

## **FINAL CP43 du 17/01/2018**

**NOM :**

**Signature :**

**Prénom :**

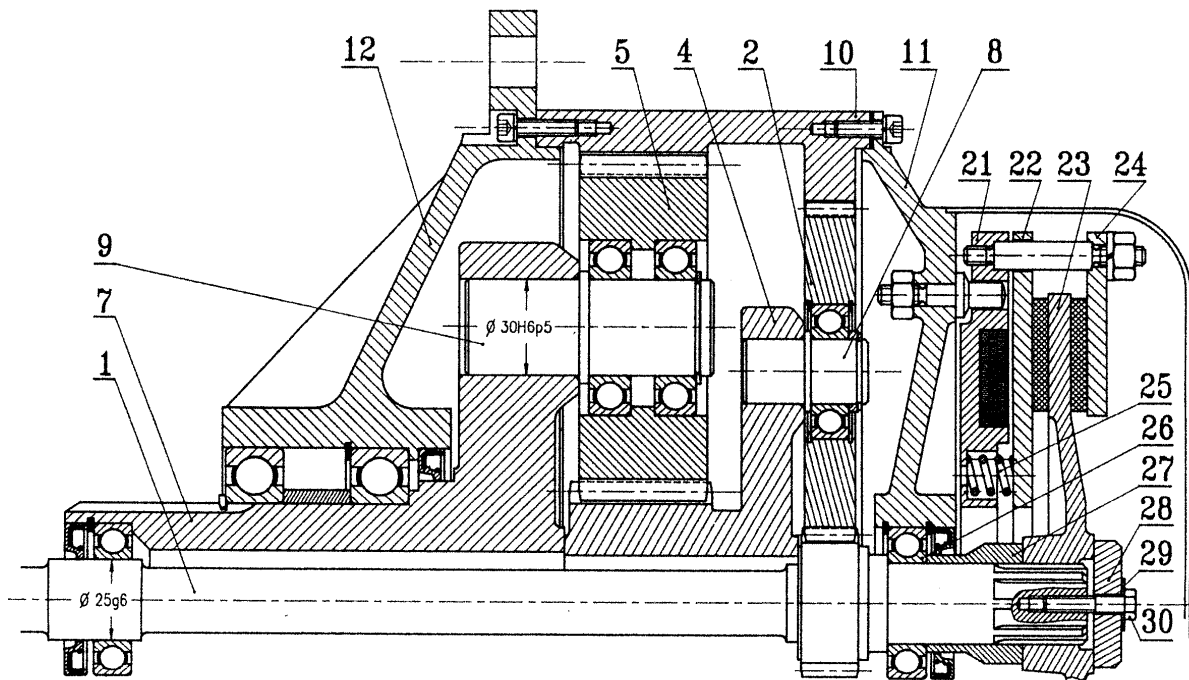
### **Prototypage rapide**

- a) Décrivez le processus d'obtention d'une pièce par thermoformage : les différentes étapes, les avantages, les inconvénients de ce process.

Le comparer à un autre processus de fabrication de pièces en matière plastique que vous citerez.

- b) Que signifie l'acronyme WAAM ? décrivez rapidement de quoi il s'agit et donnez une application industrielle.

## Réducteur-frein palan électrique



Le palan est animé par un moteur électrique qui entraîne, par l'intermédiaire d'un accouplement élastique, l'arbre 1 du réducteur. Le porte-satellites 7 assure l'entraînement d'un tambour non représenté par l'intermédiaire des cannelures. Le crochet de levage est attaché à une poulie roulant sur un câble en U : une extrémité du câble est fixée au carter du palan (pièces 10, 11, 12), l'autre extrémité s'enroule sur le tambour.

Un frein bloque automatiquement l'arbre 1 lorsque le moteur est inactif : les ressorts 25 repoussent la couronne d'acier 22, les garnitures de frein solidaires de 22 et 24 bloquent la rotation du disque 23 et donc la rotation de 1. Lorsqu'on désire enrouler ou dérouler du câble pour faire monter ou descendre le crochet, on alimente simultanément le moteur et le bobinage placé à l'intérieur de 21, le champ magnétique induit attire alors 22 qui comprime les ressorts 25 et libère le disque 23.

Le réducteur utilisé dans ce palan est constitué de deux trains épicycloïdaux :

**Premier train** : pignon arbré 1, satellite 2, couronne intérieure 10d (couronne de droite)

$$Z_1 = 21 \quad Z_2 = 51 \quad Z_{10d} = 123$$

$$\text{Module de } Z_1, Z_2 \text{ et } Z_{10d} : m = 2 \text{ mm}$$

**Second train** : pignon 4, satellite 5, couronne intérieure 10g

$$Z_4 = 23 \quad Z_5 = 34 \quad Z_{10g} = 91$$

$$\text{Module de } Z_{23}, Z_5 \text{ et } Z_{10g} : m' = 3 \text{ mm}$$

Rappel :

$$Raison = \frac{\omega_{\text{Planétaire-Récepteur}} - \omega_{\text{Porte-Satellite}}}{\omega_{\text{Planétaire-Moteur}} - \omega_{\text{Porte-Satellite}}} = (-1)^n \frac{\text{produit des } Z_{\text{menantes}}}{\text{produit des } Z_{\text{menées}}}$$

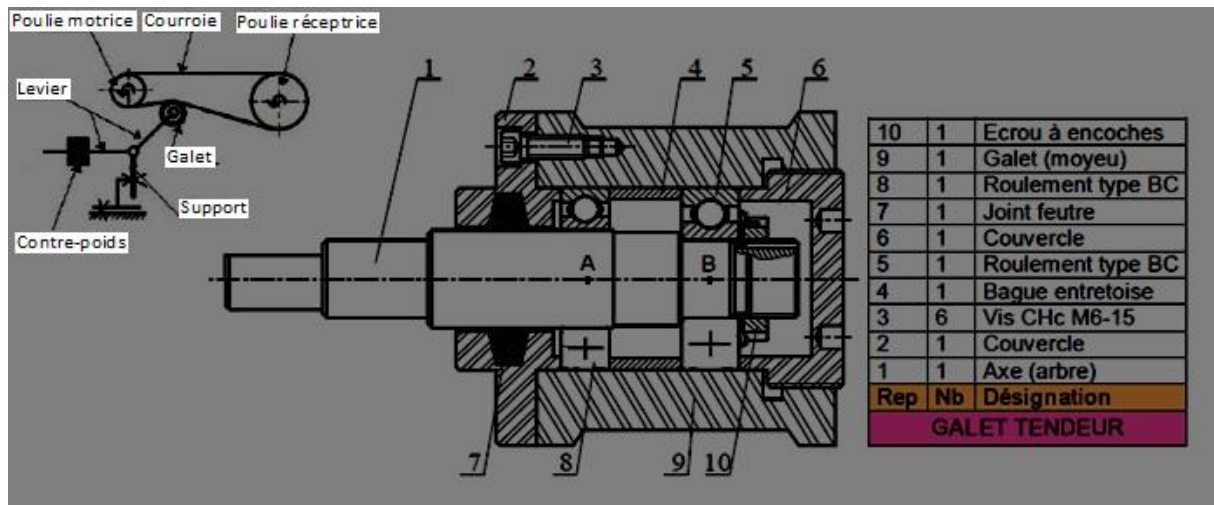
**NOM :**  
**Prénom :**

**Signature :**

- a) Quels éléments permettent d'affirmer que l'engrenage du réducteur est constitué de deux trains épicycloïdaux ?
- b) Le porte-satellite 4 peut-il comporter 3 satellites. Justifiez votre réponse.
- c) Montrez que le nombre de dents des différents pignons permet un montage correct pour chaque train épicycloïdal.
- d) Tracez le schéma cinématique de ce mécanisme frein compris.
- e) A partir de la relation de Willis, déterminez la raison du premier train épicycloïdal. Exprimez le rapport de réduction  $\omega_4 / \omega_1$

- f) De la même manière, déterminez la raison du second train épicycloïdal.  
Exprimez le rapport de réduction  $\omega_7 / \omega_4$
- g) A partir des questions précédentes, exprimez puis calculez le rapport de réduction  $\omega_7 / \omega_1$  du réducteur
- h) Le tambour sur lequel s'enroule le câble, possède un diamètre de 200 mm.  
La charge maximale soulevée par le palan est égale à 20 000 N  
Le coefficient de frottement  $f_{\text{garniture/acier}} = 0,2$   
Il y a cinq ressorts **25** précontraints à **200 N** chacun.  
Calculez l'échelle du dessin et vérifiez que le frein est correctement dimensionné.
- i) Le rendement global du mécanisme est égal à 0,8.  
Déterminez la puissance minimale du moteur du palan.

## Etude d'un montage de roulements à billes à contact radial.



Guidage en rotation d'un galet tendeur

### Données :

vitesse de rotation du galet : 6000 tr/mn

$$\vec{OA} = -18\vec{x} \text{ et } \vec{OB} = 6\vec{x}$$

$$\vec{F} = -1000\vec{y} \text{ (action de la courroie sur le galet)}$$

Roulements utilisés : en A 61903 (C = 4,62 kN) et 6002 en B (C = 5,85 kN)

### Questions préliminaires :

1) D'après le tableau « Fixation des bagues de roulements », quelle solution a été adoptée et pourquoi ?

2) Quels types d'arrêts axiaux ont été utilisés ?

### Calculs de vérification :

3) Montrez que les efforts radiaux s'appliquant sur les roulements 5 et 8 valent 750N et 250N

4) Déterminez la durée de vie de chaque roulement en millions de tours ( $L_{10}$ )

5) En déduire la durée de vie du montage en millions de tours et en heures ( $L_{10}$  et  $L_{10h}$ )

6) En réalité on désire une fiabilité de 99 %, quelle est alors la « vraie » durée de vie ? ( $L_{1h}$ )

#### Redimensionnement des roulements :

La durée de vie obtenue à la question 6 est nettement insuffisante, nous allons modifier le montage en utilisant un montage mixte avec un roulement à rouleaux cylindriques en B et un roulement à billes à contact radial en A.

Donnée : le cahier des charges impose une durée de vie minimale du montage en heure :  $L_{1h} = 1000h$

7) La documentation SKF pour les roulements à billes à contact radial (pour  $d = 15$  à  $17$  mm) et à rouleaux cylindriques ( $d = 15$  à  $17mm$ ) est fournie ci-dessous. Choisissez convenablement les deux roulements parmi ceux-ci.

8) Calcul de vérification. Déterminez la durée de vie  $L_{10h}$  du montage avec les roulements choisis à la question précédente. Donnez alors la fiabilité à  $1000h$  du montage.

### Roulements à billes à contact radial (données SKF)

Dimensions principales				Charges de base		Limites de fatigue	Vitesses de base		Désignation
d	D	B	C	C	C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>	Vitesse de référence	Vitesse limite	Bearing
mm				kN		kN	r/min		
15	24	5		1.9	1.1	0.048	60000	38000	61802
15	42	13		11.9	5.4	0.228	38000	24000	6302
15	28	7		4.36	2.24	0.095	56000	34000	61902
15	32	9		5.85	2.85	0.12	50000	32000	6002
15	32	8		5.85	2.85	0.12	50000	32000	16002
17	26	5		2.03	1.27	0.054	56000	34000	61803
17	47	14		14.3	6.55	0.275	34000	22000	6303
17	30	7		4.62	2.55	0.108	50000	32000	61903
17	35	10		6.37	3.25	0.137	45000	28000	6003
17	35	8		6.37	3.25	0.137	45000	28000	16003
17	40	12		9.95	4.75	0.2	38000	24000	6203

### Roulements à billes à rouleaux cylindriques (données SKF)

Dimensions principales			Charges de base		Limite de fatigue	Vitesses de base		Désignation
d	D	B	C	C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>	Vitesse de référence	Vitesse limite	
mm			kN		kN	r/min		
15	35	11	12.5	10.2	1.22	22000	26000	NU 202 ECP
15	35	11	12.5	10.2	1.22	22000	26000	NJ 202 ECP
17	40	12	20	14.3	1.73	20000	22000	NJ 203 ECP
17	47	14	28.5	20.4	2.55	17000	20000	NU 303 ECP
17	40	16	27.5	21.6	2.65	20000	22000	NUP 2203 ECP
17	40	12	20	14.3	1.73	20000	22000	NU 203 ECP
17	40	16	27.5	21.6	2.65	20000	22000	NJ 2203 ECP
17	40	12	20	14.3	1.73	20000	22000	NUP 203 ECP
17	40	12	20	14.3	1.73	20000	22000	N 203 ECP
17	40	16	27.5	21.6	2.65	20000	22000	NU 2203 ECP
17	47	14	28.5	20.4	2.55	17000	20000	NJ 303 ECP

solutions N° ↓	Combinaisons usuelles des épaulements (cas général)	bagage inférieure tournante/charge			bagage supérieure tournante/charge			exemples : BGP + BGP BGP + DCO RB + RB, COO + COO
		cas de 2 roulements à bagues non séparables			cas où l'un des 2 roulements est à bagues séparables			exemples : BGP + CY DCO + CY COO + CY
		remarques						
①		•		•			souvent utilisé, n'exige pas un jeu axial de fonctionnement, montage facile avec des roulements différents	
②			•		•		idem ci-dessus mais moins utilisé	
③		•		•			solution 3 : les épaulements 1 et 6 peuvent être remplacés par des épaulements sur 2 et 5  avec la charge axiale dans un seul sens, les résultats sont meilleurs	
④			•		•		assez utilisés, exigent un léger jeu J pour éviter les oppositions mutuelles et compenser les dilatactions ou une rondelle élastique  à utiliser avec des liaisons courtes	
⑤		•	•			•	liaisons rigides pouvant supporter charges élevées, chocs et vibrations	
⑥				•		•		
⑦		•			•		variante économique des cas 3 et 4 pour liaisons peu chargées (généralement sans charge axiale ou sous charge axiale faible selon type de roulements)	