

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

STI GENIE MECANIQUE

OPTION : MICROTECHNIQUES

SESSION 2007

ETUDE DES CONSTRUCTIONS

DUREE : 6 heures + $\frac{1}{2}$ heure de repas pris sur place

Coefficient : 8

ARROSEUR ESCAMOTABLE A TURBINE

AUCUN DOCUMENT AUTORISE

AVERTISSEMENT

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n° 99-186 du 16/11/1999).

L'échange de calculatrices ou de tout autre objet est interdit pendant l'épreuve.

SOMMAIRE

Composition du sujet	Temps conseillés	Page	Observation
Couverture - Intitulé	Lecture du sujet 30 min	1/8	A conserver par le candidat
Préambule		2/8	A conserver par le candidat
Présentation			
Performances			
Objectif de l'étude			
Analyse fonctionnelle	3/8	A conserver par le candidat	
Mise en œuvre des modifications	4/8	A conserver par le candidat	
Résultats de la conception préliminaire			
Démarche de conception			
Etude 1: Analyse des efforts	1 h 30 min	5/8	A conserver par le candidat
Détermination du couple			
Etude 2: Rendement global	2 h 30 min	6/8	A conserver par le candidat
Détermination du réducteur			
Etude 3: Conception du réducteur			
Cotation fonctionnelle	1 h 30 min	7/8	A conserver par le candidat
Etude 4: Influence de l'inverseur			
Influence de l'inverseur suite.	8/8	A conserver par le candidat	
Document réponse de l'étude 1	DR1	A rendre à la fin de l'épreuve	
L'étude 2 se fera sur feuille de copie		A rendre à la fin de l'épreuve	
Document réponse de l'étude 3	DR2	A rendre à la fin de l'épreuve	
Document réponse de l'étude 3	DR3	A rendre à la fin de l'épreuve	
Document réponse de l'étude 4	DR4	A rendre à la fin de l'épreuve	
ATTENTION! Les documents réponse seront glissés dans la feuille de copie et le tout sera agrafé			

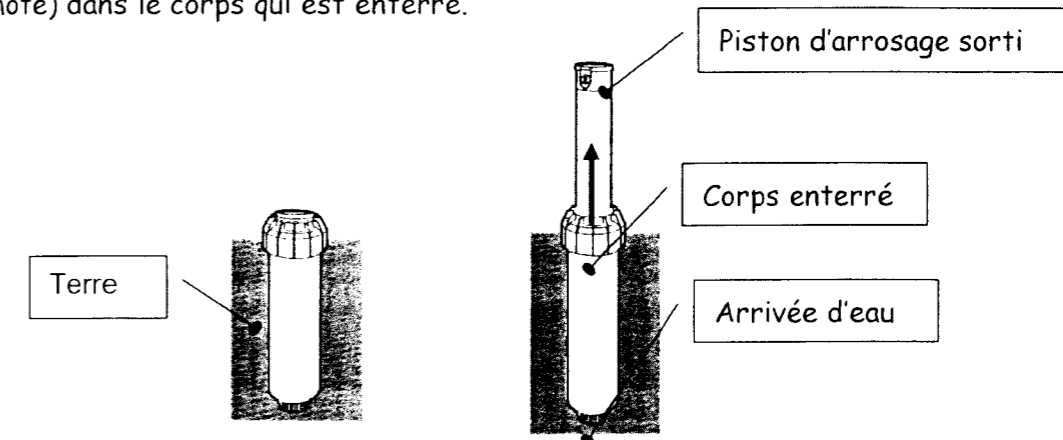
ARROSEUR ESCAMOTABLE A TURBINE

Le mécanisme étudié est un arroseur de jardin qui fonctionne grâce à une turbine et qui s'escamote quand on ferme l'alimentation d'eau.

1. Présentation de l'appareil:

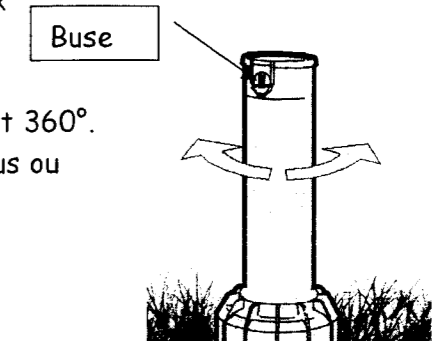
En position repos le piston est rentré (escamoté) dans le corps qui est enterré.

Lors de l'ouverture de l'alimentation d'eau, celle-ci crée une pression qui pousse le piston.



L'arrosage se fait sur une surface plus ou moins grande grâce aux réglages :

- 1^{er} réglage : La rotation du piston est possible entre 40° et 360°.
- 2^{ème} réglage : Le changement de buse permet d'arroser plus ou moins loin.



2. Performances :

Le tableau ci-dessous donne la portée du jet, le débit de l'eau et la pression en fonction de la buse utilisée.

L'Arroseur à Turbine SRM Adapté aux espaces verts intermédiaires

Le secteur d'arrosage est réglable de 40 à 360° avec une portée de 5 à 9 m. Fournie avec un jeu de 6 buses simples. Réglage de la portée avec vis brise-jet qui garantit un arrosage précis.



Buse	Pression Bars	Portée m	Débit	
			m ³ /h	l/mn
.50	2,1	4,6	0,10	1,6
.75	2,1	5,2	0,15	2,4
1.0	2,1	5,8	0,19	3,2

Buse	Pression Bars	Portée m	Débit	
			m ³ /h	l/mn
1.5	2,1	7,0	0,30	4,9
2.0	2,1	7,6	0,39	6,4
3.0	2,1	8,5	0,57	9,5

3. Objet de l'étude :

Créer un arroseur d'une portée supérieure (jusqu'à 12 m sous une pression de 2,1 bars) en gardant le même principe de fonctionnement.

Pour cela il faut faire:

- une analyse mécanique de l'appareil existant pour déterminer les modifications à apporter,
- mettre en oeuvre ces modifications pour construire le nouvel arroseur.

ANALYSE FONCTIONNELLE DE L'APPAREIL :

Fonctions de service :

- Faire un arrosage adapté à la forme du terrain
- Escamoter le piston hors utilisation.

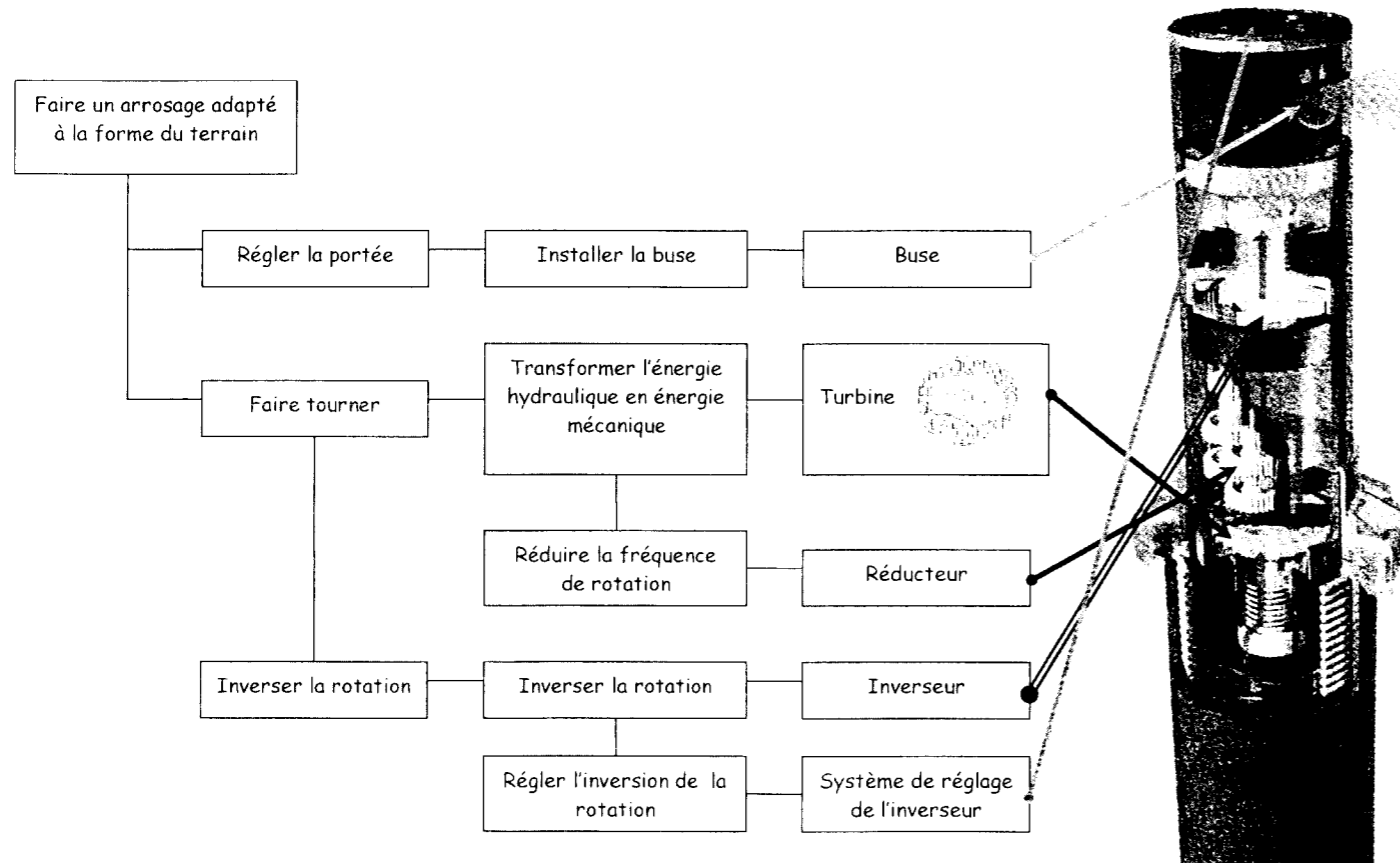
Contraintes :

- Alimenter en eau.

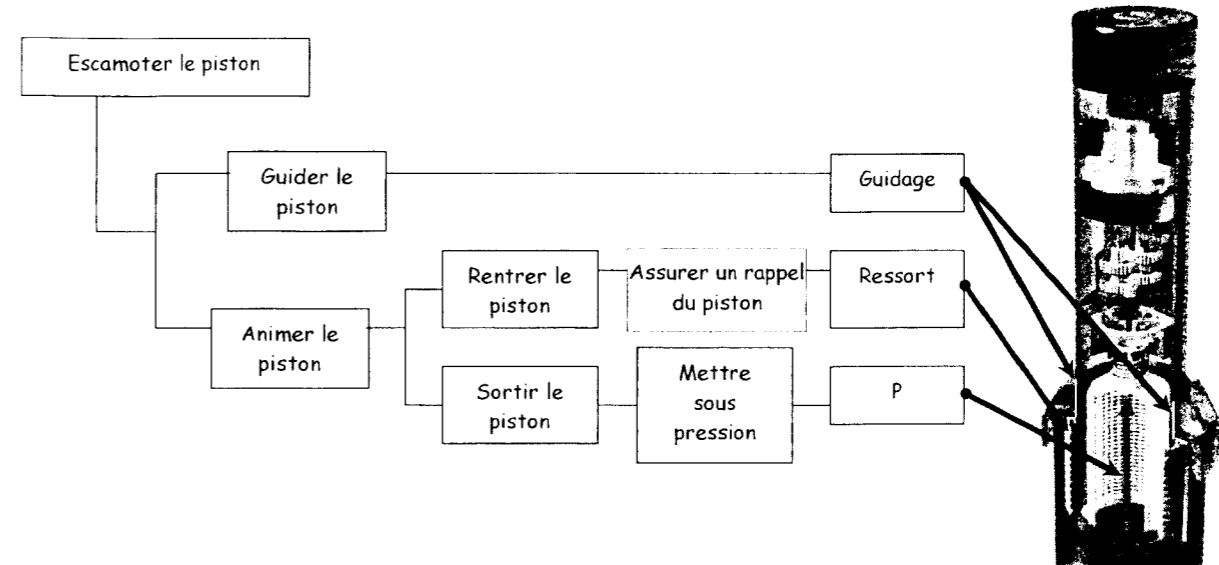
Fonction technique principale :

- Assurer l'étanchéité.

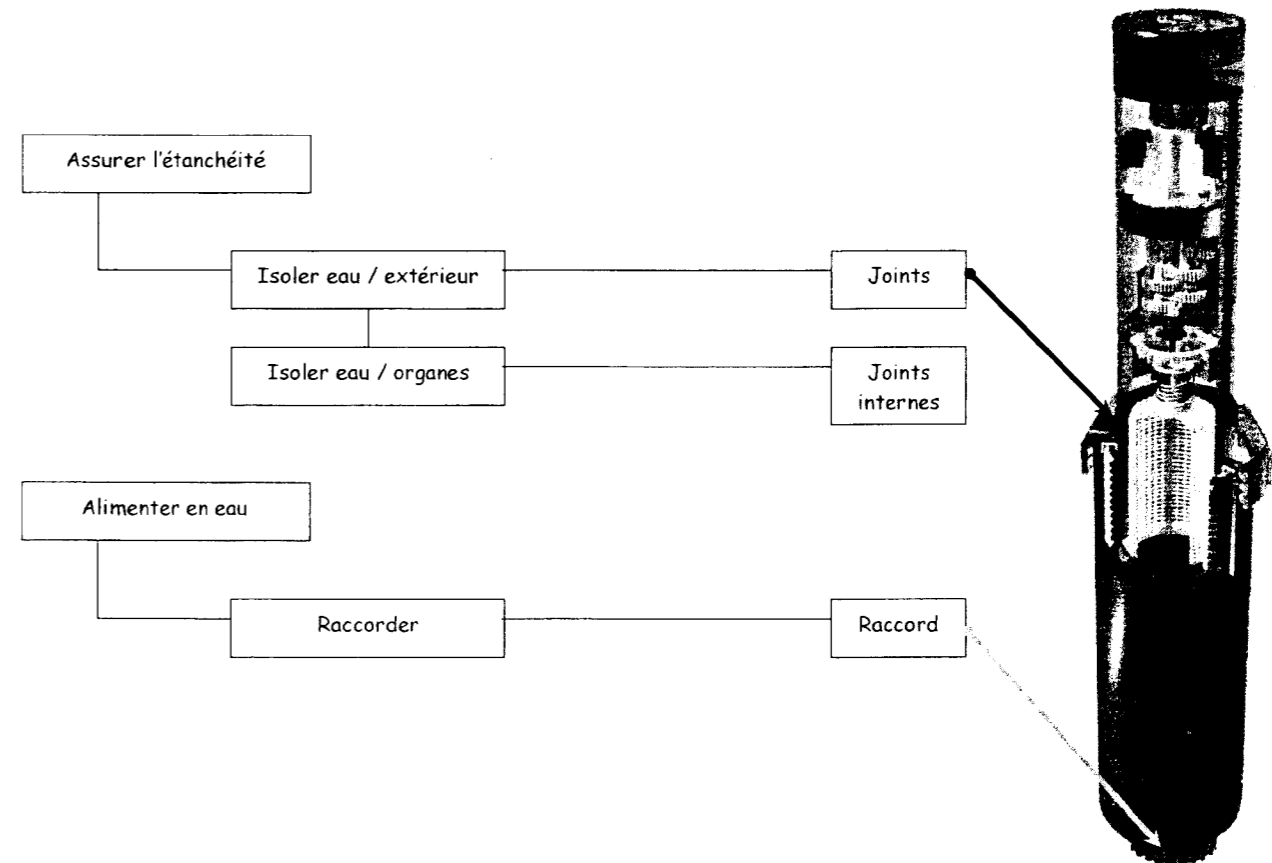
A1. FAST de la fonction : Faire un arrosage adapté à la forme du terrain



A2. FAST de la fonction : ESCAMOTER LE PISTON



A3. FAST des fonctions : Assurer l'étanchéité et alimenter en eau.



MISE EN ŒUVRE DES MODIFICATIONS :

Résultats conception préliminaire :

Une étude hydraulique a montré que pour allonger la portée du jet d'eau (à pression constante), il faut disposer d'un plus grand débit. Ceci conduit à augmenter le **diamètre intérieur de passage du fluide « d »**

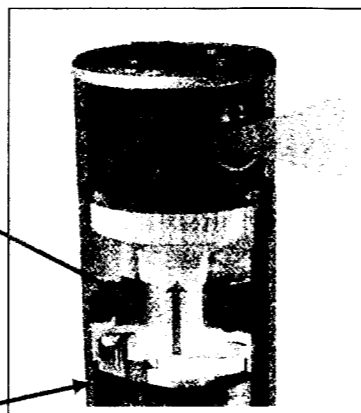
Diamètre arroseur existant $d_{Ex} = 7,8 \text{ mm}$

Diamètre arroseur nouvelle version $d_N = 9,5 \text{ mm}$

Il faut donc augmenter le diamètre du piston « D »

Diamètre arroseur existant $D_{Ex} = 29,5 \text{ mm}$

L'étude hydraulique donne un **diamètre extérieur maximum** pour l'arroseur nouvelle version : $D_{\text{maxi N}} = 43 \text{ mm}$



Démarche de conception :

Etude 1 :

- Pour redimensionner valablement l'ensemble, il faut évaluer les efforts résistants et calculer leurs valeurs quand on augmente la taille du piston.
- En augmentant le diamètre du piston, on peut augmenter le diamètre moyen d'implantation des pales de la turbine. On obtient ce diamètre moyen à partir d'un tracé, et on peut en déduire le nouveau couple moteur délivré par la turbine.

Etude 2 :

- En admettant que l'on garde le même schéma du réducteur, on peut calculer le rendement global du réducteur afin de déterminer son rapport d'engrenage.

Etude 3 :

- A partir du schéma cinématique et des caractéristiques des mobiles, on conçoit le réducteur.

Etude 4 :

- A la sortie du réducteur, un dispositif inverseur transforme le mouvement de rotation continu en mouvement de rotation alternée. Ce dispositif crée un effort supplémentaire et il faut vérifier qu'il n'est pas trop grand vis-à-vis du couple moteur C_m .

ETUDE 1 Répondre sur le document réponse DR1

Analyse des efforts résistants :

Objet de l'étude : Evaluer et calculer la valeur de l'effort résistant quand on augmente la taille du piston, afin de redimensionner valablement l'arroseur.

Lorsque la tête pivote par rapport au piston, il se crée entre les deux pièces un couple résistant « C_r » (ou couple de sortie).

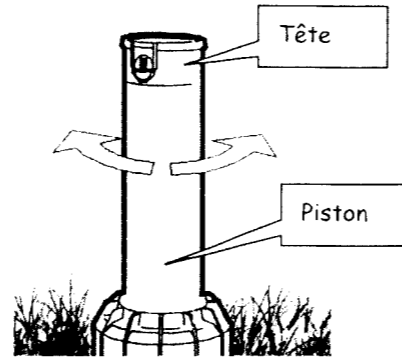
A partir d'une expérience, on a déterminé le couple résistant de l'arroseur existant ($C_{r_{EX}}$) :

$$C_{r_{EX}} = 0,75 \text{ mNm pour un diamètre } d_{EX} = 29,5 \text{ mm}$$

On sait que le couple résistant est proportionnel au rayon.

On donne : le diamètre extérieur maximum de l'arroseur nouvelle version : $d_{\text{maxi N}} = 43 \text{ mm}$

QUESTION 1. Calculer (répondre sur feuille de copie) le couple résistant (couple de sortie) du futur mécanisme : C_{r_N}



Analyse des formes de la turbine et détermination du couple moteur :

Objet de l'étude : L'augmentation du diamètre du piston permet d'augmenter le rayon de plantage des pales de la turbine; donc le couple moteur qu'elle délivre.

Sur la turbine de l'arroseur existant, on voit:

Épaisseur du tube : 2 mm

Diamètre extérieur du piston : 29,5 mm

Diamètre moyen d'implantation des pales sur la turbine : 20 mm

Jeu de fonctionnement : 1 mm au rayon

Largeur de pales : $E = (R - r) = 2,6 \text{ mm}$

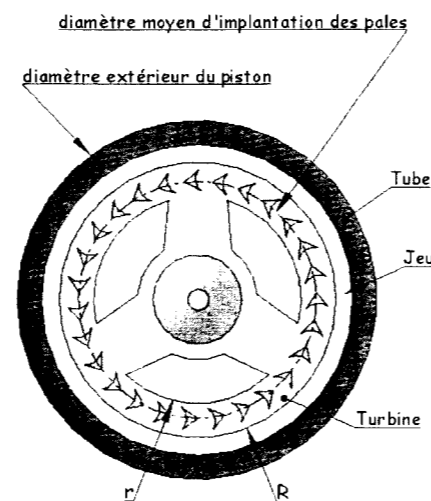
Pour représenter la nouvelle turbine on donne :

Épaisseur du tube : 2 mm

Diamètre extérieur du piston : 43 mm

Jeu de fonctionnement : 2 mm au rayon

Largeur de pales : $E = 2,6 \text{ mm}$



QUESTION 2. On demande de tracer sur la figure 1 (sur le document réponse DR1) :

- L'intérieur du tube
- Le diamètre maxi de la turbine : R
- Le diamètre mini de la turbine : r
- Le diamètre moyen de l'implantation des pales : $d_{\text{moy N}}$
- Et de relever sur le tracé, la valeur du diamètre moyen d'implantation des pales de la nouvelle turbine : $d_{\text{moy N}}$

QUESTION 3. Relever sur la courbe donnée (sur le document réponse DR1), le couple moteur développé par la nouvelle turbine: $C_m N$

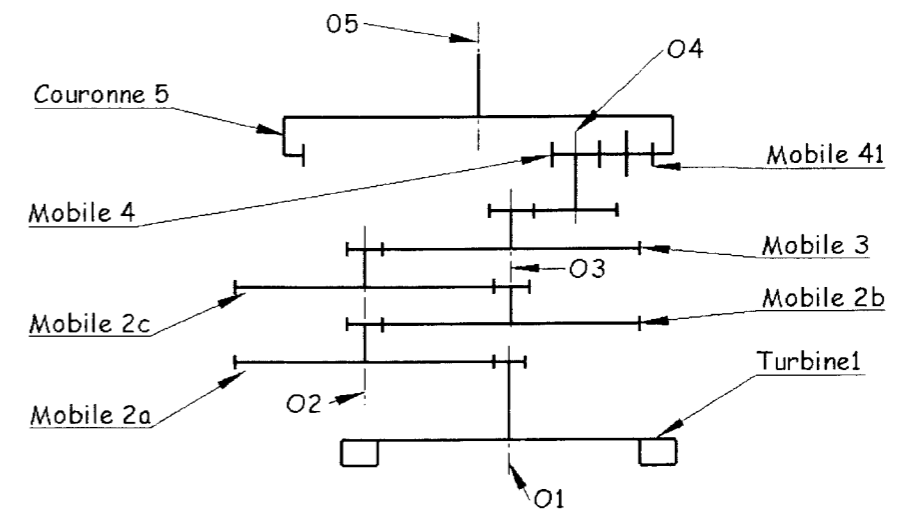
ETUDE 2 Répondre sur feuille de copie.

Objet de l'étude : On veut calculer le rendement global du réducteur et son rapport d'engrenage. afin de le concevoir.

Rendement global :

On donne :

- Le schéma du réducteur (qui est identique à l'arroseur existant).
- Le rendement unitaire d'un engrenage extérieur : $\eta = 0,95$.
- Le rendement unitaire d'un engrenage intérieur : $\eta = 0,90$.
- Les liaisons pivot sont supposées parfaites.



Les liaisons pivot par rapport au bâti ne sont pas représentées

QUESTION 4. Déterminer (répondre sur feuille de copie) le rendement global η_g du mécanisme.

Calcul de la réduction

Remarque : Quelque soit le résultat trouvé précédemment, prendre :

$$C_m = 0,84 \cdot 10^{-6} \text{ N.m} \quad \text{et} \quad C_r = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ N.m}$$

QUESTION 5. Déterminer la réduction (répondre sur feuille de copie):

- Donner la formule de la puissance du moteur P_m , en fonction du couple moteur C_m et de la vitesse angulaire du moteur ω_m .
- Donner la formule de la puissance de sortie P_r , en fonction du couple de sortie (résistant) C_r et de la vitesse angulaire de sortie ω_r .
- Donner la relation entre : P_m , P_r et η_g
- En déduire la valeur du rapport de réduction : $R = \omega_r / \omega_m$

QUESTION 6.

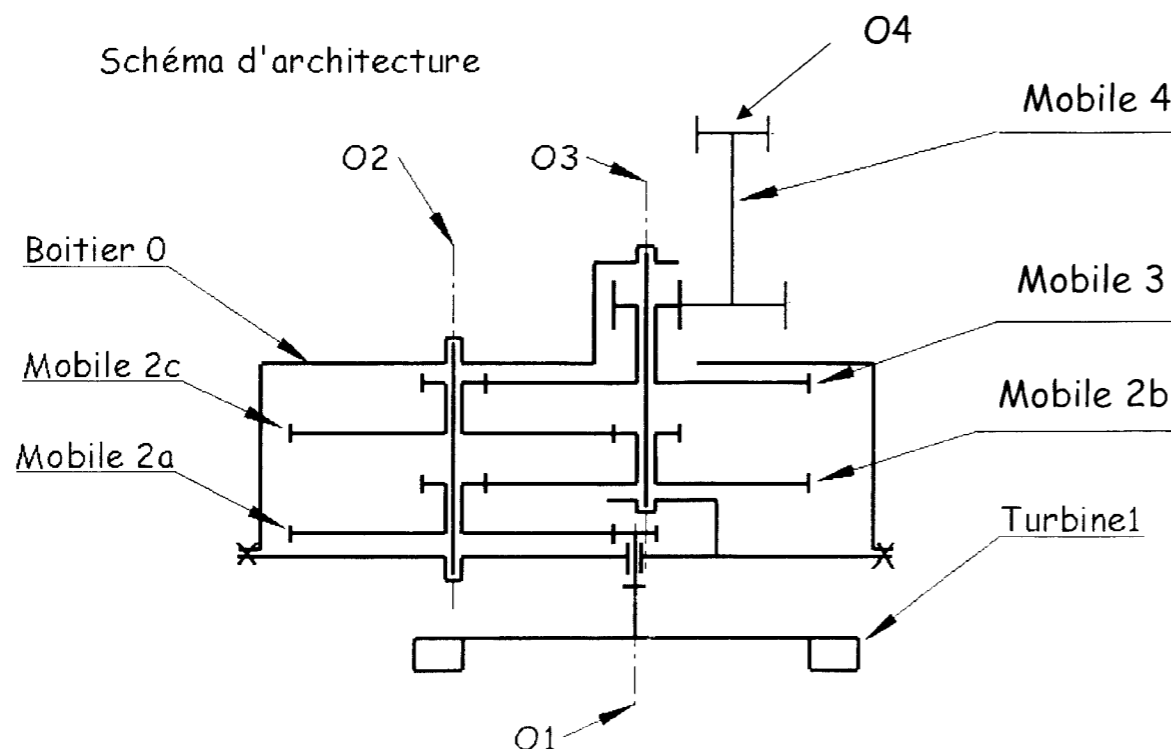
- On donne les caractéristiques des engrenages :

Désignation	Rep.		Z	d	d tête	m
Turbine	1	pignon	11	4,2	4,9	0,38
Mobile	2	roue	41	15,6	16,3	0,38
		pignon	11	4,2	4,9	0,38
Mobile	3	roue	41	15,6	16,3	0,38
		pignon	11	4,2	4,9	0,38
Mobile	4	pignon	24	9,1	9,9	0,38
		roue	30	7,5	8,0	0,25

- Ecrire le rapport de réduction R en fonction des nombres de dents ;
- En déduire le nombre de dents de la couronne 5.

ETUDE 3 Répondre sur les documents réponse DR2 et DR3

Objet de l'étude : Concevoir le nouveau réducteur.



QUESTION 7. Tracer (sur le document réponse DR2) l'épure du plantage des axes des mobiles du réducteur.

On donne : la limite de l'étude et la position des axes O_1 , O_2 et O_4 .

On demande : de positionner l'axe O_3 .

- Calculer l'entraxe $a_1 = O_2O_3$
- Calculer l'entraxe $a_2 = O_3O_4$
- Tracer l'axe O_3

QUESTION 8. Réaliser (sur le document réponse DR2) la construction de l'axe O_2 :

Les axes sont en acier et les mobiles et le boîtier sont en matière plastique.

- Compléter le montage de l'axe O_1 sur le boîtier 0 et la platine (Ajustements et jeux fonctionnels.)
- Compléter le montage du mobile 1 et sa liaison avec l'axe O_1 (Ajustement et jeux fonctionnels.)
- Concevoir l'axe O_2 et sa liaison avec le boîtier 0
- Concevoir les deux mobiles identiques 2a et 2c et leur liaison avec l'axe O_2

Ne pas oublier de reporter les jeux fonctionnels et les ajustements

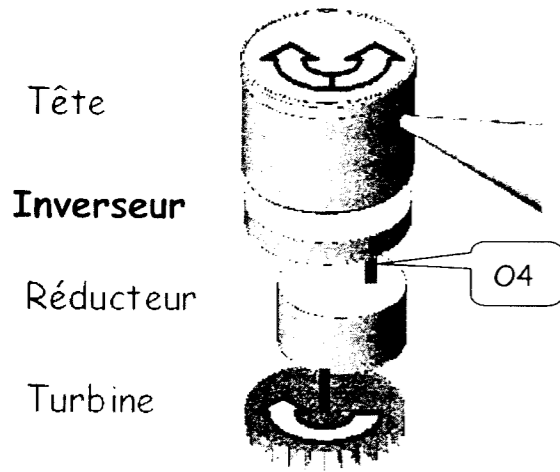
QUESTION 9. Réaliser (sur le document réponse DR2) la liaison complète du boîtier 0 et de la platine. Elle peut être non démontable.

QUESTION 10. Le document DR3 représente partiellement la platine.

Pour les mobiles 1 et 2, reporter les cotes résultant des ajustements.

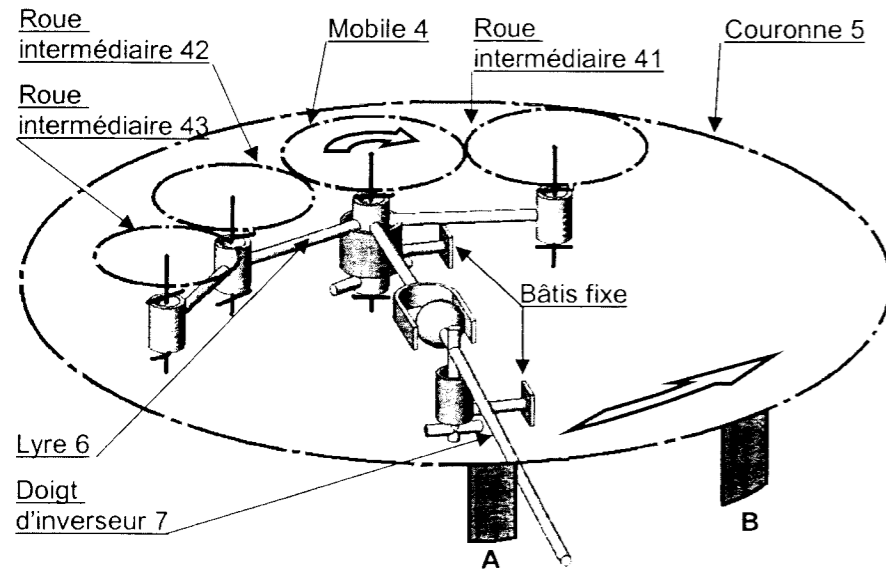
Réaliser la cotation dimensionnelle et géométrique non chiffrée de positionnement du mobile 2 par rapport au mobile 1.

Pourquoi un système d'inversion ?



Etant donné que l'eau donne à la turbine un mouvement de rotation continue et qu'on souhaite que la tête d'arrosage décrive un mouvement de rotation alternée (d'amplitude réglable), il a fallu insérer, entre le réducteur et la tête un système inverseur.

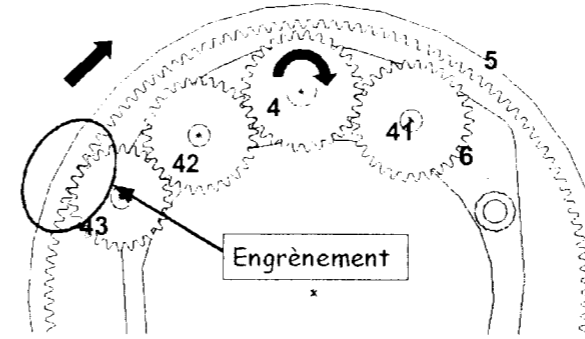
Fonctionnement du système :



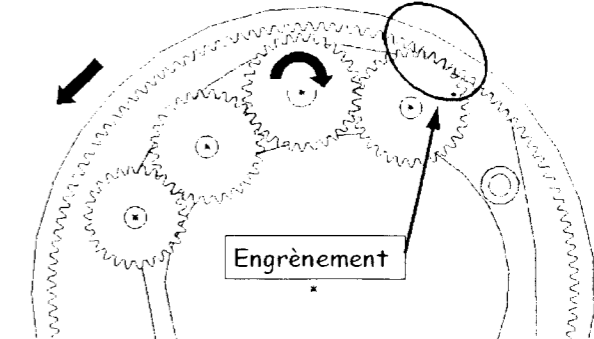
Le mobile 4 entraîné par le réducteur fait tourner la roue intermédiaire 41 puis la couronne 5, en liaison pivot (non représentée) avec le bâti fixe. Au moment de l'inversion, l'index A solidaire de la couronne vient pousser sur le doigt d'inverseur 7 qui fait basculer la lyre 6. Il y a alors rupture de l'engrènement entre la roue intermédiaire 41 et la couronne 5, puis établissement de l'engrènement entre la roue intermédiaire 43 et la couronne 5, avec inversion du sens

de rotation. Le mouvement se poursuit jusqu'à ce que l'index B, dont la position sur la couronne 5 est réglable vienne pousser le doigt d'inverseur 7 pour une nouvelle inversion.

Pour une position de la lyre 6, le mouvement de la couronne 5 se fait dans le même sens que la roue d'entrée motrice.

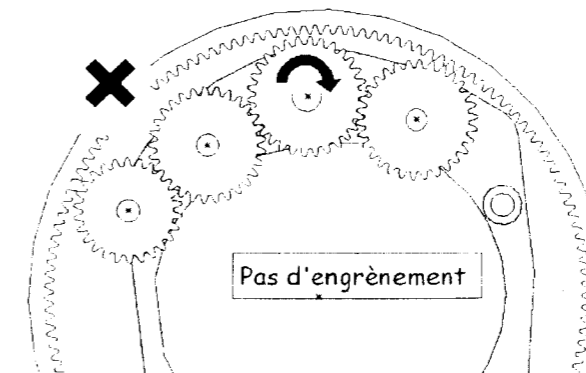


Dans l'autre position, le sens de rotation de la couronne est inversé.



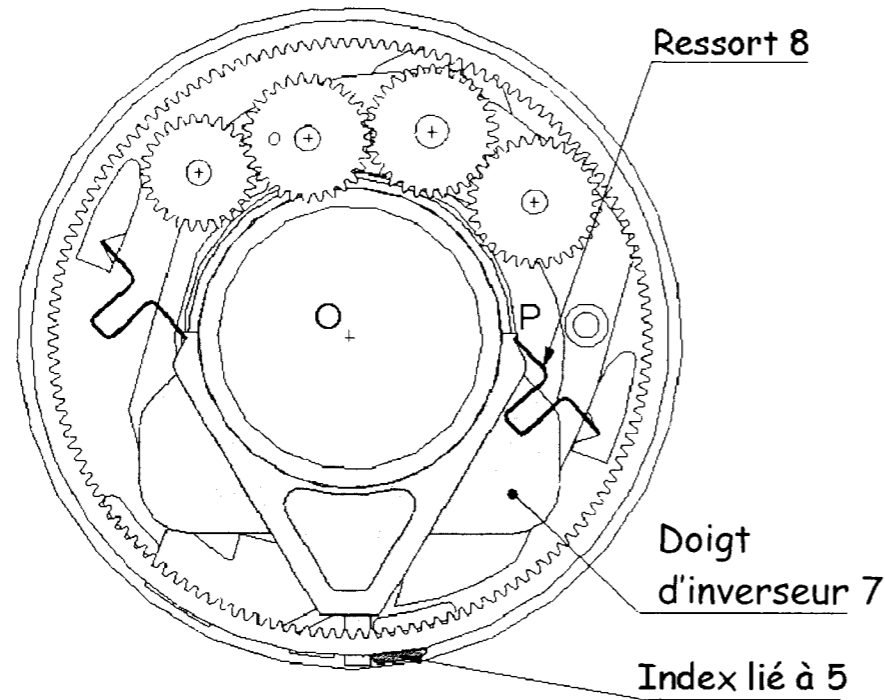
Nécessité que l'inversion soit brusque :

Mais entre les deux positions décrites précédemment, il n'y a plus engrènement, la couronne est arrêtée. Il faut donc qu'un système fasse passer brusquement d'une position à l'autre.



Constitution du système :

Par l'intermédiaire d'un index, la couronne 5 agit sur le doigt d'inverseur 7 qui est maintenu d'un côté par l'action des deux ressorts 8. Elle le pousse et fait tourner 7 jusqu'à un point d'équilibre où les ressorts exercent des actions égales et directement opposées. Sitôt passé cet équilibre, les ressorts repoussent brusquement le doigt d'inverseur qui repousse à son tour la lyre et provoque son changement brusque de position.



Répondre sur le document réponse DR4

QUESTION 11. Détermination du moment par rapport à l'axe O de l'action au point P d'un ressort 8 sur le doigt 7: $M(O, P_{8/7})$

- Isoler le ressort 8 et (sur le document réponse DR4) tracer $\Delta_{P,7/8}$ (droite d'action de l'action en P du doigt 7 sur le ressort 8).
- Tracer et mesurer d : distance de $\Delta_{P,7/8}$ à O (centre de rotation de 7 par rapport au bâti).
- Calculer le moment par rapport à l'axe O de l'action d'un ressort 8 sur le doigt 7.

QUESTION 12. En déduire la valeur du couple de rappel créé par les deux ressorts 8 sur le doigt 7 : $C_{8/7}$

QUESTION 13. En déduire la valeur du module de l'action de l'index de la couronne 5 sur le doigt 7: $\|\vec{B}_{5/7}\|$

QUESTION 14. En déduire la valeur du couple supplémentaire. Dire si ce surcouple est préjudiciable si on admet qu'un surcouple de 50% est acceptable car il agit brièvement (on rappelle qu'en fonctionnement normal, le couple résistant au niveau de la tête vaut : $C_r = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{N.m}$).

Objet de l'étude : ce dispositif crée un effort supplémentaire et il faut vérifier qu'il n'est pas trop grand vis-à-vis du couple moteur C_m disponible.

Données :

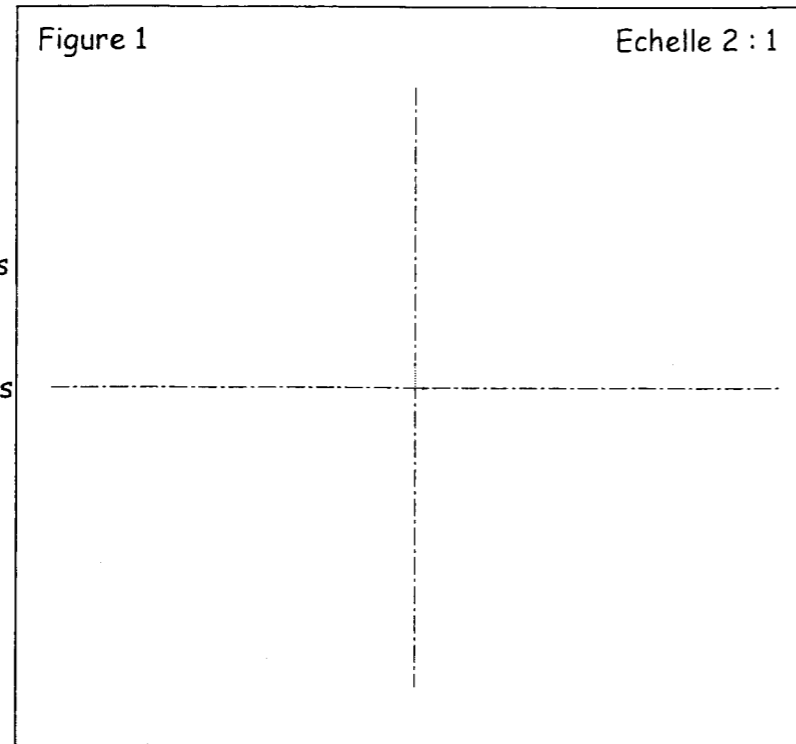
- L'action d'un ressort 8 sur le doigt 7 : $\|\vec{P}_{8/7}\| = 0,05 \text{N}$
- Le poids des pièces est négligeable.
- Les dimensions sont à relever sur la figure document réponse DR4

Document réponse DR1

Question n°2.

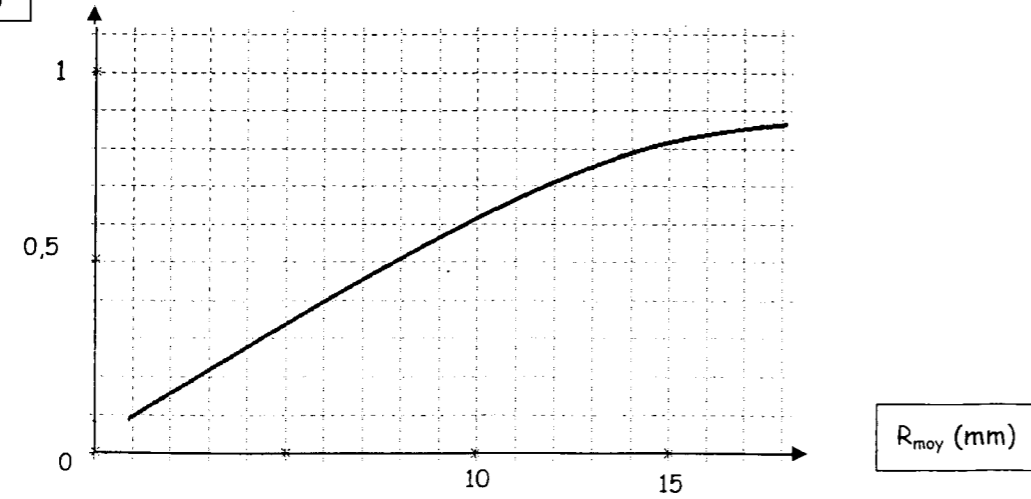
Compléter en traçant :

- L'intérieur du tube
- Le diamètre maxi de la turbine : R
- Le diamètre mini de la turbine : r
- Le diamètre moyen de l'implantation des pales : $d_{moy N}$
- Mesurer et donner la valeur du diamètre moyen d'implantation des pales de la nouvelle turbine : $d_{moy N}$



Question n°3.

C_m (10^{-6} N.m)



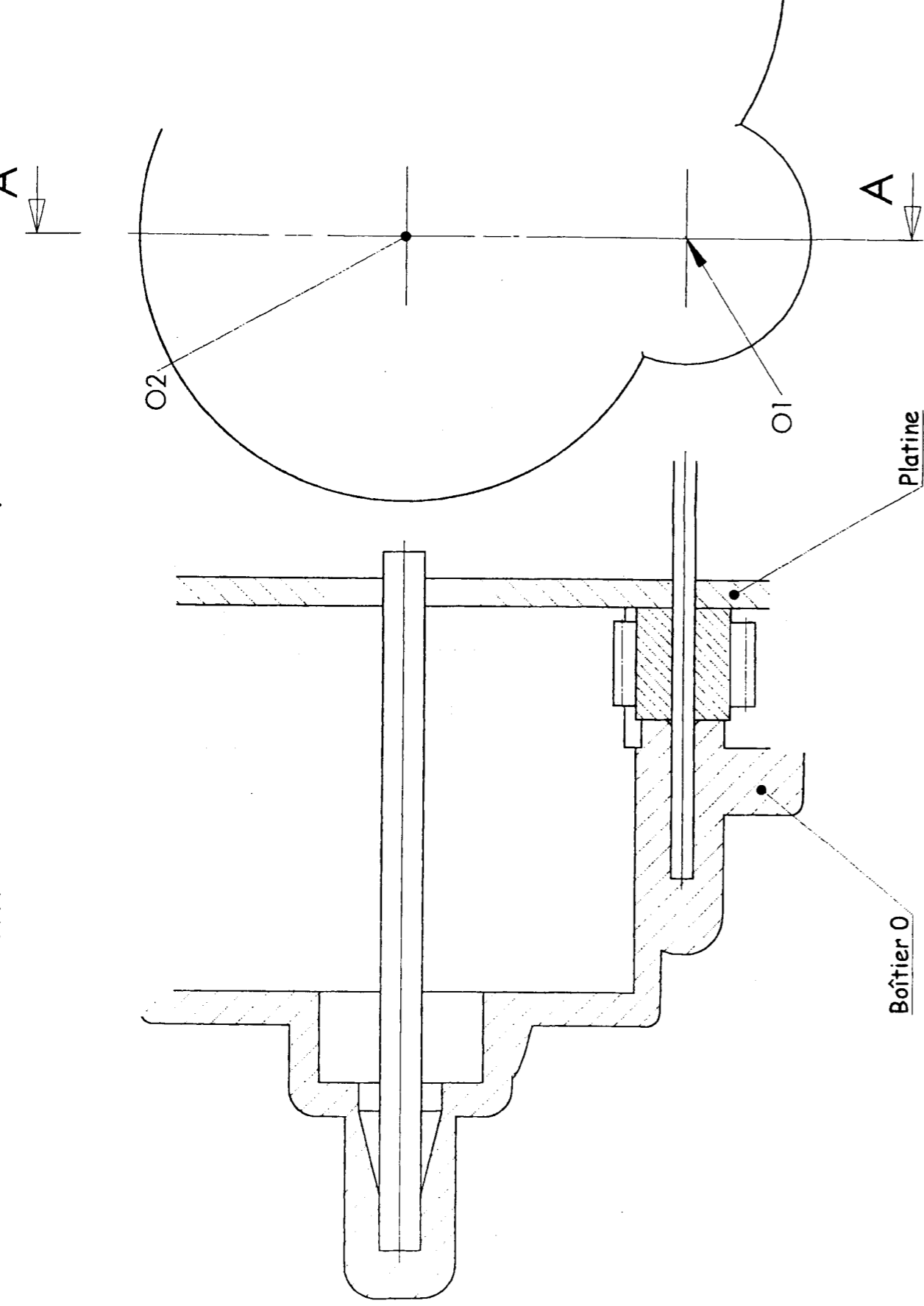
Couple moteur développé par la nouvelle turbine:

$C_{m N} =$

A-A

Document réponse DR2

Echelle 1:1

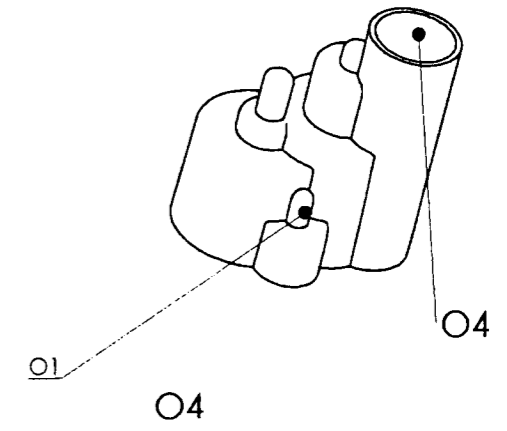
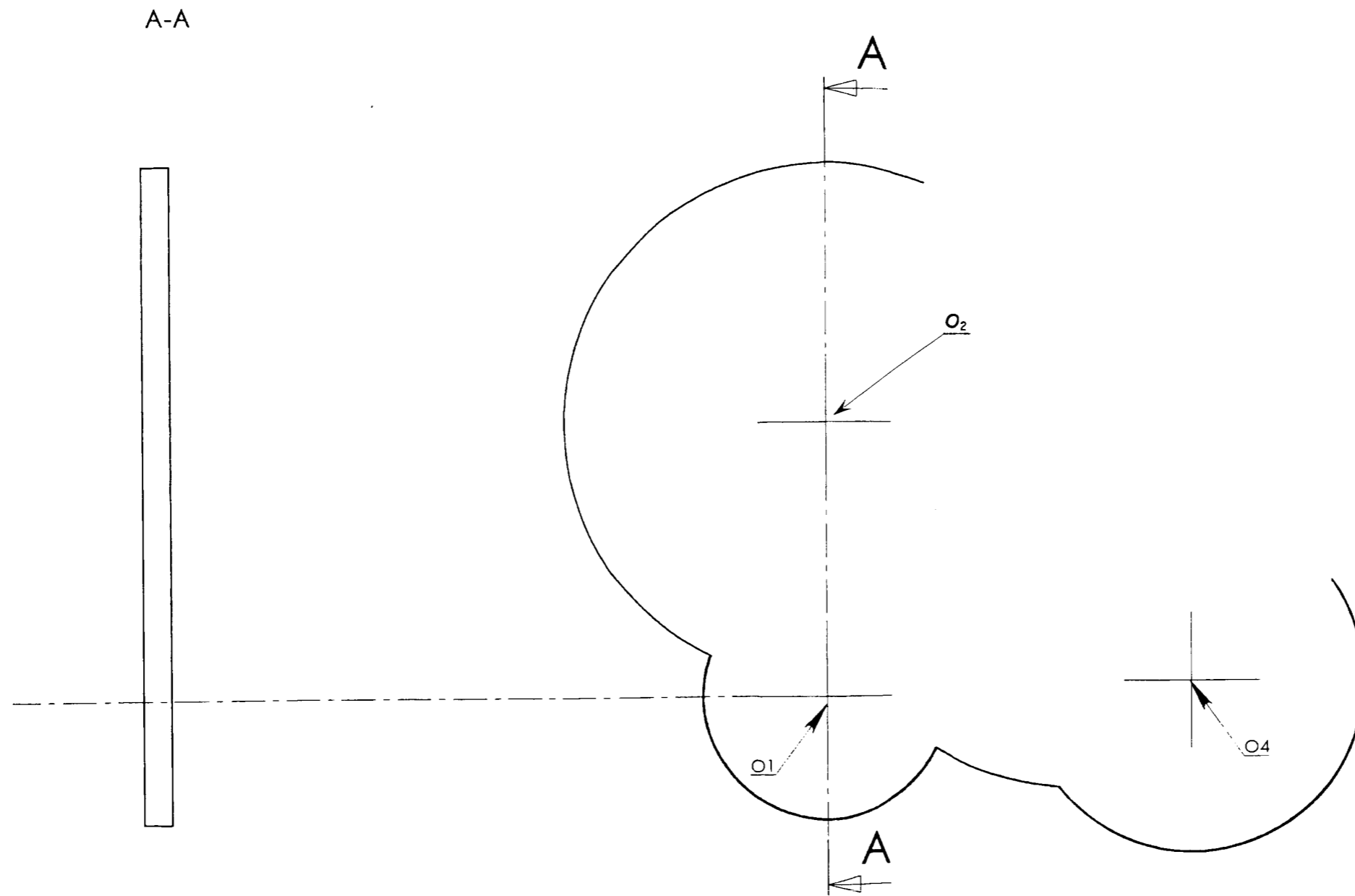


Boîtier 0

Platine

Document réponse DR3

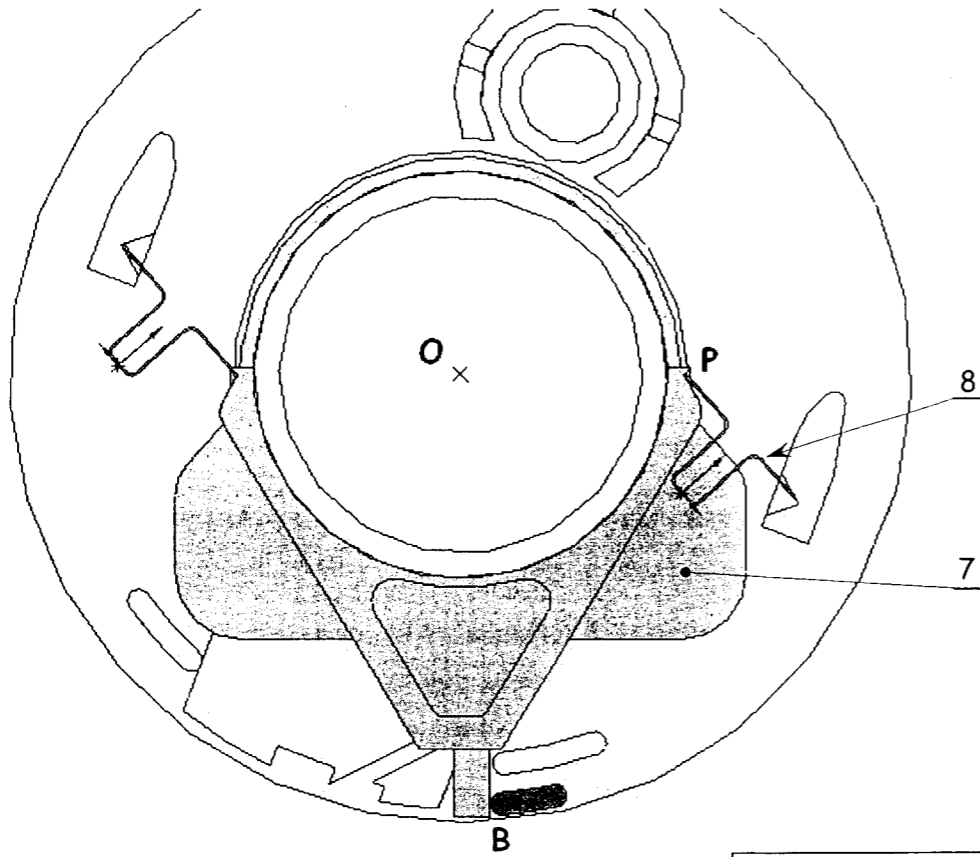
Echelle 5:1



Document réponse DR4

Question n° 11.

Echelle 3:1



$d =$

$M(O, P_{8/7}) =$

$M(O, P_{8/7}) =$

Question n° 12.

$C_{8/7} =$

$C_{8/7} =$

Question n° 13.

$\vec{B}_{5/7} =$

$\|\vec{B}_{5/7}\| =$

Question n° 14.

$C_{sup.} =$

Conclusion :