

Session 2006

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**Etude et Définition de Produits Industriels**

Épreuve: E1 - Unité U11.

Etude du comportement mécanique d'un système technique.

Durée : 3 heures

Coefficient: 3

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve:

C.12 : Analyser un produit.**C.13 : Analyser une pièce.****C 21 : Organiser son travail.****C 22 : Etudier et choisir une solution.**

S1: Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes.

S2: La compétitivité des produits industriels.

S3: Représentation d'un produit technique.

S4: Comportement des systèmes mécaniques -Vérification et dimensionnement.

S5: Solutions constructives – Procédés - Matériaux.

S6: Ergonomie - Sécurité.

Ce sujet comporte 1 documents:

- Dossier technique doc. 2 à 8
- Dossier travail doc. 9 à 20
- Dossier Ressources doc. 21 à 24

Documents à rendre (y compris ceux non exploités par le candidat):

Dossier travail**doc. 9 à 20**

Le présent sujet est accompagné d'un CD-ROM permettant, à tout moment, de consulter une présentation du dossier technique accompagnée de vidéos du fonctionnement. Un E-drawing est aussi fourni pour visualiser la modélisation 3D du système étudié.

Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat, ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant

Calculatrice et documents personnels autorisés.

Baccalauréat Professionnel - Etude et Définition de Produits Industriels		
Epreuve E1 – Unité U11	Durée : 3 heures	Coefficient : 3
Session 2006	Nombre de pages : 24	

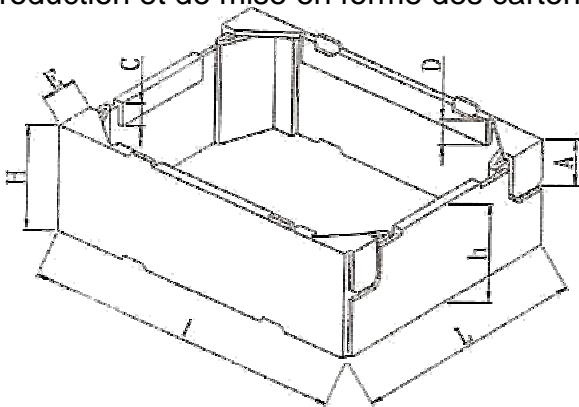
Calculatrice autorisée ; documents personnels autorisés

DOSSIER TECHNIQUE

1. PRESENTATION :

SUCLO-X FACE est une entreprise spécialisée dans la production de cartonnages pour le conditionnement de fruits et légumes.

Elle met en forme les cartons de ses clients (coopératives agricoles), conçoit et fabrique ses propres machines de production et de mise en forme des cartons.



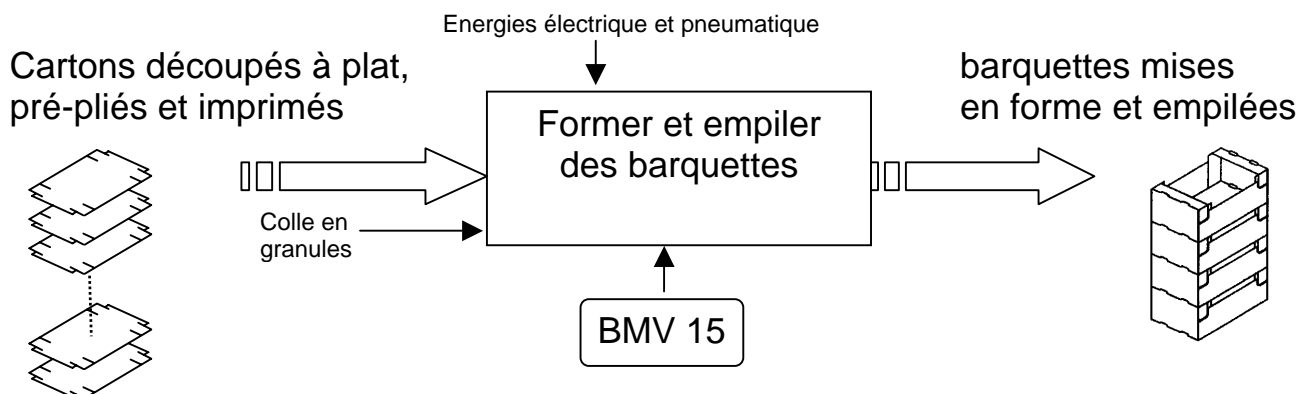
2. PRESENTATION DU SYSTEME :

Le système servant de support à cette étude est la BMV 15, "barquetteuse" pouvant former jusqu'à 2000 cartons à l'heure (selon format et qualité du carton).



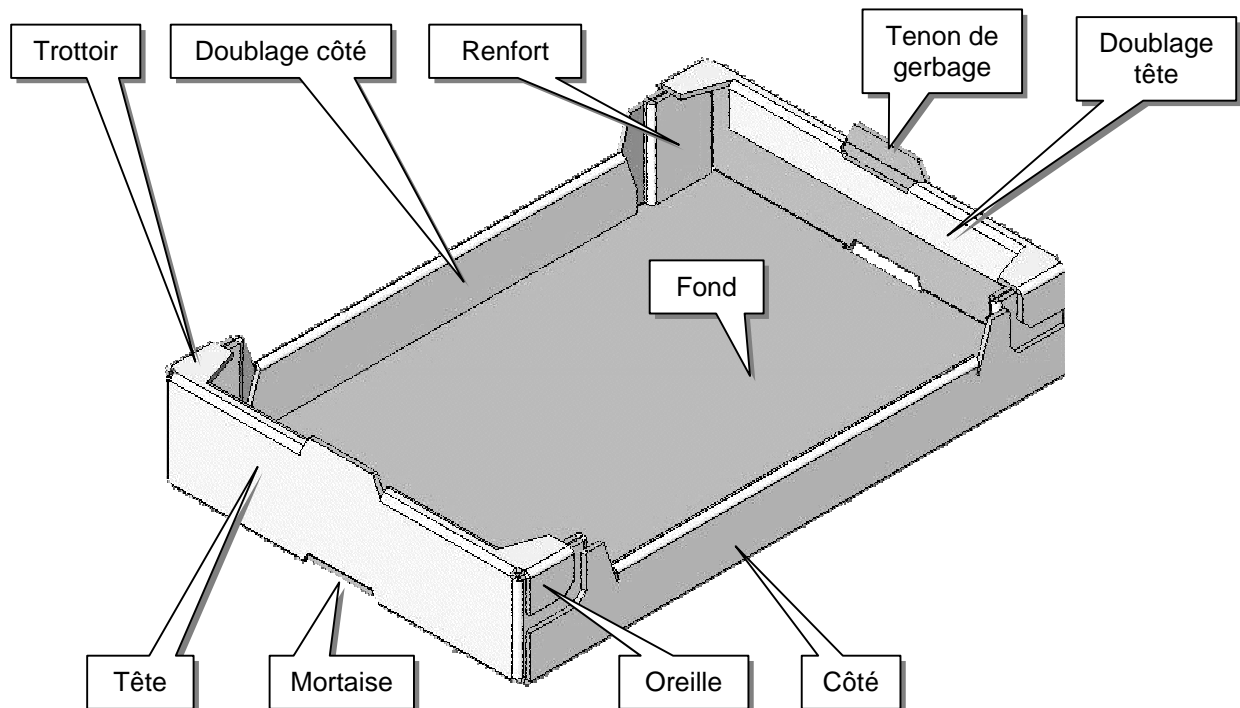
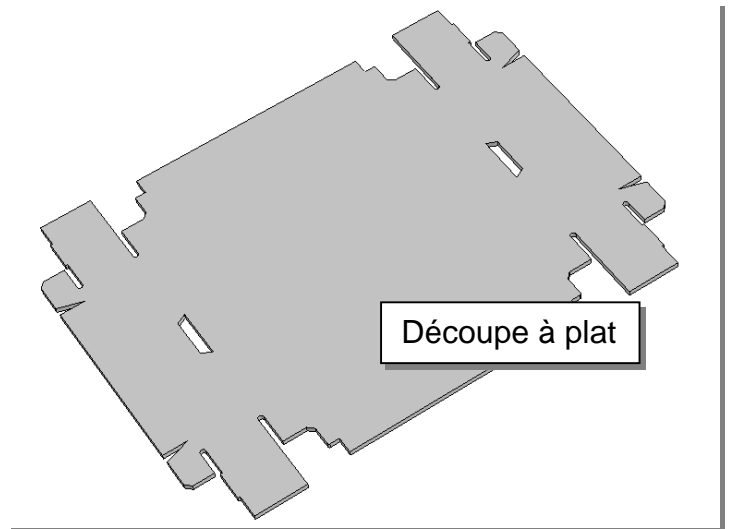
Un opérateur (conducteur de machine) alimente la machine en cartons à plats, prédécoupés. Après mise en forme, les barquettes sont empilées.

Fonction globale du système

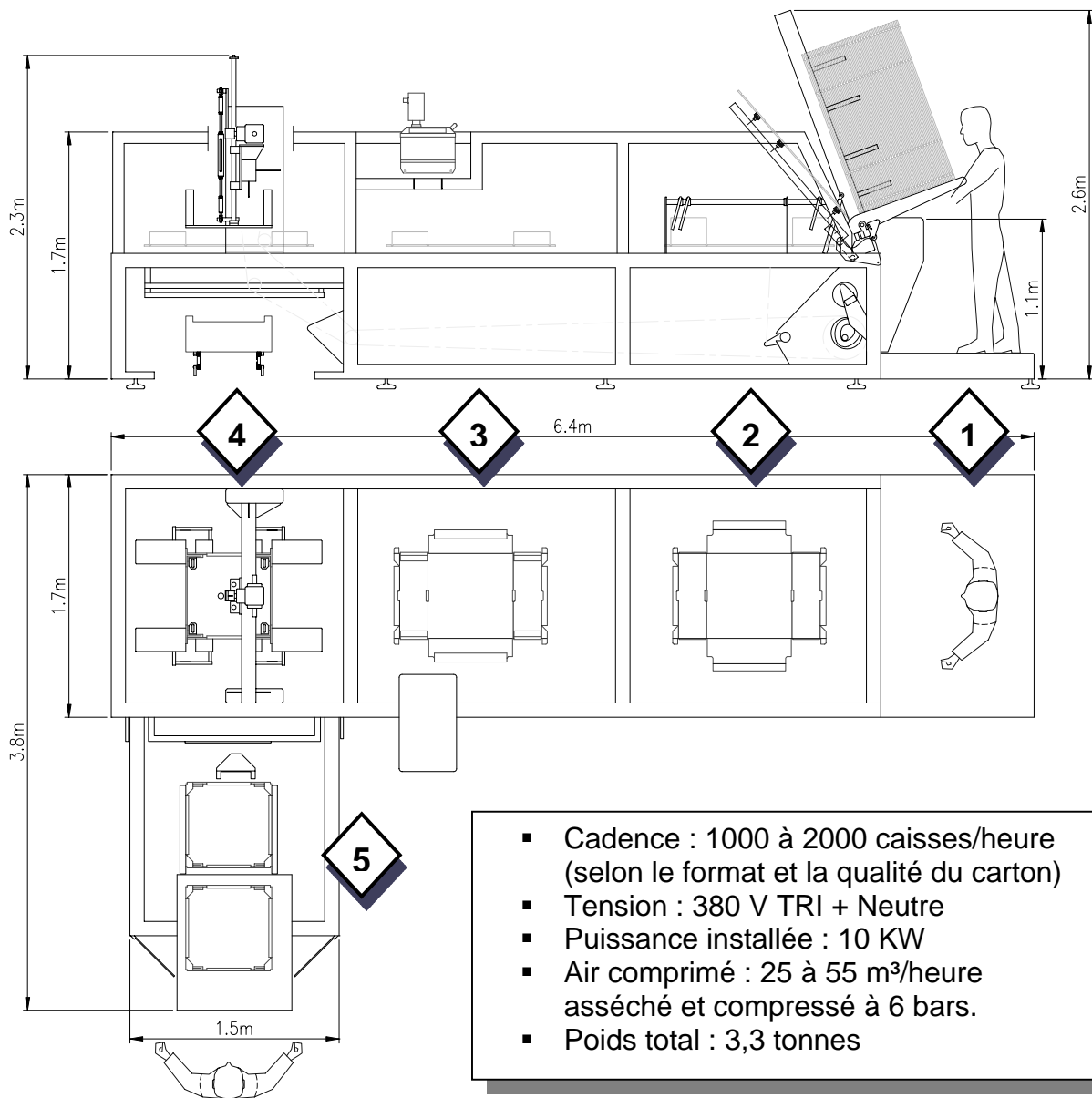


Caractéristiques des barquettes et vocabulaire utilisé

	Max	Min
L	600	390
L	600	190
H	250	65
h	125	50
A	140	30
C	90	25
D	125	30
E	70	30
Coupe maxi : 950		



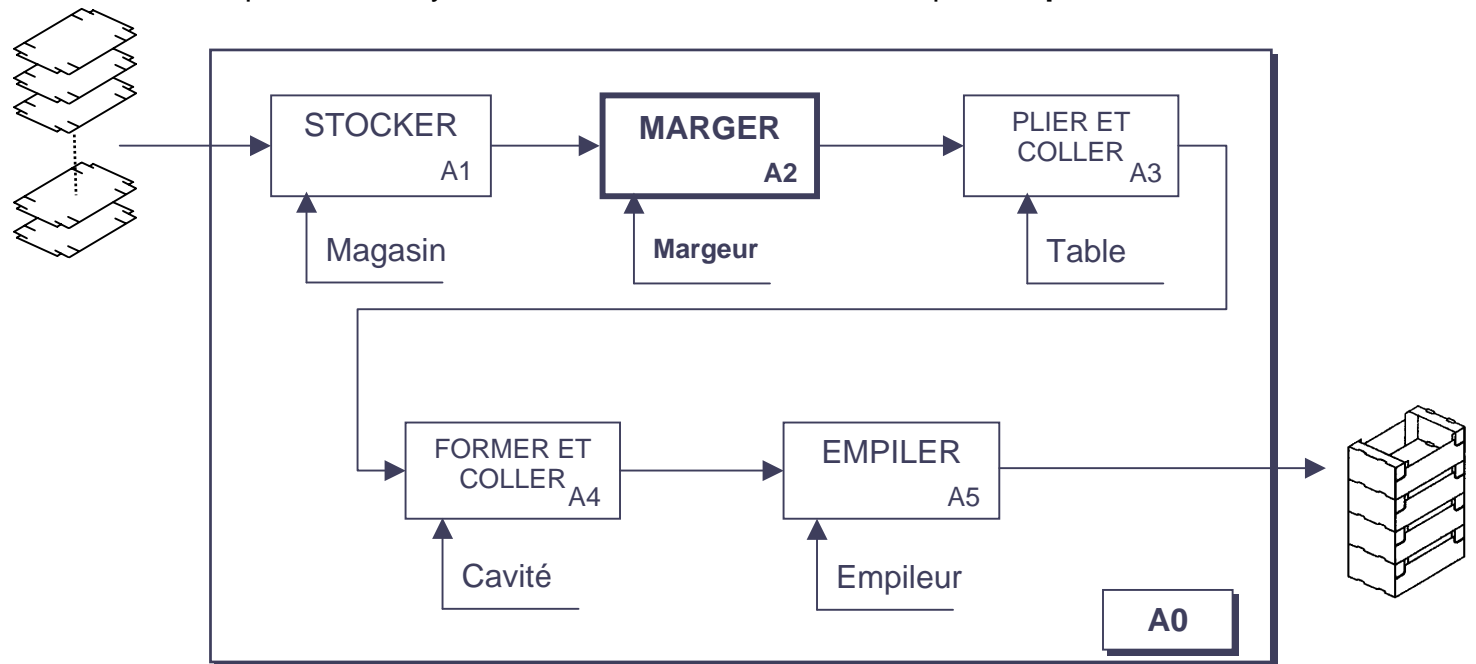
3. REPARTITION DES POSTES :



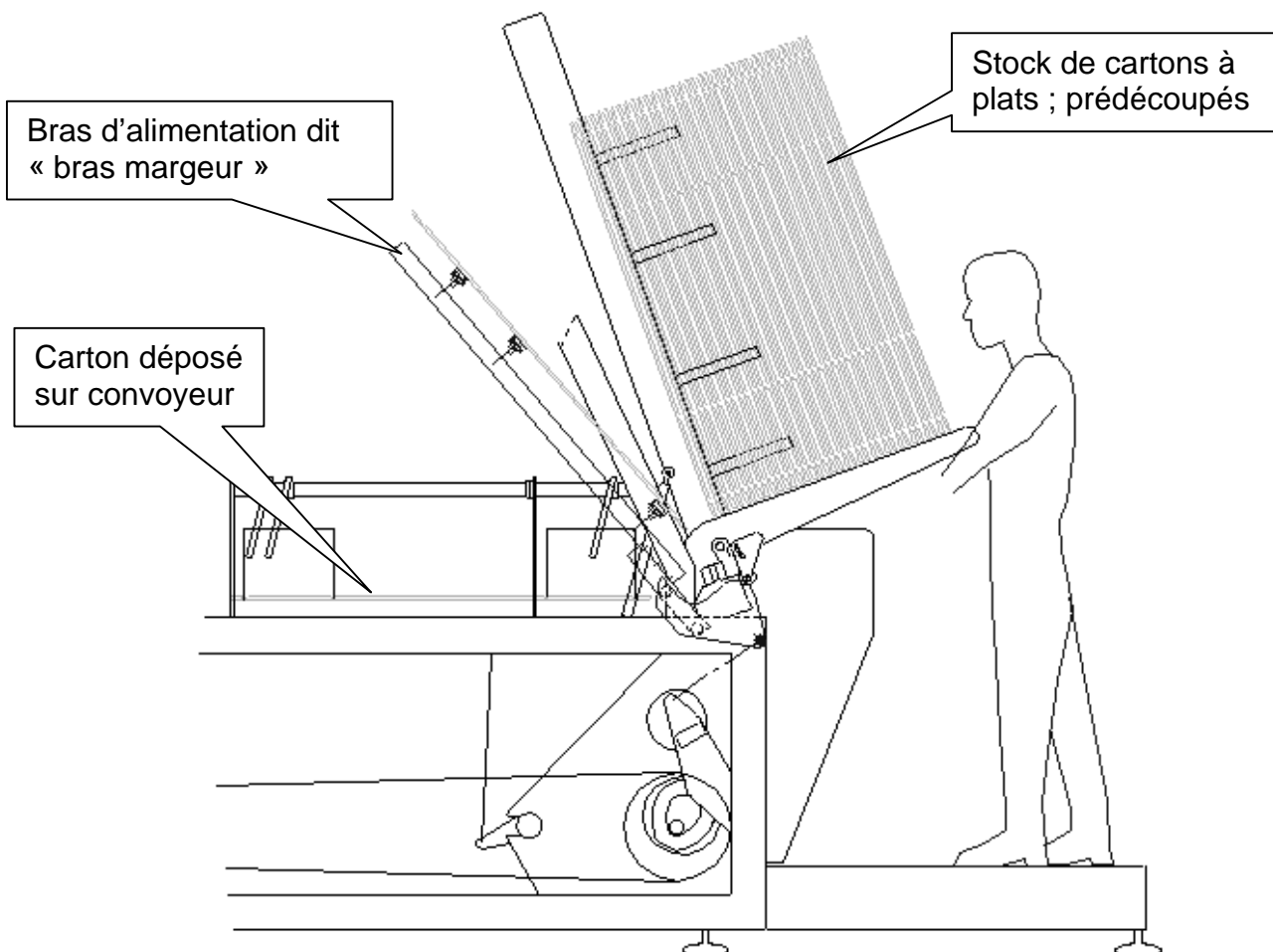
- 1 MAGASIN** : stock de cartons à plat pré-découpés
- 2 MARGEUR** : alimentation du système en cartons et pré-formage
- 3 TABLE** : encollage et collage renforts
- 4 CAVITE** : formage final du carton pour obtenir la barquette
- 5 EMPILEUR** : évacuation des barquettes formées et empilage

4. IDENTIFICATION DE LA ZONE D'ETUDE :

L'étude porte sur le système d'alimentation en cartons à plat : le **poste MARGEUR**.



MARGER = action d'alimenter le système en carton à plat tout en rabattant les renforts.

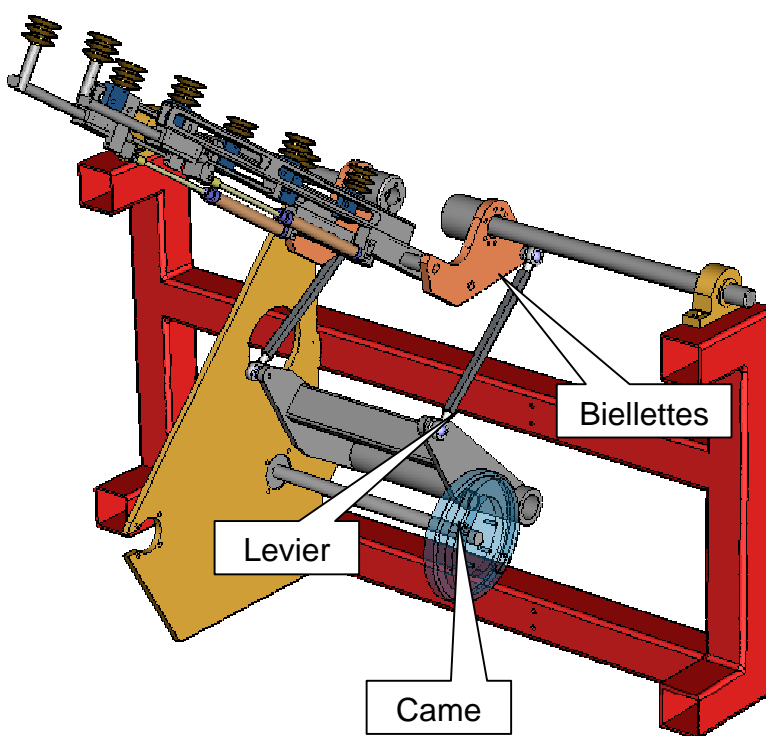


5. FONCTIONNEMENT DU POSTE MARGEUR :

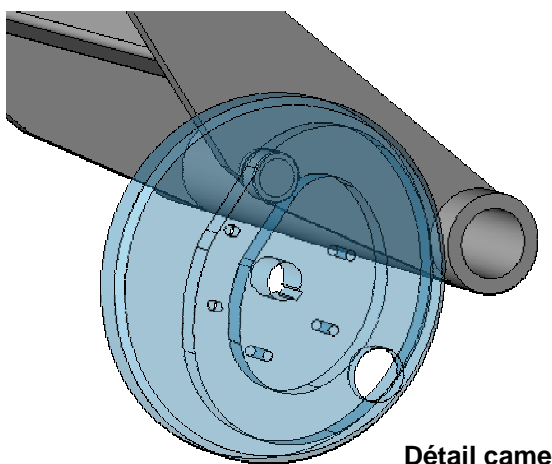
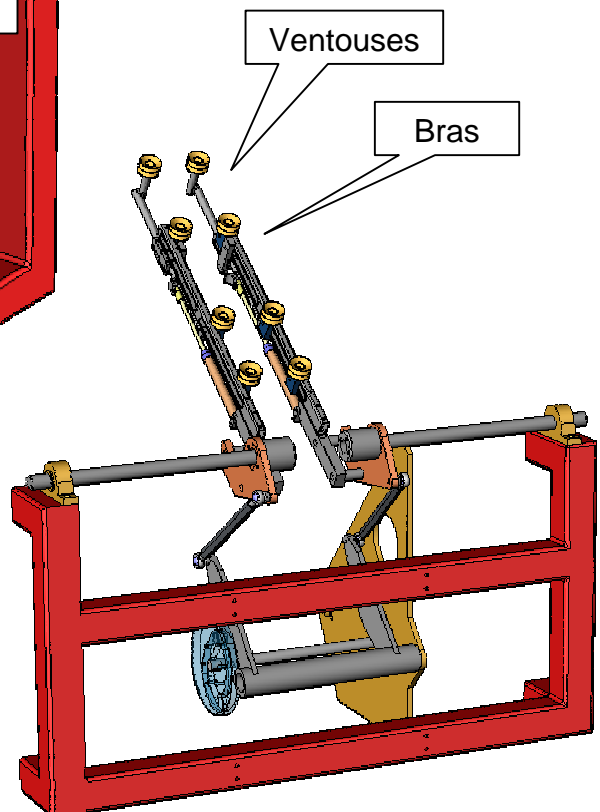
La particularité des machines fabriquées par SUCLO-X FACE tient au fait qu'un seul moto-variateur est utilisé pour fournir l'énergie mécanique dont le système a besoin.

La synchronisation des différents postes est obtenue par plusieurs chaînes cinématiques constituées de renvois d'angles, chaînes à rouleaux et cames.

Le poste margeur est constitué essentiellement d'un "bras margeur" qui, muni de ventouses et animé d'un mouvement de rotation, prend un carton et vient le déposer sur le convoyeur.



Le mouvement de rotation du bras est obtenu par un système de transformation de mouvement à came associé à 2 biellettes de commande des bras.

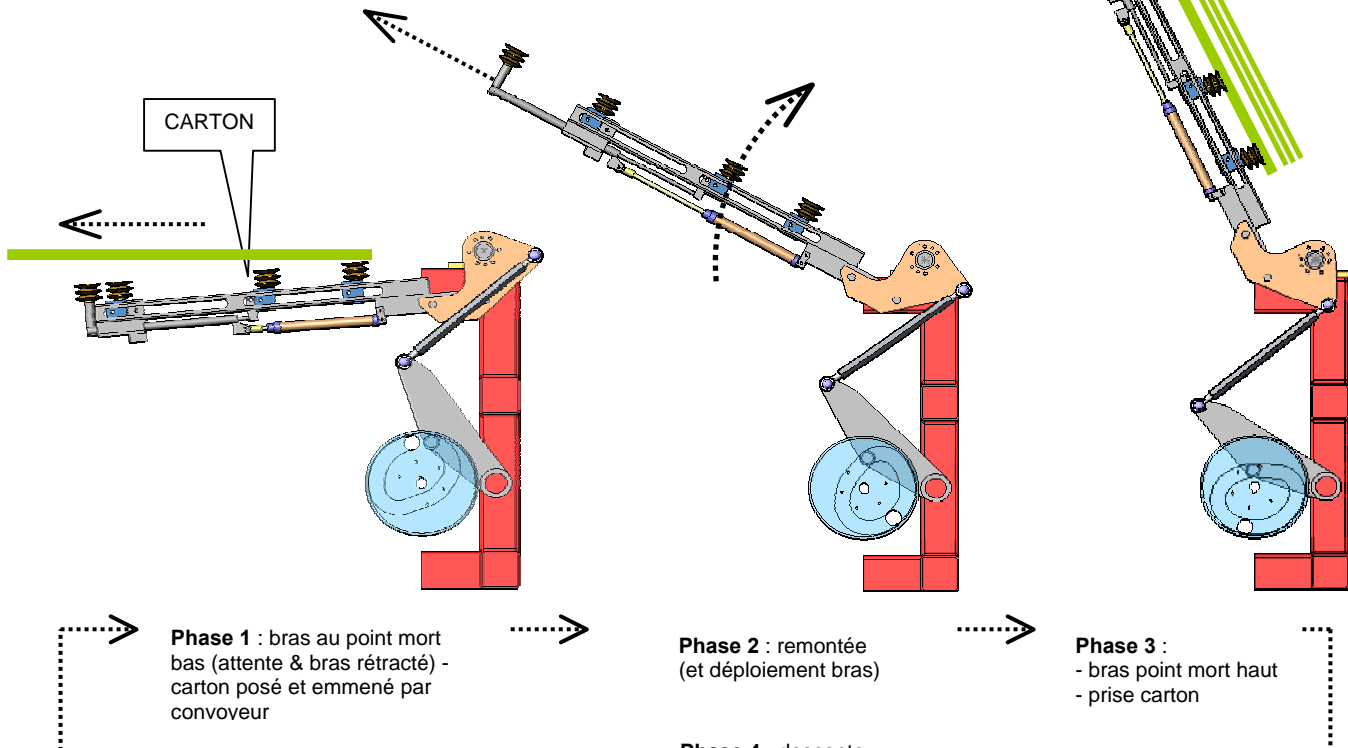


Remarque : par souci de compréhension du mécanisme et de son fonctionnement, tous les éléments ne sont pas représentés ou alors sont très simplifiés.

La commande de rotation de la came n'est pas représentée (transmission par chaîne).

1. PROBLEMATIQUE :

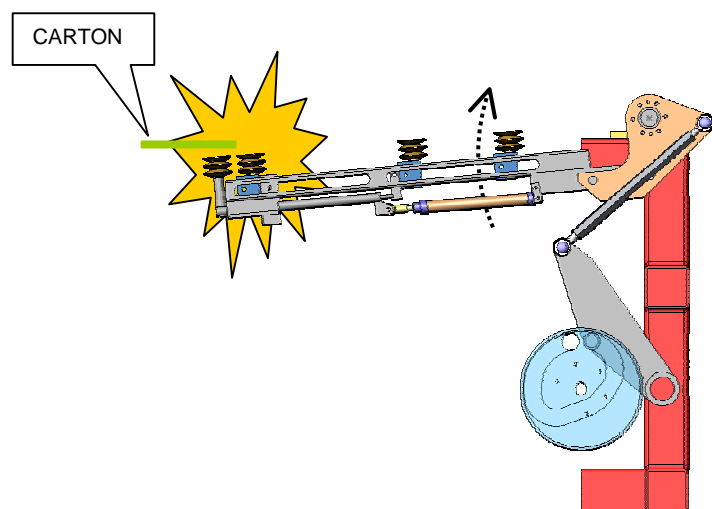
Dans un but de flexibilité, une modification a été faite sur le bras margeur afin de permettre l'utilisation de cartons de plus grand format. Un bras télescopique associé à un vérin a été monté sur le bras. D'abord rétracté en position basse, il se déploie en phase de remontée, permettant ainsi la saisie de cartons de plus grand format. Il se rétracte une fois le carton posé sur le convoyeur.



Lors de la remontée du bras, ce dernier vient parfois percuter un carton, le mettant en travers du convoyeur, bloquant la machine et donc la production.

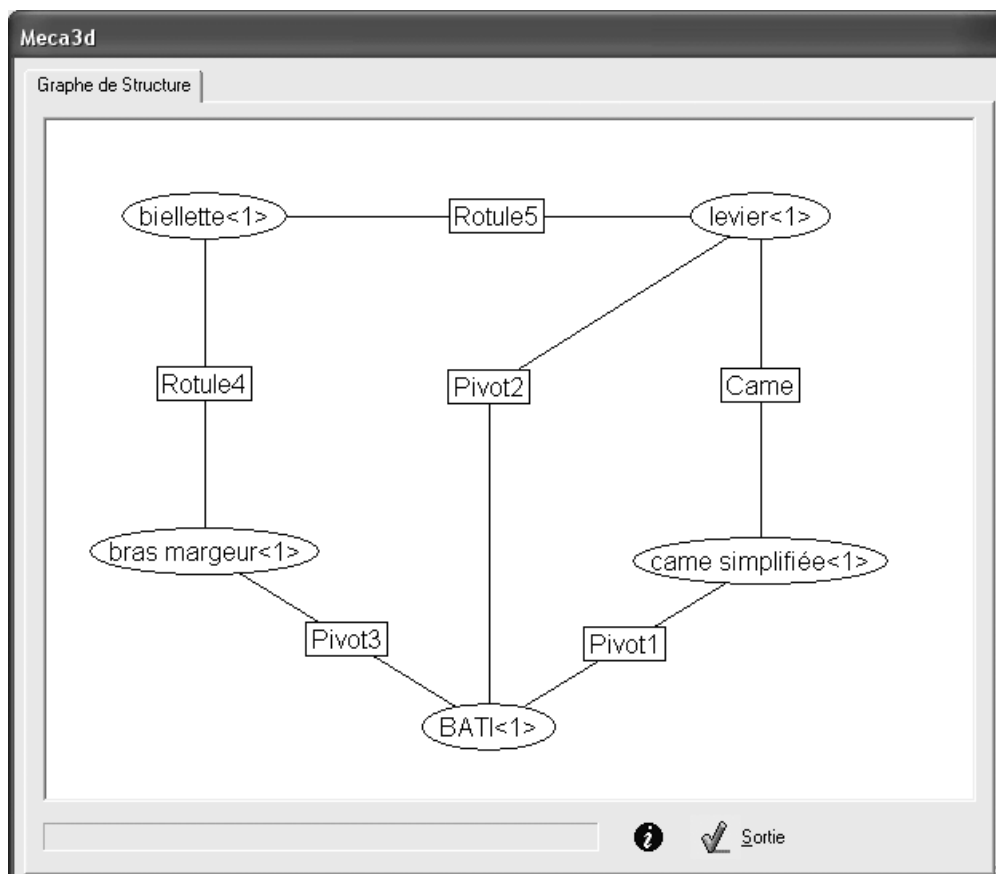
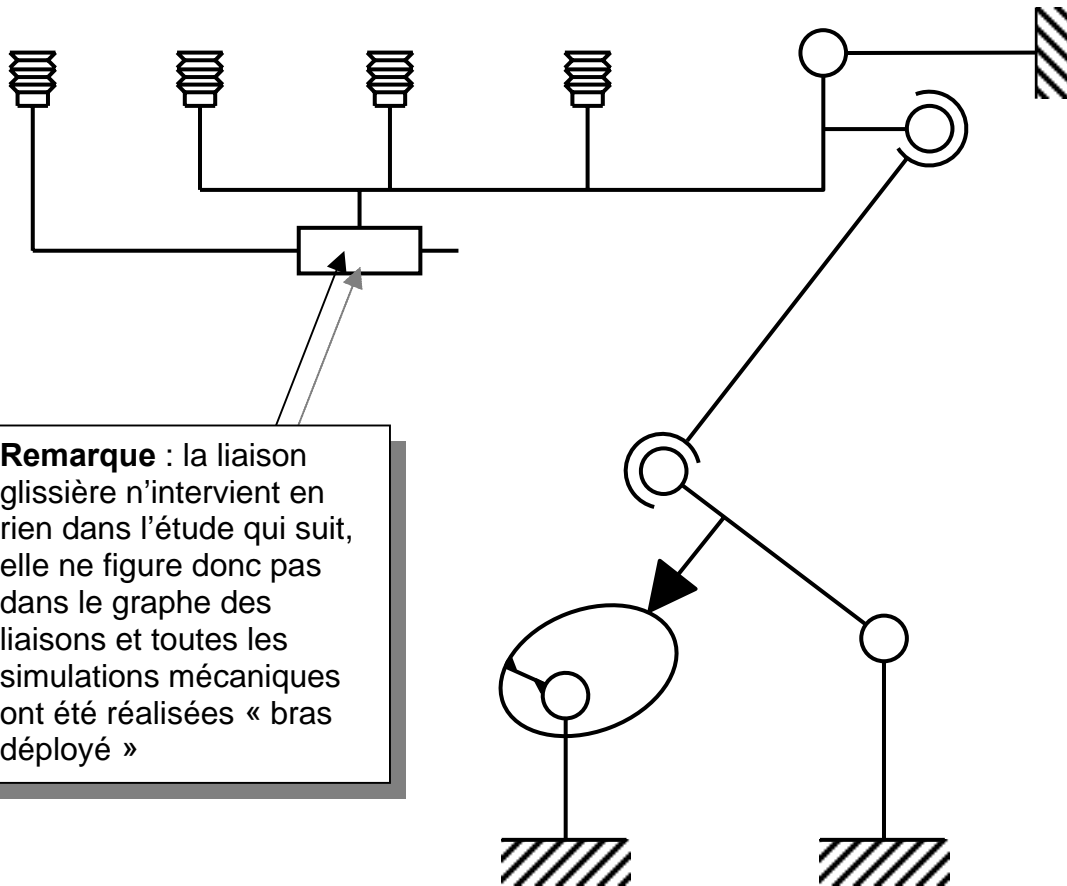
Afin de remédier à ce problème, la solution envisagée consiste à modifier la came commandant le mouvement du bras.

Il s'agit d'augmenter le temps d'attente du bras en position basse (Point Mort Bas).



L'étude proposée consiste donc à étudier la possible modification de cette came et de vérifier les effets que cette modification pourrait engendrer sur le fonctionnement et la fiabilité du système.

2. SCHEMA CINEMATIQUE ET DEFINITION DES LIAISONS



DOSSIER TRAVAIL

Dans le but de valider le projet, les vérifications se feront en trois parties :

1. Première partie : étude du profil de la came

- 1.1 détermination des paramètres d'étude
- 1.2 analyse des résultats d'une simulation mécanique
- 1.3 étude du profil de la came
- 1.4 proposition d'une modification

2. Deuxième partie : validation d'une solution

- 2.1 étude du nouveau profil de came
- 2.2 vérification du galet
- 2.3 vérification des biellettes

3. Troisième partie : Conclusion

Barème indicatif sur 20 points

- | | |
|------------------------|-------------|
| 1 . Première partie : | / 8 points |
| 2 . Deuxième partie : | / 10 points |
| 3 . Troisième partie : | / 2 points |

Total	/ 20 points
-------	-------------

1. PREMIERE PARTIE

1.1- Détermination des paramètres d'étude

1.1.1 Sachant que la cadence maxi de production de la machine est de 2000 barquettes à l'heure, déterminer quelle doit être la vitesse de rotation maxi de la came (tr/min) ainsi que la durée du mouvement (en secondes) pour 1 cycle (1 cycle est effectué en 1 tour de came).

Faire apparaître les calculs dans le cadre ci-dessous.

N came =

Durée mouvement =

1.1.2 Compléter alors la fenêtre « choix des paramètres d'étude »

Choix des paramètres d'étude

Etude 1

No.	Liaison	Composante	Type Mvt.	Vitesse	Courbe
1	Pivot1	Rx (6.667...	Imposé	<input type="text"/>	
2	Rotule4	Rx (1.000...	Imposé	0.000000	

Mouvements d'entrée

Type d'étude:

Nbre de positions:

Durée du mouvement (sec):

Commentaires :

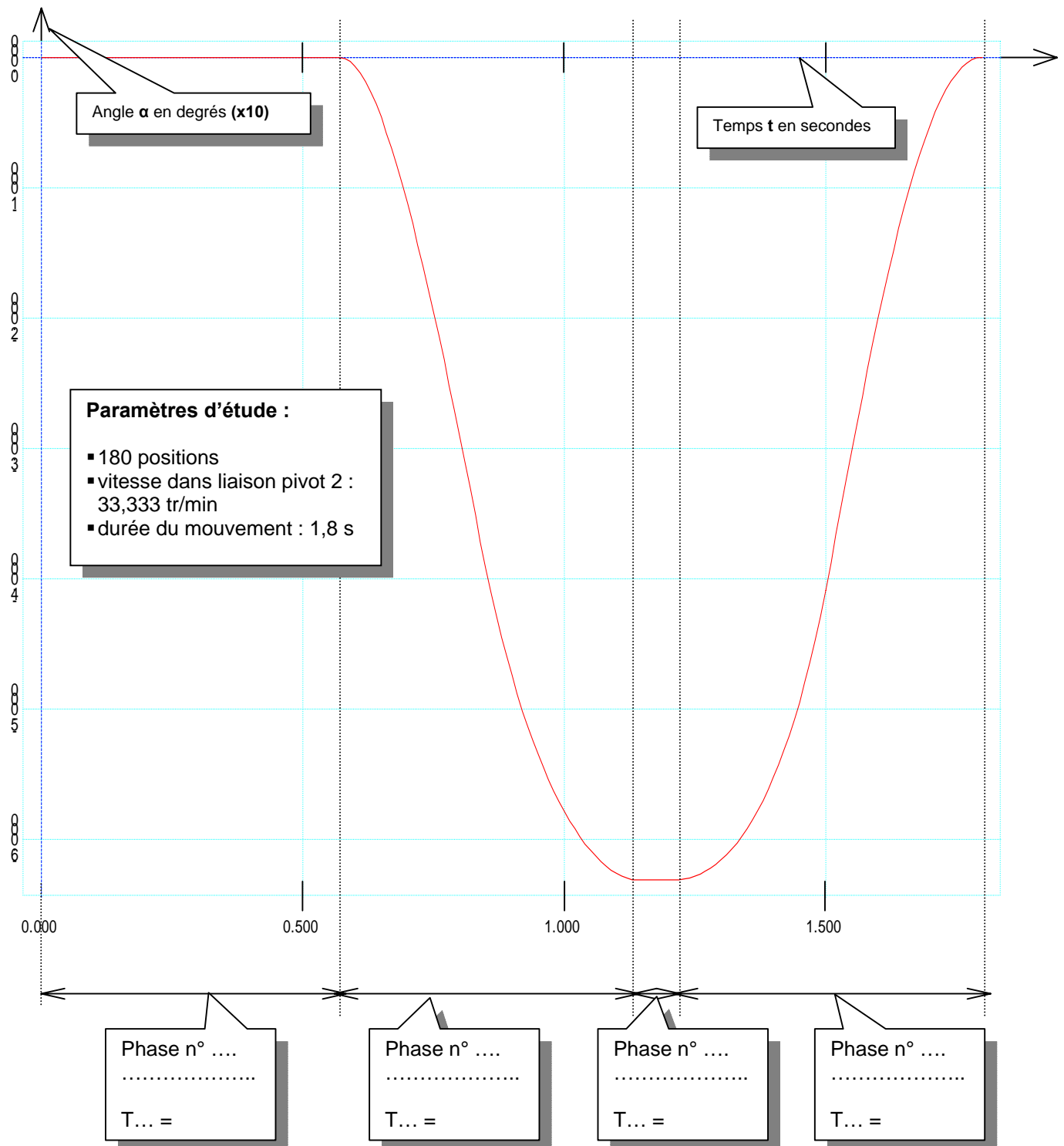
< Précédent Calcul Annuler Aide

1.2- Analyse des résultats de l'étude mécanique

L'étude mécanique permet d'éditer la courbe donnant la variation angulaire du bras/bâti dans la liaison « pivot 3 » pour 1 cycle. Le départ du cycle correspond à la position « point mort bas » du bras. Sur cette courbe, sont repérées les 4 phases du mouvement du bras.

1.2.1 Dans les cadres prévus à cet effet, compléter le numéro de chaque phase ainsi que son intitulé.

1.2.2 A l'aide du tableau « consultation des résultats » (page suivante), identifier et donner la durée de chaque phase : colorier dans le tableau les cellules correspondantes à chaque phase (1 couleur par phase) et compléter la légende. Compléter la courbe en précisant dans chaque cadre, la phase correspondante de la courbe, l'intitulé de la phase ainsi que sa durée.



Consultation des résultats (ensemble des points de la courbe précédente)

colorier pour identifier les phases

Pos.	t (s)	α (d°)	Pos.	t (s)	α (d°)	Pos.	t (s)	α (d°)	Pos.	t (s)	α (d°)
0	0	0	45	0,45	0	90	0,9	-47,4743	135	1,35	-59,1333
1	0,01	0	46	0,46	0	91	0,91	-48,8361	136	1,36	-58,4861
2	0,02	0	47	0,47	0	92	0,92	-50,1142	137	1,37	-57,778
3	0,03	0	48	0,48	0	93	0,93	-51,3138	138	1,38	-57,0055
4	0,04	0	49	0,49	0	94	0,94	-52,4395	139	1,39	-56,1651
5	0,05	0	50	0,5	0	95	0,95	-53,4952	140	1,4	-55,2525
6	0,06	0	51	0,51	0	96	0,96	-54,4847	141	1,41	-54,2633
7	0,07	0	52	0,52	0	97	0,97	-55,411	142	1,42	-53,1925
8	0,08	0	53	0,53	0	98	0,98	-56,2771	143	1,43	-52,0346
9	0,09	0	54	0,54	0	99	0,99	-57,0852	144	1,44	-50,7837
10	0,1	0	55	0,55	0	100	1	-57,8377	145	1,45	-49,4329
11	0,11	0	56	0,56	0	101	1,01	-58,5363	146	1,46	-47,975
12	0,12	0	57	0,57	0	102	1,02	-59,1827	147	1,47	-46,402
13	0,13	0	58	0,58	-0,07544	103	1,03	-59,778	148	1,48	-44,7048
14	0,14	0	59	0,59	-0,31162	104	1,04	-60,3235	149	1,49	-42,8737
15	0,15	0	60	0,6	-0,70061	105	1,05	-60,8199	150	1,5	-40,898
16	0,16	0	61	0,61	-1,23419	106	1,06	-61,2679	151	1,51	-38,771
17	0,17	0	62	0,62	-1,90407	107	1,07	-61,668	152	1,52	-36,6006
18	0,18	0	63	0,63	-2,70199	108	1,08	-62,0201	153	1,53	-34,4385
19	0,19	0	64	0,64	-3,61978	109	1,09	-62,3244	154	1,54	-32,2918
20	0,2	0	65	0,65	-4,64942	110	1,1	-62,5807	155	1,55	-30,1672
21	0,21	0	66	0,66	-5,78311	111	1,11	-62,7883	156	1,56	-28,0715
22	0,22	0	67	0,67	-7,01332	112	1,12	-62,9466	157	1,57	-26,0115
23	0,23	0	68	0,68	-8,33284	113	1,13	-63,0546	158	1,58	-23,9936
24	0,24	0	69	0,69	-9,73477	114	1,14	-63,1111	159	1,59	-22,0242
25	0,25	0	70	0,7	-11,2126	115	1,15	-63,1196	160	1,6	-20,1096
26	0,26	0	71	0,71	-12,7602	116	1,16	-63,1196	161	1,61	-18,2558
27	0,27	0	72	0,72	-14,3719	117	1,17	-63,1196	162	1,62	-16,4684
28	0,28	0	73	0,73	-16,0423	118	1,18	-63,1196	163	1,63	-14,7531
29	0,29	0	74	0,74	-17,7664	119	1,19	-63,1196	164	1,64	-13,1148
30	0,3	0	75	0,75	-19,5399	120	1,2	-63,1196	165	1,65	-11,5585
31	0,31	0	76	0,76	-21,3586	121	1,21	-63,1194	166	1,66	-10,0885
32	0,32	0	77	0,77	-23,2187	122	1,22	-63,0977	167	1,67	-8,70901
33	0,33	0	78	0,78	-25,1169	123	1,23	-63,0405	168	1,68	-7,42354
34	0,34	0	79	0,79	-27,0504	124	1,24	-62,9469	169	1,69	-6,23529
35	0,35	0	80	0,8	-29,0165	125	1,25	-62,8157	170	1,7	-5,14696
36	0,36	0	81	0,81	-31,013	126	1,26	-62,6459	171	1,71	-4,16078
37	0,37	0	82	0,82	-33,038	127	1,27	-62,4363	172	1,72	-3,27846
38	0,38	0	83	0,83	-35,0902	128	1,28	-62,1856	173	1,73	-2,50121
39	0,39	0	84	0,84	-37,1681	129	1,29	-61,8921	174	1,74	-1,82974
40	0,4	0	85	0,85	-39,1817	130	1,3	-61,5544	175	1,75	-1,26425
41	0,41	0	86	0,86	-41,0641	131	1,31	-61,1707	176	1,76	-0,80444
42	0,42	0	87	0,87	-42,8258	132	1,32	-60,7389	177	1,77	-0,44956
43	0,43	0	88	0,88	-44,4761	133	1,33	-60,257	178	1,78	-0,19837
44	0,44	0	89	0,89	-46,0232	134	1,34	-59,7227	179	1,79	-0,0492

Légende (à compléter)

<input type="checkbox"/>	Phase 1	<input type="checkbox"/>	Phase 2	<input type="checkbox"/>	Phase 3	<input type="checkbox"/>	Phase 4
--------------------------	---------	--------------------------	---------	--------------------------	---------	--------------------------	---------

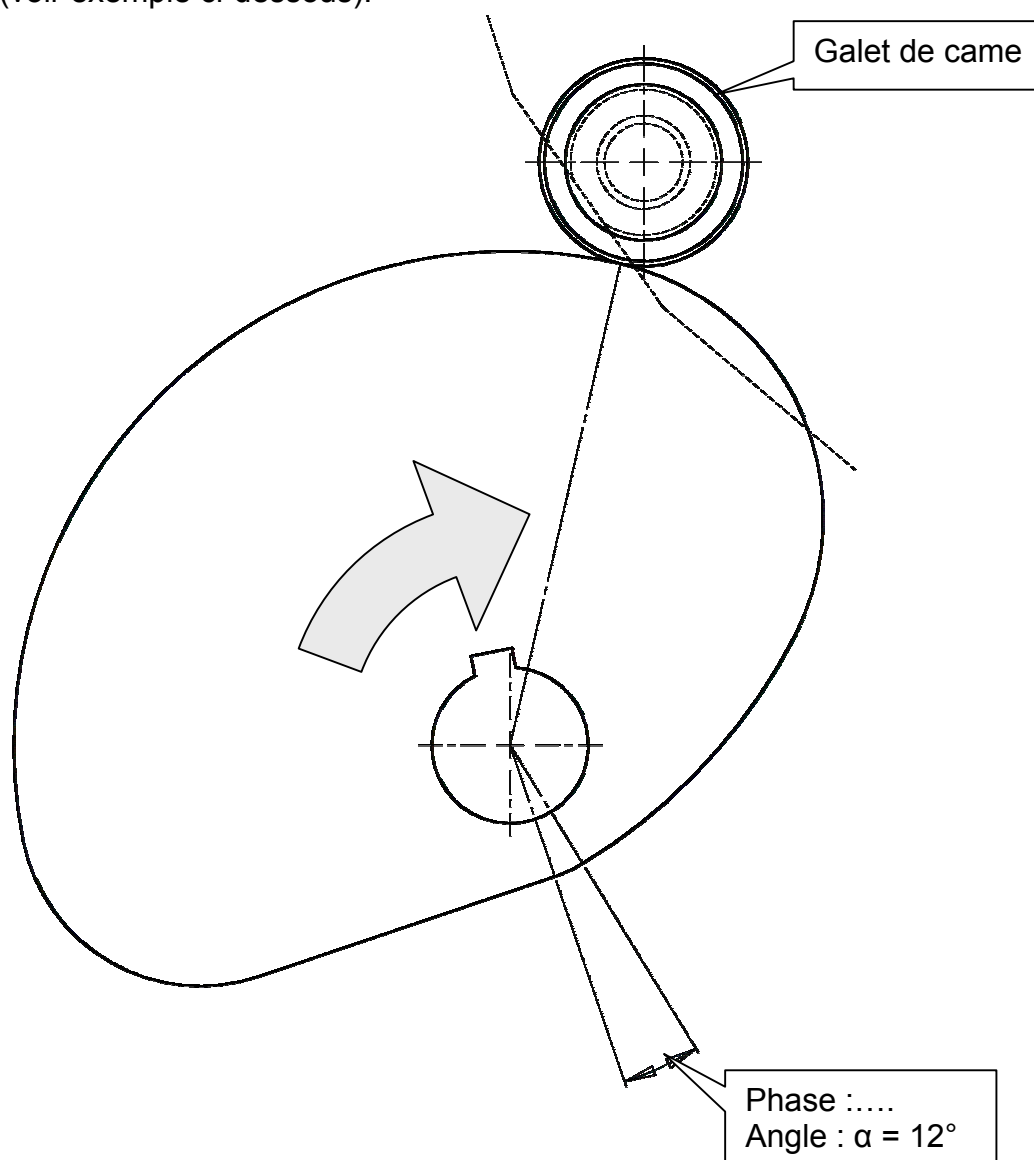
1.3- Etude du profil de la came

Sachant qu'un cycle est effectué en 1 rotation complète de la came (360°) et en vous aidant du tableau...

1.3.1 Identifier et donner, pour la phase 1 du mouvement du bras, la variation angulaire correspondante de la came. Compléter le tableau ci-dessous.

	N° Position initiale	N° Position finale	Angle came (degrés)	Durée (s)
Phase 1				
Phase 2				
Phase 3				
Phase 4				

1.3.2 Sur le dessin de la came simplifiée ci-dessous représentée en position initiale en début de cycle ($\alpha=0^\circ$), reporter la valeur de l'angle de la phase 1 et préciser à quelle phase correspond chaque zone du profil (voir exemple ci-dessous).



1.4- Proposition de modification

Afin de modifier le comportement cinématique du bras, on envisage de modifier le profil de la came. Il s'agit d'identifier la zone du profil concerné et de proposer une modification.

1.4.1 Identifier la zone du profil correspondante à la phase 1 et dire de quel type de courbe remarquable il s'agit ; préciser son rayon et sa longueur.

courbe :

rayon :

longueur :

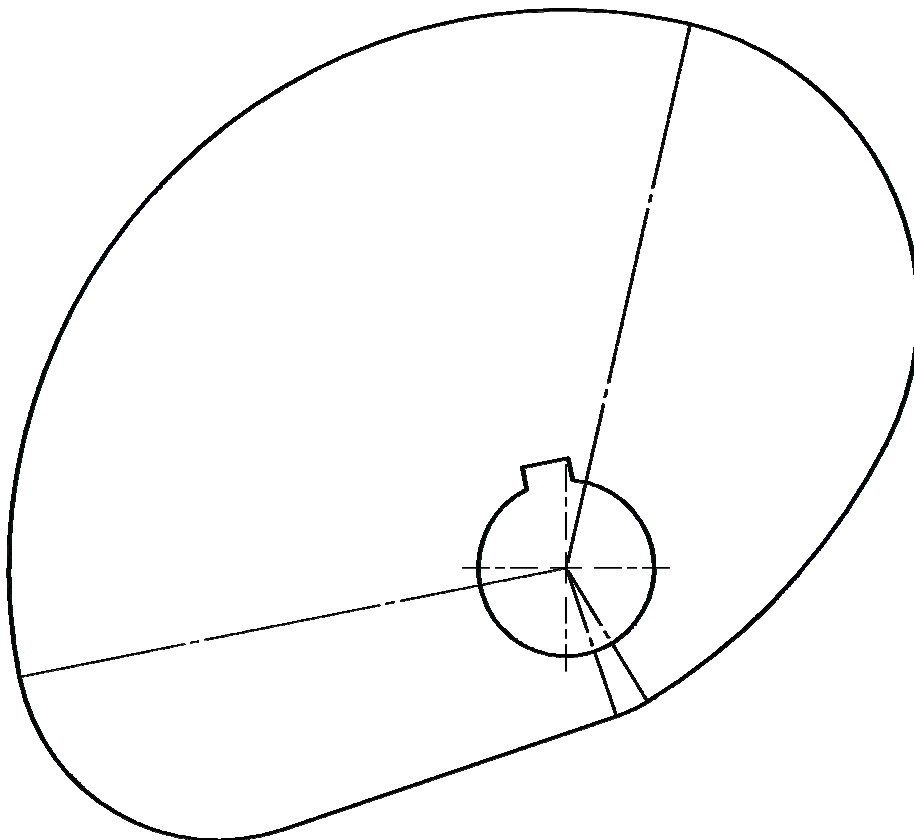
1.4.2 Souhaitant augmenter la durée de la phase 1, sur quel paramètre de cette courbe doit-on agir et de quelle manière (l'augmenter ou le diminuer ?).

Modification envisagée :

1.4.3 On donne ci-dessous le profil actuel de la came.

Repasser en vert les zones du profil qui ne sont pas modifiées ;

En bleu, tracer, approximativement, le profil de (ou des) zone(s) à modifier.



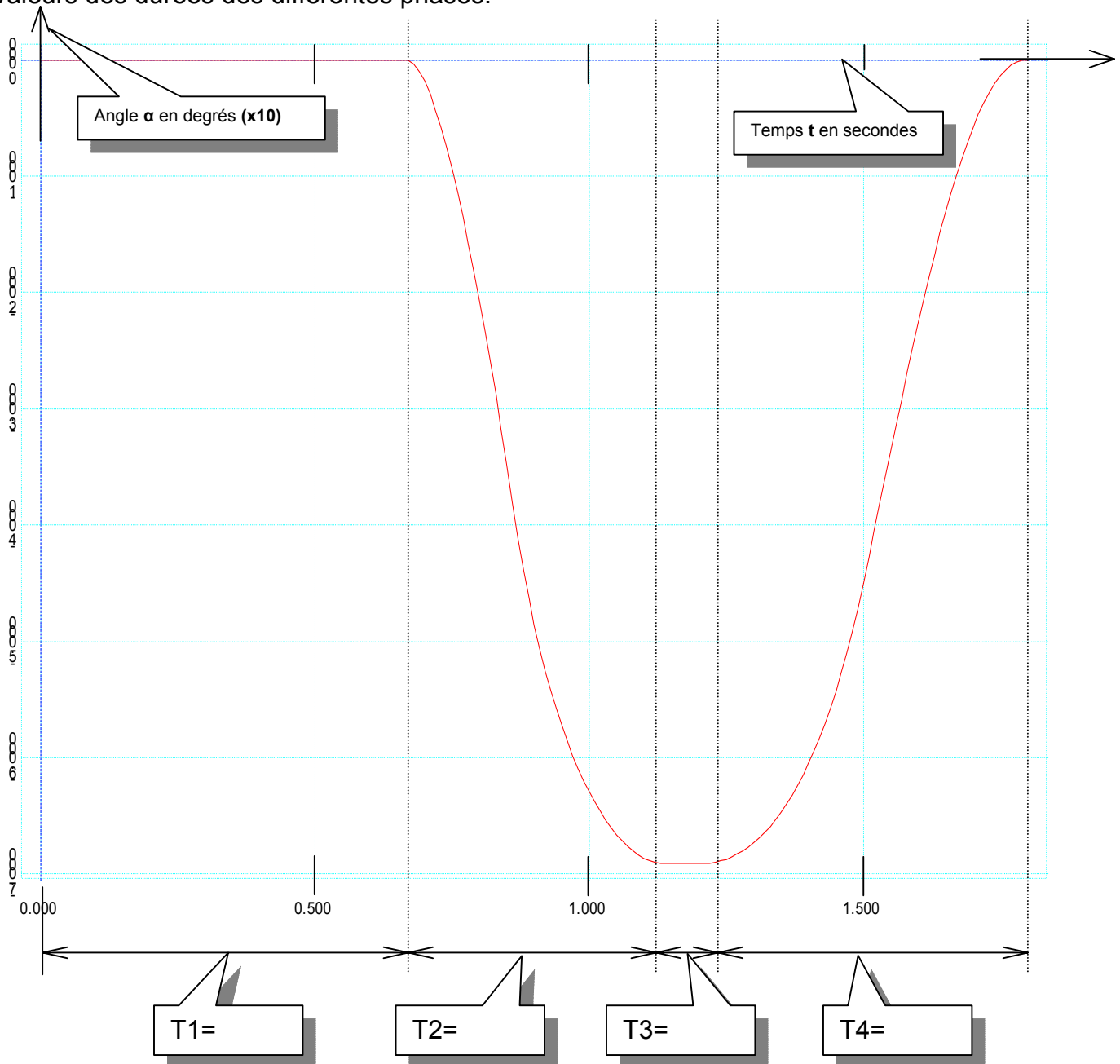
2. DEUXIEME PARTIE (validation nouvelle solution)

La nouvelle came ayant été définie, on souhaite vérifier le comportement mécanique du galet ainsi que la résistance des biellettes de commande.

Une étude **dynamique**, tenant compte des masses des différentes pièces, permet d'éditer les résultats qui suivent.

2.1 Etude du nouveau profil de came

2.1.1 On donne la nouvelle courbe de position du bras ; mesurer et donner les nouvelles valeurs des durées des différentes phases.



2.1.2 Quantifier alors (en secondes et en pourcentage), la variation obtenue sur T1 (+ si augmentation; - si diminution)

$\Delta t1 =$

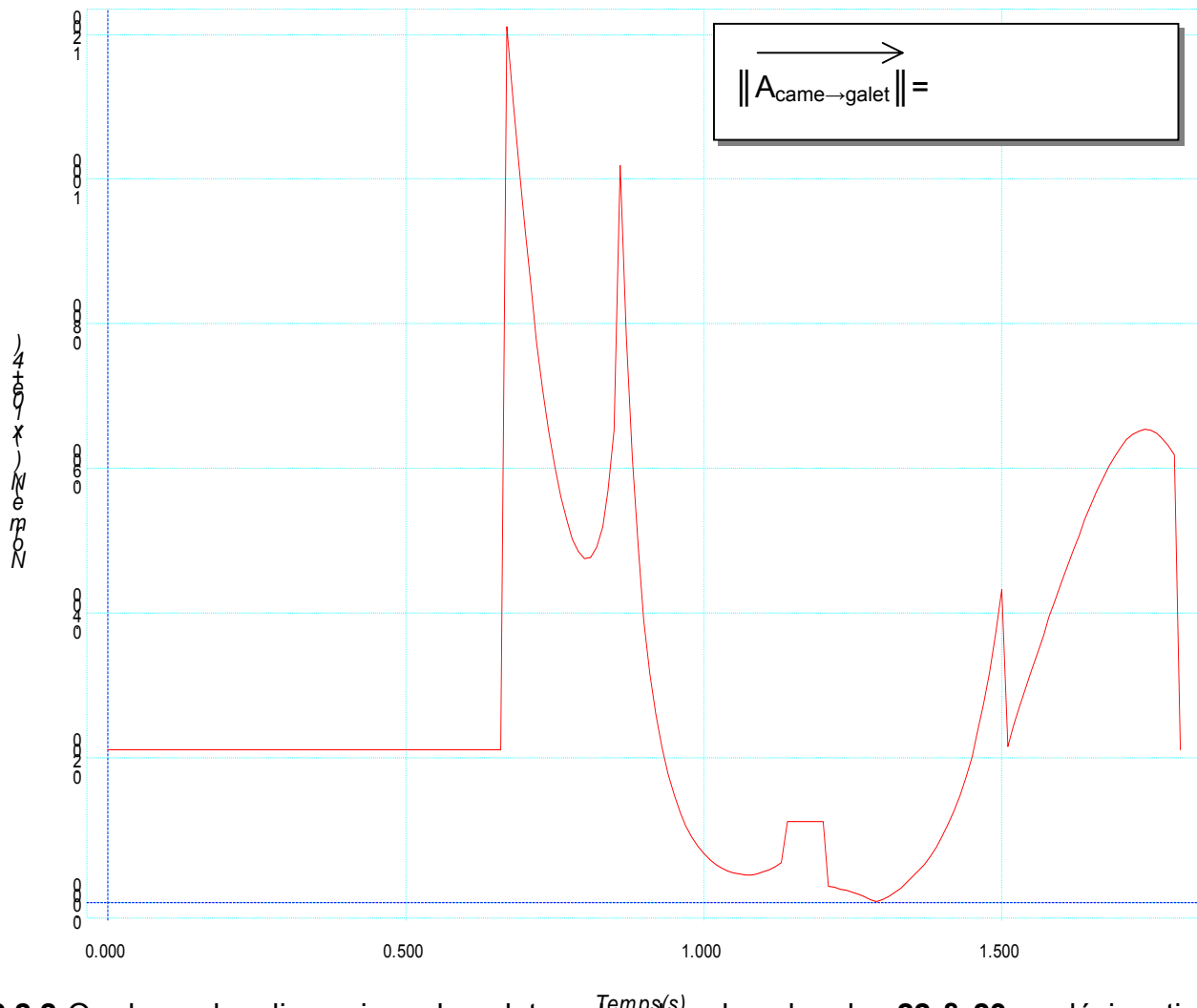
secondes

$\Delta t1 =$

%

2.2- Vérification du galet

2.2.1 La courbe ci-dessous donne la variation de l'effort de la came sur le galet.
Rechercher et donner la valeur maximale de cet effort.



2.2.2 On donne les dimensions du galet, rechercher dans les doc **22 & 23** sa désignation ainsi que la valeur de la charge maxi admissible par ce dernier.

« **Galet à aiguilles jointives sans joint,**
bande de roulement cylindrique Ø 40 – largeur 20 mm »

Référence galet :

Charge maxi (C) :

N

2.2.3 Conclure sur la résistance du galet

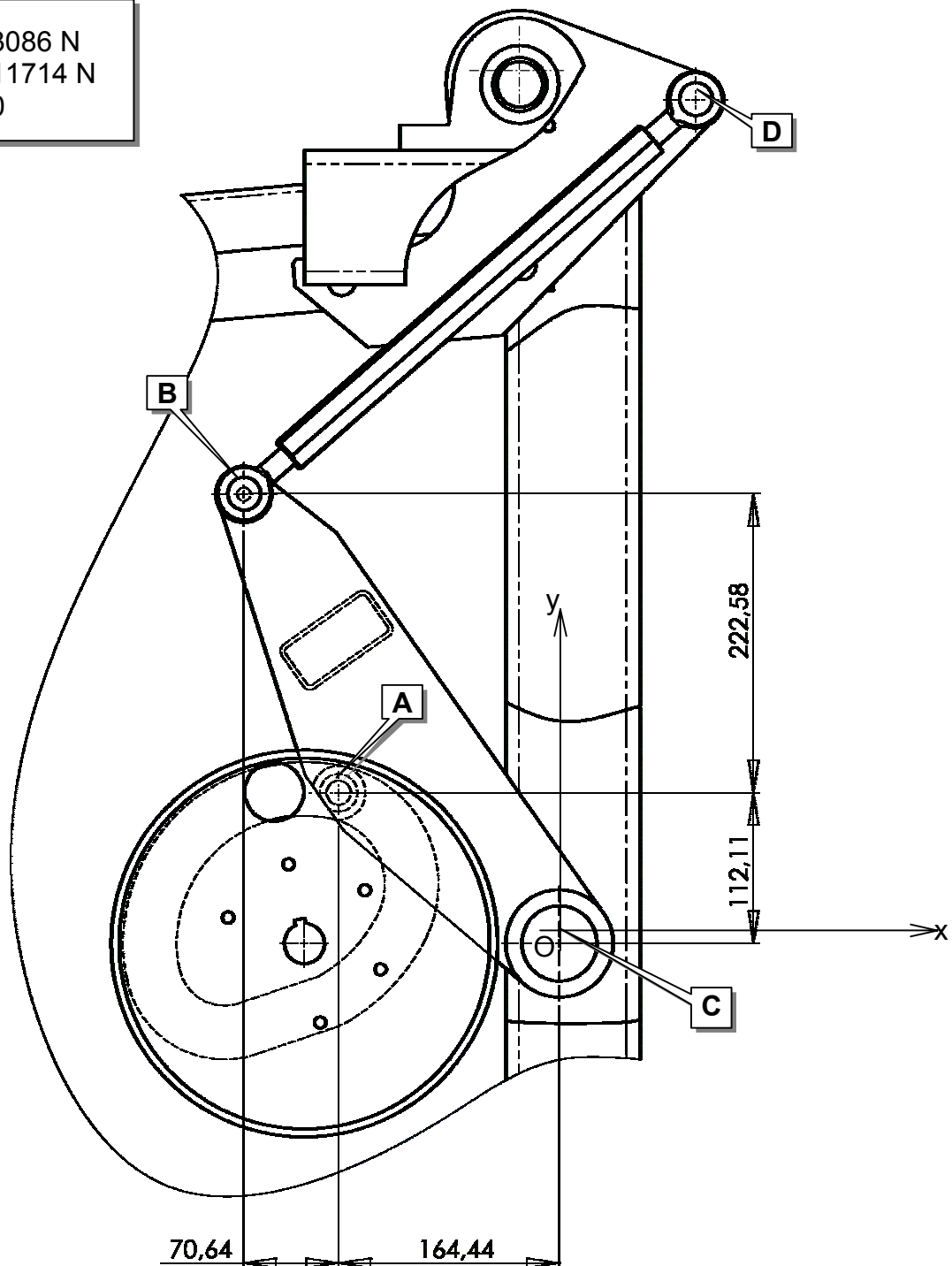
2.3- vérification des biellettes

On souhaite vérifier la résistance mécanique des biellettes.

2.3.1 Isoler le levier et faire le bilan des actions mécaniques qui lui sont appliquées.

On donne les composantes de l'action mécanique en A, on demande de déterminer, par une méthode de votre choix, les actions en B et C.

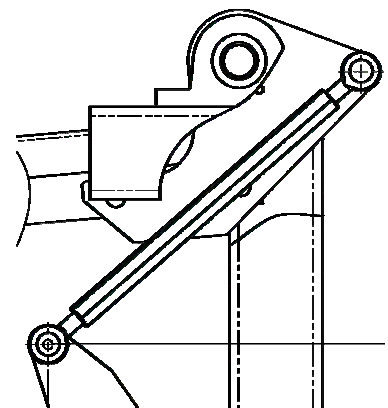
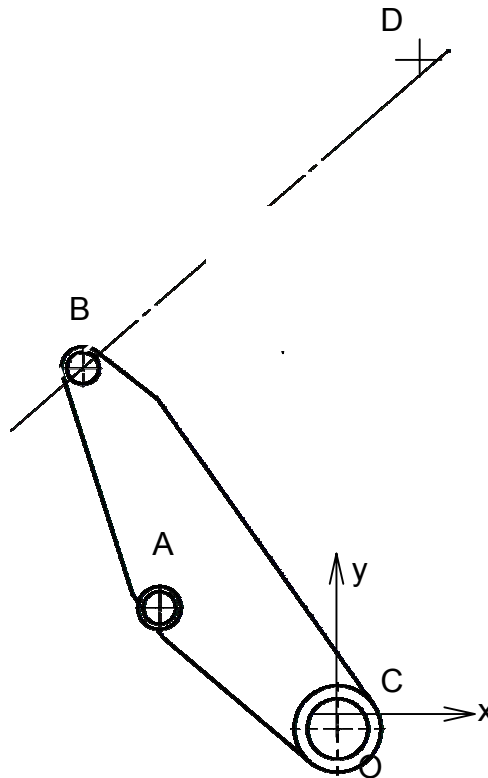
\longrightarrow	3086 N
$A_{\text{came} \rightarrow \text{levier}}$	11714 N
	0



Utiliser l'espace ci dessous pour la résolution graphique ou analytique

échelle des forces : 1mm ↔ 200N

Donnée pour le calcul :
inclinaison des biellettes **41,1°**
par rapport à l'horizontal



→
 $\parallel B_{\text{biellettes} \rightarrow \text{levier}} \parallel =$

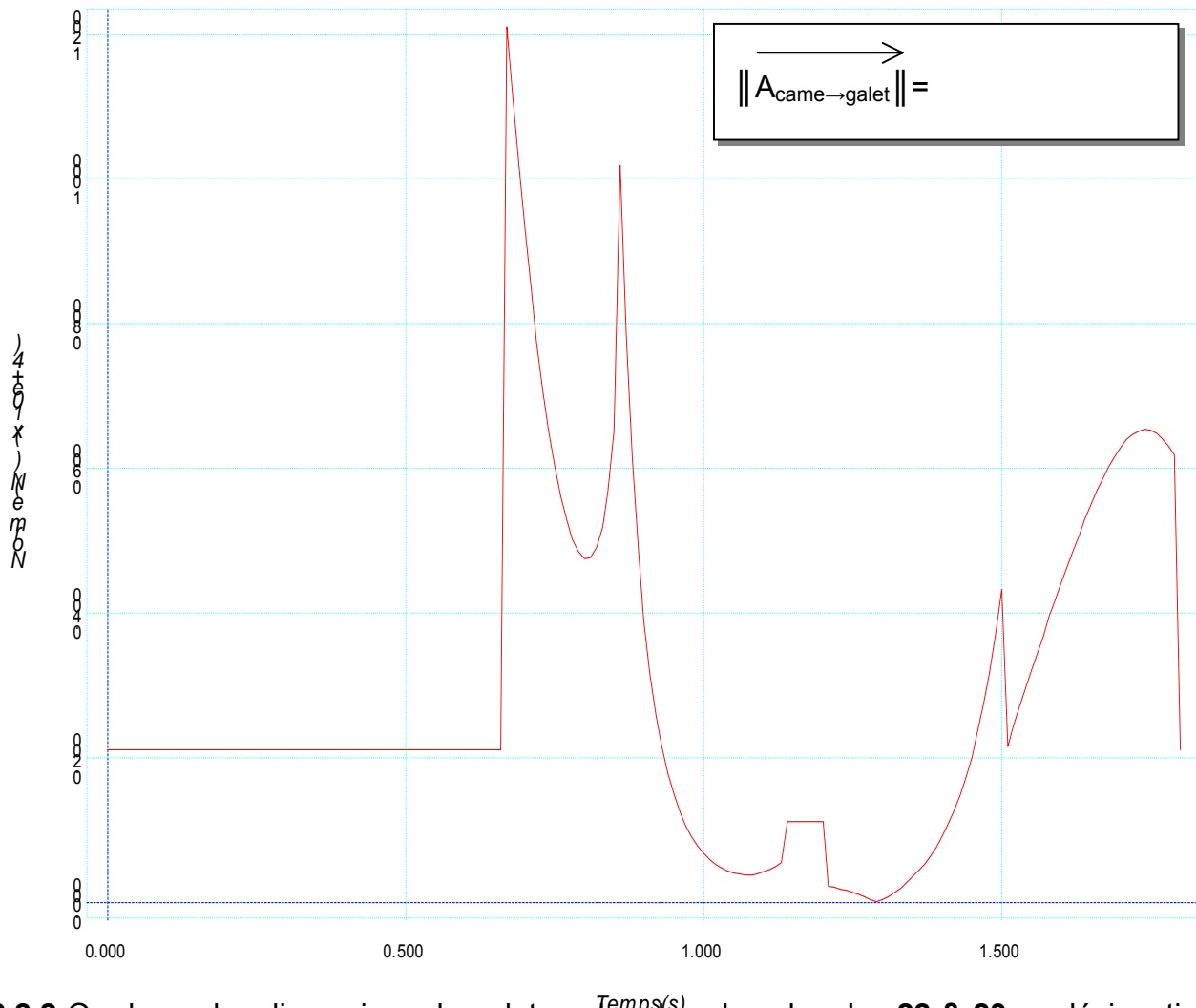
→
 $\parallel C_{\text{bâti} \rightarrow \text{levier}} \parallel =$

2.3.2 Représenter, sur la figure ci-dessus, les actions mécaniques agissant sur la biellette et préciser à quelle type de sollicitation elles sont soumises.

chaque biellette est soumise à une sollicitation de

2.2- Vérification du galet

2.2.1 La courbe ci-dessous donne la variation de l'effort de la came sur le galet.
Rechercher et donner la valeur maximale de cet effort.



2.2.2 On donne les dimensions du galet, recherchez dans les doc **22 & 23** sa désignation ainsi que la valeur de la charge maxi admissible par ce dernier.

« **Galet à aiguilles jointives sans joint,**
bande de roulement cylindrique Ø 40 – largeur 20 mm »

Référence galet :

Charge maxi (C) :

N

2.2.3 Conclure sur la résistance du galet

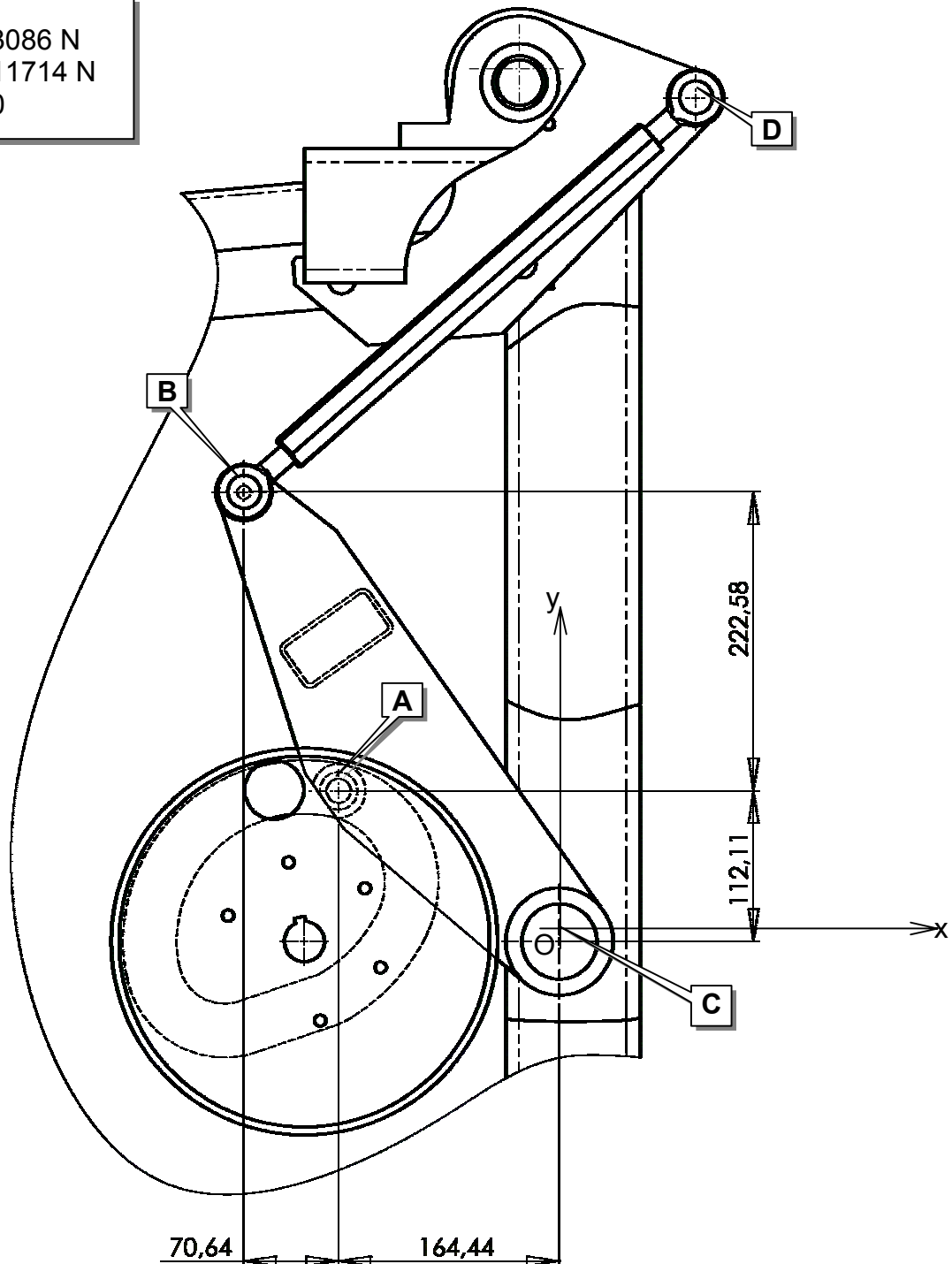
2.3- vérification des biellettes

On souhaite vérifier la résistance mécanique des biellettes.

2.3.1 Isoler le levier et faire le bilan des actions mécaniques qui lui sont appliquées.

On donne les composantes de l'action mécanique en A, on demande de déterminer, par une méthode de votre choix, les actions en B et C.

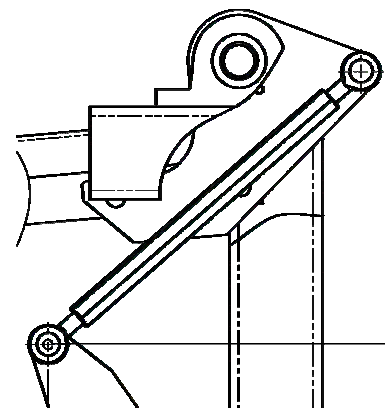
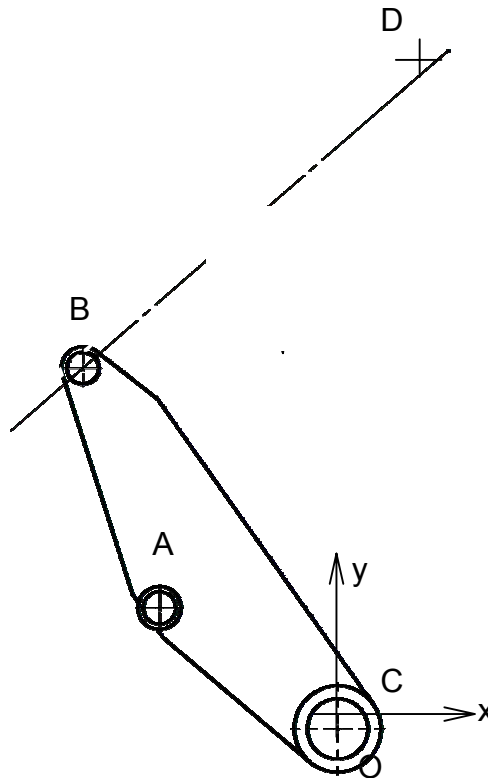
\longrightarrow	3086 N
$A_{\text{came} \rightarrow \text{levier}}$	11714 N
	0



Utiliser l'espace ci dessous pour la résolution graphique ou analytique

échelle des forces : 1mm ↔ 200N

Donnée pour le calcul :
inclinaison des biellettes **41,1°**
par rapport à l'horizontal



→
 $\parallel B_{\text{biellettes} \rightarrow \text{levier}} \parallel =$

→
 $\parallel C_{\text{bâti} \rightarrow \text{levier}} \parallel =$

2.3.2 Représenter, sur la figure ci-dessus, les actions mécaniques agissant sur la biellette et préciser à quelle type de sollicitation elles sont soumises.

chaque biellette est soumise à une sollicitation de

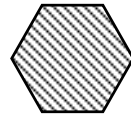
Dans les questions qui suivent, on considérera que les biellettes sont soumises à une sollicitation de compression et que la valeur de l'effort sur chaque biellette est égal à 2750 N

2.3.3 Enoncer la condition de résistance pour la sollicitation définie précédemment et vérifier la résistance de la biellette.

Condition de résistance :

Caractéristiques biellette :

- Section hexagonale **S=501,96mm²**
- Profilé étiré à froid
- Acier **C35**
- **R_{min} 570 MPa / Re_{min} 335 MPa**



Vérification :

Lors de la conception initiale de la machine, il était prévu que les biellettes soient dimensionnées avec un coefficient de sécurité $s=5$

2.3.4 Calculer la valeur du coefficient de sécurité au regard du calcul précédemment réalisé.

coefficient de sécurité réel :

2.3.5 Conclure sur la résistance des biellettes

2.3.6 Le coefficient de sécurité réel est très largement supérieur à celui initialement prévu. Quels sont les autres phénomènes physiques qui sont pris en compte et qui justifient ce coefficient de sécurité ?

TROISIEME PARTIE : conclusion

Conclure sur la validité de la solution envisagée : modification du profil de la came

Le BE de l'entreprise souhaitait une augmentation de **15%** minimum de la durée du temps d'attente du bras en position basse.

Rappeler les valeurs calculées et conclure sur la modification de profil de la came.

Durée initiale $T1_{init}$ = durée modifiée $T1_{modif}$ =

Variation : $\Delta t1$ = %

L'augmentation de la durée de T1 est-elle conforme ?.....☐ **OUI** ☐ **NON**

Le galet supporte-t-il la charge ?.....☐ **OUI** ☐ **NON**

Les biellettes sont-elles correctement dimensionnées ?.....☐ **OUI** ☐ **NON**

Si oui, rappel coefficient de sécurité calculé: **s** =

Conclusion sur la validité de la came modifiée :

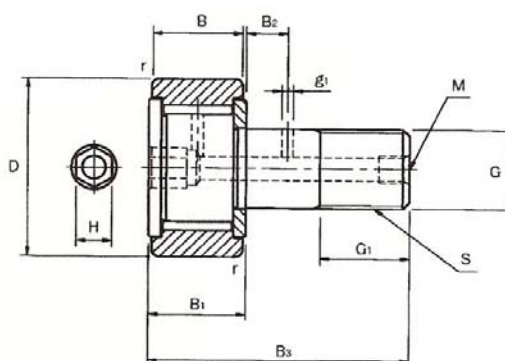
DOSSIER RESSOURCES

- Extrait catalogue constructeur galets de came
- Dessin de définition came initiale

GALET DE CAME SUR AXE A AIGUILLES JOINTIVES



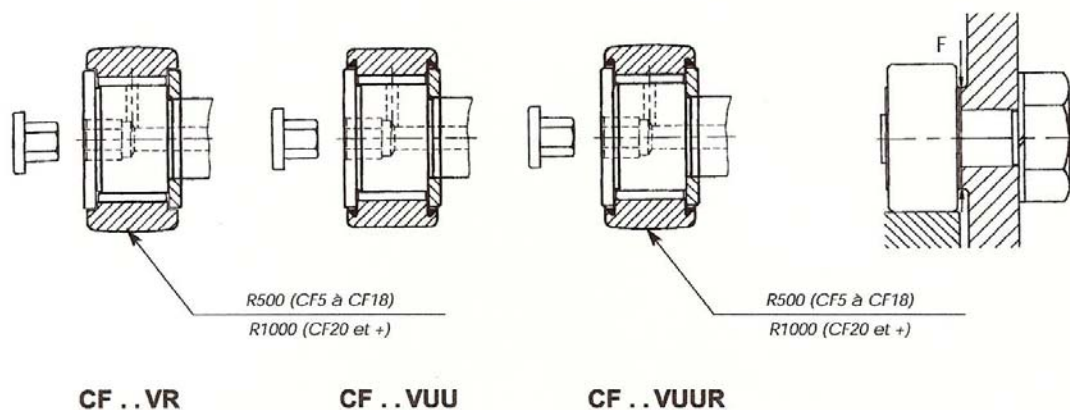
CF..V



CF..V

Ø de l'axe G mm	Références				Poids g	Dimensions (mm)			Couple de serrage de l'écrou Nm
	Sans joint		Avec joint			H	D	S	
	Ø extérieur cylindrique	Ø extérieur bombé	Ø extérieur cylindrique	Ø extérieur bombé					
	CF..V	CF..VR	CF..VUU	CF..VUUR					
5	CF 5 V	CF 5 VR	CF 5 VUU	CF 5 VUUR	11	3	13	M5 x 0.8	2
6	CF 6 V	CF 6 VR	CF 6 VUU	CF 6 VUUR	19	3	16	M6 x 1	3
8	CF 8 V	CF 8 VR	CF 8 VUU	CF 8 VUUR	29	4	19	M8 x 1.25	8
10	CFA 10 V	CFA 10 VR	CFA 10 VUU	CFA 10 VUUR	46	4	22	M10 x 1.0	15
	CFA 10-1 V	CFA 10-1 VR	CFA 10-1 VUU	CFA 10-1 VUUR	61		26		
12	CF 12 V	CFA 12 VR	CFA 12 VUU	CFA 12 VUUR	97	6	30	M12 x 1.5	22
	CF 12-1 V	CF 12-1 VR	CF 12-1 VUU	CF 12-1 VUUR	107		32		
16	CF 16 V	CF 16 VR	CF 16 VUU	CF 16 VUUR	173	6	35	M16 x 1.5	58
18	CF 18 V	CF 18 VR	CF 18 VUU	CF 18 VUUR	255	8	40	M18 x 1.5	87
20	CF 20 V	CF 20 VR	CF 20 VUU	CF 20 VUUR	465	8	52	M20 x 1.5	120
	CF 20-1 V	CF 20-1 VR	CF 20-1 VUU	CF 20-1 VUUR	390		47		
24	CF 24 V	CF 24 VR	CF 24 VUU	CF 24 VUUR	820	8	62	M24 x 1.5	220
	CF 24-1 V	CF 24-1 VR	CF 24-1 VUU	CF 24-1 VUUR	1 140		72		
30	CF 30 V	CF 30 VR	CF 30 VUU	CF 30 VUUR	1 870	8	80	M30 x 1.5	450
	CF 30-1 V	CF 30-1 VR	CF 30-1 VUU	CF 30-1 VUUR	2 030		85		
	CF 30-2 V	CF 30-2 VR	CF 30-2 VUU	CF 30-2 VUUR	2 220		90		

Tous les galets peuvent être graissés des 2 côtés



Dimensions (mm)									Charges		Vitesse maximum
B	B1	B3	M	g1	G1	B2	r	Ø minimum d'appui F	Dyn. C kgf	Dyn. Co kgf	tr/mm
9	10	23			7.5		0.5	9.7	400	280	15 000
11	12	28			9		0.5	11	710	870	12 000
11	12	32			11		0.5	13	830	1 410	9 000
12	13	36			13		1	15	970	1 480	7 000
14	15	40	M6 x 1	3	14	6	1.5	20	1 370	2 010	6 000
18	19.5	52	M6 x 1	3	18	8	1.5	24	2 110	3 840	4 500
20	21.5	58	M6 x 1	3	20	10	1.5	26	2 580	5 240	3 500
24	25.5	66	M6 x 1	4	22	12	1.5	36	3 380	6 580	3 500
29	30.5	80	M6 x 1	4	25	12	1.5	40	4 750	9 390	3 000
35	37	100	M6 x 1	4	32	15	2	46	6 900	14 700	2 000

Vitesse limite : Lubrification à l'huile + 30 %. Si les galets comportent des joints, — 40 % par rapport au tableau

$$1\text{Kgf} = 10\text{ N}$$

CARACTERISTIQUES CAME INITIALE

