de filets de la vis : $Z_{vis} = 2$
- Nombre de dents de la roue : $Z_{roue} = 28$

B.1 Validation des performances en vitesse.

On veut vérifier dans cette partie si le moteur peut entraîner les pales dans la plage de vitesse exigée pour lisser le béton dans le **document technique DT3**.

Répondre sur feuille de copie

Question B.1.1

Calculer le rapport de transmission de la transmission par courroie, noté r_1 .

Question B.1.2

Calculer le rapport de transmission du réducteur roue-vis, noté r_2 .

Question B.1.3

En déduire le rapport global de la transmission, noté r_g .

Question B.1.4

Si on utilise le moteur dans sa plage de vitesse recommandée, calculer les fréquences de rotation minimale et maximale des pales.

Question B.1.5

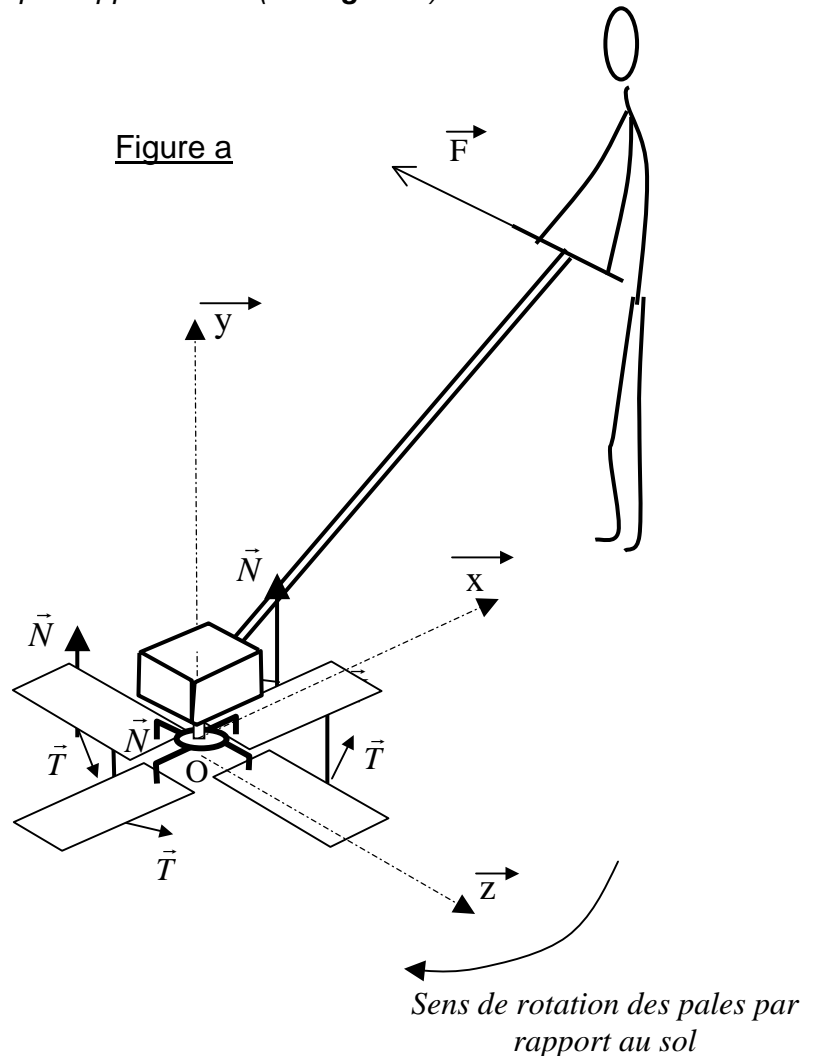
En déduire si cela est conforme aux caractéristiques techniques de la truelle.

B.2 Validation des performances en puissance

On veut vérifier dans cette partie si le moteur peut vaincre les efforts résistants issus du frottement des pales sur le sol.

L'étude est réalisée dans le cas où les pales sont horizontales et tournent à vitesse constante. L'opérateur maintient le châssis immobile par rapport au sol. (voir **figure a**).

Figure a

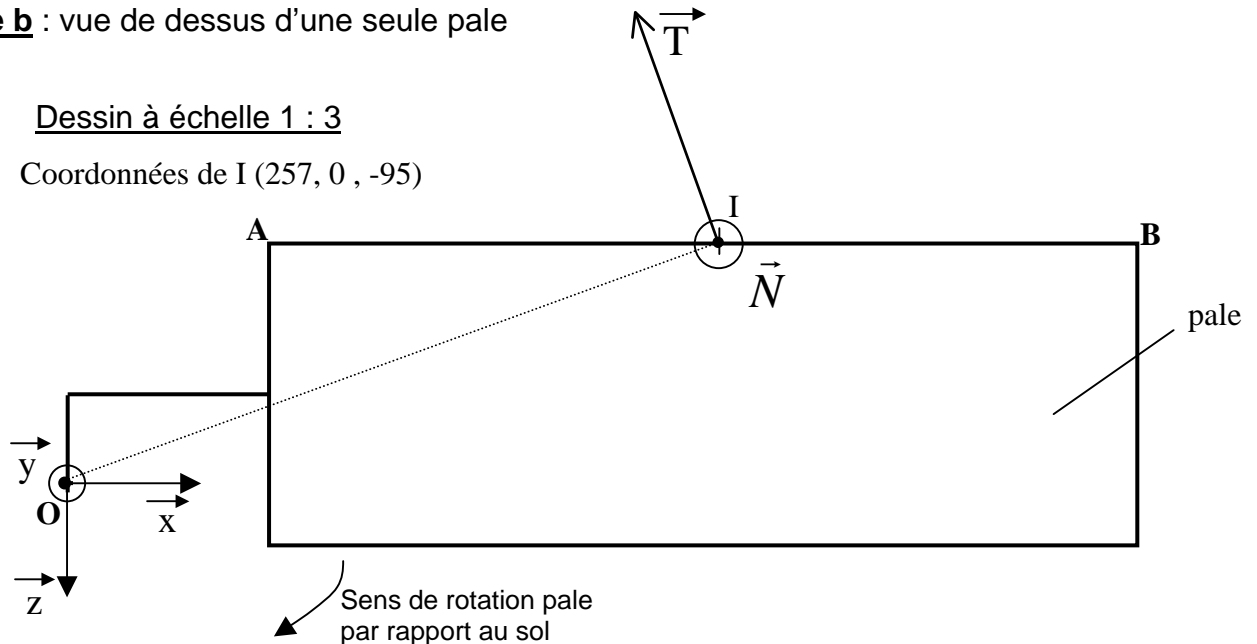


Données et hypothèses :

- (O, \vec{x}, \vec{z}) est un plan confondu avec la surface du sol en béton ;
- la verticale du lieu est portée par \vec{y} ;
- (O, \vec{y}) est l'axe de rotation des pales ;
- les pièces sont des solides indéformables ;
- seule une arête des pales frotte contre le béton. (voir **figure b** ci-après) ;
- la résultante de l'action du sol sur une pale se décompose en :
 - une force de frottement \vec{T} contenue dans le plan du sol
 - une force \vec{N} normale au sol.
- la résultante de l'action du sol **sur une seule pale** s'exerce au point I (257, 0,-95) (voir **figure b** page suivante)
- (OI) est perpendiculaire à \vec{T} (hypothèse simplificatrice) ;
- le coefficient de frottement de la pale sur le béton varie entre $f = 0,7$ et $f = 0,9$ suivant l'état du béton ;

- le centre de gravité du système se situe sur l'axe (O, \vec{y}) ;
- l'action de l'opérateur sur la truelle est modélisable par un torseur dont la composante d'effort en \vec{y} est nulle.
- aucun effet d'inertie n'est à prendre en compte. (vitesse de rotation constante)
- $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

Figure b : vue de dessus d'une seule pale



Répondre sur feuille de copie

Question B.2.1

On isole toute la truelle, faire un bilan des actions mécaniques extérieures.

Question B.2.2

Ecrire le théorème de la résultante en projection sur \vec{y} .

Question B.2.3

En déduire $\|\vec{N}\|$.

Question B.2.4

Déterminer, avec la loi de frottement de Coulomb, $\|\vec{T}\|$ dans le cas où le frottement est le plus élevé.

Quelque soit le résultat trouvé précédemment on utilisera pour force de frottement $T = 180 \text{ N}$

Question B.2.5

Calculer le moment $M_{(Oy)}$ de \vec{T} par rapport à l'axe (O, \vec{y}) . Justifier précisément vos calculs.

Question B.2.6

En déduire le moment du couple des forces de frottement créé par les quatre pales. On le notera C .

Quelque soit le résultat trouvé précédemment on utilisera pour moment du couple des forces de frottement : $C = 200 \text{ N.m}$

Question B.2.7

Calculer P_s , la puissance totale des forces de frottement sur les quatre pales lorsque celles-ci tournent à vitesse maximale 130 trs/min.

Question B.2.8

Calculer le rendement global de la transmission.

Question B.2.9

Calculer P_m , la puissance motrice que doit développer le moteur.

Question B.2.10

Conclure sur l'adaptation du moteur par rapport à ses caractéristiques techniques.

C – ANALYSE DU SYSTEME DE REGLAGE ANGULAIRE DES PALES

Les opérations de talochage et de lissage du béton nécessitent d'incliner les pales de la truelle pour obtenir une pression de contact plus ou moins importante sur le béton. L'opérateur règle l'inclinaison des pales grâce à une molette située sur le guidon. On se propose d'étudier ce mécanisme de réglage.

C.1 Etude de la structure du mécanisme de réglage.

*Le mécanisme de réglage est décrit par le schéma cinématique du **document technique DT5**, par les plans d'ensembles de la base et du guidon **documents techniques DT12** et **DT13**, ainsi que les photos **document technique DT2** montrant les pales avec différentes inclinaisons.*

Répondre sur feuille de copie

Question C.1.1

Sur le plan du guidon, quelle est la liaison entre l'écrou **5** et le tube du guidon **1** ? Préciser comment la liaison est réalisée.

Question C.1.2

Expliquer comment l'opérateur en agissant sur la molette **11** peut exercer une traction sur le câble **2**.

Question C.1.3

Expliquer ce qui limite la course de l'écrou **5** donc la course du câble.

Question C.1.4

Tracer sur le document réponse **DR 5**, dans le détail A (à l'échelle 1 : 3,5) la cote correspondant à cette course et indiquer sa valeur en mm.

Question C.1.5

Donner le nom de la liaison entre l'assiette **9** et l'arbre de sortie **34** en précisant l'axe. Décrire la solution technologique adoptée pour cette liaison.

Question C.1.6

Justifier le fait que fabricant n'a pas mis directement en contact la fourchette **2** avec l'assiette **9** mais a préféré interposer la coupelle **8**.

Question C.1.7

Donner le nom de la liaison entre une pale {**24,26**} et le moyeu **12**. Décrire la solution technologique adoptée pour cette liaison.

C.2 Détermination de l'angle de rotation des pales par rapport au moyeu.

*L'étude suivante consiste à vérifier par un tracé si l'action sur la molette du guidon permet d'incliner les pales de l'angle mentionné dans les caractéristiques de la truelle : **25° minimum**. La course du câble valant 50 mm.*

*Le document réponse **DR1** présente le mécanisme avec les pales en position horizontale.*

Les tracés se feront avec soin sur le document réponse DR1
Répondre sur feuille de copie

Question C.2.1

Définir le mouvement de la fourchette **2** par rapport au châssis **23**.

Question C.2.2

On note F le centre de l'arrondi au bout de la fourchette. Tracer les trajectoires $T_{B \in \text{fourchette} / \text{châssis}}$ et $T_{F \in \text{fourchette} / \text{châssis}}$ des points B et F liés à la fourchette dans leur mouvement par rapport au châssis.

Pour la suite on considérera pour simplifier les tracés que le câble reste en contact avec la poulie **37** au niveau du point *I* considéré comme fixe.

L'opérateur tourne la molette et remonte le câble de 50 mm.

Question C.2.3

Mesurer IB puis déterminer par un calcul la distance IB_1 où B_1 représente la nouvelle position du point B .

Question C.2.4

Déduire des questions C.2.2 et C.2.3, la position de B_1 .

Question C.2.5

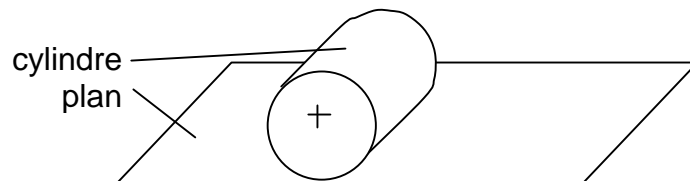
Tracer F_1 , la nouvelle position de F .

→ **Particularité géométrique intéressante pour la construction : les points F , A , B sont alignés.**

On note E le point de contact entre la fourchette **2** et la coupelle **8**.

Question C.2.6

Lorsqu'un cylindre glisse sur un plan, que peut-t-on dire de la distance entre un point quelconque de l'axe du cylindre et le plan ?



Question C.2.7

Sachant que l'arrondi, à l'extrémité de la fourchette, présente une forme cylindrique et connaissant le rayon EF , tracer la nouvelle position de E repérée E_1 .

Question C.2.8

Quel est le mouvement de l'ensemble {coupelle **8**, assiette **9**}, préciser son sens et sa direction dans le repère $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$. En supposant qu'on ne tient pas compte des rotations de ces deux pièces.

Question C.2.9

Mesurer la course de ce déplacement.

On note G , le point de contact entre la tête de cette vis et l'assiette **9**.

Question C.2.10

Déduire de la question C.2.9, la position du plan P_{G_1} dans lequel se situe G_1 , nouvelle position de G .

On note H , le centre de la surface sphérique de la tête de la vis de réglage **13**

Question C.2.11

Tracer par ailleurs la trajectoire $T_{H \in \text{pale} / \text{châssis}}$.

Question C.2.12

Connaissant le rayon HG tracer la nouvelle position de H repérée H_1 .

Question C.2.13

Mesurer et coter l'angle de rotation $\widehat{(H D H_1)}$ de la pale.

Question C.2.14

Vérifier si le cahier des charges est respecté.

C.3 Analyse du réglage de positionnement relatif des pales et de l'assiette.

Avant la mise en marche de la machine, l'opérateur met les quatre pales à l'horizontal sur le sol. Il doit s'assurer que les pales sont toutes en contact avec l'assiette **9**. Or ceci n'est garanti à priori.

Question C.3.1

Citer le repère des pièces permettant un réglage garantissant ce contact.

Question C.3.2

Décrire les opérations que doit effectuer l'opérateur au cas où une des pales n'est pas en contact avec l'assiette c'est à dire lorsqu'il y a un jeu entre la pièce **13** et l'assiette.

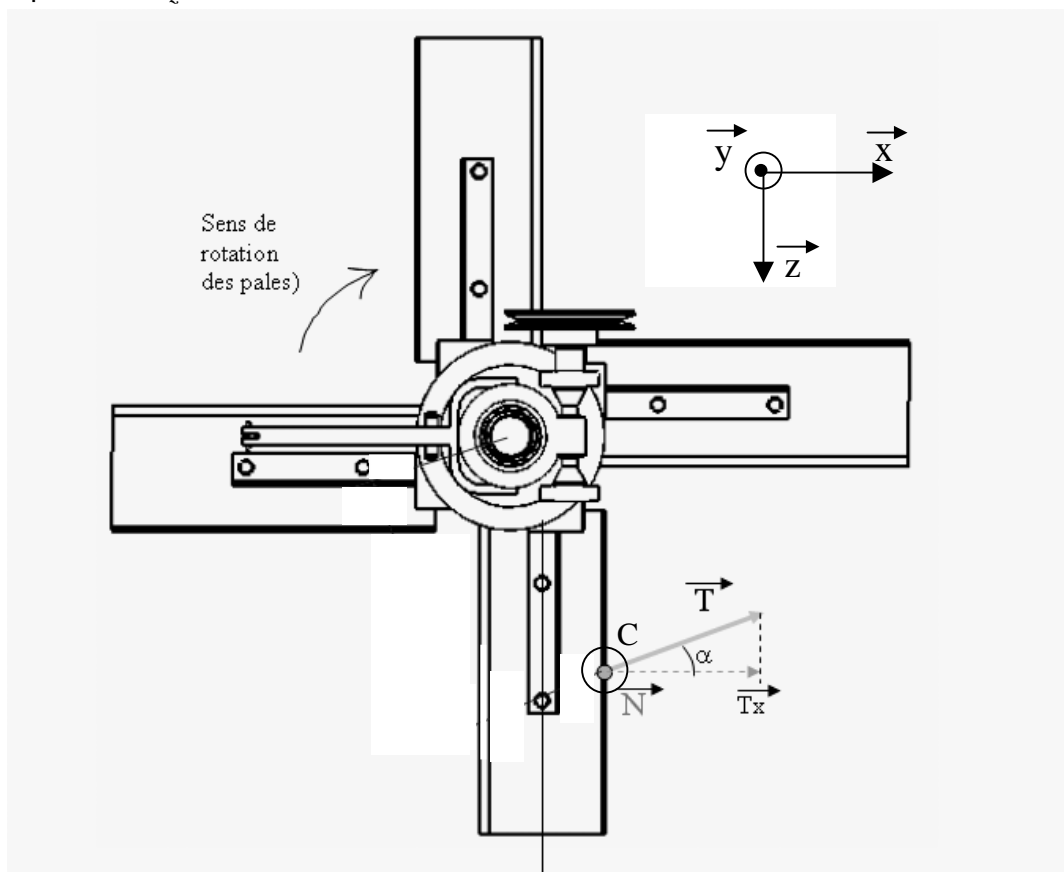
D- ETUDES DES EFFORTS DANS LE MECANISME D'INCLINAISON DES PALES

Dans un but de dimensionnement du câble et de la fourchette **2** lors des phases de levée des pales (cf. **DT2** et **DT6**) vous allez déterminer la valeur des efforts transmis par ces éléments.

Vous déterminerez également si le couple appliqué par l'utilisateur sur la molette ne dépasse pas **0,7 N.m**, valeur limite admissible d'après les normes d'ergonomie.

Hypothèses :

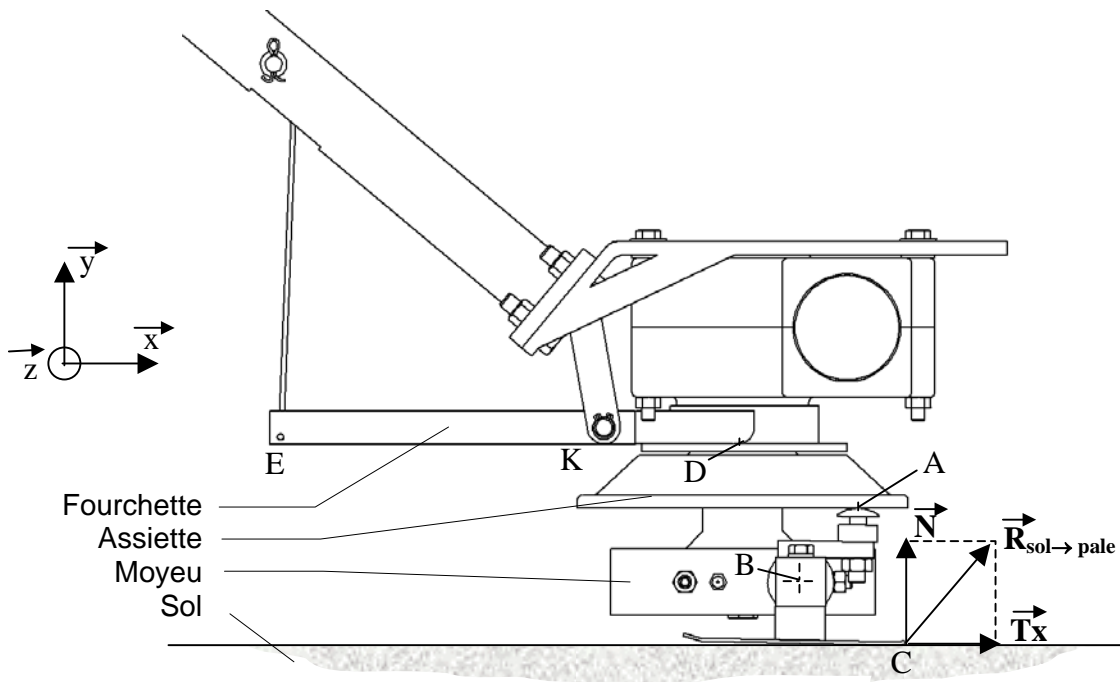
- L'inclinaison des pales est changée lors du mouvement, donc il y a glissement des pales sur le sol. L'effort tangentiel \vec{T} sera pris égal à 182 N. sa composante \vec{T}_x vaudra donc 172 N et sa composante \vec{T}_z 80 N.



- Le poids du système est de 760 N et également réparti sur chacune des 4 pales. Donc chaque pale « soulève » 190 N donc $\|\vec{N}\| = 190\text{ N}$. Ainsi l'action du sol sur la pale prend la forme

suivante :

$${}_C \begin{Bmatrix} 172 & 0 \\ 190 & 0 \\ -80 & 0 \end{Bmatrix}_R$$

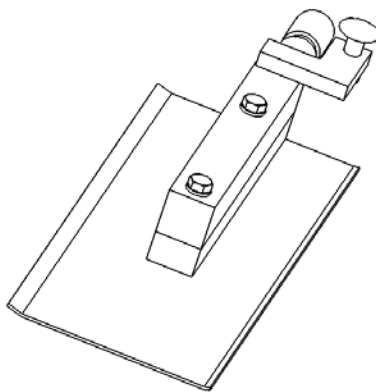


- Le point A représente le contact entre l'assiette **9** et l'ensemble pale, supposé sans frottement ;
- le point B est le centre de la liaison pivot supposés sans frottement entre la pale et le moyeu ;
- le point C est le point de contact avec le sol.
- L'attention du candidat est attirée sur le fait que le plan (O,x,y) n'est pas plan de symétrie, néanmoins le plan (O,x,y) pourra permettre une résolution graphique pour la recherche de l'action en A. Seules les valeurs de Tx et N seront prise en compte en C. (cf. figure 1).

- L'action du sol sur la pale sera donc : $\{\tau(sol \rightarrow pale)\}_C = \begin{Bmatrix} 172 & 0 \\ 190 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$

Question D.1

Isoler l'ensemble pale (4+13+24+25+26+31) et établir le bilan des actions mécaniques dans le plan (O,x,y)



Question D.2

Enoncer le principe fondamental de la statique pour une résolution graphique et déterminer l'effort en A sur le **document réponse DR2**.

L'isolement de l'assiette nous donne quatre efforts verticaux provenant des pales que nous prendrons égaux à **550 N** quelque soient les résultats précédents.

$$\text{Donc : } \{\tau(pale \rightarrow assiette)\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 550 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$$

Répondre sur feuille de copie

Question D.3

L'ensemble assiette+ coupelle sont en liaison pivot glissant d'axe \vec{y} avec l'arbre de sortie, écrire le torseur transmissible par cette liaison si on considère que la liaison est parfaite(cf. DT5)

Question D.4

La coupelle subit également l'action ponctuelle en D de la fourchette **2**. Donner le torseur transmissible par cette liaison dans le plan (O,x,y) si on néglige les frottements.(Cf. DT5)

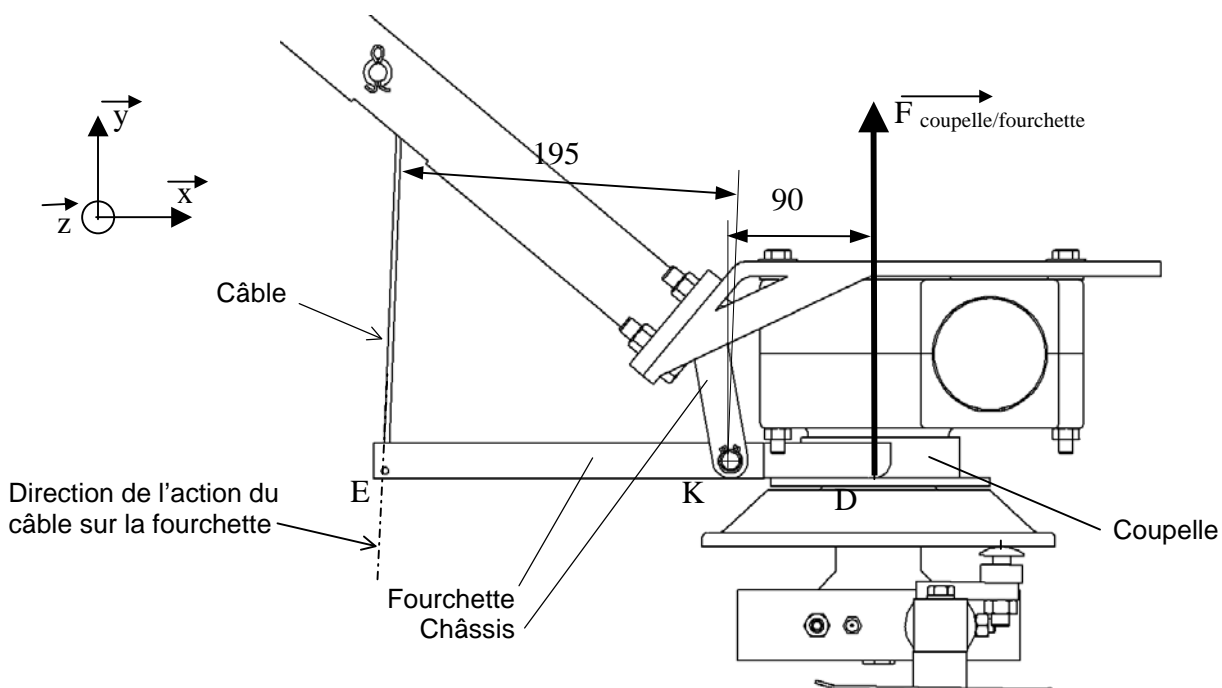
Question D.5

Ecrire l'équation de résultante suivant l'axe y issue du principe fondamental de la statique appliqué à l'ensemble E = {assiette, coupelle} et en déduire l'action de la fourchette sur la coupelle en D.

Quelque soit le résultat de la question précédente vous prendrez l'effort F en D égal à **2200 N**

Question D.6

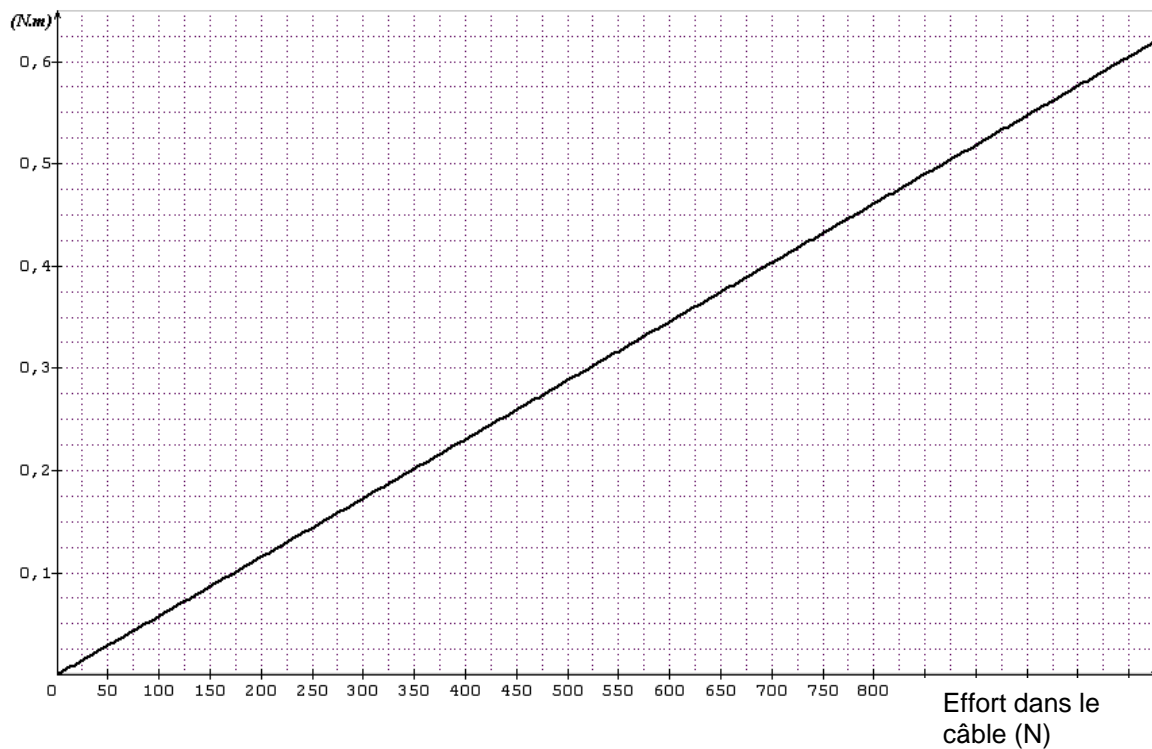
Déterminez l'effort du câble sur la fourchette en E.
La figure ci-dessous fournit des indications géométriques intéressantes pour la résolution.



Question D.7

A l'aide de la courbe ci-dessous donnant le couple à appliquer sur la molette du guidon (vis de manœuvre) par l'opérateur en fonction de l'effort voulu dans le câble, déterminer la valeur du couple fourni par l'utilisateur.

Couple sur la
molette du
guidon (vis de
manœuvre)
(N.m)



Question D.8

Cette valeur est-elle conforme aux normes d'ergonomie ?

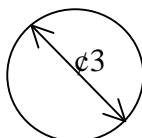
E- ETUDES DE RESISTANCE

L'étude vise à valider la résistance du câble de manœuvre et de la fourchette 2.

E.1 Etude de la résistance du câble

L'étude vise à valider la résistance du câble de manœuvre. Pour une application professionnelle comme celle-ci un coefficient de sécurité de 2 est un minimum admissible.

La section de ce câble est donnée : diamètre 3mm, limite élastique $\sigma_e = 300 \text{ MPa}$



Question E.1.1

En prenant L'effort maximum dans le câble de 1000 N, calculez la contrainte de traction et déterminez si celui-ci résiste.

Question E.1.2

Quel est alors le coefficient de sécurité ?

E.2 Etude de la résistance de la fourchette

La simulation du comportement sous charge calculée précédemment de la fourchette est donnée sur l'illustration ci-dessous et le **document technique DT11**.

fourche-fourche :: Statique Contrainte Nodale
Unités: N/mm*2 (MPa)



2.170e+002
1.973e+002
1.776e+002
1.579e+002
1.381e+002
1.184e+002
9.869e+001
7.897e+001
5.924e+001
3.952e+001
1.980e+001
7.262e+000

Question E.2.1

Relevez la valeur maximum de la contrainte dans la fourchette.

Question E.2.2

Si comme dans l'étude précédente un coefficient de sécurité de 2 est requis, listez à l'aide du tableau suivant les matériaux susceptibles de convenir.

Matériau	Limite élastique Re	Commentaire	Prix relatifs par kg
AL Cu 4 Mg Ti	200	Moulée	8
Al Zn 8 Mg Cu	560	Corroyée	10
Zamac ZA27	370	Zinc, moulée	2
Ti Al 4 V	780	Usinée, moulée, forgée	200
C55	420	Forgée, usinée	2
35 Cr Mo 4	770	Forgée, usinée	4
EN-JM1190 (fonte)	900	Moulée, usinée	2
POM (polyoxyméthylène)	60	Injection	2
Epoxy-verre fibres courtes	1500	Injection, moulage presse	4

Question E.2.3

Citez les matériaux pour lesquels il y a nécessité de mettre en œuvre un outillage (création d'un moule, de matrices) permettant de les mettre en œuvre.

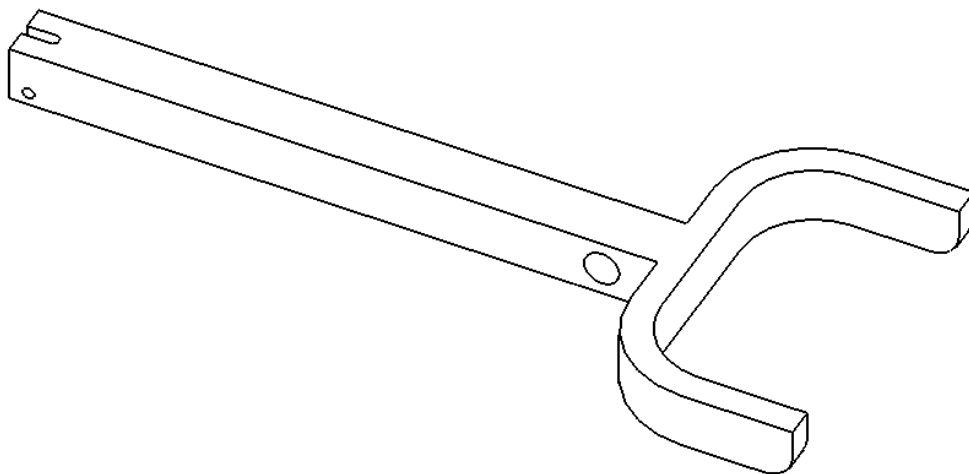
Question E.2.4

En analysant le facteur de prix du matériau et du procédé, choisissez le matériau adapté, sachant que la production annuelle est de l'ordre de 500 machines, c'est-à-dire un nombre peu élevé.

Procédé	Coût	Nombre de pièces
Injection plastique	Important	Elevé
Moulage sable	Faible	Faible
Moulage coquille	Important	Elevé
Mécano-soudure	Faible	Unitaire à élevé
usinage	Important	Unitaire à élevé
Composite tressé	Important	Faible

Question E.2.5

Une autre solution est de prendre un matériau moins résistant et de renforcer la pièce. Proposez une modification sur la perspective et la mise en plan **document réponse DR3**.



F – MODIFICATION D'UNE SOLUTION

L'étude suivante vise à reconcevoir le guidage de la coupelle rapport à l'assiette et à changer le procédé de fabrication de la coupelle.

Description du guidage existant

Le guidage en rotation de la coupelle 8 par rapport à l'assiette 9 est réalisé par une butée à billes 7. Cette solution n'a pas donné satisfaction à cause de la présence d'efforts radiaux induits par le frottement de la fourchette sur la coupelle.

Description du procédé de fabrication existant

La coupelle est réalisée par tournage à partir d'un brut cylindrique. Ce choix occasionne plusieurs opérations avec une perte de matière importante.

Modification de la solution

*Le bureau d'étude a choisi de **remplacer la butée à billes par un roulement à billes à contact radial** acceptant à la fois des efforts radiaux et axiaux.. Les efforts principalement axiaux étant suffisamment faibles pour autoriser ce choix. En outre son coût s'avère moins élevé qu'une butée.*

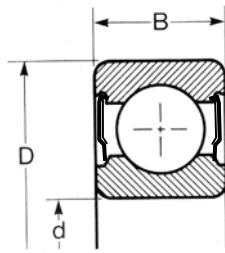
*Par ailleurs il a été décidé de faire réaliser la coupelle chez un sous traitant, par emboutissage. Ce procédé s'avérant également moins coûteux. Une présentation de l'emboutissage est présentée sur le **document technique DT10**.*

Cahier des charges de la modification

- choix d'un roulement à billes étanche, graissée à vie ;
- les efforts axiaux transmis dans l'assiette et la coupelle étant toujours dans le même sens, un seul arrêt axial sera nécessaire pour chaque bague.
- on souhaite pas modifier les formes de l'assiette : on conserve le même diamètre nominal de portée du roulement ;
- la coupelle sera emboutie à partir d'une tôle plane d'épaisseur 3 mm ;
- la surface plane de la coupelle, qui est en contact avec la fourchette, sera rigidifiée par ajout d'une forme adaptée lors de l'emboutissage. (voir **au bas du document technique DT10**).

Extrait de catalogue de roulement à billes à contact radial

d (mm)	D (mm)	B (mm)
45	75	10
	75	16
	85	19
50	80	10
	80	16
	90	20
	110	27
	130	31



F.1 Détermination des dimensions du nouveau roulement.

Pour raisonner, on s'appuie sur le dessin du montage actuel ci-dessous. Les doigts de la fourche sont distants de 104 mm. On souhaite conserver un jeu minimal J de 15 mm entre les doigts et la coupelle. (voir figure a)

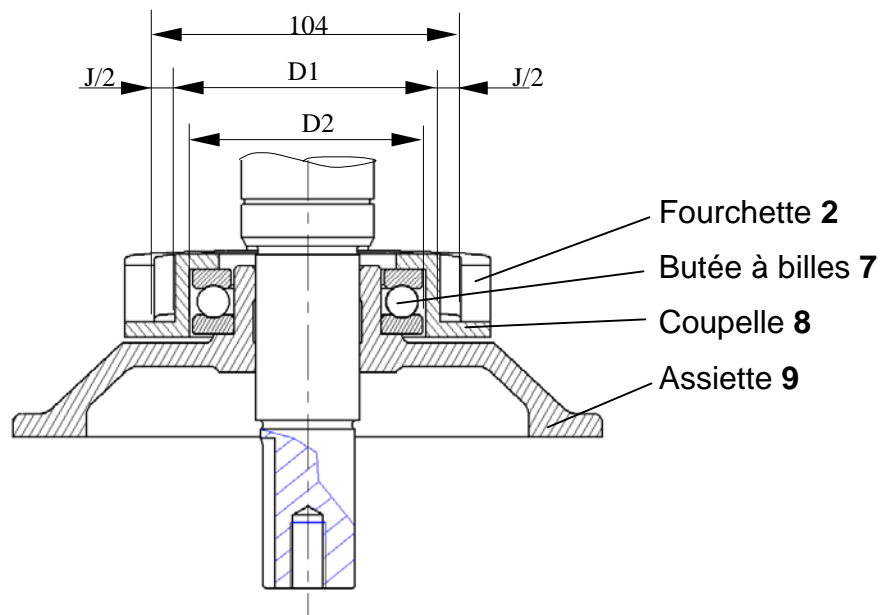


Fig a. Dessin de la solution actuelle

Les réponses seront données sur feuille de copie

Question F.2.1

Calculer simplement le diamètre extérieur maximal de la coupelle noté D1max.

Question F.2.2

Connaissant l'épaisseur de la coupelle emboutie, 3 mm, en déduire le diamètre nominal maxi de l'alésage dans la coupelle noté D2max.

On choisit ensuite la plus grande largeur de roulement de façon à augmenter sa capacité à supporter les efforts donc sa durée de vie.

Question F.2.3

Choisir le roulement à billes dans l'extrait de catalogue. Indiquer ses trois cotes de référence : diamètres intérieur d , extérieur D et largeur B .

F.2 Représentation de la nouvelle solution

Le dessin de la nouvelle solution sera réalisé sur le document réponse DR 4

Question F.2.4

Dessiner la coupelle et le roulement à billes en coupe A-A et à l'échelle 1:1.

L'assiette qui tourne lors du fonctionnement supporte des efforts radiaux, issus du frottement de la fourchette sur l'assiette lors du réglage des pales. Ces efforts ont une direction fixe par rapport au châssis. La coupelle reste fixe.

Question F.2.5

En déduire les types d'ajustement nécessaires pour les bagues du roulement (répondre sur le document **DR 4** dans le cadre prévu à cet effet)

Question F.2.6

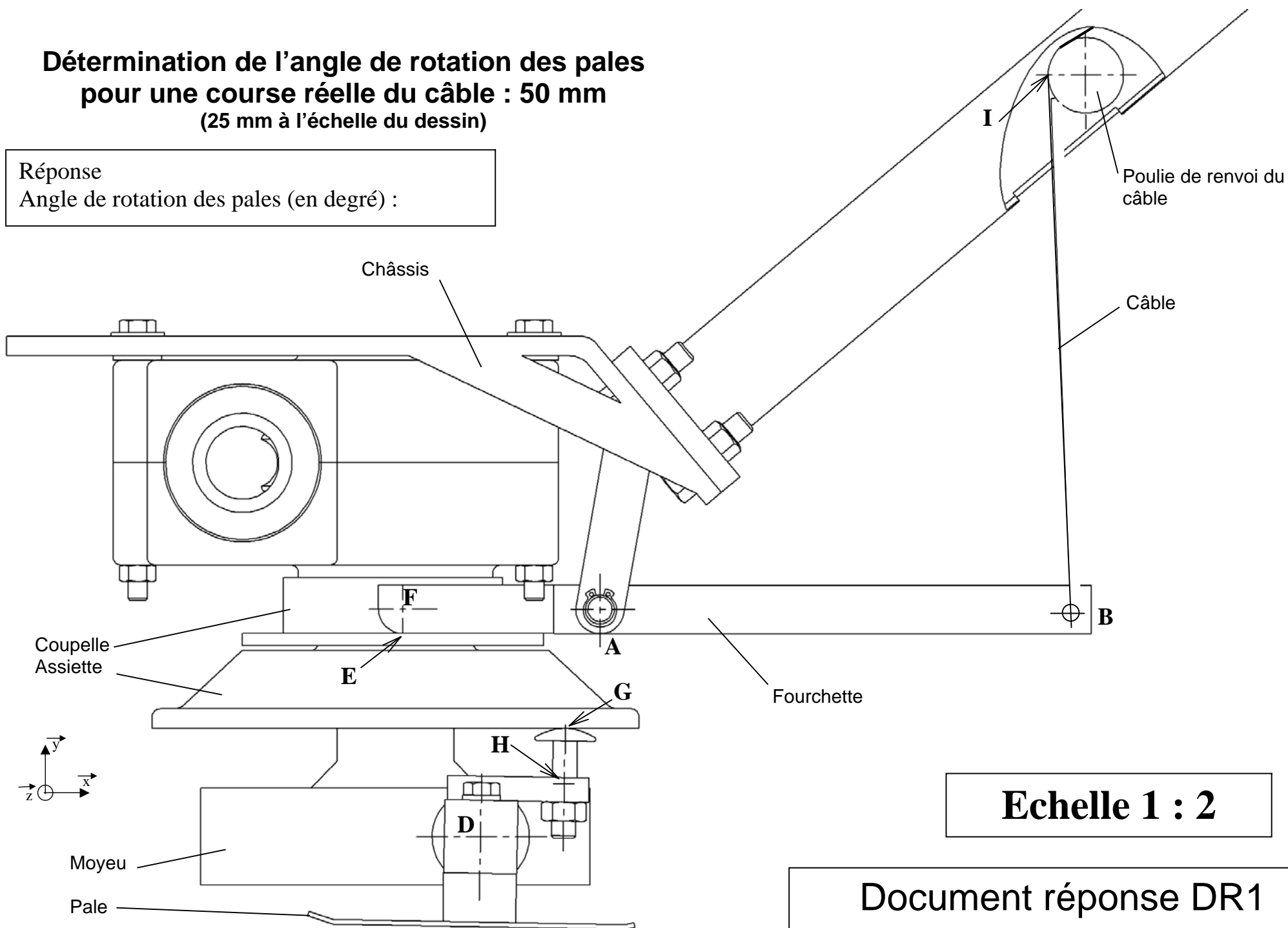
A l'aide de l'extrait de guide du dessinateur ci-dessous, coter sur le document **DR 4** les diamètres de portée du roulement permettant un montage correct. On se situe dans le cas d'une charge normale.

Conditions d'emploi	Charge	Tolérances	Observations	Conditions d'emploi	Charge	Tolérances	Observations
Bague intérieure fixe par rapport à la direction de la charge.	Constante	g 6	La bague intérieure peut coulisser sur l'arbre.	Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge.	Importante avec chocs	P 7	La bague extérieure ne peut pas coulisser dans l'alésage.
	Variable	h 6			Normale ou importante	N 7	
Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge, ou direction de charge non définie.	Faible et variable	h 5 j 5 - j 6	La bague intérieure est ajustée avec serrage sur l'arbre. A partir de m 5 utiliser des roulements avec un jeu interne augmenté.		Faible et variable	M 7	
	Normale	k 5 - k 6		Direction de charge non définie.	Importante ou normale	K 7	
	Importante	m 5 - m 6		Bague extérieure fixe par rapport à la direction de la charge.	Importante avec chocs	J 7	
	Importante avec chocs	n 6 p 6			Normale (mécanique ordinaire)	H 7 H 8	
Butée à billes.	Axiale	j 6		Butée à billes.	Axiale	H 8	

**Détermination de l'angle de rotation des pales
pour une course réelle du câble : 50 mm
(25 mm à l'échelle du dessin)**

Réponse

Angle de rotation des pales (en degré) :



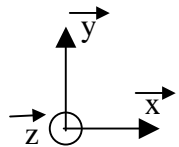
Echelle 1 : 2

Document réponse DR1

ETUDES DES EFFORTS DANS LE MECANISME D'INCLINAISON DES PALES

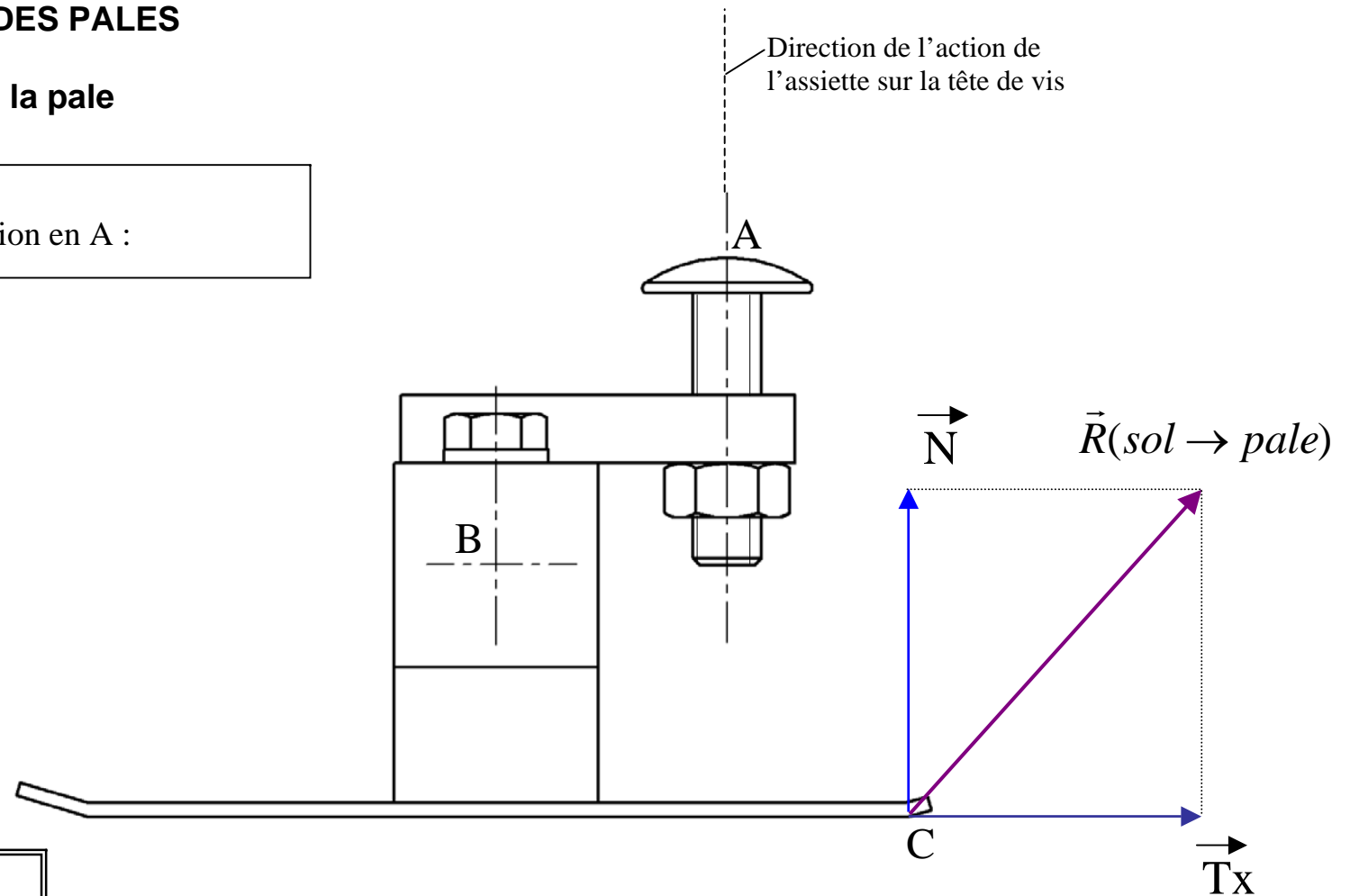
Isolement de la pale

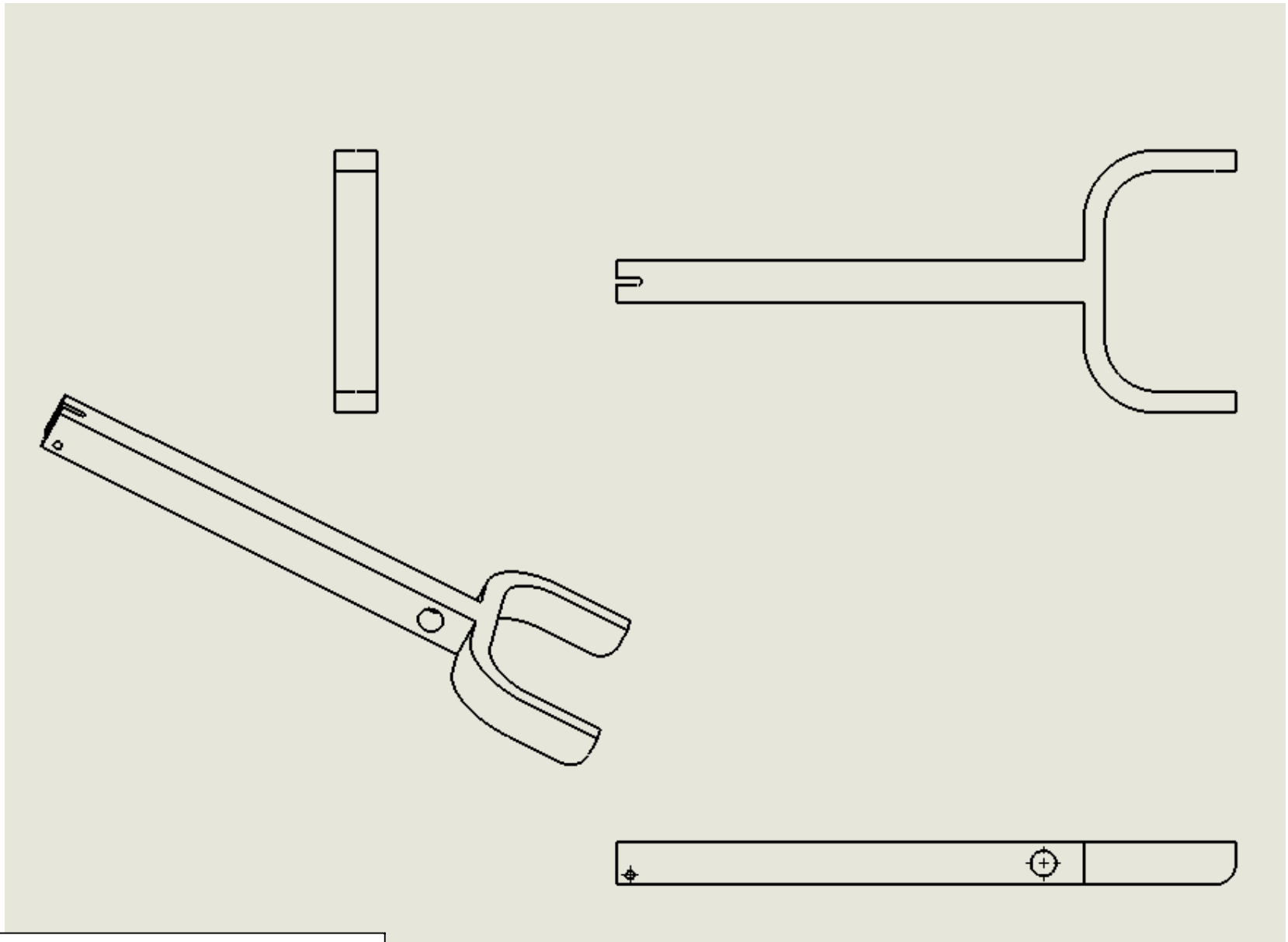
Réponse :
Intensité de la résultante de l'action en A :



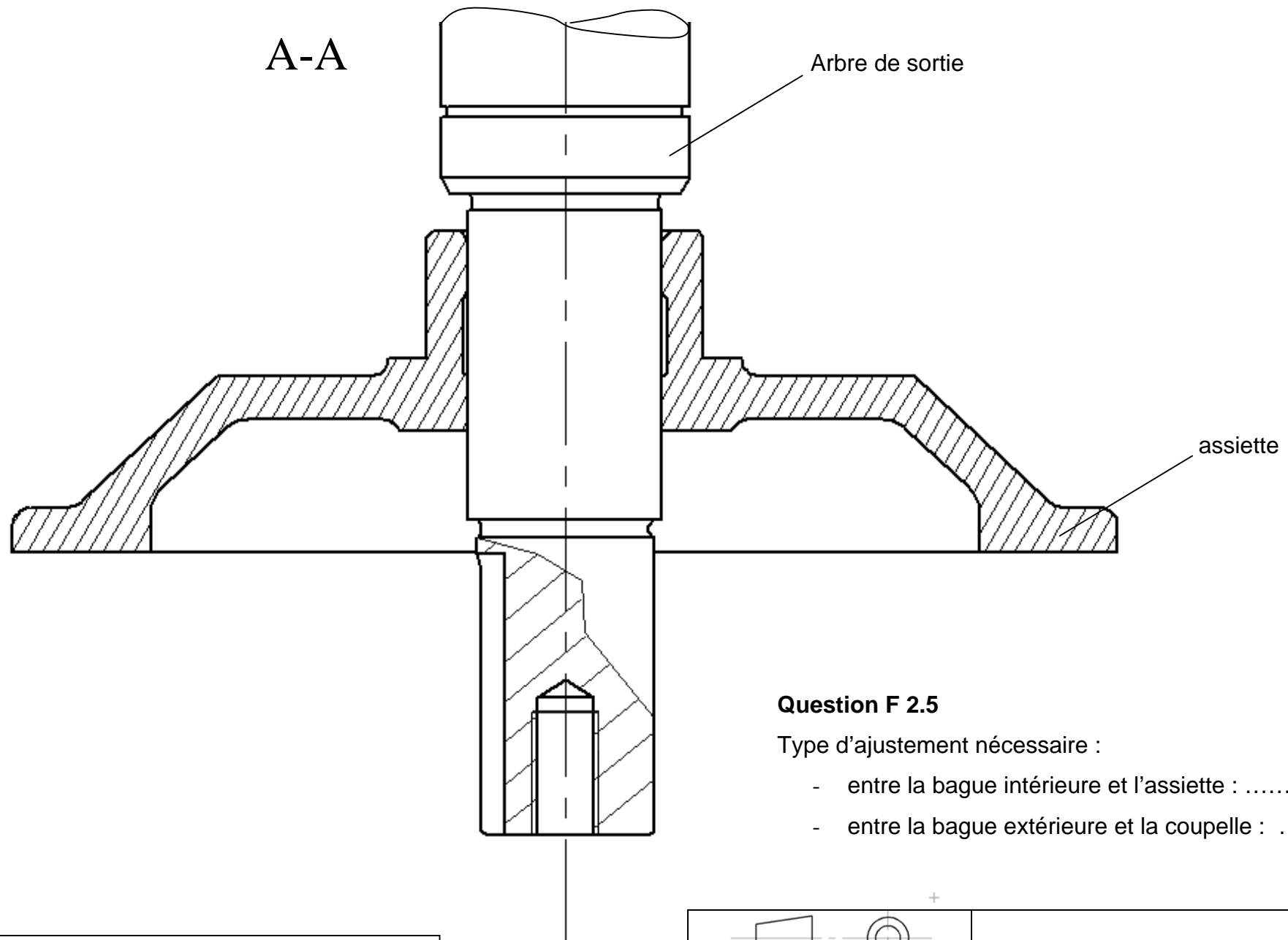
Echelle des forces
1 cm représente 40 N

Document réponse DR2





Document réponse DR3



Question F 2.5

Type d'ajustement nécessaire :

- entre la bague intérieure et l'assiette :
- entre la bague extérieure et la coupelle :

Document réponse DR4

Echelle 1 :1	A4

Conception du guidage
coupelle/ assiette

