

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

SESSION 2011

Epreuve : Etude des constructions

Durée : 6 Heures

Coefficient : 8

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 DT17)**jaune
- **Dossier Travail demandé (TD1/9 à TD9/9)**vert
- **Dossier Documents Réponses (DR1 à DR7)**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.

BASCULEUR DE BOBINE

1 - Présentation

De plus en plus de productions sont automatisées dans différents secteurs (imprimerie, cosmétique, agro-alimentaire..), les opérations sur le produit fabriqué sont faites par les machines mais il reste aux opérateurs à approvisionner les matières premières.

La fréquence des efforts est réduite mais pour obtenir une autonomie des machines suffisante certaines fournitures sont lourdes à manipuler et cela dans un espace difficilement accessible.

Extrait d'une documentation de INRS (Institut National de Recherche sur la Sécurité)

Charge maximale admissible de lever de charges

*En 1991, plus de 120 000 lombalgies avec arrêt ont été reconnues comme accident du travail (AT) par la Caisse nationale de l'Assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS). Les lombalgies représentaient environ 15 % du total des AT avec arrêt. Entre 1987 et 1991, le nombre de lombalgies reconnues s'est accru de 38 %, alors que dans le même temps, le nombre d'AT avec arrêt n'augmentait que de 19 %. **L'accroissement du nombre de lombalgies reconnues comme AT est donc nettement plus important que celui de l'accroissement du total des AT.***

La prévention des lombalgies passe par trois actions complémentaires (Snook, 1989) :

- **réduire les contraintes de travail par une démarche ergonomique,**
- informer et former les salariés et les responsables des entreprises (école du dos, formation gestes et postures...),
- améliorer l'aptitude fonctionnelle des salariés par, notamment la mise en place d'activités physiques et sportives sur les lieux de travail.

Pour les machines consommant des films (étiquettes, plastique pour regrouper des produits, cellophanage de produit unitaire (exemple parfumerie)), les bobines doivent être posées souvent en hauteur ou au ras du sol.



La société TECADIS propose un chariot sur lequel on peut adapter divers accessoires permettant de manipuler des bobines.

Une option permet de basculer les bobines. Cette adaptation associée au chariot permet à l'opérateur :

- de saisir la bobine à la main sans le risque de la faire tomber sur lui ;
- de la faire passer de la position d'axe vertical (livraison sur palette permettant de grande charge sans abimer la bobine) à celui horizontal pour utilisation,
- d'amener au poste d'utilisation (en bas ou en hauteur)
- d'éviter les efforts importants dans des positions inconfortables.



MANIPULATEUR POSITIONNEUR DE BOBINES

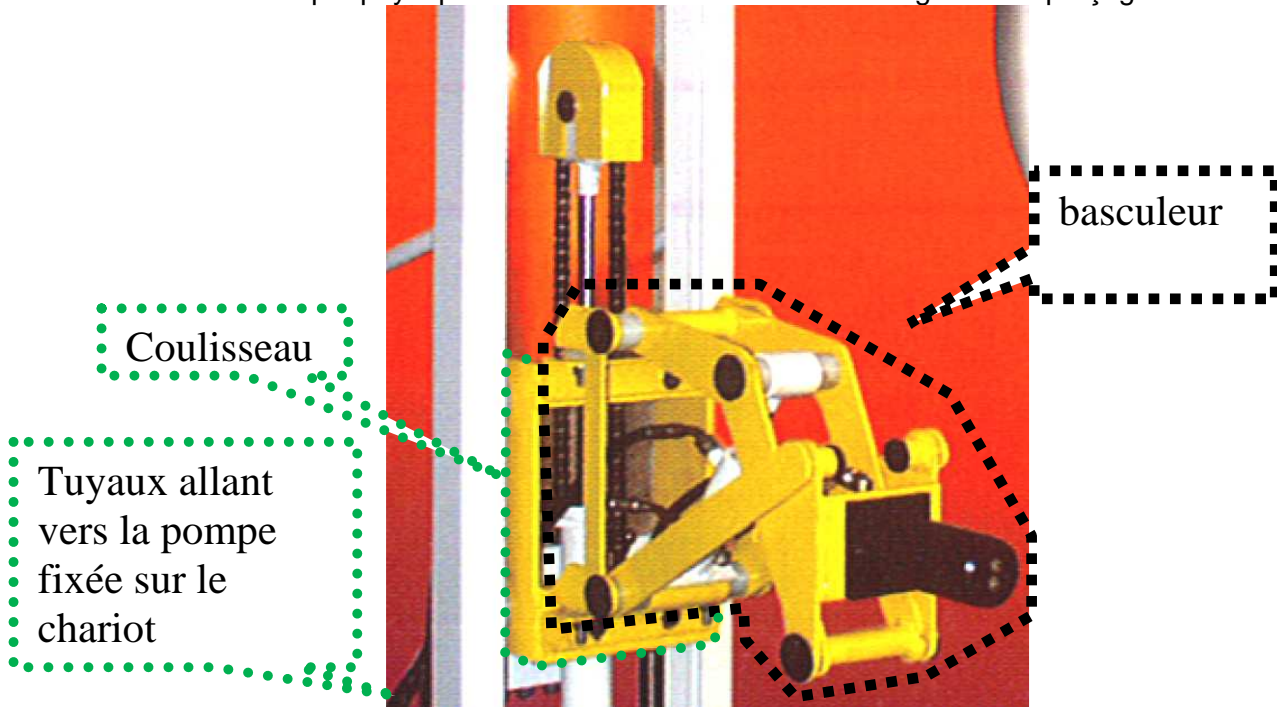
Pour CHARGEMENT	Etiqueteuses - Filmeuses - Formeuses - Machines <i>permet d'accompagner et de positionner la charge dans la machine avec précision.</i>
STOCKAGE	Bobines - Rouleaux - Tubes - Palettes
FONCTIONNEMENT	par pompe hydraulique manuelle

Outil adaptable à la demande



2 - Principe de fonctionnement (voir documents techniques DT4).

Le basculeur s'adapte physiquement sur le coulisseau du chariot grâce à 4 perçages.

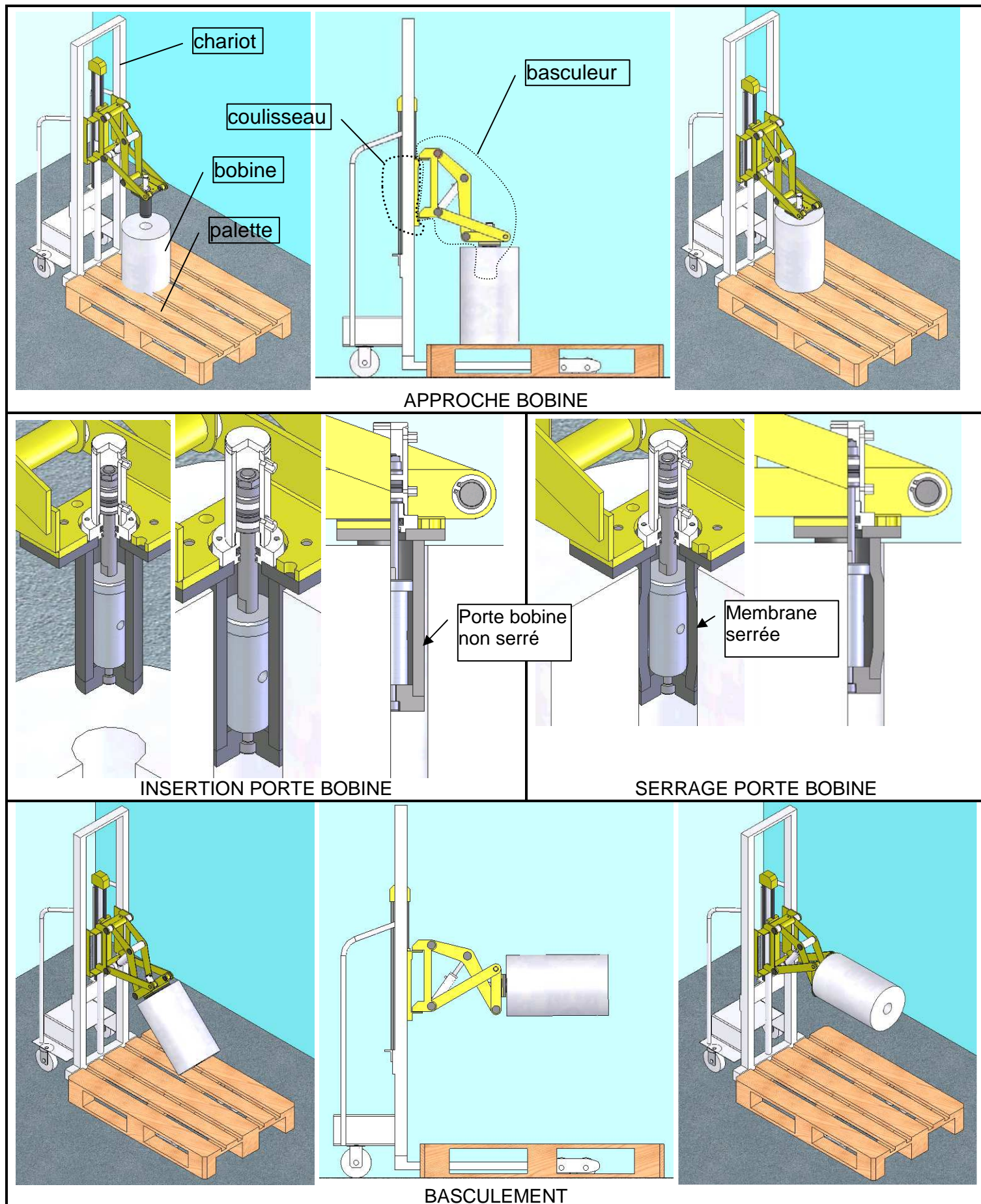


Ensuite on relie les flexibles hydrauliques aux distributeurs situés en aval d'une pompe hydraulique.

Un limiteur de pression délivre un maximum $p_{\text{maxi}} = 7 \text{ MPa}$
($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$).

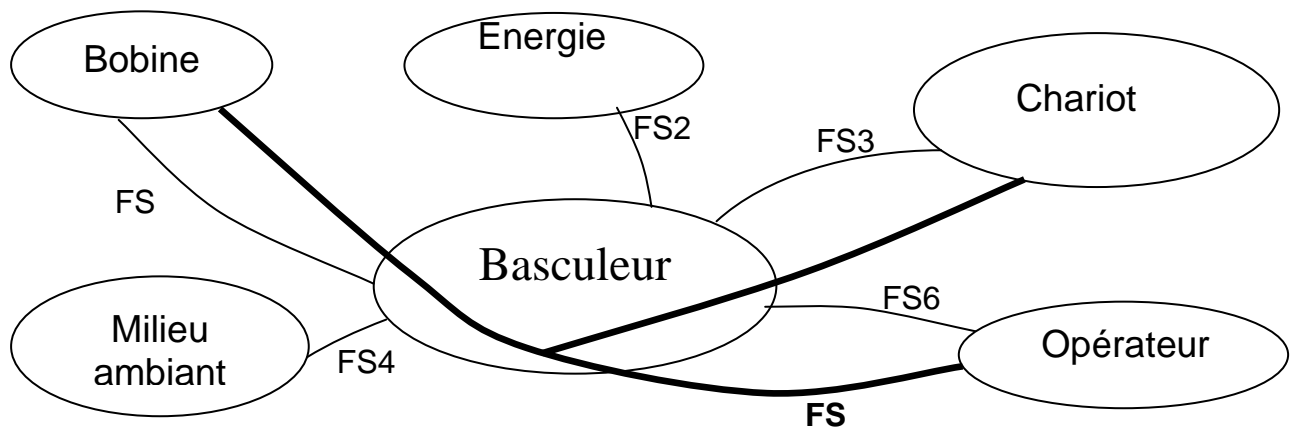
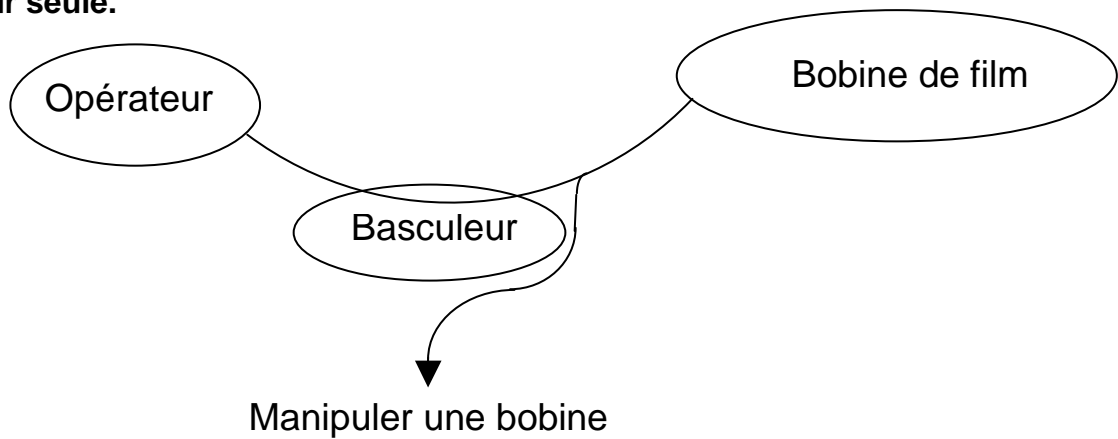
L'opérateur choisit les mouvements du basculeur avec 3 distributeurs, il ne peut faire qu'un seul mouvement à la fois :

- Montée-descente coulisseau
- Serrage-desserrage mandrin
- Basculement haut-bas



3 - Graphe des fonctions

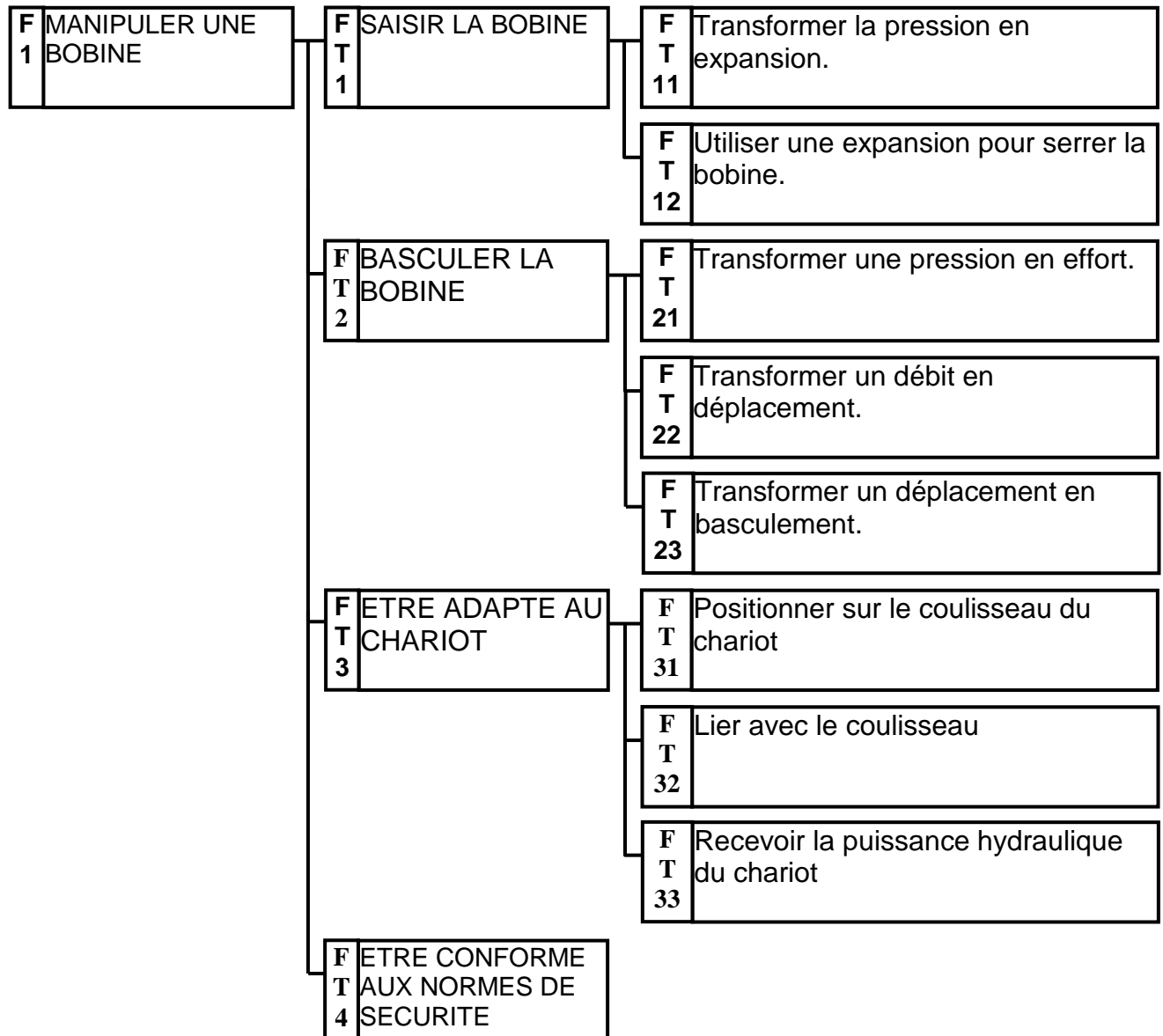
Nous étudierons dans la suite de la présentation et dans l'étude proposée la partie basculeur seule.



FS1	Manipuler une bobine pour l'opérateur depuis le chariot
FS2	Transformer l'énergie
FS3	Etre adapté au chariot
FS4	Résister aux agressions du milieu ambiant
FS5	Ne pas abimer la bobine
FS6	Ne pas nuire à l'opérateur

4 - FAST

La fonction fournir et distribuer l'énergie est assumée par le chariot non étudié ici



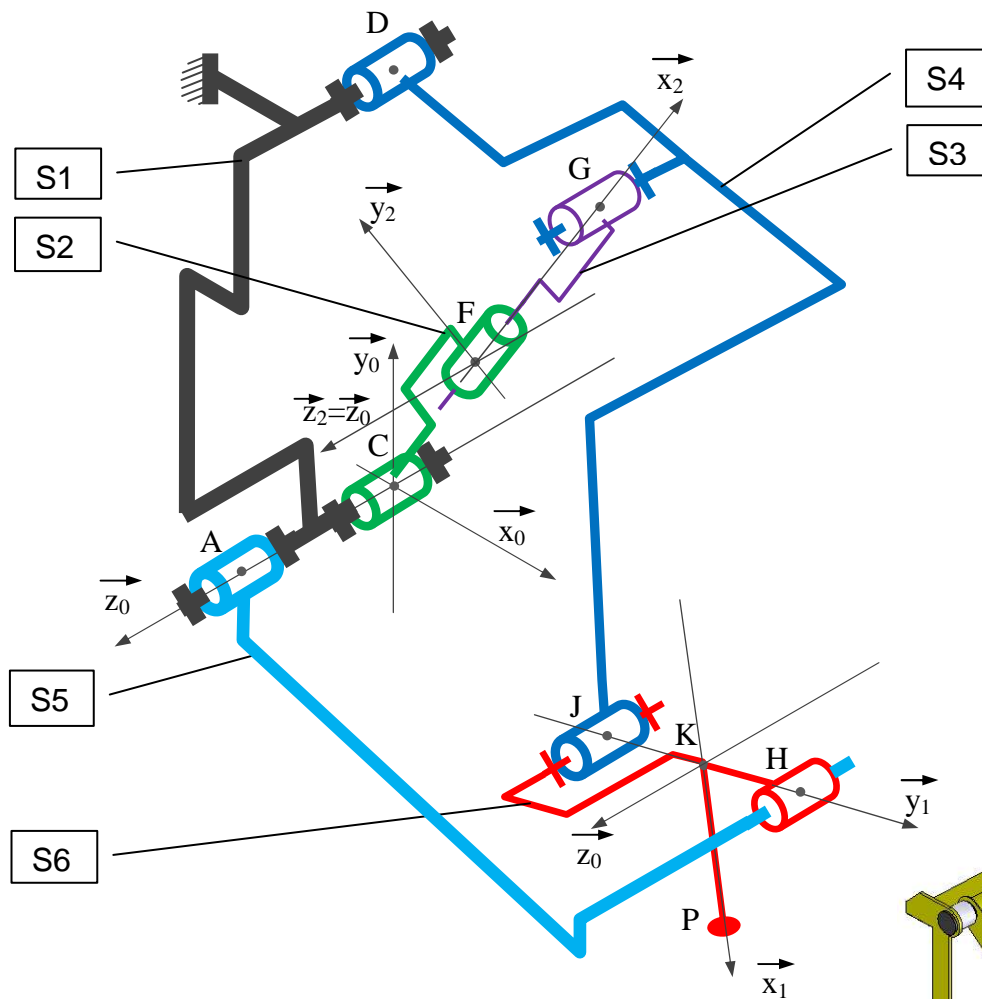
5 - Extrait du cahier des charges

Taille bobine	Longueur maxi 500 mm Longueur mini 150 mm Diamètre maxi 500 m
bobine	Diamètre intérieur 70 à 80 mm
Masse bobine seule	35 kg
Angle et vitesse de levée	De 0°(vertical) à 92°au moins, durée 8s
Environnement : l'appareil est utilisable dans divers secteurs.	Humidité : de 100% à 50% Chaleur : stockage de -10°C à 50°C, utilisation de 5°C à 40°C
Durée de vie : nombre de manœuvres	10 ⁶
Pression maximum	$p_{\text{maxi}} = 7 \text{ MPa} = 70 \text{ bars} = 7 \text{ N/mm}^2$
Vitesse limite	Par précaution pour limiter l'énergie cinématique en cas de contact avec l'opérateur, la vitesse à l'extrémité de la bobine ne doit pas dépasser 0,2 m/s.

6 – MODELISATION 3D

5.1 schéma cinématique minimal

Les 2 bielles ayant le même mouvement on les regroupe dans une seule classe d'équivalence.



5.2 Repère :

repère fixe du support $R_0 = (C, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$

repère mobile du porte bobine $R_1 = (K, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$

repère mobile du fut vérin $R_2 = (F, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$

(K, \vec{x}_1) coïncident avec l'axe bobine,

Angle $(\vec{x}_0, \vec{x}_1) = -90^\circ \Rightarrow$ bobine verticale vers le bas

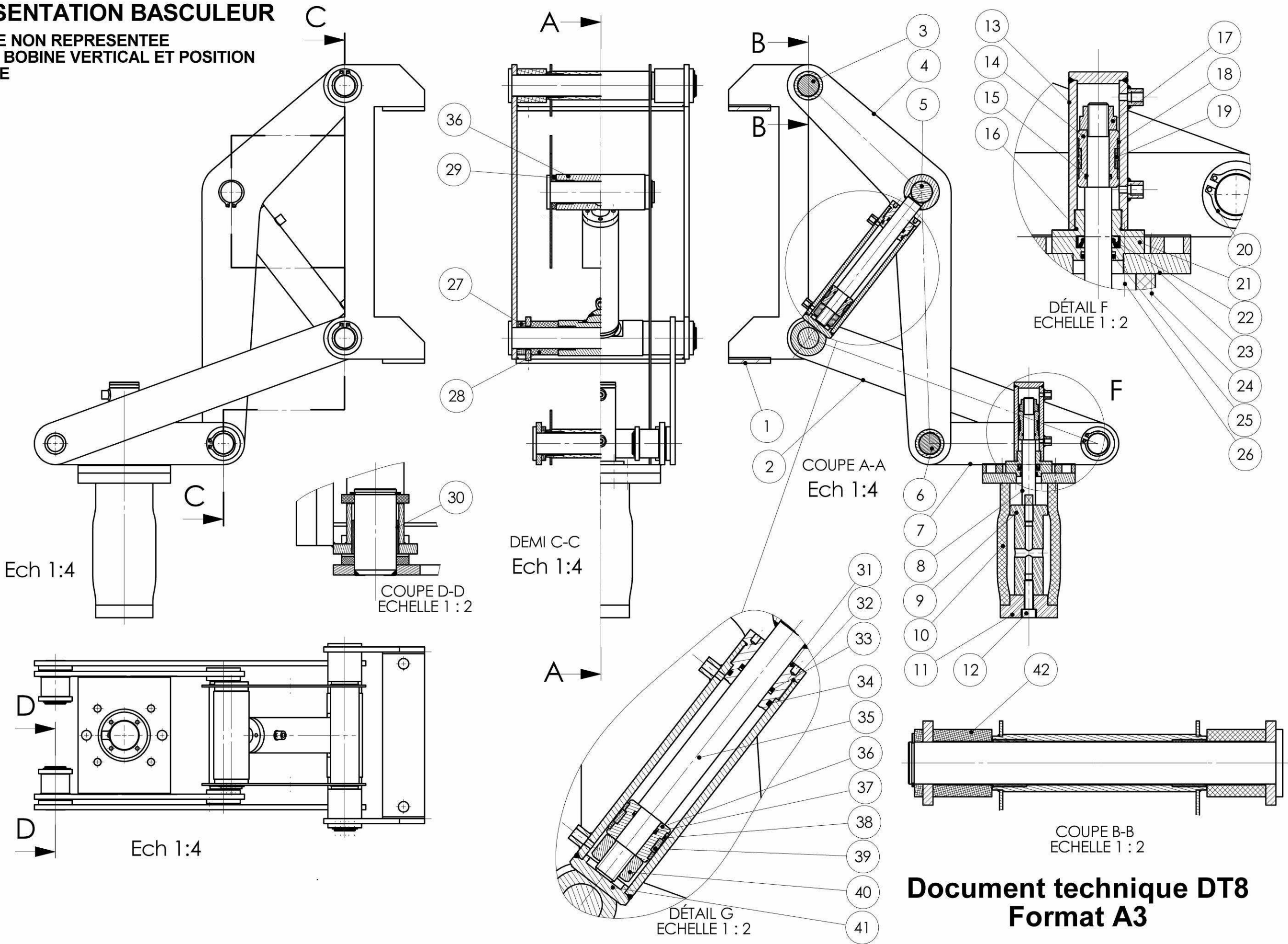
Angle $(\vec{x}_0, \vec{x}_1) = 0^\circ \Rightarrow$ bobine horizontale

5.3 Classes d'équivalences

S1 SUPPORT	S4 LEVIER
S2 FUT VERIN	S5 BIELLE
S3 VERIN MOBILE	S6 PORTE BOBINE

PRESENTATION BASCULEUR

BOBINE NON REPRESENTEE
PORTE BOBINE VERTICAL ET POSITION
SERREE



DT9 Nomenclature Basculeur sans la Bobine.
(Les pièces soudées ensembles sont comptées comme une seule)

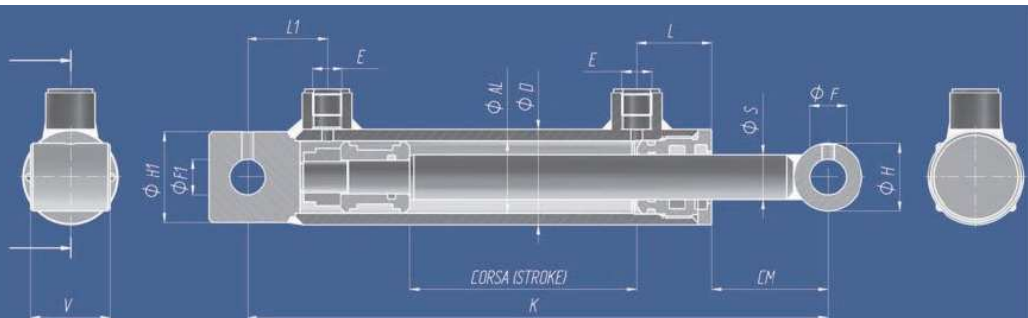
42	BAGUE Ø40-26-35	ERTALON	2
41	ENSEMBLE TUBE-CHAPE VERIN Ø32		1
40	ECROU ISO -4034-M16		1
39	JOINT CENTRAL Ø32		1
38	JOINT LATERAL Ø32		2
37	JOINT TORIQUE Ø180-15INT		1
36	PISTON VERIN Ø32		1
35	ENSEMBLE SOUDE TIGE Ø20		1
34	JOINT TORIQUE Ø265-32EXT		1
33	JOINT TORIQUE Ø265-20INT		1
32	JOINT TORIQUE Ø180-36INT		1
31	NEZ VERIN Ø32		1
30	BAGUE POLYAMIDE PTFE PPM 252820	SKF	10
29	BAGUE Ø40-25-5	ERTALON	11
28	BAGUE Ø40-25-32.5 EPAULE	ERTALON	2
27	BAGUE Ø40-26-10.5	ERTALON	2
26	VIS ISO 4762-M5x35		4
25	JOINT TORIQUE Ø265-16INT		1
24	VIS ISO 10642-M10x16		4
23	PLAQUE VERIN		1
22	JOINT LEVRE Ø16		1
21	NEZ Ø25		1
20	ANNEAU ELASTIQUE EXTERIEUR Ø24		1
19	JOINT CENTRAL Ø25		1
18	JOINT LATERAL Ø25		2
17	ECROU ISO -4034-M12-C		1
16	JOINT TORIQUE Ø180-28INT		1
15	JOINT TORIQUE Ø140-13INT		1
14	PISTON PORTE BOBINE		1
13	TUBE VERIN PORTE BOBINE		1
12	VIS ISO 4762 M10-45		1
11	EMBOUT PORTE BOBINE		1
10	MEMBRANE PORTE BOBINE		1
9	ENTRETOISE PORTE BOBINE		1
8	TIGE PORTE BOBINE		1
7	PLATINE PORTE BOBINE		1
6	AXE MANDRIN		1
5	AXE VERIN		1
4	LEVIER		1
3	AXE SUPPORT		2
2	BIELLE		2
1	SUPPORT		1
ARTICLE	NUMERO DE PIECE	REMARQUE	QTE



Contact

UNIDRO CONTARINI
ZI LES EPINETTES
495, RUE BRAMAFAN
73230 BARBY

Tel : 04 79 71 06 38
Fax : 04 79 71 06 39



HFR2S

VERIN DOUBLE EFFET SERIEM250 - DOUBLE ACTING CYLINDER M250 SERIES - CILINDRO DE DOBLE EFECTO SERIEM250

Vitesse Maxi - Top Speed -
Velocidad de pico: max. 0,5 m/s

Pression Continue - Continuous Pressure -
Presión Estándar: max. 140 bar

Pression Maxi - Peak pressure -
Presión de pico: max. 250 bar

Température C° - Temperature C° -
Temperatura C°: -25°C +80°C

KIT DE JOINTS HFR2S :
GKGCTLM040015 +
GKGCG040025

KIT DE JOINTS HFR :
GKG0040025

KIT DE JOINTS HFR2S :
GKGCTLM050021 +
GKGCG050030

KIT DE JOINTS HFR :
GKG0050030

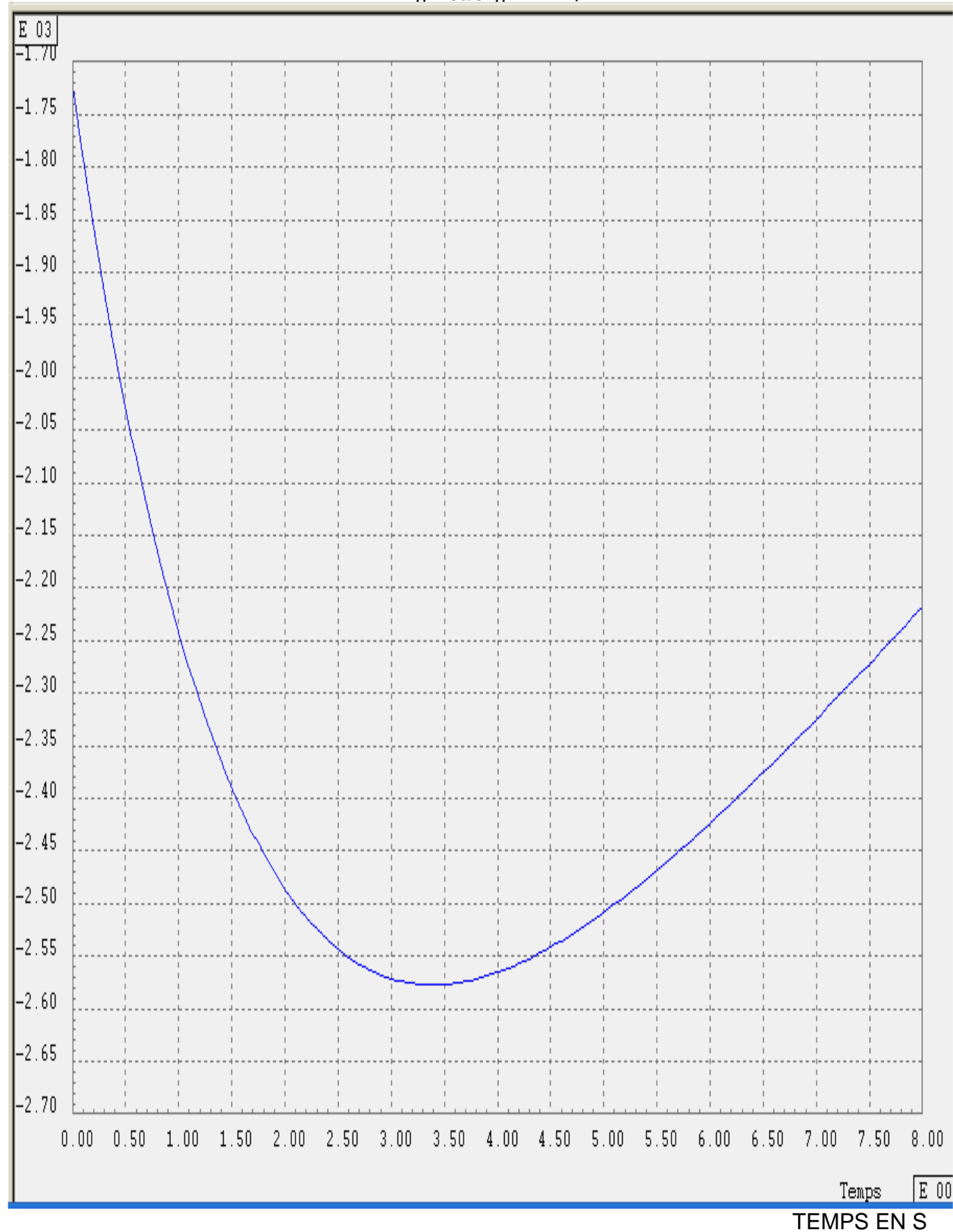
KIT DE JOINTS HFR2S :
GKGB060024 +
GKGCG060030

KIT DE JOINTS HFR :
GKG0060030

Ø D	Ø AL	Ø S	Course Stroke Carrera	Code Code Código	K	E	CM	L	L1	Ø H1	Ø F Ø F1	Ø H	V	Kg	Euro
35	25	16	50	HFR0160050	160	1/4"	31	23	22	35	12,1	25	25	1,00	-
			100	HFR0160100	210									1,20	-
			150	HFR0160150	260									1,40	-
			200	HFR0160200	310									1,70	-
42	32	20	50	HFR0200050	205	1/4"	51	33	35	40	16,2	30	35	1,70	-
			100	HFR0200100	255									2,10	-
			150	HFR0200150	305									2,40	-
			200	HFR0200200	355									2,80	-
			250	HFR0200250	405									3,10	-
			300	HFR0200300	455									3,50	-
			400	HFR0200400	555									4,20	-
			500	HFR0200500	655									4,80	-
50	40	25	100	HFR2S0400250100	270	3/8"	65	40	38	50	20,25	35	40	3,00	-
			150	HFR2S0400250150	320									3,40	-
			200	HFR2S0400250200	370									3,90	-
			250	HFR2S0400250250	420									4,40	-
			300	HFR2S0400250300	470									4,80	-
			400	HFR2S0400250400	570									5,80	-
			500	HFR2S0400250500	670									6,70	-
			600	HFR2S0400250600	770									7,60	-
			700	HFR2S0400250700	870									8,60	-
			800	HFR2S0400250800	970									9,50	-
60	50	30	100	HFR2S0500300100	300	3/8"	85	43	42	60	25,25	40	45	4,40	-
			150	HFR2S0500300150	350									5,00	-
			200	HFR2S0500300200	400									5,60	-
			250	HFR2S0500300250	450									6,20	-
			300	HFR2S0500300300	500									6,90	-
			400	HFR2S0500300400	600									8,10	-
			500	HFR2S0500300500	700									9,30	-
			600	HFR2S0500300600	800									10,50	-
			700	HFR2S0500300700	900									11,80	-
			800	HFR2S0500300800	1000									13,00	-
			900	HFR2S0500300900	1100									14,20	-
			1000	HFR2S0500301000	1200									15,50	-
70	60	30	100	HFR2S0600300100	300	3/8"	83	50	36	70	25,25	40	45	5,60	-
			150	HFR2S0600300150	350									6,30	-
			200	HFR2S0600300200	400									7,00	-
			250	HFR2S0600300250	450									7,70	-
			300	HFR2S0600300300	500									8,30	-
			350	HFR2S0600300350	550									9,00	-
			400	HFR2S0600300400	600									9,70	-
			450	HFR2S0600300450	650									10,40	-
			500	HFR2S0600300500	700									11,00	-
			600	HFR2S0600300600	800									12,40	-
			700	HFR2S0600300700	900									13,70	-

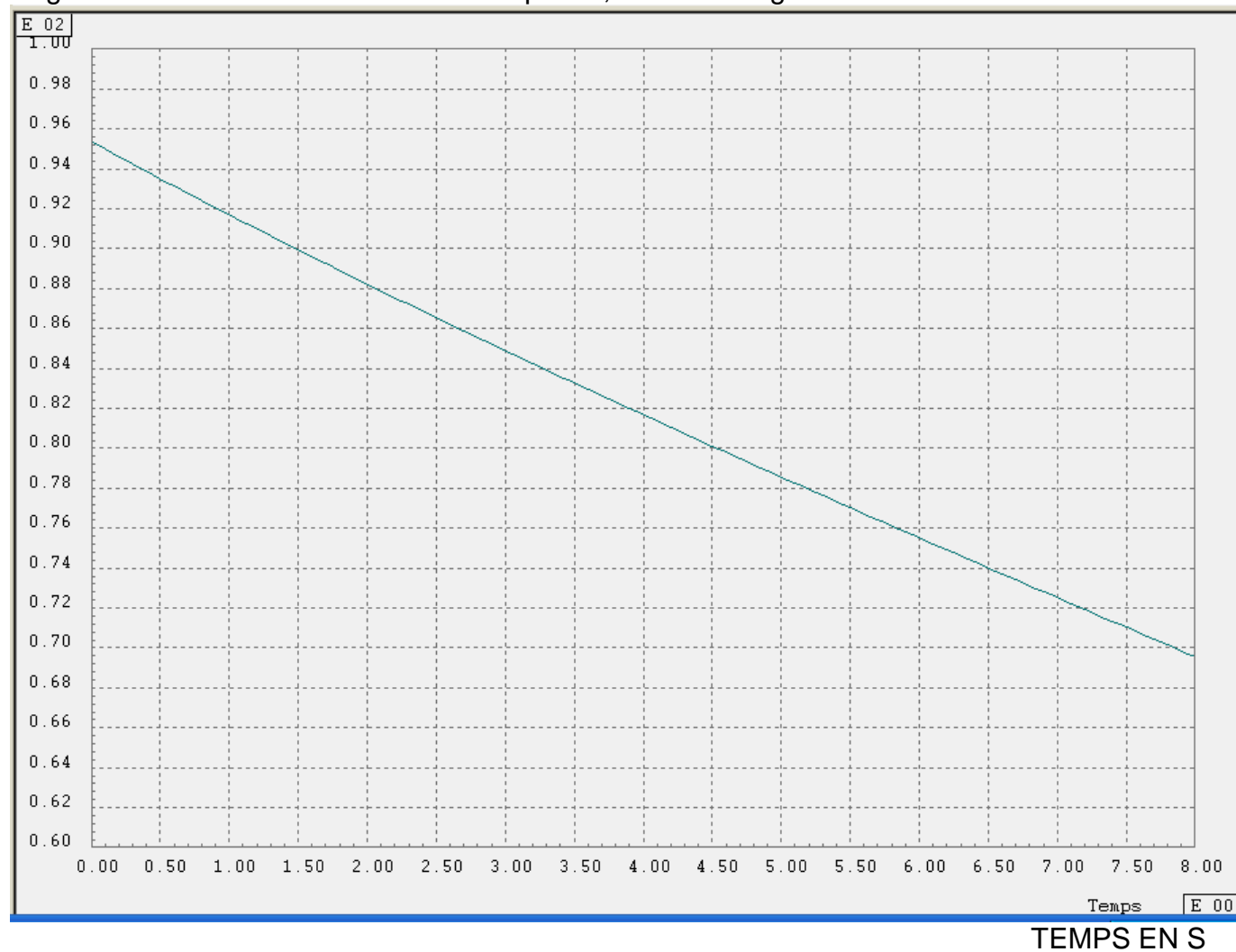
La gamme de vérin est adaptable en encombrement axial K.

EFFORT VERIN SUR LEVIER EN $10^3 \text{ N } \|\vec{G}_{S3/S4}\|$. exemple -2,25 => -2250 N



DT13 - ETUDE ROTATION LIAISON S2/S3 TECHNOLOGIE SUR COUSSINET

Angle de rotation en 10^2 DEGRE exemple : 0,84 => 84 Degré



Coussinets SKF – caractéristiques techniques

								
Bronze massif le polyvalent Bronze fritté le sprinter Bronze roulé le tout-terrain Composite PTFE le coureur de fond Composite POM le grimpeur Composite sur support inoxydable le brillant Polyamide PTFE le jogger Fibres multicouches l'incroyable								
Gamme de températures, °C	-40 .. +150	-10 .. +100	-40 .. +150	-200 .. +250	-40 .. +110	-150 .. +150	-30 .. +110	-50 .. +140
Coefficient de frottement μ	0,08 .. 0,15	0,05 .. 0,10	0,08 .. 0,15	0,03 .. 0,08	0,04 .. 0,12	0,03 .. 0,08	0,06 .. 0,15	0,03 .. 0,08
Charge admissible, N/mm ² - dynamique ($v > 0,01$ m/s) - statique ($0,01$ m/s $> v > 0$ m/s)	50 140	10 50	40 120	80 250	120 250	80 300	40 80	140 200
Vitesse de glissement admissible, m/s	0,5	0,25 .. 10	1,0	2,0	2,0	1,5	1,0	0,5
Tolérances de l'arbre	e7 – e8	f7 – f8	e7 – f8	f6 – h7	h7 – h8	g6 – f7	h8 – h9	h7 – h8
Tolérances du logement	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7
Rugosité de l'arbre R_a , μm	0,8 .. 1,6	0,2 .. 0,8	0,4 .. 0,8	0 .. 0,4	0 .. 0,8	0 .. 0,4	0 .. 0,8	0 .. 0,8
Dureté de surface de l'arbre, HB	180 – 400	200 – 300	150 – 400	300 – 600	150 – 600	300 – 600	100 – 300	200 – 600
Assortiment								
Désignations des séries	PBM PBMF	PSM PSMF	PRM PRMF	PCMF .. B PCMW .. B PCM .. B PCMS .. B	PCM .. M PCMW .. M PCMS .. M	PI	PPM PPMF	PWM

METHODE DE VERIFICATION DU CONSTRUCTEUR

La vitesse de glissement est calculée au moyen de la formule

$$v = n \times \pi \times d \quad (60 \times 1000)$$

où

v = vitesse de glissement, m/s

n = vitesse de rotation, tr/mn

d = diamètre du coussinet, mm

La pression spécifique est calculée au moyen de la formule

$$p = F / (d \times B)$$

où

p = pression spécifique, N/mm²

F = charge sur le palier, N

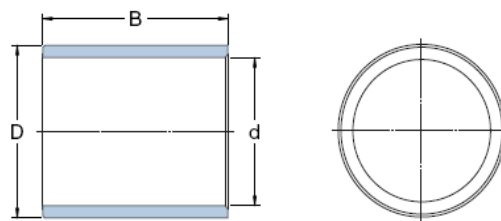
d = diamètre du coussinet; mm

B = largeur du coussinet, mm

SKF polyamide PTFE – coussinets cylindriques

Système de désignation

PPM 12 14 10
| | |
| | |
| d | D | B
| Métrique
| Polyamide PTFE
| Coussinet



Désignation	d mm	D mm	B mm
PPM 081008	8	10	8
PPM 081010	8	10	10
PPM 101210	10	12	10
PPM 101212	10	12	12
PPM 101215	10	12	15
PPM 121410	12	14	10
PPM 121412	12	14	12
PPM 121415	12	14	15
PPM 141615	14	16	15
PPM 141620	14	16	20

Désignation	d mm	D mm	B mm
PPM 151715	15	17	15
PPM 151720	15	17	20
PPM 161815	16	18	15
PPM 161820	16	18	20
PPM 202315	20	23	15
PPM 202320	20	23	20
PPM 252815	25	28	15
PPM 252820	25	28	20
PPM 303420	30	34	20
PPM 303430	30	34	30

Pince de sécurité DV 20 FHM

Serrage par ressort – Desserrage hydraulique



Avantages

- Frein de sécurité, serrage par ressorts, desserrage hydraulique
- Compensation manuelle de l'usure des garnitures
- Garnitures sans amiante
- Garnitures articulées pour assurer un contact parfait avec toute la surface du disque

Données techniques

Référence: 4457.103.915

Le cylindre est normalement monté à droite. Préciser à la commande si vous désirez un montage à gauche.

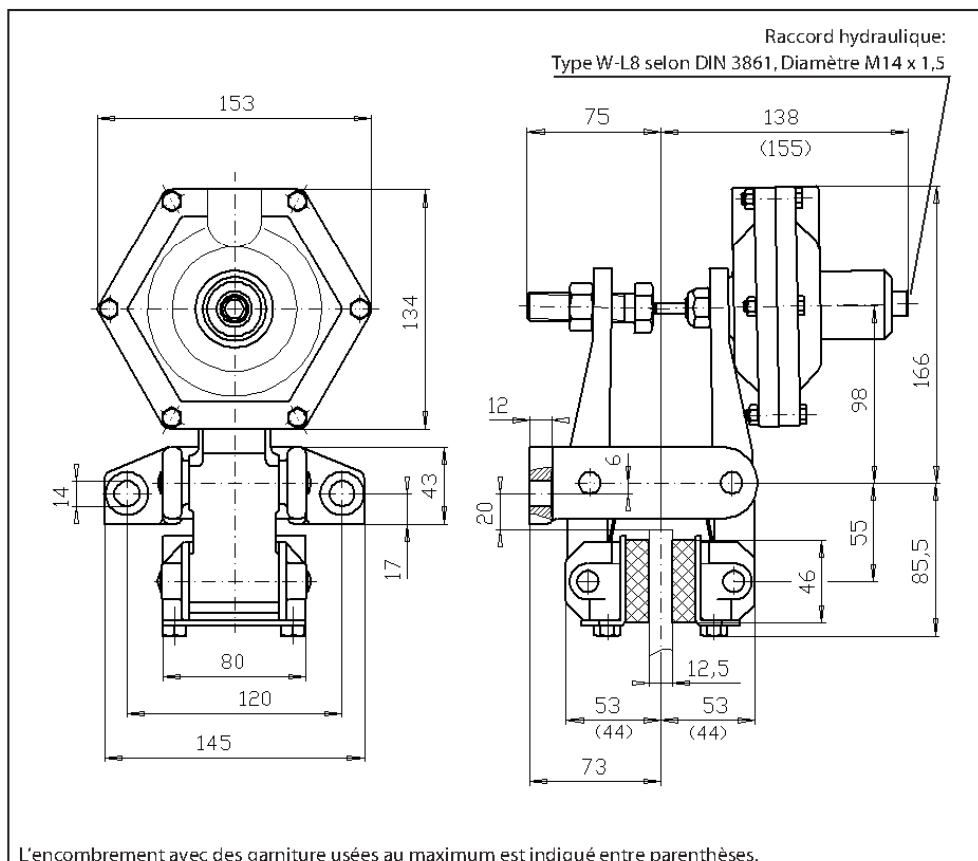
Raccord d'alimentation:
Voir les indications de la figure.

Pression d'alimentation:
mini 65 bar, maxi 100 bar

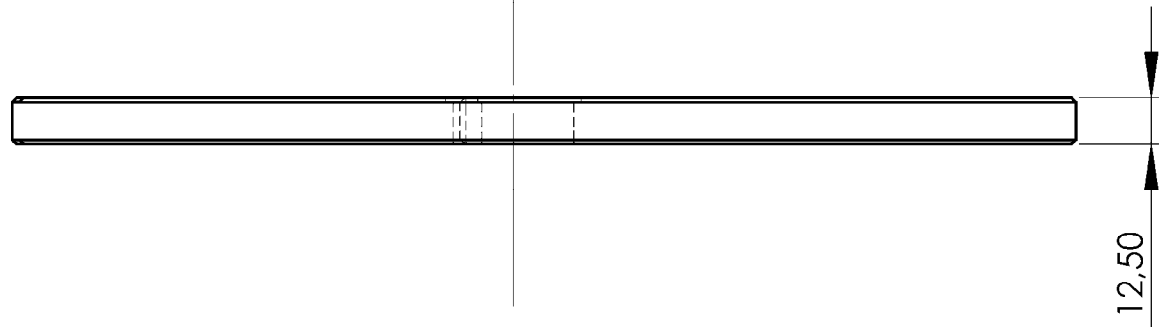
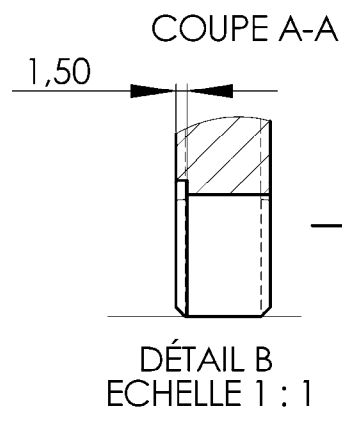
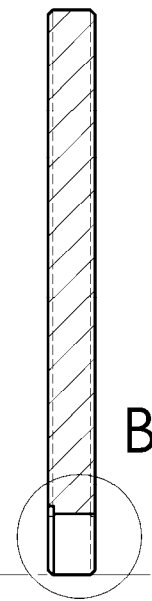
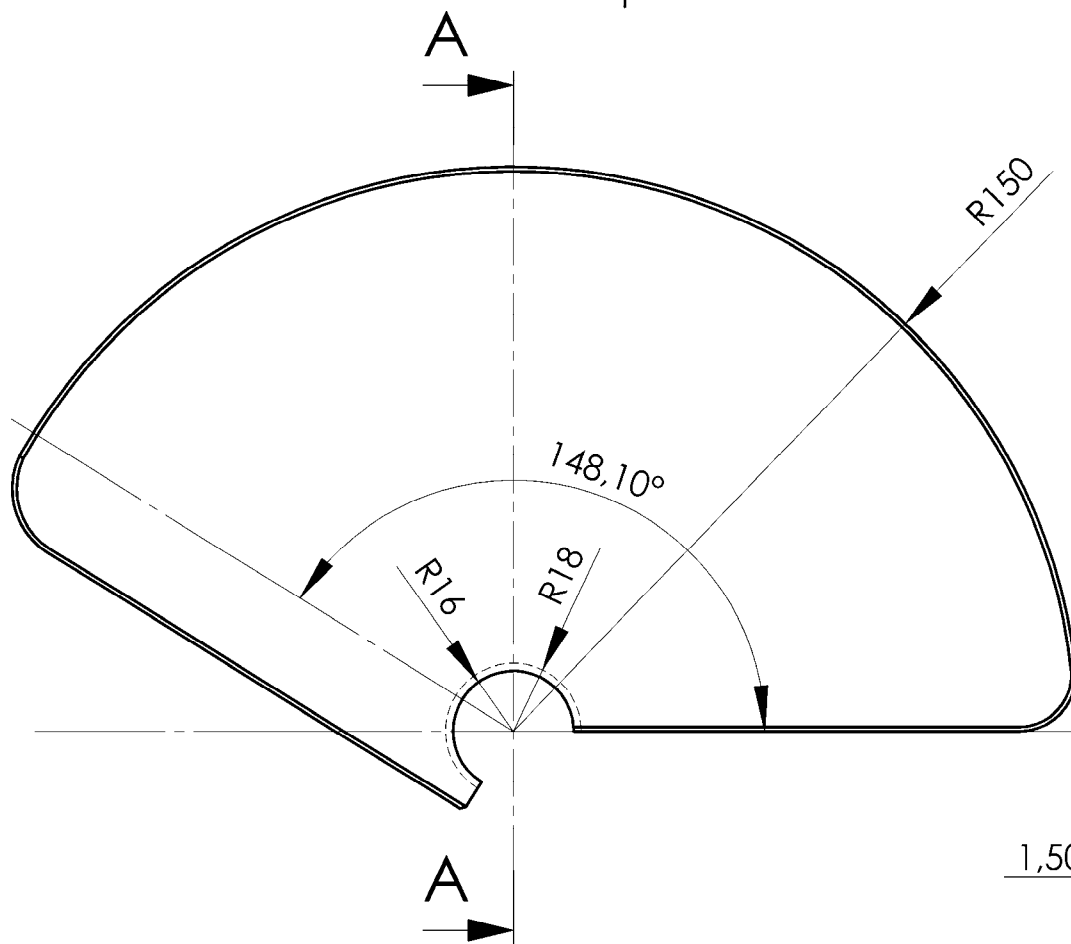
Consommation d'huile par cycle:
2,5 cm³

Poids: 5,4 kg

Epaisseur du disque: 12,5 mm



Diamètre du disque	Couple de freinage maxi
mm	Nm
200	180
250	250
300	320
355	390
430	490
520	610

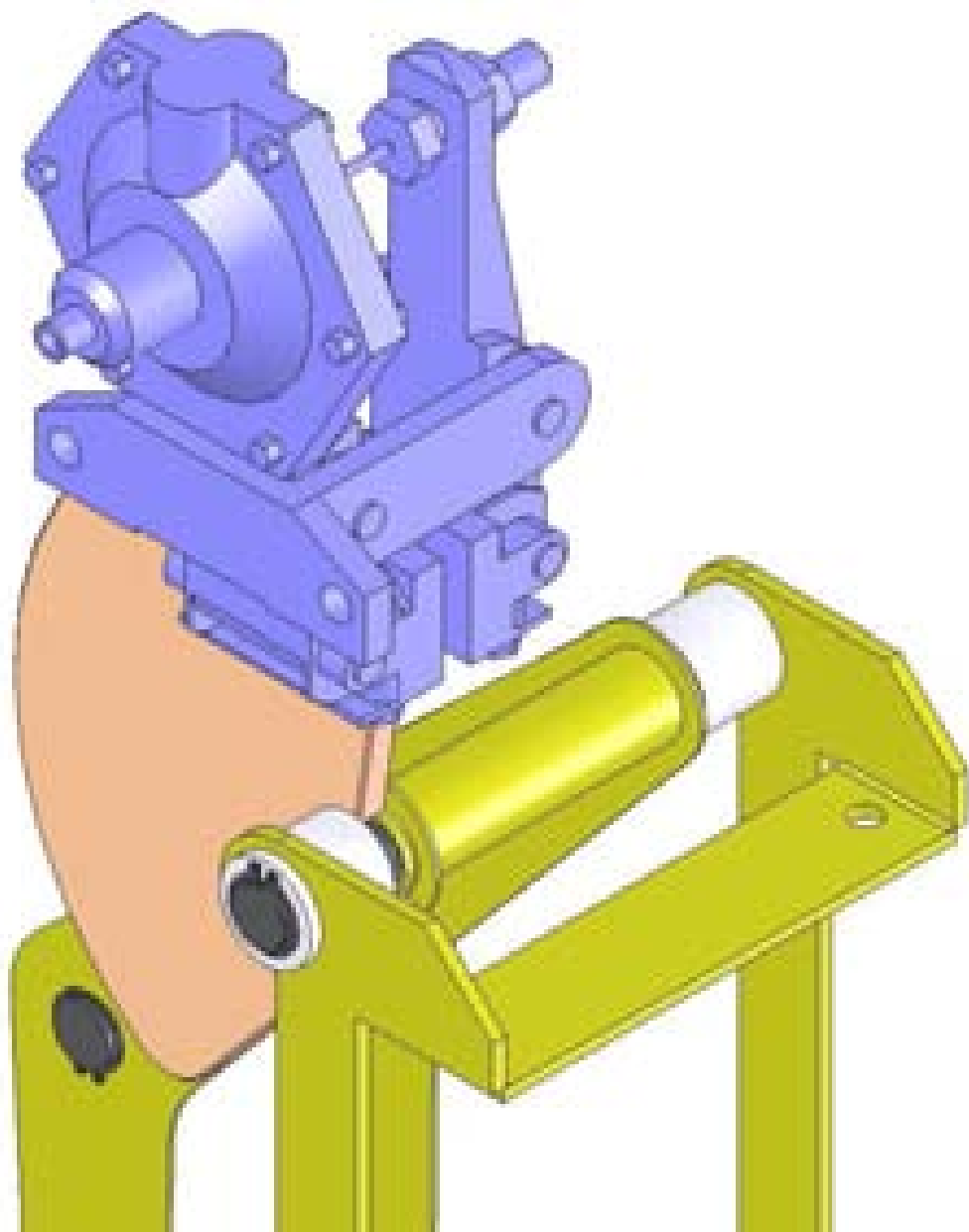


Document technique DT16 Format A4

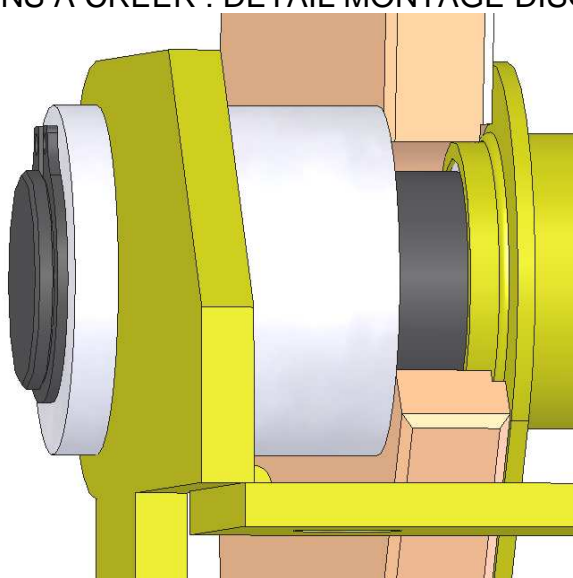
11ECABPO1

Format A4	DISQUE D300 mm MODIFIE
Ech. 1:2	SIAM-RINGSPANN
Page 1	

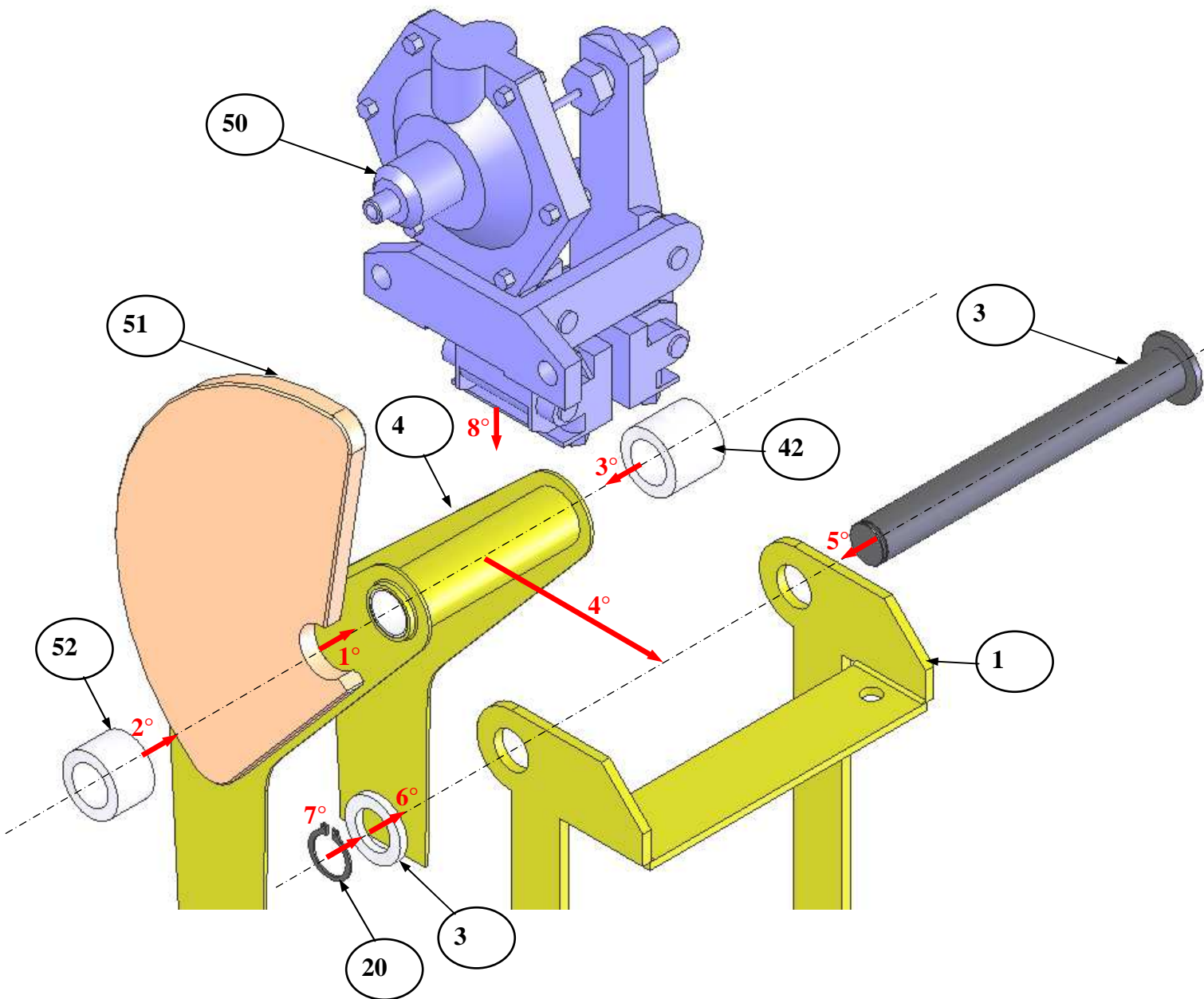
VUE EN PERSPECTIVE DES PIECES DONNEES
SANS LES FIXATIONS A CREER



VUE EN PERSPECTIVE DES PIECES DONNEES
SANS LES FIXATIONS A CREER : DETAIL MONTAGE DISQUE SUR LEVIER



VUE EN ECLATE AVEC ORDRE DE MONTAGE DES PIECES DONNEES
SANS LES FIXATIONS A CREER



Ordre de montage 7°

Numéro de pièce : 6

PIECES RAJOUTEES

52	BAGUE 40-26-26.5	ERTALON	1
51	DISQUE MODIFIE		1
50	FREIN		1
ARTICLE	NUMERO DE PIECE	REMARQUE	QTE

DOSSIER DOCUMENTS TRAVAIL

Ce dossier comporte 9 pages numérotées de TD1 à TD9

A - Analyse et compréhension du système	TD 1/9
B - Etude de la fonction transformer l'énergie	TD 2/9
1 - Etude de la fonction FT2 : « Basculer la bobine »	TD 2/9
1.1 Course de l'actionneur.....	TD2/9
1.2 Sécurité de la bobine	TD 3/9
1.3 Vitesse de sécurité pour l'utilisateur.....	TD 3/9
2 Etude de la fonction FT21	TD 5/9
2.1 Détermination de l'effort pour la position horizontale	TD 5/9
2.2 Détermination de l'effort pour tenir toutes les positions	TD7/9
2.3 Détermination des dimensions du vérin	TD7/9
C Etude de la fonction guidage levier-vérin	TD 8/9
D Sécurisation de la fonction FT2 « Basculer la bobine »	TD 9/9

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

A - Analyse et compréhension du système

Dans cette partie, il s'agit d'identifier les différents éléments constituant le système et de définir les liaisons entre ces éléments.

Répondre sur le document réponse DR1

Question A.1

En vous aidant du document technique **DT11** :

Sur le document **DR1** :

Calculer en μm les jeux radiaux J MAXI et J Mini entre la pièce N°30 BAGUE SKF et N°5 AXE VERIN.

Indiquer le type d'ajustement.

Question A.2

En vous aidant du document technique **DT11** :

Dans le cas du montage radial des pièces N°4 LEVIER et N°5 AXE VERIN, les jeux MAXI et Mini sont donnés.

Sur le document **DR1**, indiquer le type d'ajustement.

Question A.3

A l'aide des réponses précédente et des documents **DT7**, **DT8** et **DT9** :

Sur le document **DR1** indiquer l'ensemble des pièces (à partir de celles de la nomenclature) constituant la classe d'équivalence S3 VERIN MOBILE (y compris les pièces déformables).

La pièce 29 est supposée fixe par rapport au LEVIER N°4.

Question A.4

Sur le document **DR1**, compléter sur le tableau des liaisons les parties manquantes.

Exemple de réponse précise attendue :

Préciser 1 ou 0 pour toutes les mobilités,

Nom complet de liaison : linéaire annulaire # linéaire rectiligne

Géométrie de la liaison : complète

liaison	Translation suivant l'axe			Rotation suivant l'axe			Nom de la liaison	Repère de la liaison	CONTENANT	CONTENU
	X	Y	Z	X	Y	Z				
Entre S7 et S8	1	0	0	1	1	1	Linéaire annulaire	Au point U d'axe (U, \vec{Y})	S7	S8

Question A.5

Sur le document **DR1**, compléter les cadres avec les numéros des pièces utilisées pour réaliser les fonctions décrites.

B - Etude de la fonction transformer l'énergie :

1 - Etude de la fonction FT2 : « Basculer la bobine »

Pour cette fonction il faut vérifier que les paramètres sont adaptés au cahier des charges.

Hypothèses :

- L'étude des mouvements et des trajectoires s'effectuera dans le plan médian du basculeur $(C, \vec{x0}, \vec{y0})$.
- L'étude sera réalisée dans 3 positions : celles-ci sont superposées sur le document réponse **DR2** : La position 1 verticale de la bobine (angle 0°), la position 2 inclinée (angle 45°) et la position finale 3 (angle 90°). Sur **DR3** seule la position 2 est donnée.
- Dans les positions 1 et 3 les vitesses sont nulles (début et fin de mouvement), la vitesse maximum du vérin est atteinte lors de la position intermédiaire 2.
- Les liaisons sont simplifiées : aux points C, D, G, J, H les liaisons sont toutes des articulations de centre le point correspondant.

1.1 - Course de l'actionneur

Question B.1.1.1 : Nature des mouvements

Dans le cadre prévu sur le document réponse **DR2**, donnez la nature des mouvements du levier S4 et de la bielle S5 par rapport au support S1. Si c'est un mouvement de rotation, précisez le centre de rotation.

Question B.1.1.2 : Trajectoires

Dans le mouvement de remontée de la bobine, la tige du vérin est en train de sortir pour passer de la position 1 à la position 2 puis pour finir à la position 3 (voir **DR2**).

Tracez sur le document réponse **DR2**, la trajectoire du point G (centre de la liaison entre la tige du vérin et le levier). Vous inscrirez $T_{G, S4/S1}$ à côté de cette trajectoire.

Tracez sur le document réponse **DR2**, la trajectoire du point J (centre de la liaison entre le levier et le porte-bobine). Vous inscrirez $T_{J, S4/S1}$ à côté de cette trajectoire.

Tracez sur le document réponse **DR2**, la trajectoire du point H (centre de la liaison entre la bielle et le porte-bobine). Vous inscrirez $T_{H, S5/S1}$ à côté de cette trajectoire.

Question B.1.1.3 : Course du vérin

Sur le document réponse **DR2**, entre la position 1 et la position 3, écrire dans le cadre prévu la relation permettant de déterminer la course utile maximum de la tige du vérin en fonction des distances entre les points.

Compte tenu de l'échelle du plan du document réponse **DR2**, faites l'application numérique et inscrivez-la dans le cadre prévu.

Question B.1.1.4 : Course du vérin

Sur le document réponse **DR2**, le vérin choisi pour le système est un modèle **HFR2S Série M250 Code HFR 0200100**, la course de ce modèle est-elle compatible avec le besoin ? Répondre dans le cadre prévu sur le document réponse **DR2** (si il faut moins de course, le vérin est modifiable pour respecter l'encombrement, ne s'occuper que de la possibilité de réaliser la course)

1.2 - Sécurité de la bobine

Question B.1.2.1 : Sens du mouvement

A partir de la trajectoire des points J et H, en déduire la direction et le sens des vitesses par rapport au support S1, des points J1 et H1 (en position 1) : Les inscrire dans le cadre prévu sur le document réponse **DR2**.

Question B.1.2.2 : CIR

Déterminez et tracez sur le document réponse **DR2**, le point I1 centre instantané de rotation (CIR) du porte-bobine S6 dans son mouvement par rapport au support S1.

Question B.1.2.3 : Mouvement du point Q1

Déterminez et tracez sur le document réponse **DR2**, une flèche à partir du point Q1 indiquant précisément (par construction) la direction et le sens du mouvement de ce point P par rapport au support S1. Le point Q est un point de contact entre le sol et la bobine, il appartient à la classe d'équivalence S6.

Question B.1.2.4 : Mouvement du point M1

Déterminez et tracez sur le document réponse **DR2**, une flèche à partir du point M1 indiquant précisément (par construction) la direction et le sens du mouvement de ce point M1 par rapport au support S1. Le point M1 est un autre point de contact entre le sol et la bobine situé coté support.

Question B.1.2.5 : Sécurité de la bobine

Compte tenu des réponses aux questions B.1.2.3 et B.1.2.4, que risque la bobine en contact avec le sol au début du mouvement ? Répondre dans le cadre prévu sur le document réponse **DR2**.

Question B.1.2.6 : Risques supplémentaires de la bobine

Si la bobine a un diamètre extérieur encore plus grand que celui présenté sur le système actuel, que risque-t-il d'arriver au début du mouvement ? Et que devra faire l'utilisateur pour pallier à ce problème ? Répondre dans le cadre prévu sur le document réponse **DR2**.

1.3 - Vitesse de sécurité pour l'utilisateur

En position 2, la tige du vérin est à sa vitesse maximum de sortie. On veut vérifier, pour des raisons de précaution, que la vitesse maximum en bout de bobine n'atteigne pas la vitesse limite $||\vec{V}_{N\ S6/S1}|| = 200\text{ mm/s}$.

Le point **N** est un point à l'extrémité de la bobine (position 2).

Les réponses se feront sur le document réponse **DR3**. Il contient 2 épures **A** et **B** avec des tracés d'échelles différentes.

Question B.1.3.1 : vitesse au point G2/S2

Sur le document réponse **DR3** EPURE **A**.

Le vérin mobile S3 est en translation par rapport au fut du vérin S2 (trajectoire $T_{G2\ S3/S2} = (AG2)$ pour la position étudiée).

Tracer le vecteur vitesse de sortie de tige du vérin $\vec{V}_{G2\ S3/S2}$ de module $||\vec{V}_{G2\ S3/S2}|| = 11\text{ mm/s}$, échelle épure **A** 12 mm pour 1 mm/s.

Question B.1.3.2 : relations de vitesses

Sur le document réponse **DR3** EPURE **A**.

Ecrire la relation de composition de vitesse entre $\vec{V}_{G2\ S4/S1}$ $\vec{V}_{G2\ S4/S3}$ $\vec{V}_{G2\ S3/S2}$ $\vec{V}_{G2\ S2/S1}$
Donner la valeur de $\vec{V}_{G2\ S4/S3}$, vu la liaison entre S4 et S3 ?

Question B.1.3.3 : vitesse au point G2/S1

Sur le document réponse **DR3** EPURE **A**.

Tracer la direction au point G2 de $\vec{V}_{G2 S4/S1}$, (utiliser la trajectoire $T_{G2 S4/S1}$ vue Q B1.1.2).

Depuis G2 et l'extrémité de $\vec{V}_{G2 S4/S3}$ tracer la direction de $\vec{V}_{G2 S2/S1}$ (on imagine que G2 appartient à S2 comme si G2 était fixé à S2. Vu la liaison entre S2 et S1, en déduire le mouvement de S2 qui donne la trajectoire de G2 \in S2 et la direction de la vitesse).

En déduire et tracer le vecteur $\vec{V}_{G2 S4/S1}$, échelle épure **A** 12 mm pour 1 mm/s.

ATTENTION CHANGEMENT D'EPURE ET D'ECHELLE.

Question B.1.3.4 : Champ des vitesses

Sur le document réponse **DR3** EPURE **B**.

Depuis G2 tracer $\vec{V}_{G2 S4/S1}$ en prenant les valeurs de l'épure A avec l'échelle 1 mm pour 1 mm/s.

Tracer le point J', intersection de la trajectoire $T_{J S4/S1}$ et de la droite (DG2) ainsi que la direction de la vitesse $\vec{V}_{J' S4/S1}$.

Grâce à $\vec{V}_{G2 S4/S1}$, tracez le champ des vitesses de S4 (triangle des vitesses) pour trouver $\vec{V}_{J' S4/S1}$, échelle épure B 1 mm pour 1 mm/s.

Question B.1.3.5 : Utilisation du champ des vitesses

Sur le document réponse **DR3** EPURE **B**.

En déduire la vitesse $\vec{V}_{J2 S4/S1}$, du point J2 par rapport au support S1. La tracer depuis J2 (direction, sens, intensité), échelle épure **B** 1 mm pour 1 mm/s.

Donner dans le tableau, la relation entre $\vec{V}_{J2 S4/S1}$ et $\vec{V}_{J2 S6/S1}$?

Question B.1.3.6 : CIR

Sur le document réponse **DR3** EPURE **B**.

Donner dans le tableau la relation au point H2 entre $\vec{V}_{H2 S5/S1}$ et $\vec{V}_{H2 S6/S1}$?

Déterminez et tracez, le point I2 centre instantané de rotation (CIR) du porte-bobine S6 dans son mouvement par rapport au support S1 (position 2).

Question B.1.3.7 : Direction

Sur le document réponse **DR3** EPURE **B**.

Déterminez et tracez, la direction de $\vec{V}_{N S6/S1}$ du point N.

Question B.1.3.8 : Equiprojectivité

Sur le document réponse **DR3** EPURE **B**.

Grâce à la méthode de l'équiprojectivité, déterminez et tracez, la vitesse du point N : $\vec{V}_{N S6/S1}$, échelle épure **B** 1 mm pour 1 mm/s. Mesurer et donner son intensité en mm/s dans le tableau.

Question B.1.3.9 : Vérification critère de précaution

La vitesse du point N $\vec{V}_{N S6/S1}$ reste – elle inférieure à la vitesse limite ? Répondre dans le tableau sur le document réponse **DR3** (Rappel $\|\vec{V}_{N S6/S1}\|$ limite = 200 mm/s).

2 - Etude de la fonction FT21 : "Transformer une pression en effort"

Pour cette fonction, il faut valider le choix du vérin.

Hypothèses :

- Le basculement de la bobine étant suffisamment lent nous négligeons l'effet dynamique. Le problème sera traité comme en statique.
- le problème est considéré comme plan dans le plan $(C, \vec{X}_0, \vec{Y}_0)$ identique à la position de la coupe A-A du document DT8,
- Les bielles sont considérées comme un seul ensemble lié,
- les liaisons de centres A, C, D, F, G, J, H sont considérées comme parfaites, Le frottement dans le vérin est négligé.

La masse de la bobine et des pièces du porte bobine est de 41,1 Kg avec comme centre de gravité le point P (il est indiqué sur les DR). Dans le repère R_1 d'origine K, $\vec{KP} = -259 \times \vec{Y}_1$. Pour la position horizontale étudiée $X_0 = -Y_1$

Valeur de la constante d'attraction terrestre $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
 Les efforts sont notés : Point d'action S_7/S_7 : exemple $\Rightarrow G_{S3/S4}$

2.1 - Détermination de l'effort en statique pour tenir la position bobine à l'horizontale

Effectuer les tracés sur le document réponse DR4

Question B.2.1.1 : Isolement de la bielle

Sur feuille de copie,

Effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures.

Enoncer le principe fondamental de la statique adapté à ce cas.

Tracer sur le document **DR4** la droite d'action de l'effort du porte-bobine S_6 sur la bielle S_5 .

Effectuer les tracés sur le document réponse DR4

Question B.2.1.2 : Isolement de S_2 & S_3 ensemble Vérin (tige + fut)

Sur feuille de copie,

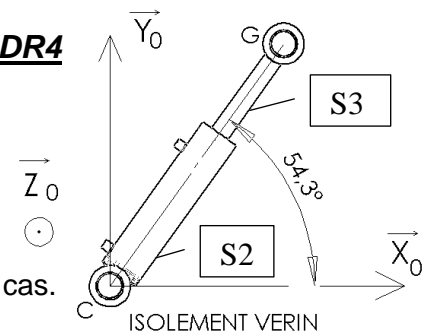
Ecrire si le vérin travaille en tirant ou poussant.

Effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures.

Enoncer le principe fondamental de la statique adapté à ce cas.

En déduire la direction des forces.

Sur le document **DR4** tracer la droite d'action de l'effort du levier sur le vérin.



Effectuer les tracés sur le document réponse DR4

Question B.2.1.3 : Action de S_3 sur S_4

Sur feuille de copie,

Exprimer les composantes de la force de S_3 tige du vérin sur S_4 levier dans le repère R_0 en fonction de l'angle de $54,3^\circ$ et de l'intensité $\|\vec{G}_{S3/S4}\|$.

$$\vec{G}_{S3/S4} = G_x \cdot \vec{X}_0 + G_y \cdot \vec{Y}_0$$

L'écrire sous forme de torseur au point G dans le repère R_0 : $\{G_{S3/S4}\} = \begin{Bmatrix} ? & 0 \\ ? & 0 \\ 0 & ? \end{Bmatrix}_{(G,R0)}$

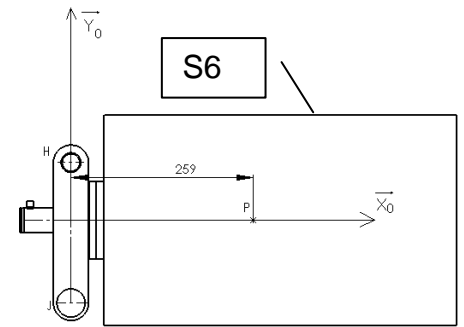
Question B.2.1.4 : Isolement de S6 porte bobine

Sur feuille de copie,

Calculer l'intensité de $\|\vec{P}_{\text{Terre/S6}}\|$ en N

Effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures.

Enoncer le principe fondamental de la statique adapté à ce cas pour une étude en statique graphique.



Sur le document **DR4**

Résoudre graphiquement en expliquant votre démarche et donner les intensités (échelle efforts 1 mm \Rightarrow 4 N) et les angles par rapport à \vec{X}_0 des efforts de S4 levier et de S5 bielle sur S6.

Effectuer les tracés sur le document réponse DR4

Question B.2.1.5 : Isolement du levier

Le levier S4 est soumis à 3 actions mécaniques.

Quel que soit le résultat trouvé précédemment on prendra pour la suite le torseur de l'effort de S6 porte bobine sur S4 levier égal à :

$$\{J_{S6/S4}\} = \begin{Bmatrix} -522 \text{ N} & 0 \\ -704 \text{ N} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(J,R0)}$$

Sur document **DR5**

B.2.1.5.a : Ecrire les 2 autres torseurs en les exprimant au point de l'action.

Les inconnues peuvent être exprimées sous la forme : (Exemple point L) $\{L_{S7/S?}\} = \begin{Bmatrix} X_L & 0 \\ Y_L & 0 \\ 0 & N_L \end{Bmatrix}_{(L,R0)}$

Dans le plan (D, \vec{X}_0 , \vec{Y}_0) les valeurs Z_L , L_L , M_L sont nulles.

Donner les moments en Nm.

$\{G_{S3/S4}\} = \begin{Bmatrix} ? & 0 \\ ? & 0 \\ 0 & ? \end{Bmatrix}_{(G,R0)}$ (Réponse de Q B.2.1.3)	$\{D_{S0/S4}\} = \begin{Bmatrix} ? & 0 \\ ? & 0 \\ 0 & ? \end{Bmatrix}_{(D,R0)}$
--	--

B.2.1.5.b : Nous cherchons uniquement la valeur de $\|\vec{G}_{S3/S4}\|$. Nous pouvons écrire une seule équation pour la trouver : celle des moments.

Pour un solide en équilibre statique soumis à 3 forces la somme des moments est nulle en tout point.

Sur document **DR5**

Exprimer les 3 torseurs au point D (forces en N, moments en Nm)

Ecrire l'équation des moments par rapport au point D en projections sur \vec{z}_0

$$\sum M_D \vec{F}_{Si/S4} \cdot \vec{z}_0 = 0$$

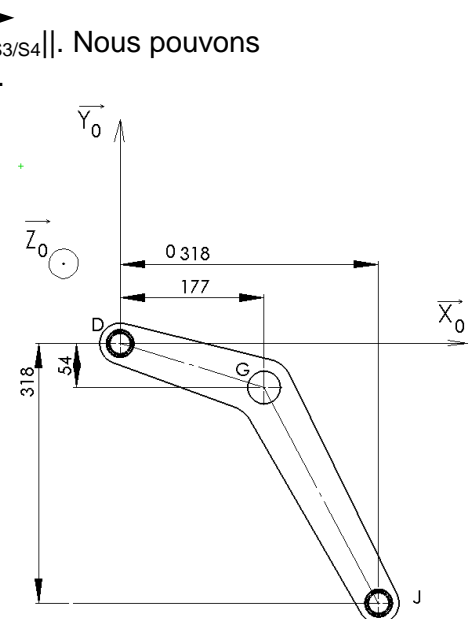
En déduire l'intensité de $\|\vec{G}_{S3/S4}\|$ en N.

Dans le repère R_0 , les coordonnées sont (en mm) :

D (0 ; 0 ; 0)

G (177 ; -53,8 ; 0)

J (317,8 ; -317,5 ; 0)



2.2 - Détermination de l'effort pour tenir toute les positions.

Question B.2.2.1 : Utilisation simulation

Sur document **DR5** :

En prenant en compte toutes les masses des pièces et pour un basculement en 8 s on a effectué la simulation de la sortie bobine. On donne dans le document **DT 12** le résultat. Relever la valeur maximum de l'effort du levier sur le vérin.

2.3 - Détermination des dimensions du vérin.

Question B.2.3.1 : Vérification de la section nécessaire

En fonction de sa courbe débit-pression on veut utiliser la pompe hydraulique utilisée à une pression maximum $p_{\text{maxi}} = 8 \text{ MPa}$ ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa}$).

. On prend un coefficient de sécurité $k = 1,25$ et $p_{\text{utile}} = p_{\text{maximum}} / k$.

Sur document **DR5** :

A partir de l'effort de la question B.2.2.1,

Calculer P_{utile} , faire l'application numérique (en Pa)

Calculer la section du piston S_p nécessaire pour tenir l'équilibre avec la valeur maximum de la simulation, faire l'application numérique (en m^2 puis en mm^2).

Calculez son diamètre D_p , faire l'application numérique (en mm), donner le résultat en mm.

Question B.2.3.2 : Choix du vérin

Sur document **DR5** :

Avec la documentation **DT10**, donner le choix du diamètre de piston normalisé $\varnothing D$ à utiliser (ne pas s'occuper des courses possibles).

C - Etude de la fonction guidage levier-vérin :

Suite à un retour du SAV on veut vérifier si les bagues de guidage **SKF Polyamide PTFE Réf. : PPM 252820** sont bien dimensionnées.

A l'aide des documents **DT13** et **DT14** on va vérifier la tenue de la bague pour une charge radiale de **3000 N** sur la liaison S3/S4.

Toutes les réponses de la partie C se font sur le document DR6.

Question C.1.1 : Calcul vitesse moyenne de rotation

Sur document **DR6** :

Avec la courbe du document **DT13** calculer la vitesse de rotation moyenne entre 0 et 8 s en tr/mn : $n_{\text{moy}} = ?$ en degrés/s puis en rad/s

Avec les dimensions de la bague (voir document **DT14**) calculer la vitesse moyenne de glissement (utiliser les relations de cinématique ou voir DT11) au contact arbre-bague en m/s : $V_{\text{moy}} = ?$

Question C.1.2 : Vérification vitesse glissement maximum

Sur document **DR6** :

Quels est la vitesse de glissement admissible V_{adm} (voir document **DT14**) pour ce type de coussinet ?

Comparer avec V_{moy} et conclure si c'est acceptable ?

Question C.1.3 : Recherche du type de charge

Sur document **DR6** :

Avec les informations du document **DT14**, quel est le type de charge (pression maximum que peut supporter la surface du coussinet) à prendre : Charge statique ou Charge dynamique ?

Pour le type de coussinet utilisé, quelle est la charge maximum p_{cmax} ?

Question C.2.1 : Calcul de la charge

Sur document **DR6** :

Calculer pour un coussinet la pression p_c (la surface utilisée est la surface de contact projetée sur un plan) ?

Question C.2.2 : Vérification tenue charge

Sur document **DR6** :

Comparer p_c avec p_{cmax} , le critère est il vérifié ?

D – Sécurisation de la fonction FT2 Basculer la bobine :

Pour s'affranchir au niveau de la sécurité des risques de chute en cas de fuite ou de perte de pression, l'appareil est modifié au niveau des actionneurs. On prévoit une série spéciale de 60 appareils par an :

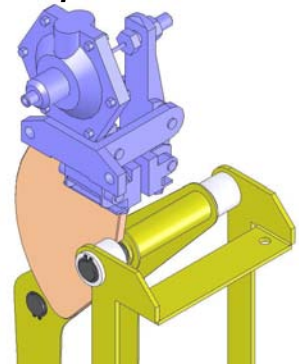
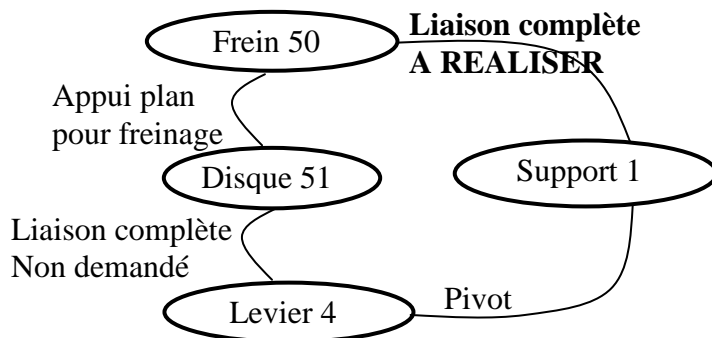
A/ Le serrage bobine est réalisé en négatif : il faut de la pression pour libérer la bobine (cette modification ne sera pas étudiée).

B/ En cas de perte de pression sur le vérin, le levier doit rester autour de sa position

Après recherche des solutions le bureau d'étude décide l'implantation d'un frein à serrage par ressort et desserrage hydraulique entre le bâti et le levier.

Le document **DT15** et **DT16** donnent les dimensions du frein et du disque qui a été modifié pour l'application. Le document **DT17** montre l'implantation des nouvelles pièces 50-51-52.

En fonction du cahier des charges ci-dessous, créer la liaison complète entre bâti-frein.



Liaison complète frein-support	Par encastrement démontable. La mise en position et son maintien sont à faire. La forme extérieure et la position du frein est imposée sur le plan DR7. Le frein ne peut pas être modifié. Les diamètres de $\varnothing 14$ sont utilisables pour positionner et ou fixer. Le support doit être celui de base avec des modifications enlevant la matière ou des pièces rajoutées démontables. Ne pas modifier ou utiliser le système de fixation du support sur le coulisseau Le système doit être positionné précisément et résister aux chocs.
Liaison complète disque-levier	Non étudiée ici
Maintient blocage	Par ressort intégré au frein, à ne pas étudier.
Débloccage par retour pression	Une pression de quelques bars doit être nécessaire pour assurer que le système est bien redevenu opérationnel. Assuré par le frein, à ne pas étudier.
Maintenance	Possibilité de changer les pièces d'usure sans de démonter complètement le support de pince.
Encombrement	On précise en trait mixte double et hachurage par des croix, la zone non utilisable sur DR6. <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-top: 5px;">Zone non utilisable</div>

La position dessinée est celle bobine verticale mais la fonction doit être assurée pour toutes les positions (levier et disque dessinés en silhouettes pour la position horizontale)

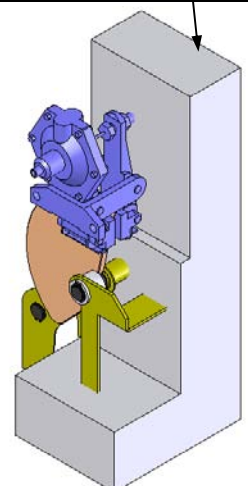
Aux instruments, sur le document **DR7** :

Définir les formes pour réaliser la liaison demandée.

Préciser les ajustements nécessaires.

Rajouter les vues nécessaires à la compréhension.

Préciser les pièces utilisées.



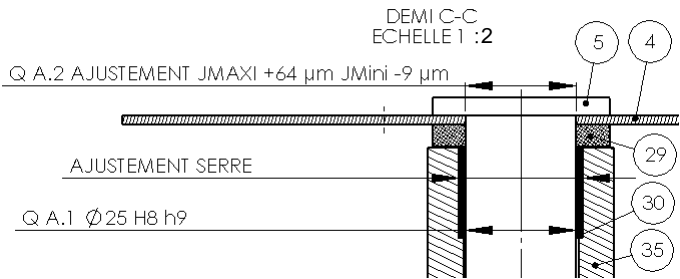
DOSSIER DOCUMENTS REPONSES

Ce dossier comporte 7 documents numérotés de DR1 à DR7

- DR1 : Analyse et compréhension du système
- DR2 : Détermination des trajectoires, fonction FT2.
- DR3 : Vérification du respect de vitesse maximum, fonction FT2
- DR4 : Détermination effort sur porte bobine, fonction FT2
- DR5 : Détermination effort sur levier et calcul diamètre vérin
- DR6 : Etude de la fonction guidage levier-vérin
- DR7 : Re-conception sécurité basculeur, fonction FT4

**Tous ces documents, même non remplis, sont à joindre à la copie
en fin d'épreuve**

Document Réponse DR1
Réponse Question A.1



Réponse Question A.2

Réponse Question A.3

PIECES CONSTITUANT LA CLASSE S3 (y compris pièces déformables)	
Classe S3	29,..

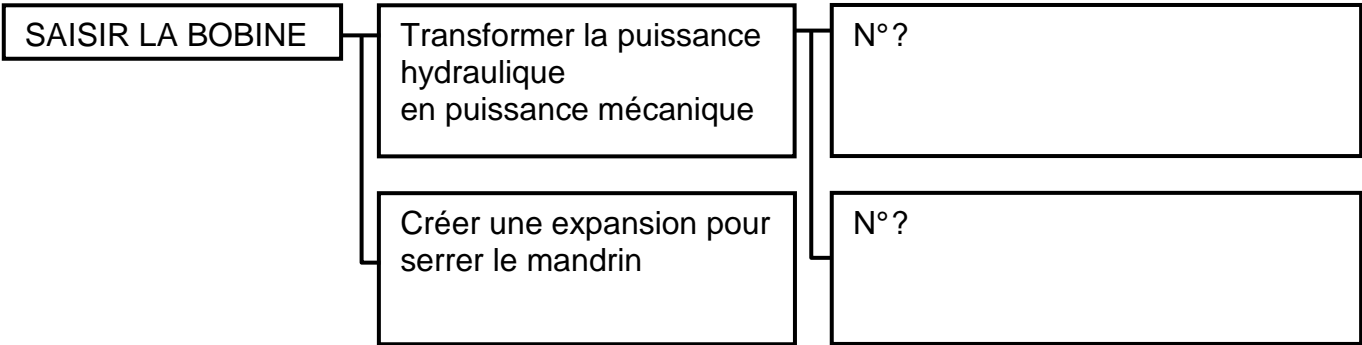
Réponse Question A.4

Réponse précise (voir exemple dossier travail demandé)

liaison	Translation suivant l'axe			Rotation suivant l'axe			Nom de la liaison	Repère de la liaison	CONTE- NANT	CONTE- NU
	X	Y	Z	X	Y	Z				
Entre S1 et S2									S2	S1
Entre S2 et S3									S2	S3
Entre S3 et S4									S3	S4

Réponse Question A.5

N° des pièces



Etude de la fonction transformer l'énergie

Question B.1.1.1

Mouvement Levier par rapport au support : Mvt S4/S1

Mouvement Bielle par rapport au support : Mvt S5/S1

Question B.1.1.3

- Expression littérale

Course utile $C_u =$

- Application numérique :

Course utile $C_u =$

Question B.1.1.4

- Course du vérin choisi : $C_v =$

Compatibilité de la course du vérin avec la course utile ? (oui/non) :

Question B.1.2.1

Au point J1 comment est la trajectoire de $T_{J S4/S1}$

Au point J1, sens de $\vec{V}_{J S4/S1}$ (vers la gauche ou la droite)

Au point H1 comment est la trajectoire de $T_{H S5/S1}$

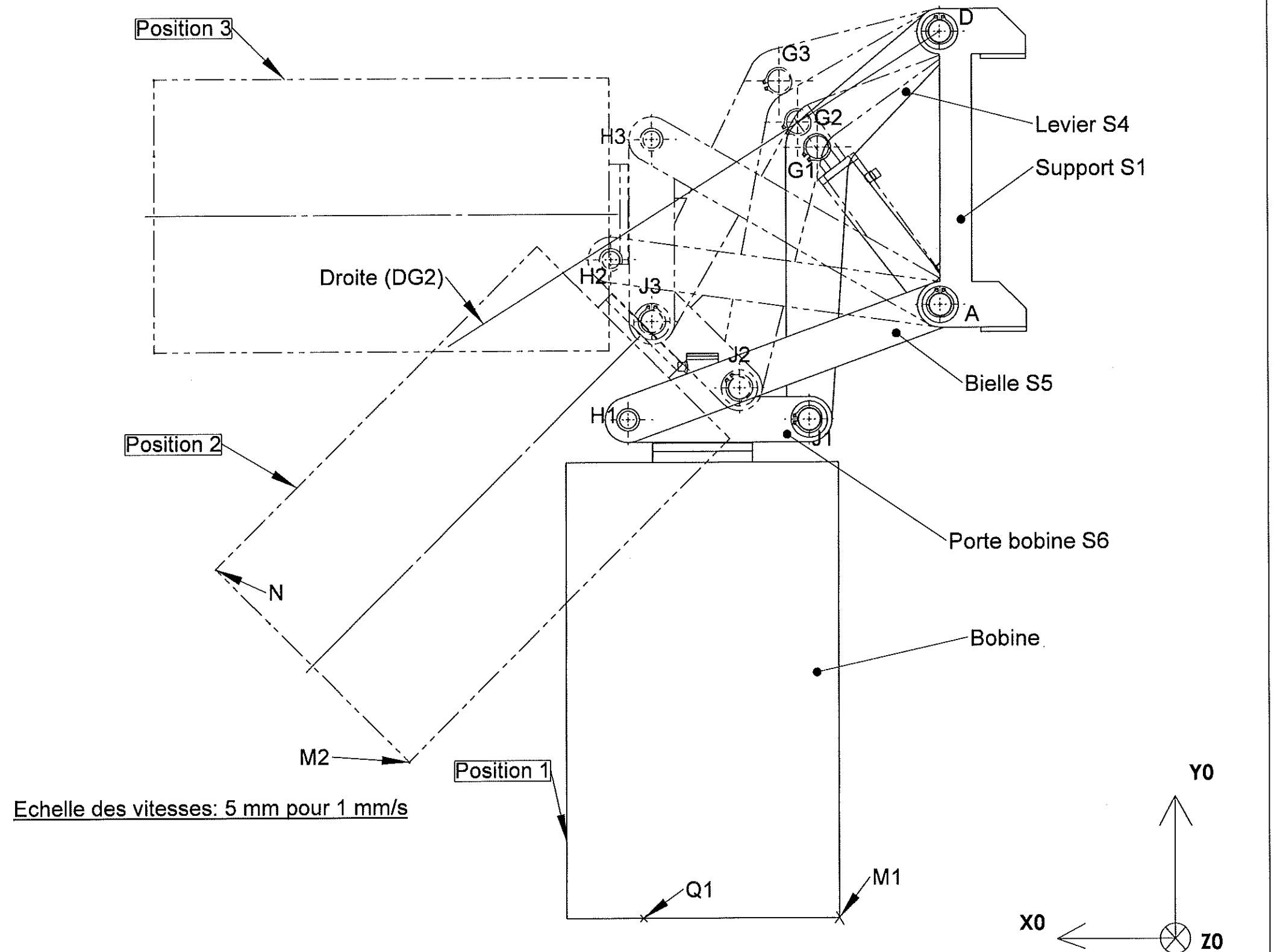
Au point H1, sens de $\vec{V}_{H S5/S1}$ (vers le bas ou le haut)

Question B.1.2.5

Question B.1.2.6

- Risques pour la bobine si elle a un diamètre plus grand ?

- Action de l'utilisateur sur l'appareil de manutention complet pour palier à ce problème ?:

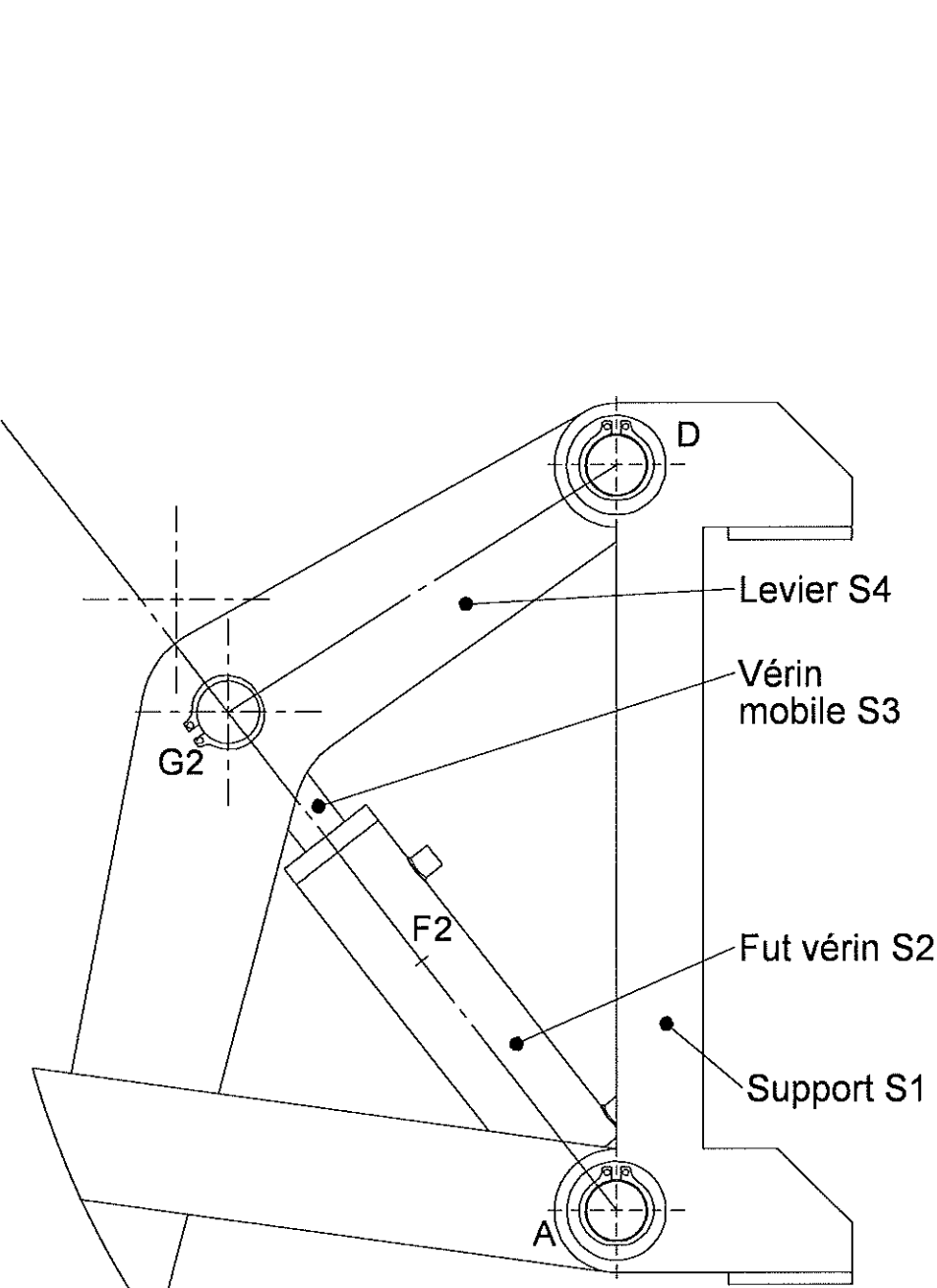


BASCULEUR

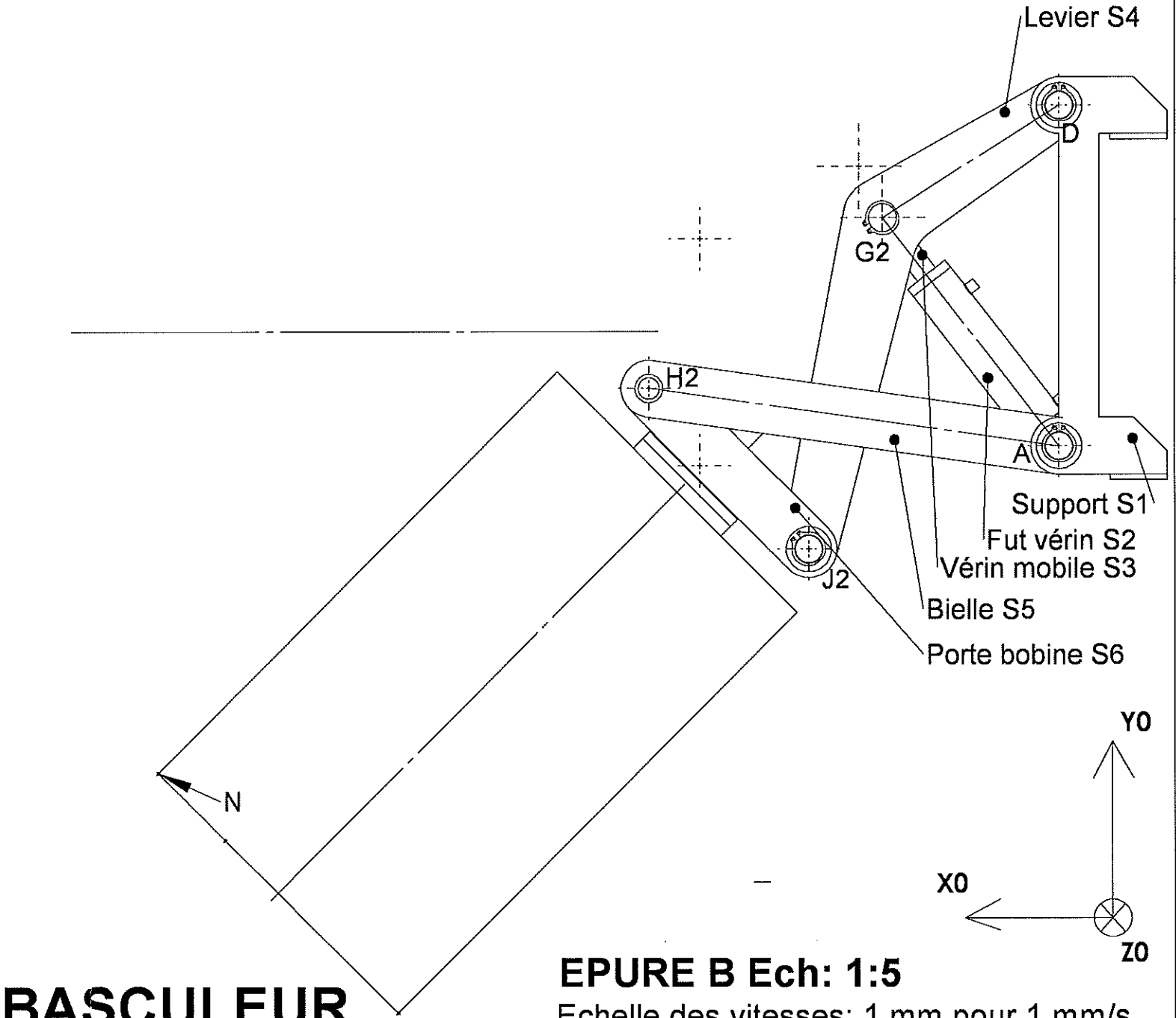
Ech: 1:5 A3 Document réponse DR2

DR3 : B Etude de la fonction transformer l'énergie : 1 Etude de la fonction FT2 : "Basculer la bobine"

Question B.1.3.2 $\overrightarrow{V_{G2\ S4/S1}} =$ $\overrightarrow{V_{G2\ S4/S3}} =$	Relation de vitesse	Question B.1.3.5 $\overrightarrow{V_{J2\ S4/S1}} =$
Question B.1.3.6 Relation de vitesse $\overrightarrow{V_{H2\ S5/S1}} =$	Question B.1.3.8 $\ \overrightarrow{V_{N\ S6/S1}}\ =$ mm/s	Question B.1.3.9 Critère vérifié (oui/non) ?



Echelle des vitesses: 12 mm pour 1 mm/s **EPURE A Ech: 1:2**

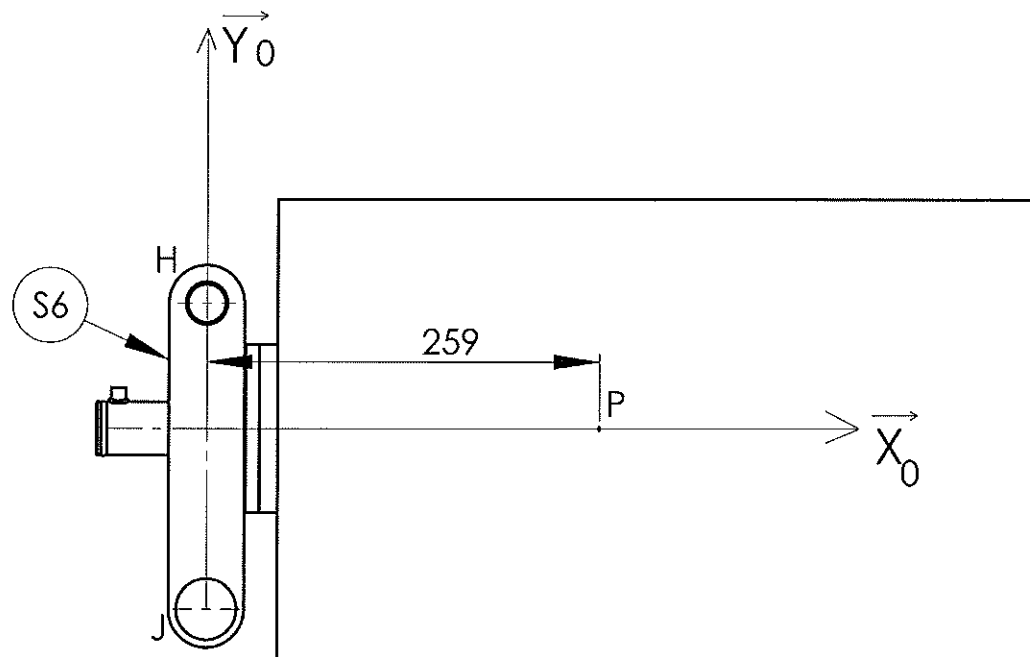


EPURE B Ech: 1:5
Echelle des vitesses: 1 mm pour 1 mm/s

2 - Etude de la fonction FT21 : "Transformer une pression en effort"

Question B.2.1.3 ISOLEMENT S6 PORTE-BOBINE

rappel : masse porte bobine = 41,1 Kg, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$



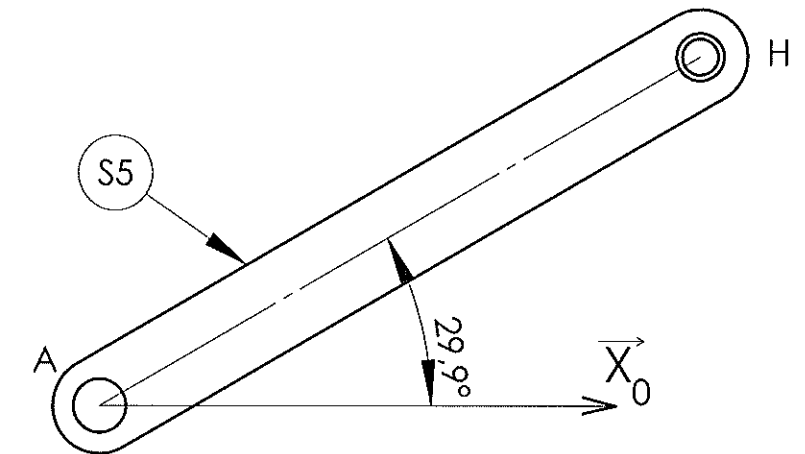
Suite question B2.1.3 BILAN

$|| \vec{J} \text{ S4/S6} || =$
angle ($\vec{J} / \vec{X0}$) =

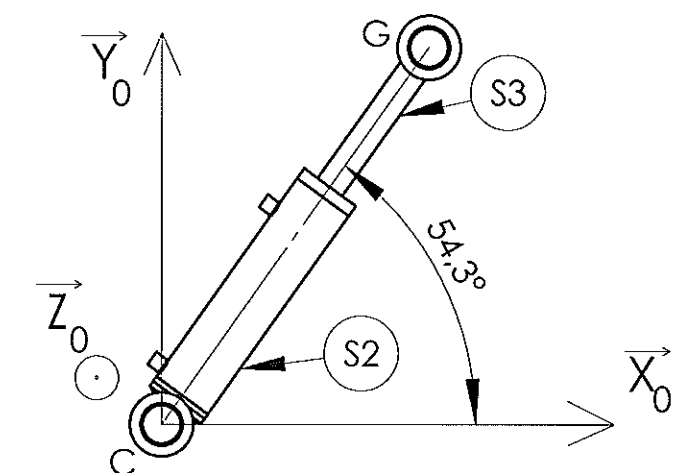
$|| \vec{H} \text{ S5/S6} || =$
angle ($\vec{H} / \vec{X0}$) =

11ECABPO1

ECHELLE EFFORT 1 mm \Rightarrow 4 N



Question B.2.1.1 ISOLEMENT BIELLE



Question B.2.1.2 ISOLEMENT VERIN

Document réponse DR4
Format A3

2 - Etude de la fonction FT21 : "Transformer une pression en effort"

Document Réponse DR5

Réponse question B.2.1.5 : Isolement du levier

B.2.1.5.a : Ecrire les torseurs de $D_{S0/S4}$ et $G_{S3/S4}$

(Réponse de Q B.2.1.3)

$\{D_{S0/S4}\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}_{(D,R0)}$	$\{G_{S3/S4}\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}_{(G,R0)}$
--	--

B.2.1.5.b : Exprimer les 3 torseurs au point D

CALCUL :

BILAN

$\{J_{S6/S4}\} = \begin{Bmatrix} -522 N \\ -704 N \\ 0 \end{Bmatrix}_{(D,R0)}$	$\{G_{S3/S4}\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}_{(D,R0)}$	$\{D_{S0/S4}\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}_{(D,R0)}$
--	--	--

Ecrire l'équation des moments par rapport au point D en projection sur $\vec{z_0}$.

$$\sum_{M_D} \overrightarrow{F_{Si/S4}} \cdot \vec{Z_0} = \quad \quad \quad = 0$$

En déduire l'intensité de $\|\vec{G}_{S3/S4}\|$.

$$\|\vec{G}_{S3/S4}\| = \quad \quad \quad N$$

Réponse question B.2.2.1 : Utilisation simulation

$$\|\vec{G}_{S3/S4}\|_{\text{maxi simulation}} = \quad \quad \quad N$$

Réponse question B.2.2.2 : Vérification de la section nécessaire

$p_{\text{utile}} = \quad \quad \quad AN : p_{\text{utile}} = \quad \quad \quad Pa = \quad \quad \quad Bars$

$Sp = \quad \quad \quad AN : Sp = \quad \quad \quad m^2 = \quad \quad \quad mm^2$

$Dp = \quad \quad \quad AN : Dp = \quad \quad \quad mm$

Question B.2.2.3 : Choix $\varnothing D$ normalisé (voir doc DT10) = $\quad \quad \quad mm$

C - Etude de la fonction guidage levier-vérin

Document Réponse DR6

Question C.1.1 : Calcul vitesse moyenne de rotation

$$n_{\text{moy}} = \quad \text{degré/s} = \quad \text{tr/mn}$$

$$V_{\text{moy}} = \quad \text{m/s}$$

Question C.1.2 : Vérification vitesse glissement maximum

$$V_{\text{adm}} = \quad \text{m/s}$$

Comparer avec V_{moy} , le critère est-il vérifié (oui/non) ?

Question C.1.3 : Recherche du type de charge

Type de charge (rayer la mauvaise) ?

Charge statique	Charge dynamique
-----------------	------------------

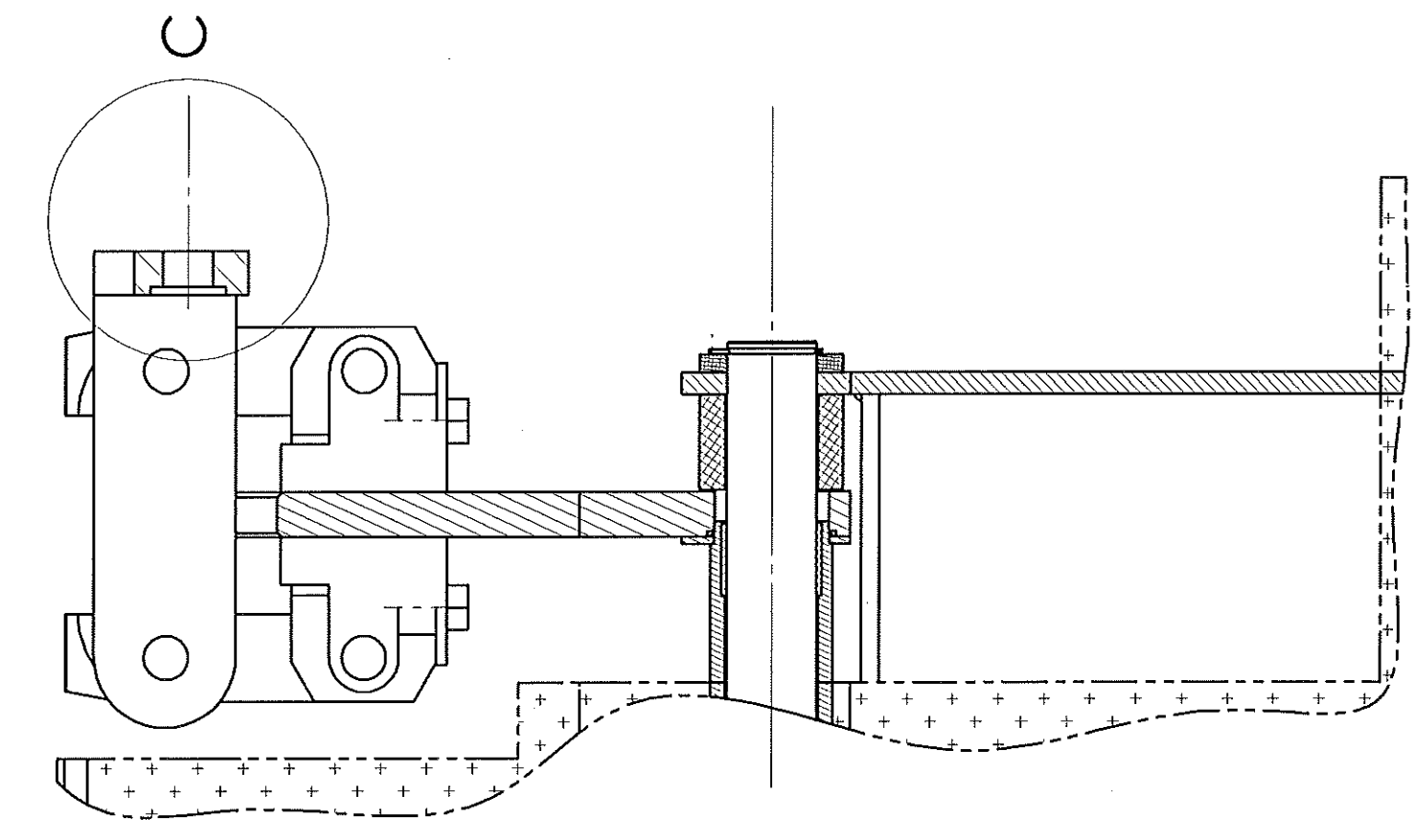
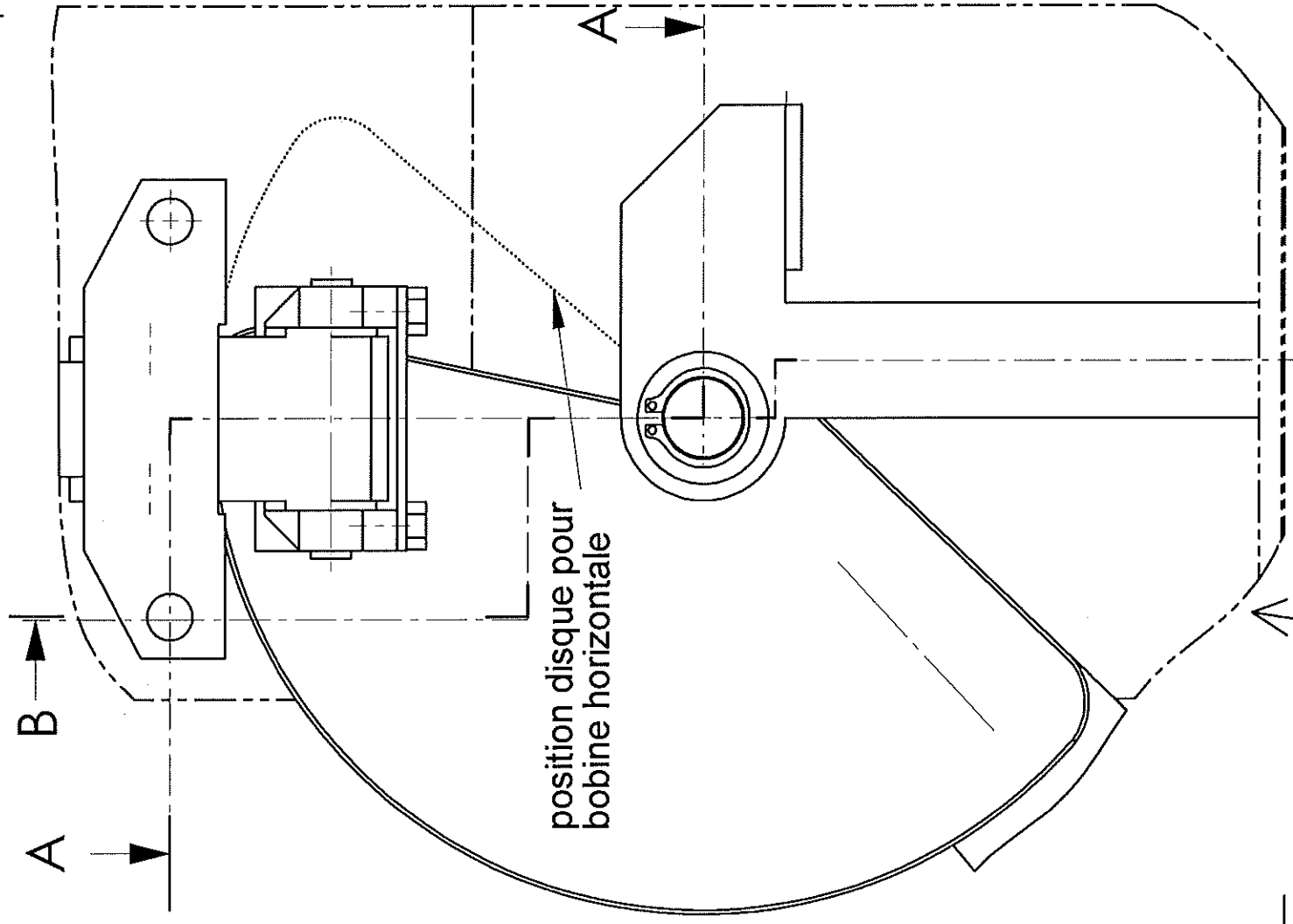
$$p_{\text{cmax}} ? = \quad \text{N/mm}^2$$

Question C.2.1 : Calcul de la charge

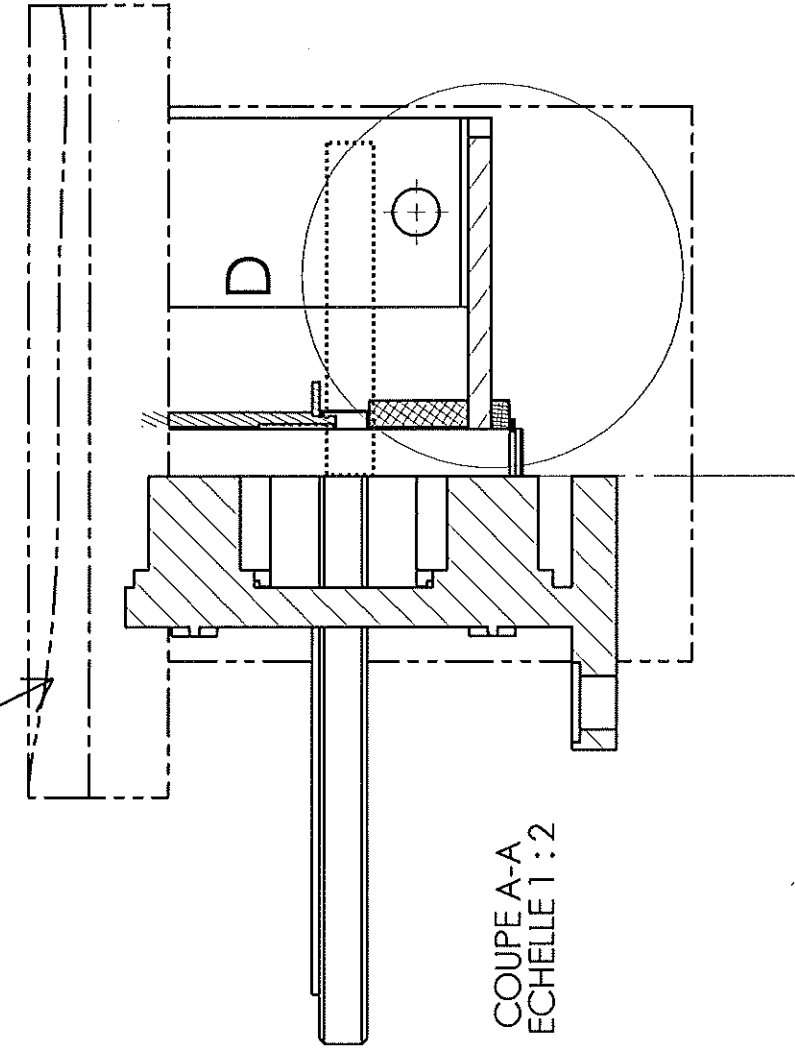
$$p_{\text{cmax}} = \quad \text{N/mm}^2$$

Question C.2.2 : Vérification tenue charge

Comparer p_c avec p_{cmax} , le critère est-il vérifié (oui/non) ?

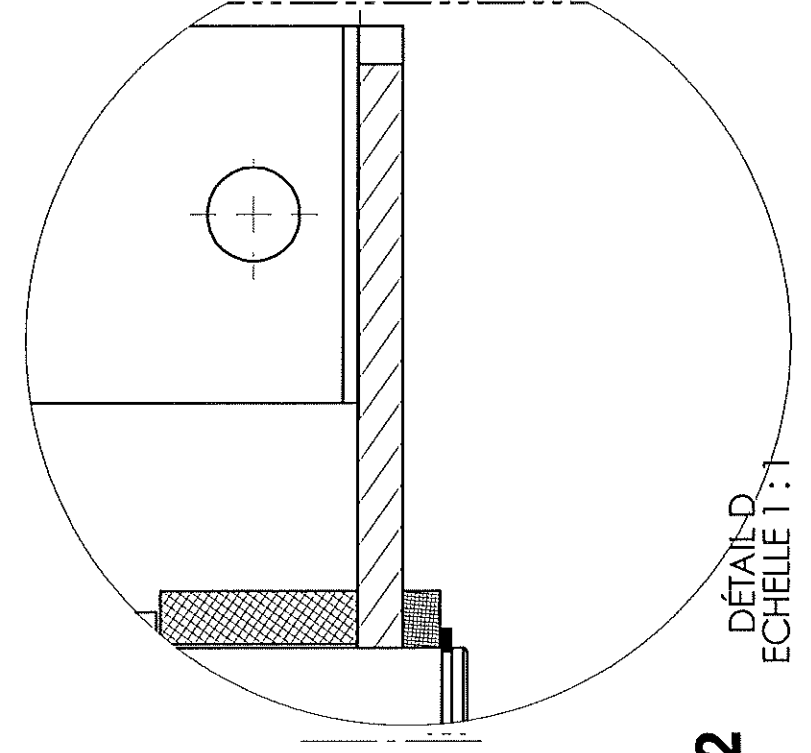


Zone non utilisable :
trait mixte double
hachures croix



COUPE B-B
ECHELLE 1:2

DÉTAIL C
ECHELLE 1:1



Question C Liaison complète frein-bâti
Document réponse DR7 A3 Echelle : 1/2