

## MOTO-COMPRESSEUR D'AIR À PISTON

### 1- Présentation du support:

Dans Les ateliers, les laboratoires, les cabinets dentaires et les industries médicales, graphiques, alimentaires et de transports il y a souvent besoin d'alimenter les appareils et machines en air comprimé. Les moto-compresseurs d'air à piston, de différents types, sont conçus pour répondre à ce besoin.

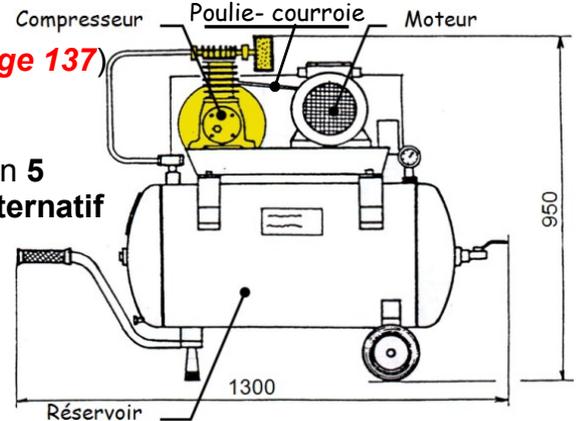
### 2- Principe de fonctionnement :

 (Voir dessin d'ensemble [page 137](#))

Le moteur entraîne vilebrequin 4+ maneton 5 en rotation par un système **poulie courroie** (non représenté).

Le mouvement de **rotation continu** du vilebrequin 4+ maneton 5 est transformé en un mouvement de **translation rectiligne alternatif** du piston 9.

(Le mouvement de ce dernier est cyclique et chaque cycle comprend deux phases : Phase d'aspiration et phase de refoulement, afin de stocker de l'air sous pression dans un réservoir).



### 3- Situation d'évaluation N°1 :

Une société de peinture est spécialisée dans la peinture des tôles, à la suite d'un arrivage de nouvelles tôles et pour activer l'opération de peinture, vous demande de mettre en œuvre le **moto-compresseur d'air à piston** et de vérifier quelques performances issues de son cahier des charges. Pour cela la réalisation des tâches suivantes s'avère nécessaire :

#### Tâche a : ( /6,5 pts)

Après avoir pris connaissance du sujet, On vous demande sur le **document réponse DR1 page 139** de découvrir le **moto-compresseur d'air à piston** à travers des outils d'analyse et de représentation fonctionnelle et en utilisant les **ressources page 144** :

**3.a.1- Compléter** le diagramme bête à cornes relatif au système étudié ?

**3.a.2- Établir** le diagramme pieuvre relatif au système étudié ?

**3.a.3- Compléter** l'actigramme du niveau **A<sub>0</sub>** du système étudié ?

**3.a.4- Compléter** le **FAST** de la fonction principale **Fp** par l'indication des solutions constructives associées aux fonctions techniques ? En exploitant les acquis de la 1<sup>er</sup> STM et de la 2<sup>ème</sup> STM.

#### Tâche b : ( /19,5 pts)

Dans le but d'appréhender la solution technologique choisie, d'identifier la loi d'entrée / sortie du compresseur monocylindrique. Votre participation à cette tâche se limitera à la détermination des paramètres d'entrée / sortie du système de transmission et de transformation de mouvement. Pour cela, sur le **document réponse DR2 et DR3 page 140 et 141**, et en exploitant les acquis de la 2<sup>ème</sup> STM, la **nomenclature page 138** et les **ressources page 144** :

**3.b.1- Donner** le nom complet du compresseur étudiée et leur symbole ?

**3.b.2- Citer** deux autres types de compresseur rotatif ?

**3.b.3- Indiquer** par **C1** ou **C2** l'orifice d'aspiration et celui de refoulement ?

**3.b.4- Sur** le dessin d'ensemble, **dans quelle** position se trouve le piston 7 ?

**3.b.5- Donner** le nom et la fonction des éléments suivants le dessin d'ensemble ?

**3.b.6- Compléter** le tableau des liaisons (des organes du compresseur d'air à piston) ?

**3.b.7- Compléter** le schéma cinématique du compresseur d'air à piston ?

**3.b.8- Compléter** la chaîne des transmissions mécanique (entre les organes du système étudié) par l'indication de la nature du mouvement de chacun des éléments par rapport au corps 1.

**Tâche c :** ( /11,5 pts)

Dans le cadre de votre activité dans cette société, vous êtes appelés à expliquer à un stagiaire le fonctionnement du mécanisme et le schéma de l'installation pneumatique du **compresseur d'air à piston** et de l'encadrer pour proposer une solution constructive afin d'économiser l'énergie pneumatique. Et dans le but de lire le schéma pneumatique du **compresseur d'air à piston** et d'identifier la fonction de quelques constituants du schéma.

On Vous demande de répondre sur le **document réponse DR4 page 142**, et en exploitant les **ressources page 144**, et la **nomenclature page 138** :

- 3.c.1- **Donner** le nom et la fonction des composants du schéma de l'installation pneumatique du compresseur d'air à piston?
- 3.c.2- **Calculer** le rapport de transmission entre la poulie motrice et la poulie réceptrice ?
- 3.c.3- **En déduire** la fréquence de rotation "  $N_4$  " de l'arbre à excentrique 4 (en tr/mn) ?
- 3.c.4- **Déterminer** la course "  $C_7$  " du piston 7 (en mm) ?
- 3.c.5- **Calculer** la cylindrée "  $V_{cy}$  " du moto-compresseur d'air à piston (en  $\ell/tr$ ) ?
- 3.c.6- **En déduire** le débit volumique "  $Q_v$  " du moto-compresseur d'air à piston (en  $m^3/s$ ) ?
- 3.c.7- **Calculer** la puissance du moto-compresseur à pression maximale ? Avec :  $P = (P_{ref} - P_{adm}) \cdot Q_v$

**Tâche d :** ( /12,5 pts)

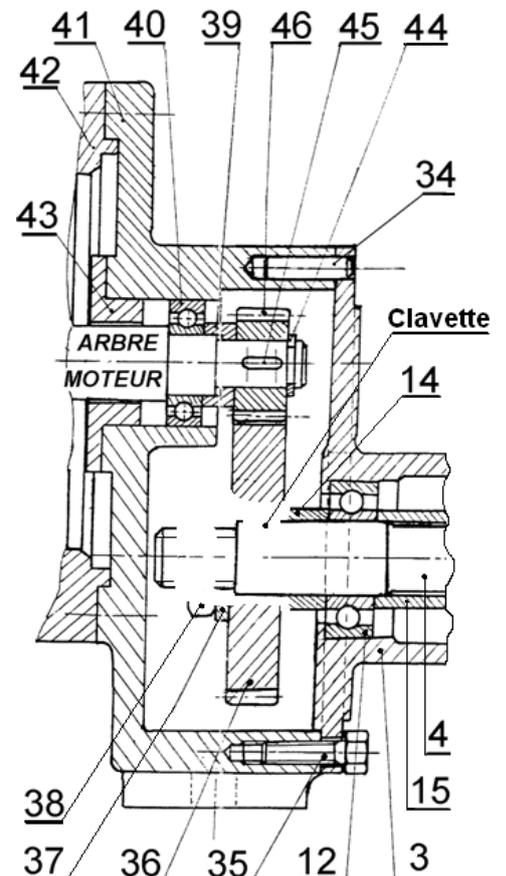
Après avoir pris connaissance des éléments constituant le réducteur à poulies-courroie et le moto-compresseur du dessin d'ensemble, vous êtes invités à proposer une solution constructive pour adapter l'énergie mécanique à l'arbre 4. On Vous demande de répondre sur le **document réponse DR5 page 143**, et en exploitant les **ressources page 144**, et la **nomenclature page 138** :

- 3.d.1- La société se propose de modifier la transmission par poulie-courroie en une autre solution. D'après la **page 144**, le choix de la transmission par **engrenage droit à denture droite** est la bonne solution.
  - a- **Indiquer** les caractéristiques : **d**, **da**, **df**, **h**, **ha**, **hf** et **b**, sur le dessin d'une roue dentée ?
  - b- **Quel** est la condition d'engrènement de cet engrenage ?

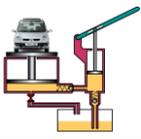
- c- **Compléter** la représentation graphique sans échelle de la liaison complète démontable entre l'arbre 4 et la roue dentée 36, assurer par une clavette parallèle, un entretoise 14 et un serrage en bout d'arbre par un écrou 38 ; rondelle plate 37 ?

- d- **Compléter** le tableau des caractéristiques de l'engrenage "pignon 46 / roue 36" ?

- 3.d.2- Sur le **Document réponse DR3 page 141** : **Tracer** le segment B'C' sur la 1<sup>ère</sup> figure, correspondant à la bielle BC en position **basse** pendant la rotation du vilebrequin AB, et le segment B''C'' sur la 2<sup>ème</sup> figure, correspondant à la bielle BC en position **haute**.



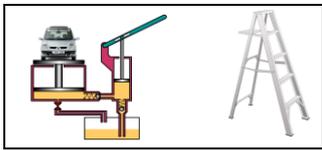




**CONTRÔLE N°2**

**NOMENCLATURE**

33	1	.....		d <sub>33int</sub> = 31 mm
32	1	.....		
30	3	.....		
28	1	Joint plat		
27	1	.....		
26	2	.....	42 CrMo 4	
25	4	Vis CHc M2		
24	8	Vis CHc M6		
23	1	.....		
22	1	Bouchon		
21	1	Joint torique		
20	1	Bague		
19	1	Axe piston	42 CrMo 4	
18	1	Circlips		
17	1	Rondelle		
16	1	.....		
15	1	Entretoise		
14	1	Entretoise		
13	1	.....		
12	1	.....		
11	1	Vis HC à téton long		
10	1	Couvercle		
9	1	Culasse		
8	1	Corte clapets		
7	1	.....		
6	1	.....		
5	1	Maneton	C 45	
4	1	Vilebrequin	42 CrMo 4	
3	1	Palier	FGL 200	
2	1	Cylindre	G-A9Z	
1	1	Corps	JGL 200	
<b>Rep</b>	<b>Nb</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>	<b>Obs</b>



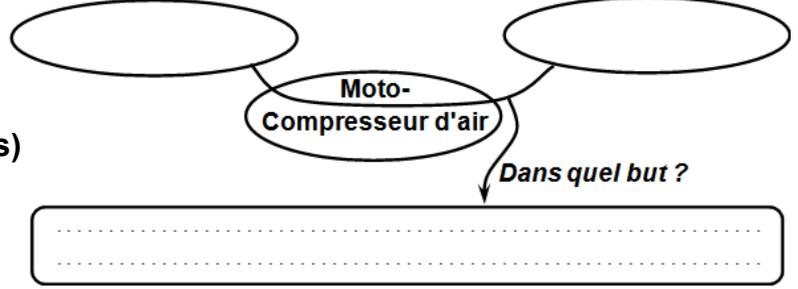
Document réponse DR1 à rendre par l'élève

À qui rend-il service ?

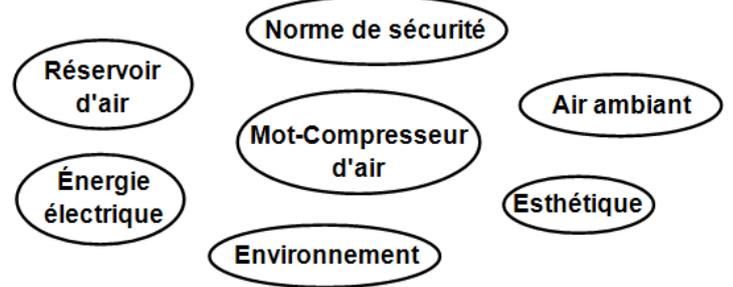
Sur quoi agit-il ?

Tâche a :

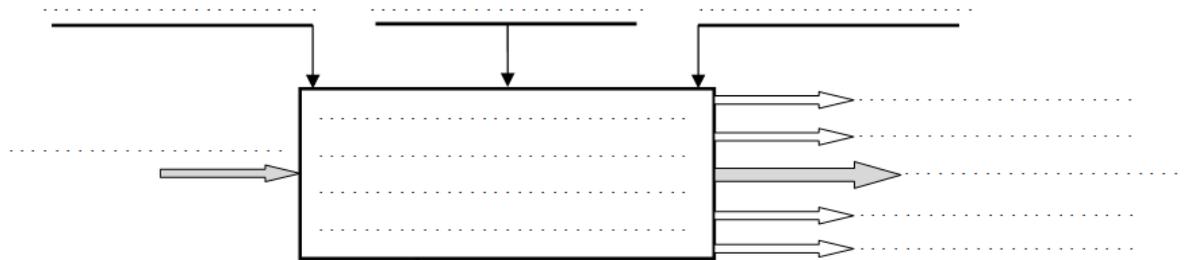
3.a.1- Le diagramme bête à cornes relatif au système étudié : ( /1,5 pts)



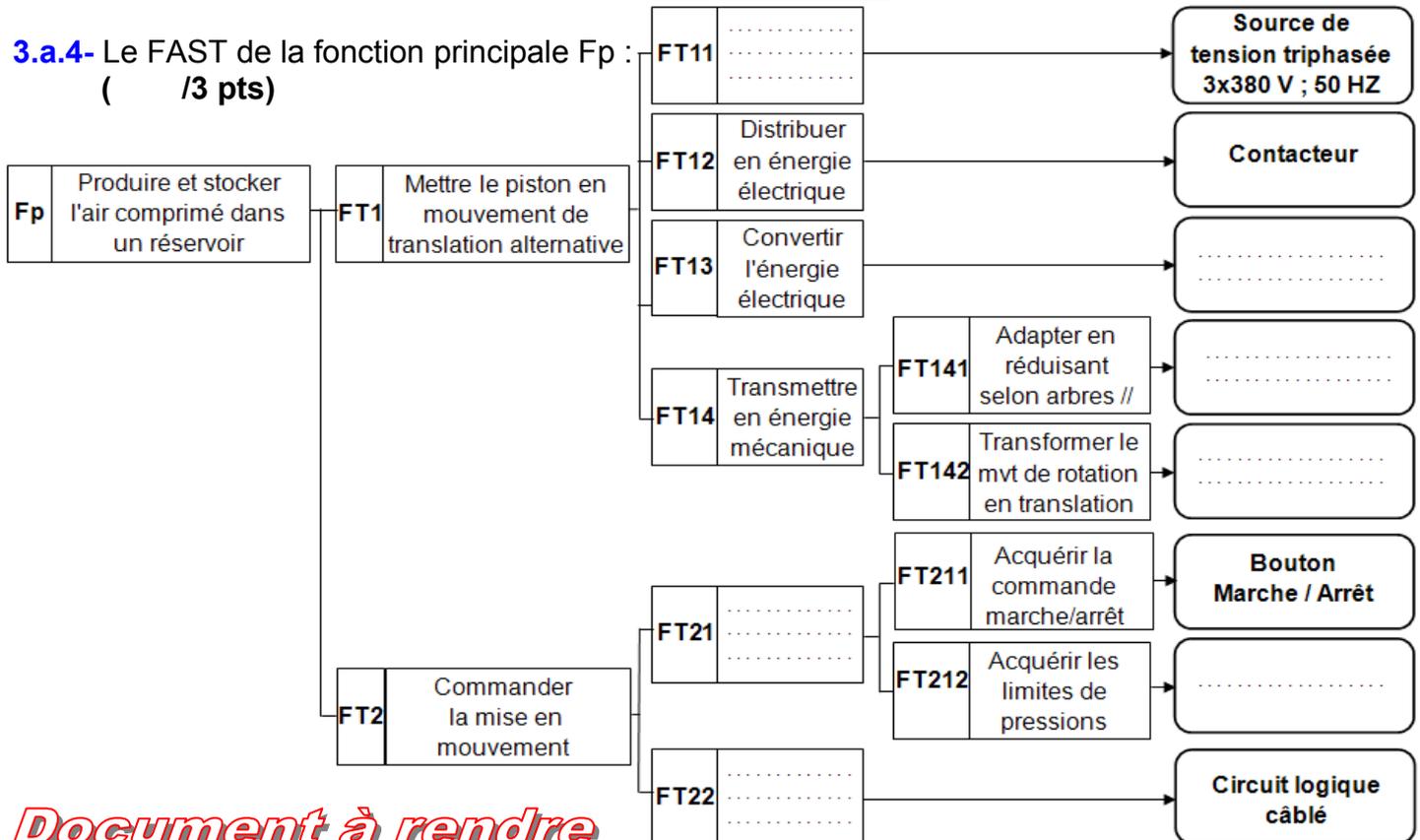
3.a.2- Le diagramme pieuvre relatif au système étudié : ( /1 pt)



3.a.3- L'actigramme du niveau A<sub>0</sub> du système étudié : ( /1 pt)



3.a.4- Le FAST de la fonction principale Fp : ( /3 pts)



Document à rendre

**Document réponse DR2 à rendre par l'élève**

**Tâche b :**

**3.b.1-** Le nom complet du compresseur étudié et leur symbole : ( /1 pt)

Symbole

**3.b.2-** Deux autres types de compresseur rotatif : ( /1 pt)

**3.b.3-** L'orifice d'aspiration et celui de refoulement : ( /0,5 pts)

Orifice d'aspiration : ..... Orifice de refoulement : .....

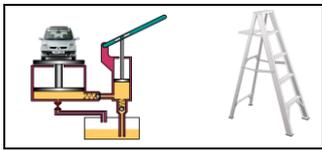
**3.b.4-** Sur le dessin d'ensemble, le piston 7 se trouve dans la position : ( /0,5 pts)

**Basse**      (En cercler la réponse juste)       **Haute**

**3.b.5-** Le nom et la fonction des éléments suivants du dessin d'ensemble : ( /9 pts)

Pièce	Nom	Fonction
6	.....	.....
7	.....	.....
11	.....	.....
12	.....	.....
13	.....	.....
16	.....	.....
18	.....	.....
21	.....	.....
22	.....	.....
23	.....	.....
26(C1)	.....	.....
27	.....	.....
30	.....	.....
31	.....	.....
32	.....	.....
33	.....	.....
Forme E	.....	.....

***Document à rendre***



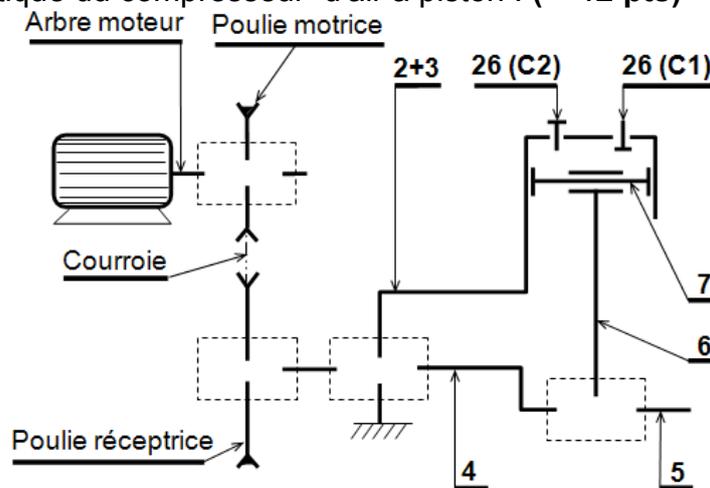
Document réponse DR3 à rendre par l'élève

3.b.6- Le tableau des liaisons suivant (des organes du compresseur d'air à piston) : ( /4 pts)

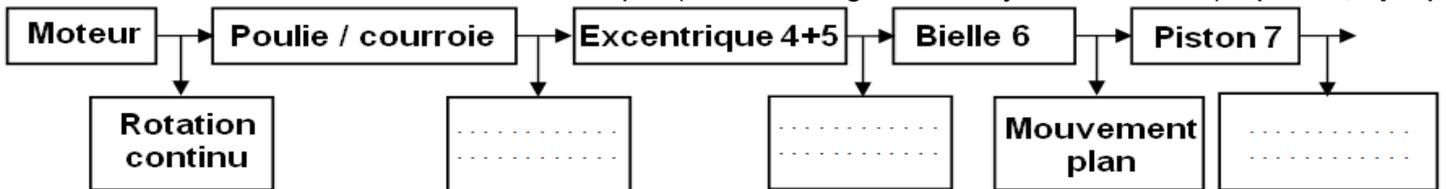
Liaison entre	Nom de la liaison	Symbole	Mettre "1" s'il y a mouvement et "0" dans le cas contraire					
			R <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	R <sub>y</sub>	T <sub>y</sub>	R <sub>z</sub>	T <sub>z</sub>
2 / 1	.....							
33 / 2	.....							
7 / 33	.....							
6 / 5	.....							
4 / 3	.....							



3.b.7- Le schéma cinématique du compresseur d'air à piston : ( /2 pts)

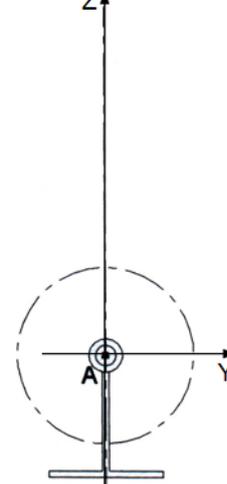
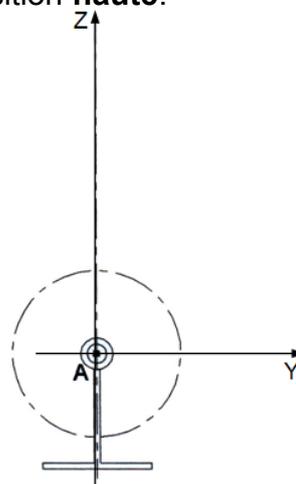
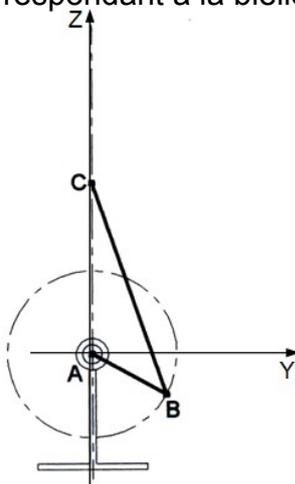


3.b.8- La chaîne des transmissions mécanique (entre les organes du système étudié) : ( /1,5 pts)



Tâche d :

3.d.2- Le segment B'C' sur la 1<sup>ère</sup> figure, correspondant à la bielle BC en position basse pendant la rotation du vilebrequin AB, et le segment B''C'' sur la 2<sup>ème</sup> figure, correspondant à la bielle BC en position haute.



Document à rendre

1<sup>ère</sup> figure

2<sup>ème</sup> figure

**Document réponse DR4 à rendre par l'élève**

**Tâche c :**

**3.c.1-** Le nom et la fonction simplifier des composants du schéma de l'installation pneumatique du compresseur : ( /3,5 pts)

Repère	Nom	Fonction
1	.....	.....
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....
5	.....	.....
6	.....	.....
7	.....	.....
8	.....	.....
9	.....	.....
10	.....	.....
12	.....	.....
13	.....	.....
14	.....	.....
15	.....	.....

**3.c.2-** Le rapport de transmission entre la poulie motrice et la poulie réceptrice : ( /1 pt)

.....  
 .....

**3.c.3-** La fréquence de rotation "  $N_4$  " de l'arbre 4 (en tr/mn) : ( /1 pt)

.....  
 .....

**3.c.4-** La course "  $C_7$  " du piston 7 (en mm) : ( /1 pt)

.....  
 .....

**3.c.5-** La cylindrée "  $V_{cy}$  " du moto-compresseur (en  $\ell/tr$ ) : ( /1 pt)

.....  
 .....

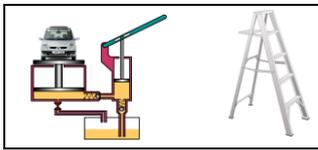
**3.c.6-** Le débit volumique "  $Q_v$  " du moto-compresseur (en  $m^3/s$ ) : ( /2 pts)

.....  
 .....

**3.c.7-** La puissance du moto-compresseur à pression maximale : ( /2 pts)

.....  
 .....

**Document à rendre**

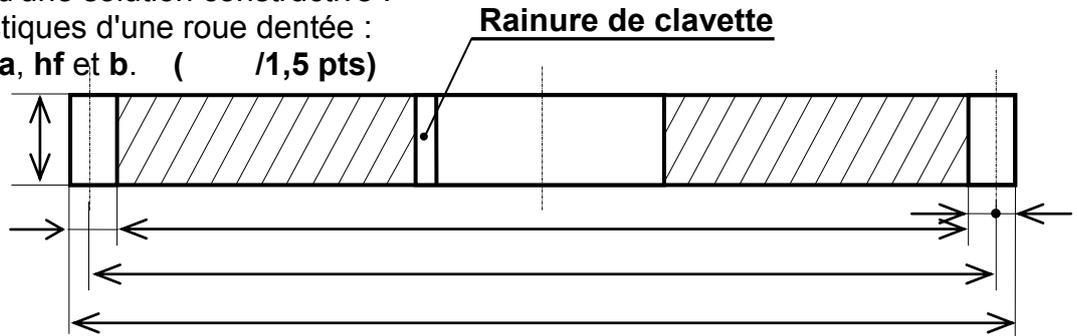


Document réponse DR5 à rendre par l'élève

Tâche d :

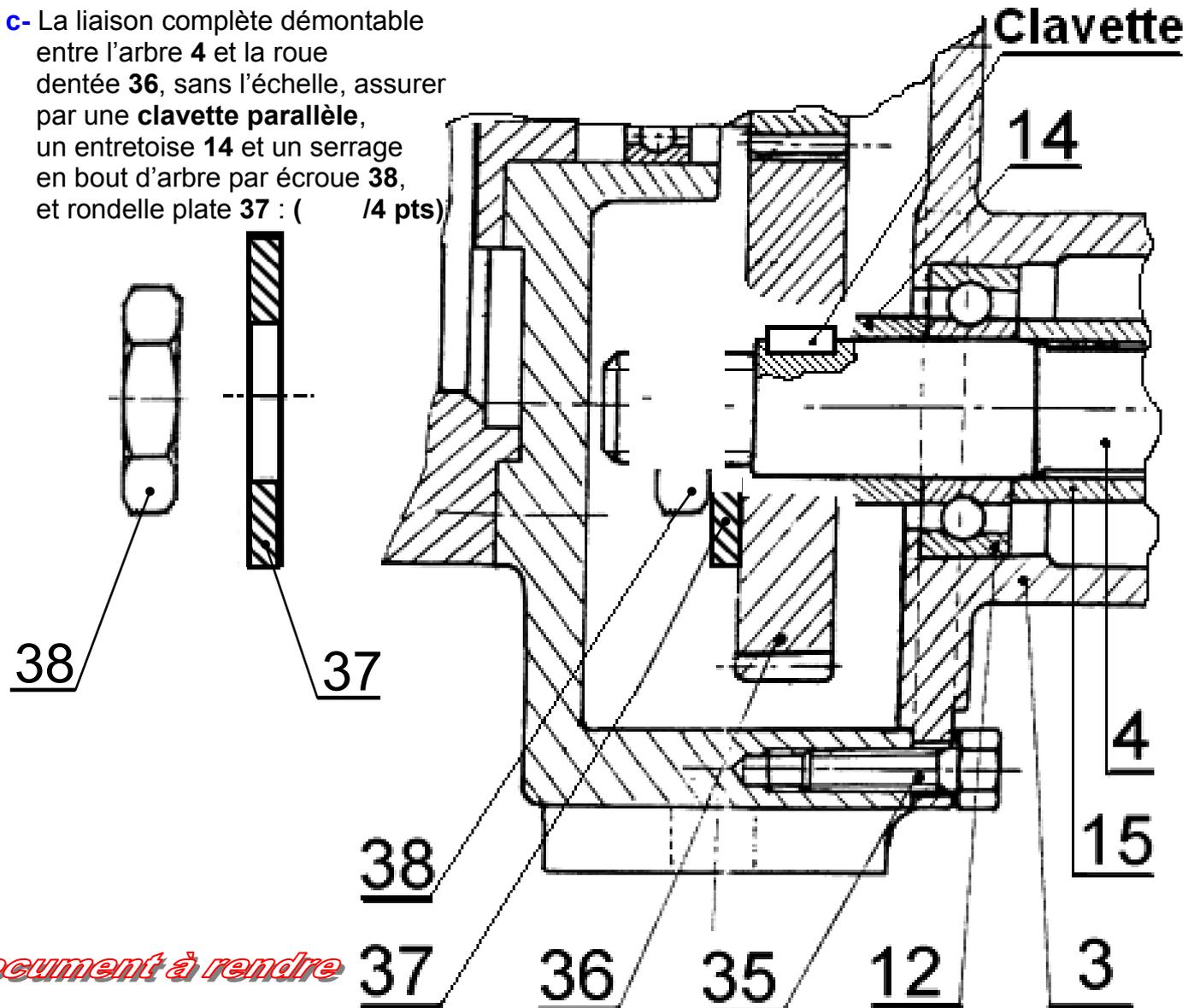
3.d.1- Changement d'une solution constructive :

a- Les caractéristiques d'une roue dentée :  
d, da, df, h, ha, hf et b. ( /1,5 pts)



b- La condition d'engrènement de cet engrenage : ..... ( /0,5 pts)

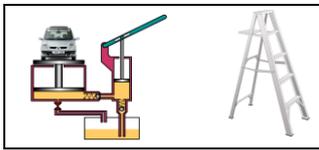
c- La liaison complète démontable  
entre l'arbre 4 et la roue  
dentée 36, sans l'échelle, assurer  
par une clavette parallèle,  
un entretoise 14 et un serrage  
en bout d'arbre par écroue 38,  
et rondelle plate 37 : ( /4 pts)



Document à rendre

d- Tableau des caractéristiques de l'engrenage "pignon 46 / roue 36" : ( /3 pts)

	m	Z	d	ha	hf	h	da	df	Pas	a
Formule	/	/	...	...	...	...	...	...	...	...
Pignon 46	2	..	24	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Roue 36	..	..	60	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....



**Document ressources**

Les fonctions de services du **compresseur d'air à piston**

**Fp** : Produire et stocker l'air comprimé dans un réservoir.  
**Fc1** : S'adapter à la source d'énergie électrique.  
**Fc2** : Résister aux agressions de l'environnement.  
**Fc3** : Sécuriser l'utilisateur.  
**Fc4** : Être esthétique.

Les éléments de l'actigramme niveau A<sub>0</sub> du **compresseur d'air à piston**

- Eau
- Bruit
- Réglages
- Air ambiant
- Air comprimé
- Compte-rendu
- Énergie électrique
- Énergie calorifique
- Ordres de commande
- constituer et maintenir automatiquement une réserve d'air comprimé.



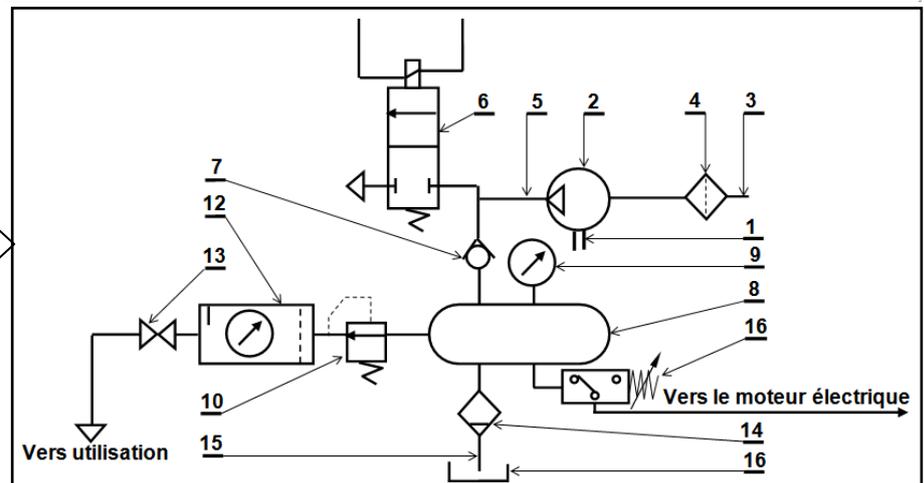
Les caractéristiques de la fonction principale du **compresseur d'air à piston**

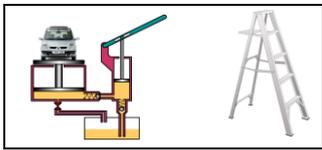
- Fréquence de rotation du moteur  $N_m = 1500$  tr/mn
- Pression minimale :  $P_{min} = 6$  bars
- Pression maximale :  $P_{max} = 8$  bars
- Volume du réservoir : 100 litre
- Diamètre poulie motrice :  $d_m = 48$  mm
- Diamètre poulie réceptrice :  $d_r = 120$  mm
- L'excentrique  $e = 11$  mm
- Fréquence de rotation de la poulie réceptrice  $N_r = ?$
- Rapport de réduction entre les poulies :  $r = N_r / N_m = d_m / d_r$

Comparaison des principaux systèmes de **transmission de puissance**

	Transmission par engrenages	Transmission par roues et chaînes	Transmissions par poulies courroies			
			Courroies crantées	Courroies striées	Courroies trapézoïdales	Courroies plates
Couples transmissibles	très élevés	élevés	assez élevés	modérés	moyens	faibles
Puissances transmissibles	très élevées	élevées	assez élevées	modérées	élevées	faible
Vitesses limites (m/s)	80 à 100	13 à 20	60	60 à 80	40	80 à 100
Rendement pour 100	≈ 98	≤ 97	≤ 98	≤ 98	70 à 96	≈ 98
Position des arbres	tous cas possibles	parallèles	parallèles	parallèles et autres	parallèles	parallèles et autres
Durée de vie	très élevée	assez élevée	limitée	limitée	limitée	limitée

Schéma de l'installation pneumatique du **compresseur d'air à piston**





**MOTO-COMPRESSEUR D'AIR À PISTON**

Document réponse DR1 à rendre par l'élève

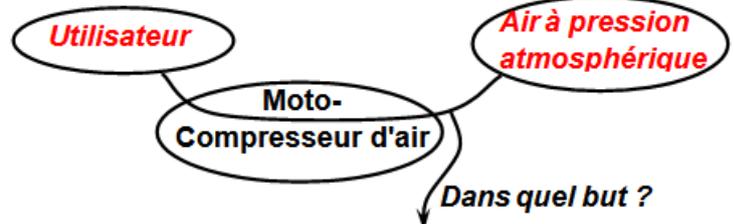
À qui rend-il service ?

Sur quoi agit-il ?

Tâche a :

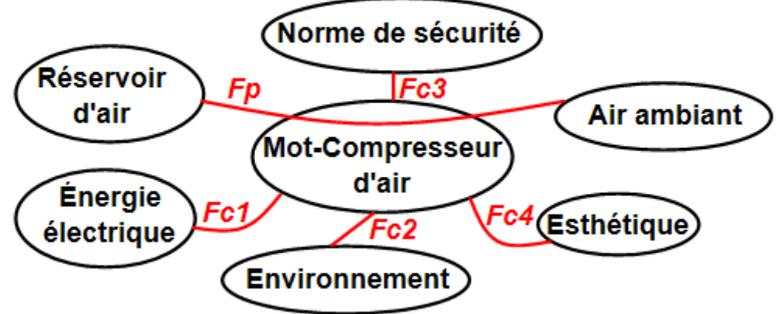


3.a.1- Le diagramme bête à cornes relatif au système étudié : ( /1,5 pts)

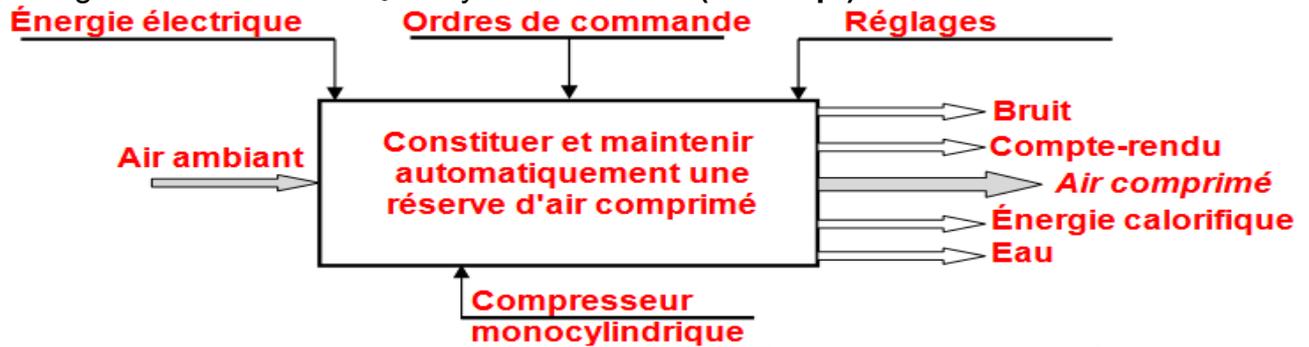


Produire et stocker l'air comprimé dans un réservoir

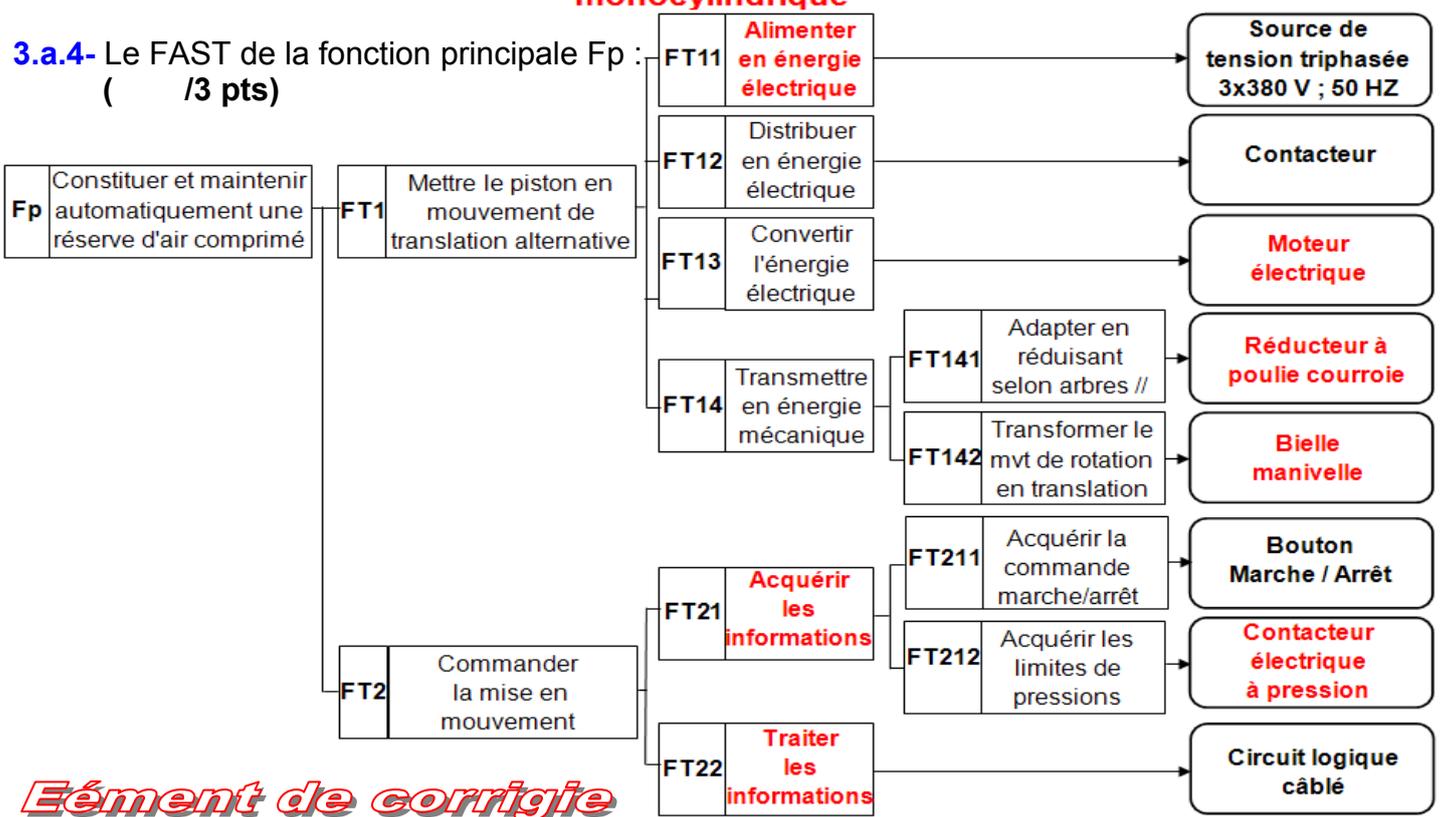
3.a.2- Le diagramme pieuvre relatif au système étudié : ( /1 pt)



3.a.3- L'actigramme du niveau A<sub>0</sub> du système étudié : ( /1 pt)



3.a.4- Le FAST de la fonction principale Fp : ( /3 pts)

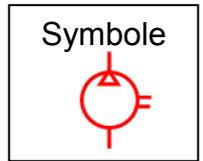


*Éément de corrigie*

**Document réponse DR2 à rendre par l'élève**

**Tâche b :**

- 3.b.1-** Le nom complet du compresseur étudié et leur symbole : ( /1 pt)  
**Compresseur volumétrique alternatif à piston à un seul sens de flux**
- 3.b.2-** Deux autres types de compresseur rotatif : ( /1 pt)  
**Compresseur rotatif à palettes, Compresseur rotatif à engrenages**
- 3.b.3-** L'orifice d'aspiration et celui de refoulement : ( /0,5 pts)  
 Orifice d'aspiration : **C1** Orifice de refoulement : **C2**
- 3.b.4-** Sur le dessin d'ensemble, le piston **7** se trouve dans la position : ( /0,5 pts)  
 **Basse** (En cercler la réponse juste)  **Haute**
- 3.b.5-** Le nom et la fonction des éléments suivants du dessin d'ensemble : ( /9 pts)



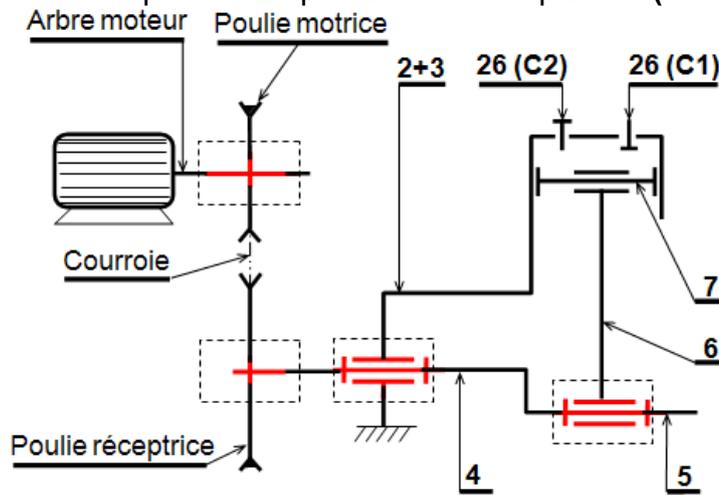
Pièce	Nom	Fonction
<b>6</b>	<b>Bielle</b>	<b>Transforme le mvt de rotation continu en un mvt de translation alternatif, le système est réversible</b>
<b>7</b>	<b>Piston</b>	<b>Aspire et refoule le fluide</b>
<b>11</b>	<b>Vis HC-TL</b>	<b>Bouchon de lubrification</b>
<b>12</b>	<b>Roulement BC</b>	<b>Facilite le guidage en rotation</b>
<b>13</b>	<b>Entretoise</b>	<b>Arrêt en translation des bagues extérieures</b>
<b>16</b>	<b>Coussinet</b>	<b>Réalise le guidage en rotation en diminuant le frottement</b>
<b>18</b>	<b>Circlips "arbre"</b>	<b>Arrêt en translation du coussinet + la bielle</b>
<b>21</b>	<b>Joint torique</b>	<b>Réalise l'étanchéité statique</b>
<b>22</b>	<b>Vis H</b>	<b>Bouchon de vidange</b>
<b>23</b>	<b>Vis CHc</b>	<b>Assemblage entre 10 / 1</b>
<b>26(C1)</b>	<b>Clapet anti retour</b>	<b>Trou d'aspiration</b>
<b>27</b>	<b>Joint plat</b>	<b>Réalise l'étanchéité statique</b>
<b>30</b>	<b>Joint métallique</b>	<b>Réalise l'étanchéité dynamique</b>
<b>31</b>	<b>joint plat</b>	<b>Réalise l'étanchéité statique</b>
<b>32</b>	<b>Écrou H</b>	<b>Freinage de la vis 11</b>
<b>33</b>	<b>Chemise</b>	<b>Pour protéger le cylindre 2 (c'est une pièce interchangeable)</b>
<b>E</b>	<b>ailerons</b>	<b>Pour le refroidissement du mécanisme</b>

**Document réponse DR3 à rendre par l'élève**

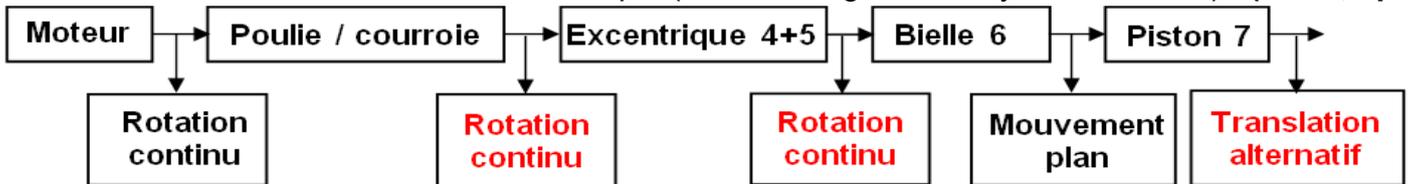
**3.b.6-** Le tableau des liaisons suivant (des organes du compresseur d'air à piston) : ( /4 pts)

Liaison entre	Nom de la liaison	Symbole	Mettre "1" s'il y a mouvement et "0" dans le cas contraire					
			R <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	R <sub>y</sub>	T <sub>y</sub>	R <sub>z</sub>	T <sub>z</sub>
2 / 1	<b>Encastrement</b>		0	0	0	0	0	0
33 / 2	<b>Encastrement</b>		0	0	0	0	0	0
7 / 33	<b>Pivot glissant</b>		0	0	1	1	0	0
6 / 5	<b>Pivot</b>		1	0	0	0	0	0
4 / 3	<b>Pivot</b>		1	0	0	0	0	0

**3.b.7-** Le schéma cinématique du compresseur d'air à piston : ( /2 pts)

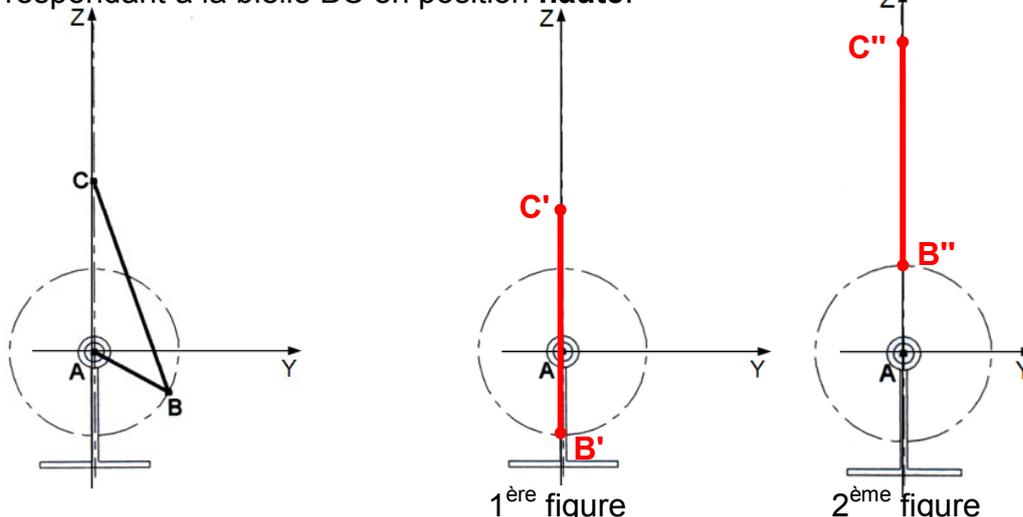


**3.b.8-** La chaîne des transmissions mécanique (entre les organes du système étudié) : ( /1,5 pts)



**Tâche d :**

**3.d.2-** Le segment B'C' sur la 1<sup>ère</sup> figure, correspondant à la bielle BC en position **bass** pendant la rotation du vilebrequin AB, et le segment B''C'' sur la 2<sup>ème</sup> figure, correspondant à la bielle BC en position **haute**.



**Document réponse DR4 à rendre par l'élève**

**Tâche c :**

**3.c.1-** Le nom et la fonction simplifier des composants du schéma de l'installation pneumatique du compresseur : ( /3,5 pts)

Repère	Nom	Fonction
1	Liaison mécanique	Accoupler l'arbre moteur et l'arbre du compresseur
2	Compresseur à 1 seul sens de flux	Compresser l'air et stocker dans un réservoir
3	Conduite d'aspiration	Acheminer le fluide vers le compresseur
4	Filtre	Filtrer le fluide avant d'être acheminer vers l'installation
5	Conduite de travail	Acheminer le fluide vers l'installation
6	Distributeur 2 / 2	Gérer l'ouverture ou la fermeture des voies de passage du fluide
7	Clapet de non retour	Permet le passage du fluide dans un seul sens
8	Réservoir	Contenir la quantité de fluide nécessaire à l'alimentation du circuit
9	Manomètre	Contrôler la pression d'utilisation
10	Limiteur de pression	Protéger les organes de l'installation
12	Groupe de conditionnement	Contrôler la pression, lubrifier l'installation et de filtrer le fluide utilisé
13	Vanne	Robinet d'ouverture ou fermeture
14	Purgeur	Éliminer l'eau du réservoir
15	Conduite d'évacuation	Acheminer le fluide vers le réservoir
16	Réservoir	Contenir la quantité de fluide éliminé du réservoir

**3.c.2-** Le rapport de transmission entre la poulie motrice et la poulie réceptrice : ( /1 pt)  
 $r = N_r / N_m = d_m / d_r = 48 / 120 = 0,4$

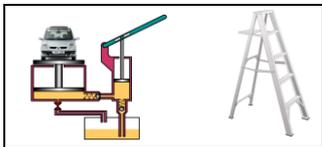
**3.c.3-** La fréquence de rotation "  $N_4$  " de l'arbre 4 (en tr/mn) : ( /1 pt)  
 $N_7 = N_r = N_m \cdot r = 1500 \cdot 0,4 = 600 \text{ tr / mn}$

**3.c.4-** La course "  $C_7$  " du piston 7 (en mm) : ( /1 pt)  
 $C_7 = 2 \cdot e = 2 \cdot 11 = 22 \text{ mm}$

**3.c.5-** La cylindrée "  $V_{cy}$  " du moto-compresseur (en  $\ell/tr$ ) : ( /1 pt)  
 $V_{cy} = C_7 \cdot S_7 = C_7 \cdot \pi \cdot (d_{33})^2 / 4 = 0,22 \cdot 3,14 \cdot (0,31)^2 / 4 = 16,596 \cdot 10^{-3} \ell/tr$

**3.c.6-** Le débit volumique "  $Q_V$  " du moto-compresseur (en  $m^3/s$ ) : ( /2 pts)  
 $Q_V = V_{cy} \cdot N_7 / 60 = 16,596 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot 600 / 60 = 16,596 \cdot 10^{-5} m^3 / s$

**3.c.7-** La puissance du moto-compresseur à pression maximale : ( /2 pts)  
 $P = (P_{ref} - P_{adm}) \cdot Q_V = (8 - 1) \cdot 10^5 \cdot 16,596 \cdot 10^{-5} = 116,172 \text{ W}$

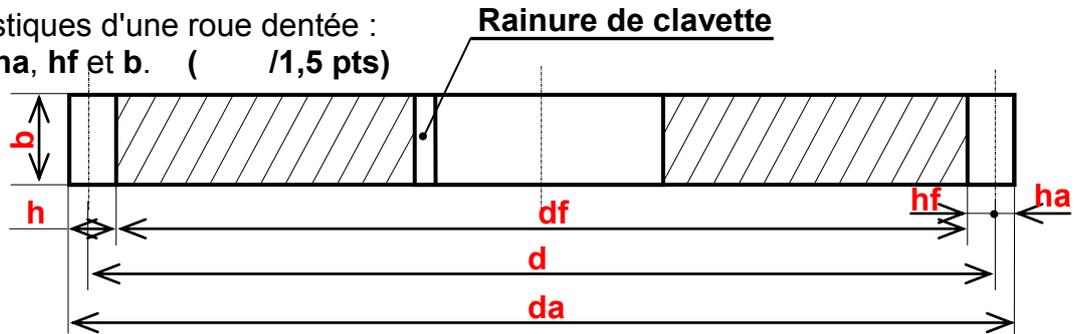


Document réponse DR5 à rendre par l'élève

Tâche d :

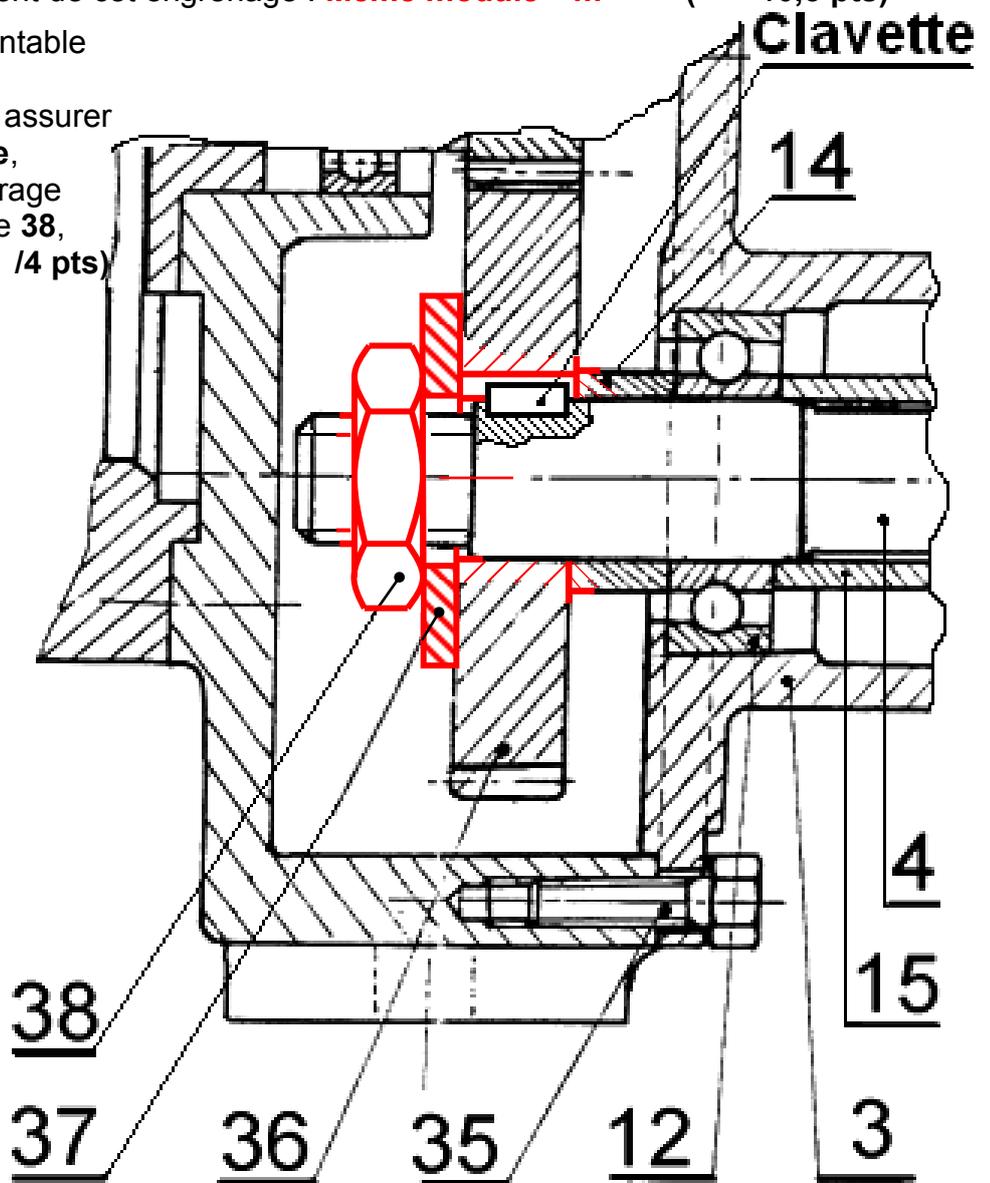
3.d.1- Changement d'une solution constructive :

a- Les caractéristiques d'une roue dentée :  
d, da, df, h, ha, hf et b. ( /1,5 pts)



b- La condition d'engrènement de cet engrenage : **Même module "m"** ( /0,5 pts)

c- La liaison complète démontable  
entre l'arbre 4 et la roue  
dentée 36, sans l'échelle, assurer  
par une **clavette parallèle**,  
un entretoise 14 et un serrage  
en bout d'arbre par écroue 38,  
et rondelle plate 37 : ( /4 pts)



d- Tableau des caractéristiques de l'engrenage "pignon 46 / roue 36" : ( /3 pts)

	m	Z	d	ha	hf	h	da	df	Pas	a
Formule			<b>m.Z</b>	<b>m</b>	<b>1,25.m</b>	<b>2,25.m</b>	<b>d+2.m</b>	<b>d-2,5.m</b>	<b><math>\pi.m</math></b>	<b><math>m.(Z_{46}+Z_{36})/2</math></b>
Pignon 46	2	12	24	2	2,5	4,5	28	19	6,28	42
Roue 36	2	30	60	2	2,5	4,5	64	55	6,28	