

BACCALAURÉAT

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

Spécialité génie électronique

Session 2009

Étude des Systèmes Techniques Industriels

Oxymètre pour l'aquaculture

Construction mécanique

Durée Conseillée : 1h30

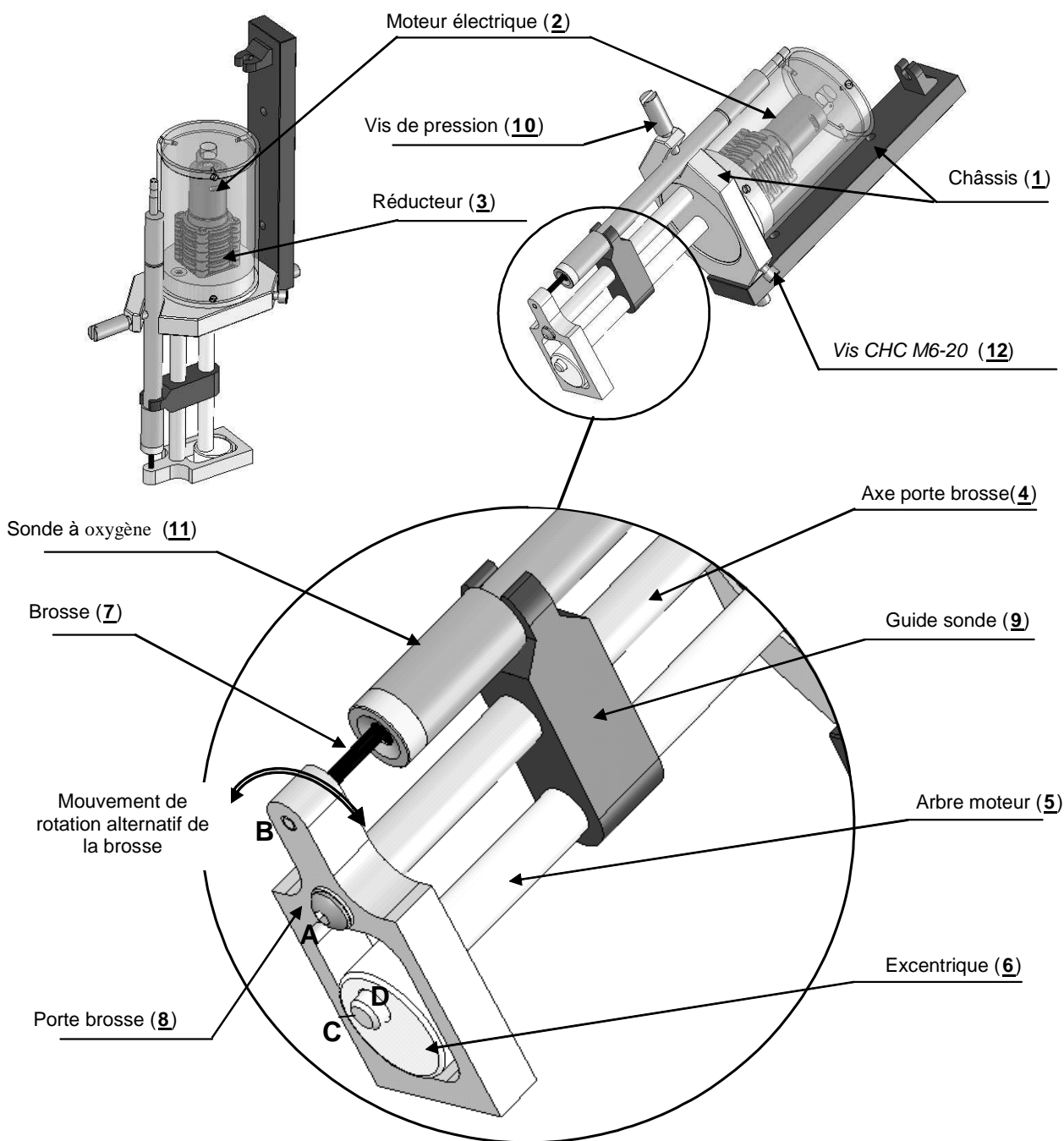
- Lecture du sujet : 10mn
- Étude fonctionnelle : 10mn
- Modélisation : 20mn
- Cinématique : 30mn
- Énergétique : 10mn
- Étude graphique : 10mn

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	9IEELPO1
	Construction mécanique	

B- Partie Mécanique : *Étude de la fonction FT13*

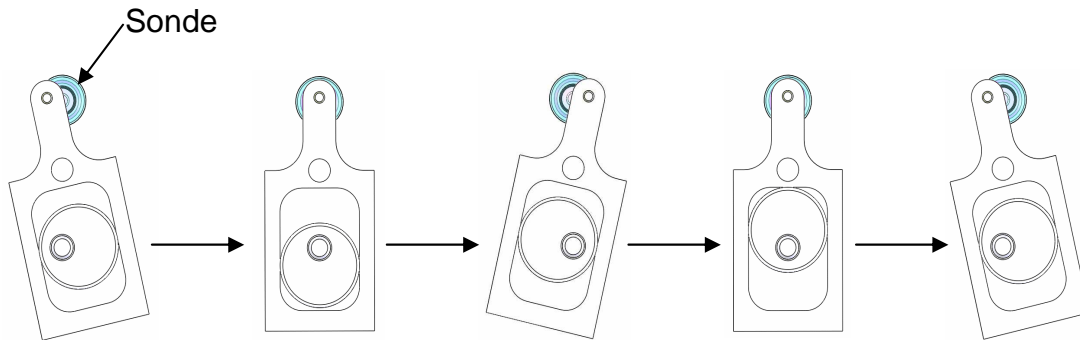
1 / Présentation du système

La fonction **FT13** « *Maintenir la membrane propre et Agiter l'eau à proximité de la sonde* » est assurée par le système d'auto nettoyage présenté ci-dessous.



2 / Fonctionnement du système de nettoyage

Un moto-réducteur électrique (2+3) entraîne en rotation l'axe 5. L'excentrique 6 (solidaire de l'axe 5) va créer un mouvement de rotation alternatif du porte brosse 8 autour de l'axe fixe 4. On va donc obtenir un balayage de la brosse 7 devant l'extrémité de la sonde à nettoyer.



Cycle de nettoyage de la sonde

L'étude porte sur le système d'auto nettoyage de la sonde. Celui-ci a une double utilité.

- La sonde étant constamment immergée dans l'eau, le risque qu'elle se recouvre progressivement de micro-algues issues de la photosynthèse ou de sédiments présents dans l'eau est important. Le système d'auto nettoyage permet de garder la sonde dans un parfait état de propreté nécessaire à une bonne qualité de mesure. Cette fonction de nettoyage est assurée par un brossage de la sonde déclenché automatiquement à chaque mesure.
- Le principe de mesure utilisé par la sonde consomme de l'oxygène dissous dans l'eau, cette consommation d'oxygène provoque une erreur de mesure. Ainsi, pour que la mesure soit représentative il faut constamment renouveler l'eau à proximité de la sonde. Cette opération est assurée par le brassage provoqué par le mouvement de rotation alternatif de la Brosse 7.

3 / Étude fonctionnelle

Document à consulter : (pages **BAN1** ; **BAN2** ; **B1**)

Q1 - Donner le nom des composants permettant d'assurer les fonctions suivantes :

- **FT13211** : « *transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation* »
- **FT 13212** : « *adapter l'énergie mécanique* »

Q2 - Donner le nom de la liaison pour réaliser la fonction **FT 13221** : « *lier l'excentrique à l'arbre moteur* », puis d'après la représentation donnée sur le document (page **BAN2**), préciser la solution technologique choisie par le concepteur du système.

Q3 - D'après le type de hachures représentées sur la coupe **A-A** du document (page **BAN2**) quel matériau a choisi le concepteur du système pour répondre à la fonction de contrainte **FC2** « résister aux intempéries ».

4 / Modélisation cinématique du système

Répondre sur le document réponse (page BR1)

Q4 - Compléter les classes d'équivalence demandées sur le document réponse (page **BR1**) en vous aidant du document (page **BAN2**).

Q5 - Compléter le graphe des liaisons en donnant le nom et l'orientation des liaisons.

Q6 - Compléter le schéma cinématique minimal en ajoutant les symboles des liaisons mécaniques, manquant sur le schéma proposé.

5 / Étude cinématique

Pour obtenir une bonne mesure de la quantité d'oxygène dissous, le fabricant de la sonde de mesure d'oxygène préconise une vitesse d'agitation de l'eau de **25 mm/s**. Cette agitation est obtenue grâce au déplacement de la brosse sur la surface de la sonde chargée de capter l'oxygène dissous.

Objectif de l'étude :

Vérifier les caractéristiques cinématiques du moteur en fonction de la vitesse de déplacement de la brosse en contact avec la sonde.

Données et hypothèses retenues pour l'étude :

- Le mouvement du porte brosse **8** est considéré uniforme.
- L'étude se fera dans la position du dessin (page **BR2**).
- On donne la vitesse optimale de nettoyage appliquée en B par rapport au bâti 1 .
- $\left\| \overrightarrow{V_{B \in 8 / 1}} \right\| = 25 \text{ mm / s}$
- $DC = 15,5 \text{ mm}$

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	Page B3 sur 5
9IEELPO1	Sujet Construction Mécanique	

✱ Caractéristiques de l'ensemble moteur 2 + réducteur 3

Le moteur est assemblé à un réducteur à étage ce qui permet d'obtenir un rapport de réduction modulable adapté au besoin.

- Tension d'alimentation : de **2 à 12v**
- Consommation : **200 mA**
- Vitesse de rotation maxi : **4600 tr/min**
- Puissance moteur utile : **2.25 W**
- Couple nominal : **0.005 Nm**
- Rapport de réduction d'un étage : $r = \frac{1}{3}$



Q7 - Décrire le mouvement du porte brosse 8 par rapport au bâti 1 (utiliser le repérage des points et des axes du document page **BR2**).

Q8 - Décrire la trajectoire $T_{B \in 8/1}$.

Q9 - Tracer sur le document réponse (page BR2) la trajectoire $T_{B \in 8/1}$.

Q10 - Tracer sur le document réponse (page BR2) le vecteur vitesse $\overrightarrow{V_{B \in 8/1}}$ en respectant l'échelle des vitesses indiquée sur la figure.

Q11 - La loi de composition des vitesses au point C, traitée par un logiciel de simulation mécanique, a permis d'obtenir la norme du vecteur $\overrightarrow{V_{C \in 6/1}}$ représenté sur le document (page **BR2**). soit : $\|\overrightarrow{V_{C \in 6/1}}\| = 90 \text{ mm/s}$. En déduire la vitesse angulaire $\omega_{6/1}$ en rad/s (expression littérale et numérique).

Q12 - Déterminer la Fréquence de rotation $N_{6/1}$ en tr/min en fonction de $\omega_{6/1}$ (expression littérale et numérique).

Quels que soient les résultats trouvés précédemment on prendra pour la suite de l'étude :

$$N_{(5+6)/1} = 56 \text{ tr/min}$$

Q13 - Sachant que le concepteur du système a choisi 4 étages de rapport identique pour réaliser le réducteur. Calculer le rapport global R_g du réducteur obtenu par cet assemblage.

Q14 - Connaissant la fréquence de rotation à la sortie du réducteur $N_{(5+6)/1} = 56 \text{ tr/min}$. Calculer en fonction de R_g la fréquence de rotation du moteur N_m (expression littérale et numérique).

Q15 - Le choix du moteur est-il correct ? Justifier votre réponse.

Bac Génie Électronique Session 2009 9IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel	Page B4 sur 5
	Sujet Construction Mécanique	

6 / Étude énergétique

L'objectif de cette étude est de vérifier si la puissance du moteur choisi par le concepteur est suffisante pour assurer un bon fonctionnement du mécanisme.

Données et hypothèses retenues pour l'étude :

- Rendement global du réducteur : $\eta = 0.6$
- Couple utile à l'entraînement de l'ensemble axe moteur 5 + excentrique 6 : $C_u = 0.21 \text{ Nm}$
- Fréquence de rotation de l'ensemble axe moteur 5 + excentrique 6 : $N_{(5+6)/1} = 56 \text{ tr/min}$



Q16 - Connaissant le couple C_u nécessaire à l'entraînement de l'ensemble axe 5 + excentrique 6. Calculer la puissance utile P_u à la sortie du réducteur (expression littérale et numérique).

Q17 - Déterminer la puissance P_m que doit délivrer le moteur. (expression littérale et numérique). Le choix du moteur est-il correct ? Justifier votre réponse.

7 / Étude Graphique :

La fonction **FT 13224** : « assurer le contact excentrique 6 -porte brosse 8 ». Ce contact est assimilé à une liaison ponctuelle mais réalisé par une liaison linéaire rectiligne entre une surface cylindrique de l'excentrique 6 et une surface plane sur le porte brosse 8. Voir document (page **BAN2**). On se propose d'analyser la solution retenue :

Q18 - Compléter (à main levée sans les parties cachées) sur le document réponse (page **BR2**) la perspective isométrique du porte brosse 8 en vous aidant du dessin de définition (page **BAN3**).

Q19 - Colorier sur cette perspective la surface fonctionnelle de contact réalisant la liaison entre l'excentrique 6 et le porte brosse 8.

Q20 - Exprimer littéralement la valeur minimum de L en fonction de Re afin d'assurer un bon fonctionnement, (voir page **BAN 3** et page **B2** cycle de nettoyage de la sonde).

Bac Génie Électronique Session 2009 9IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel	Page B5 sur 5
	Sujet Construction Mécanique	

Documents réponse

4 / Modélisation cinématique du système

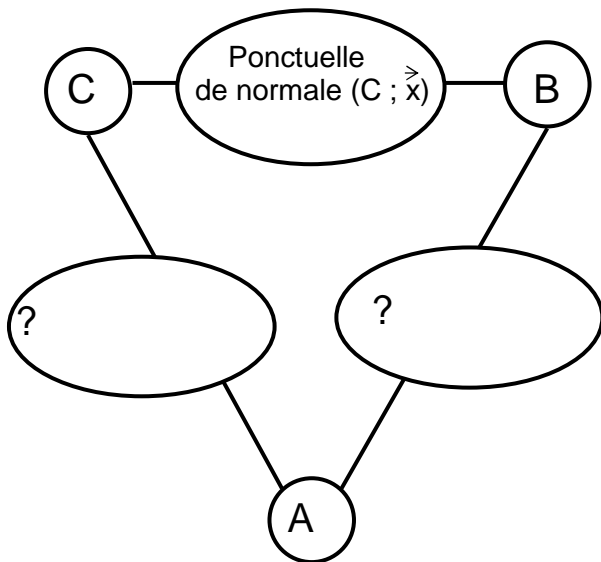
Q4 -

A = {1; 2; 3;} (bâti)

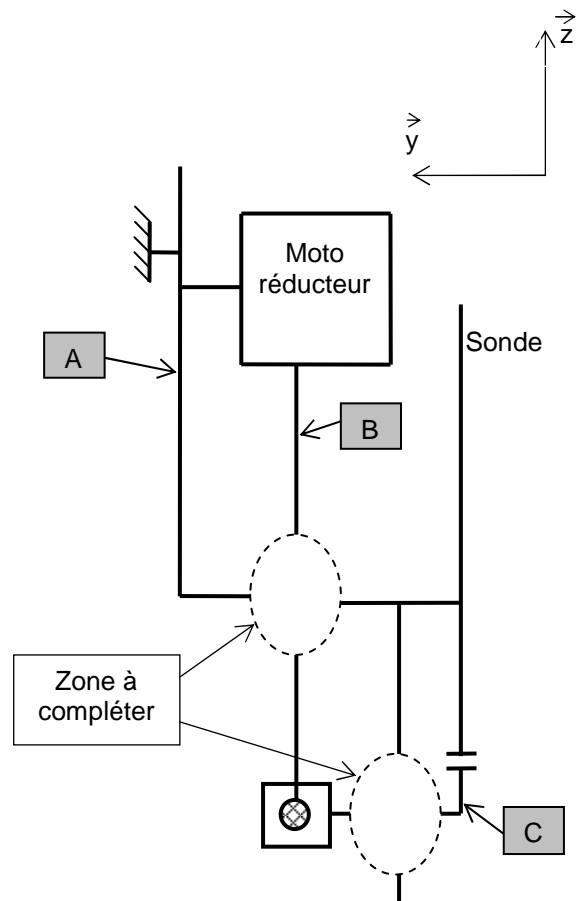
B = {5 ;.....} (arbre moteur)

C = {8 ;.....} (porte brosse)

Q5 -



Q6 -

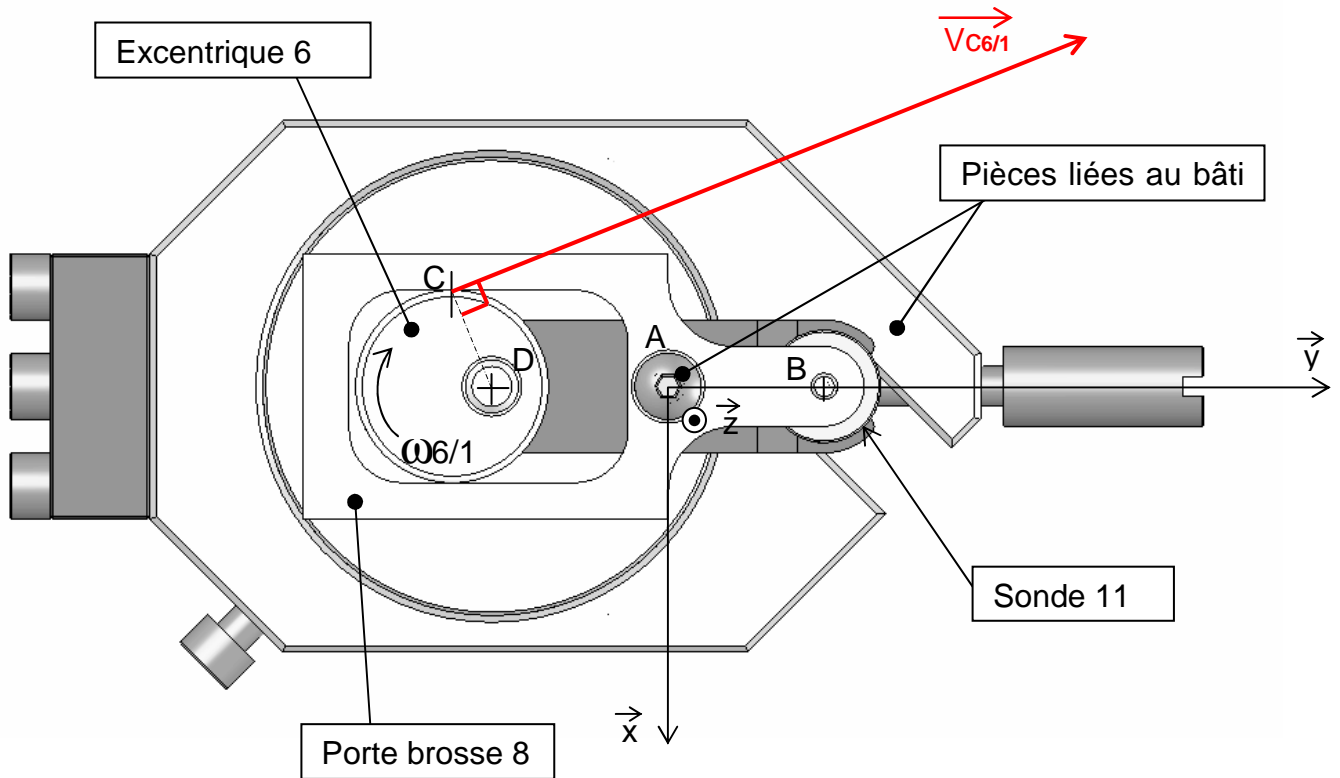


5 / Étude cinématique

Figure à compléter par les tracés demandés aux questions : **Q9; Q10**

Échelle des vitesses : $1\text{ mm} \rightarrow 1\text{ mm/s}$

DC = 15.5 mm



7 / Étude Graphique

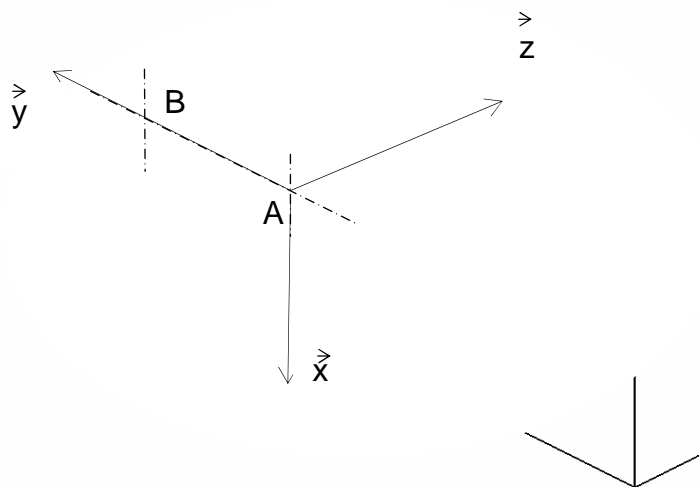
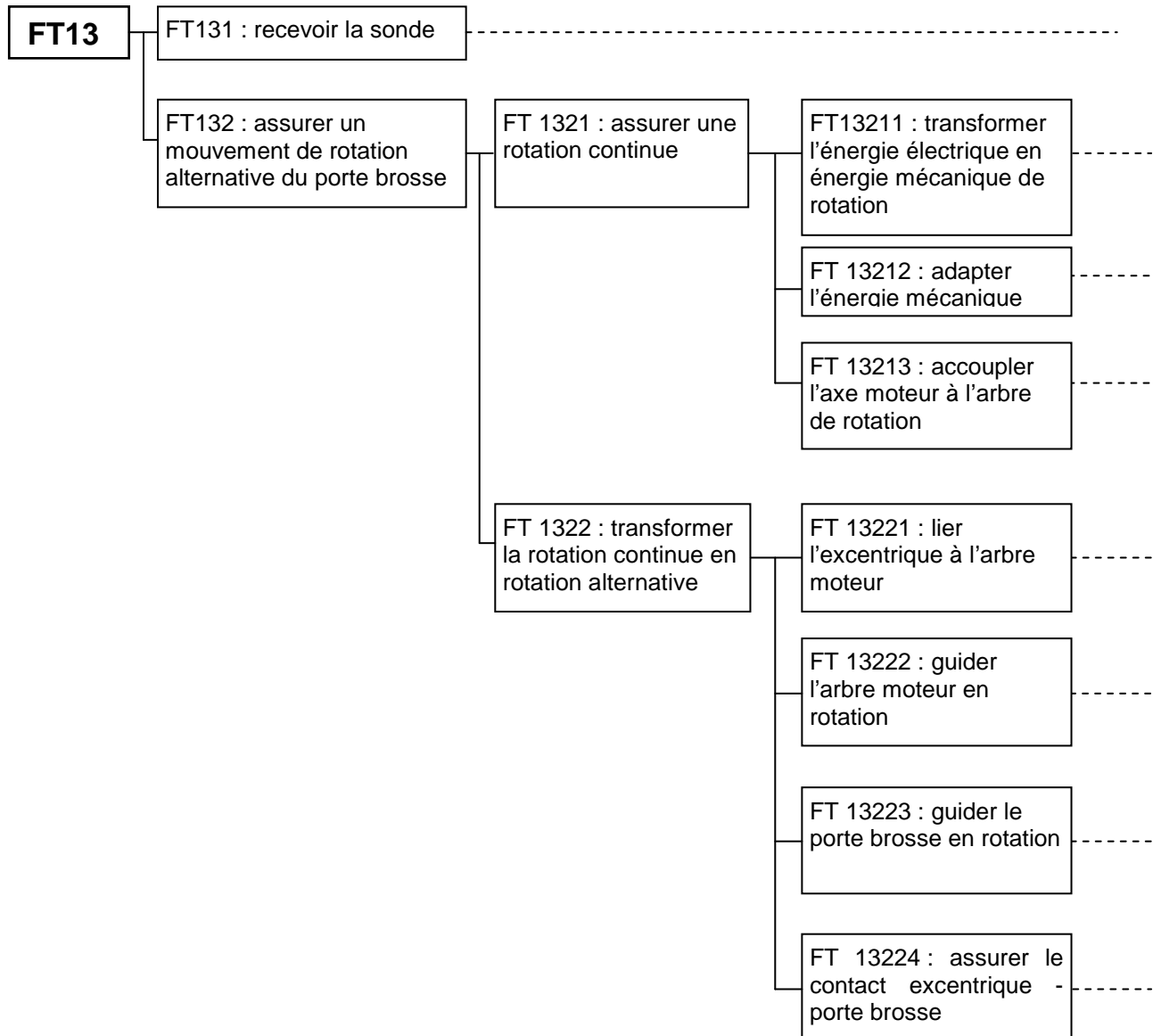
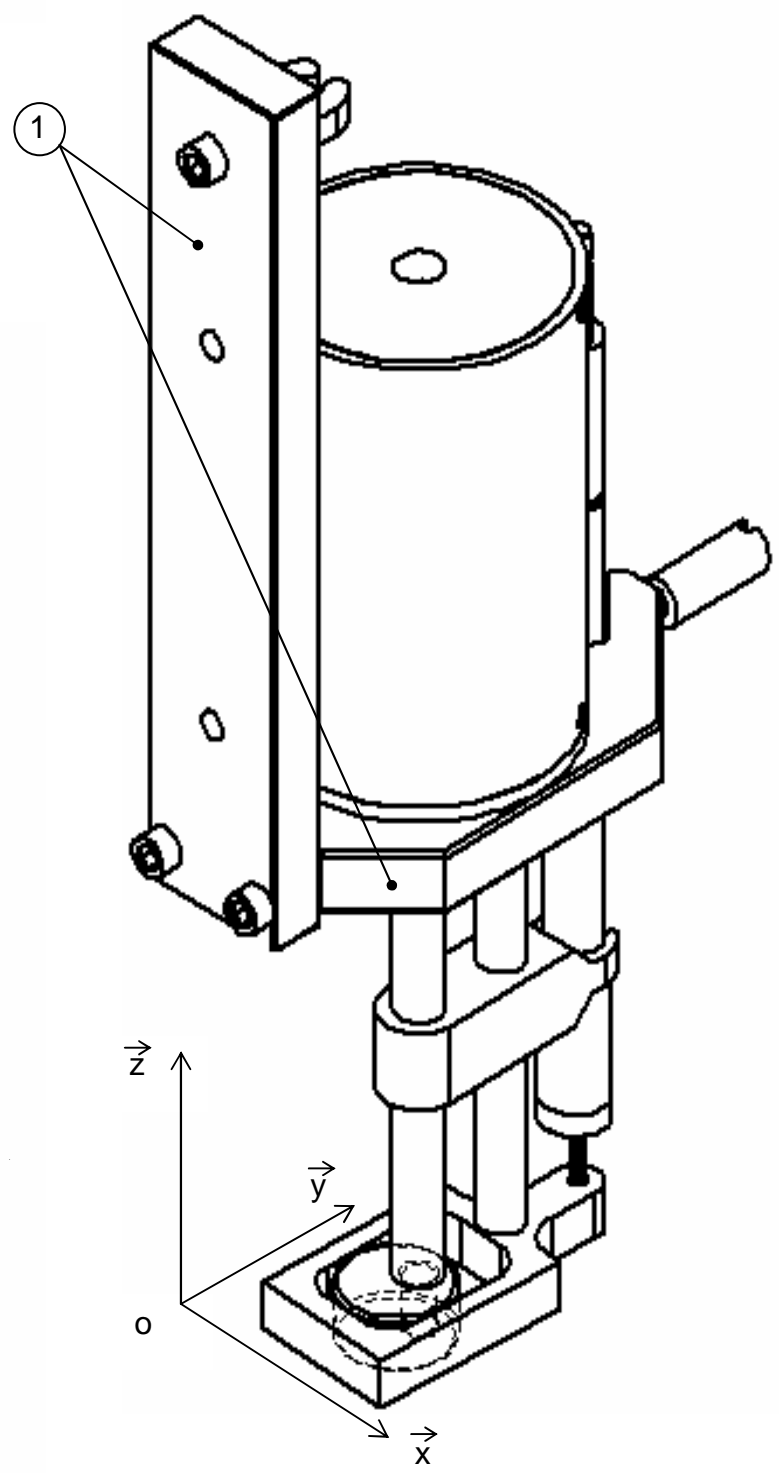
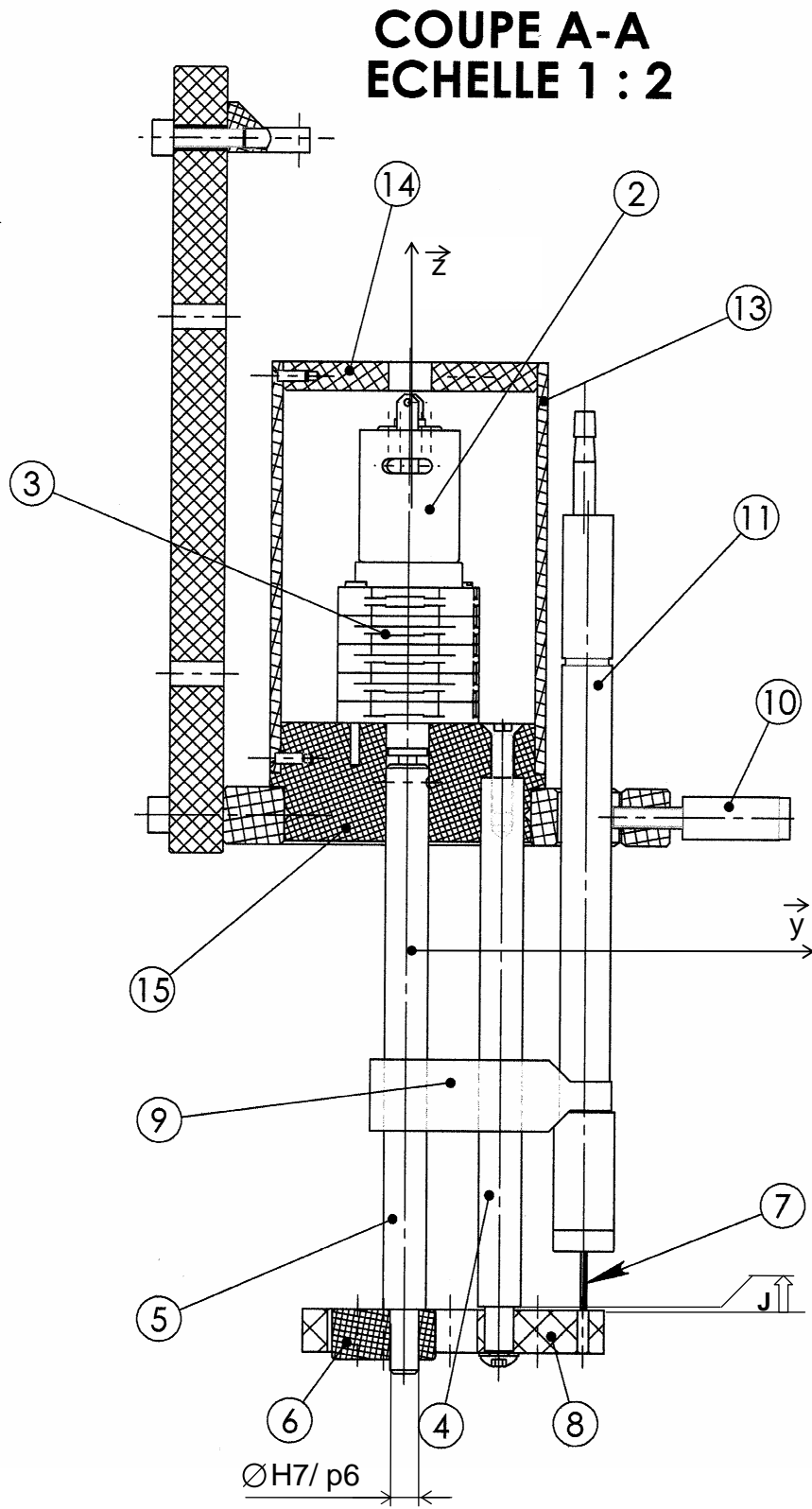
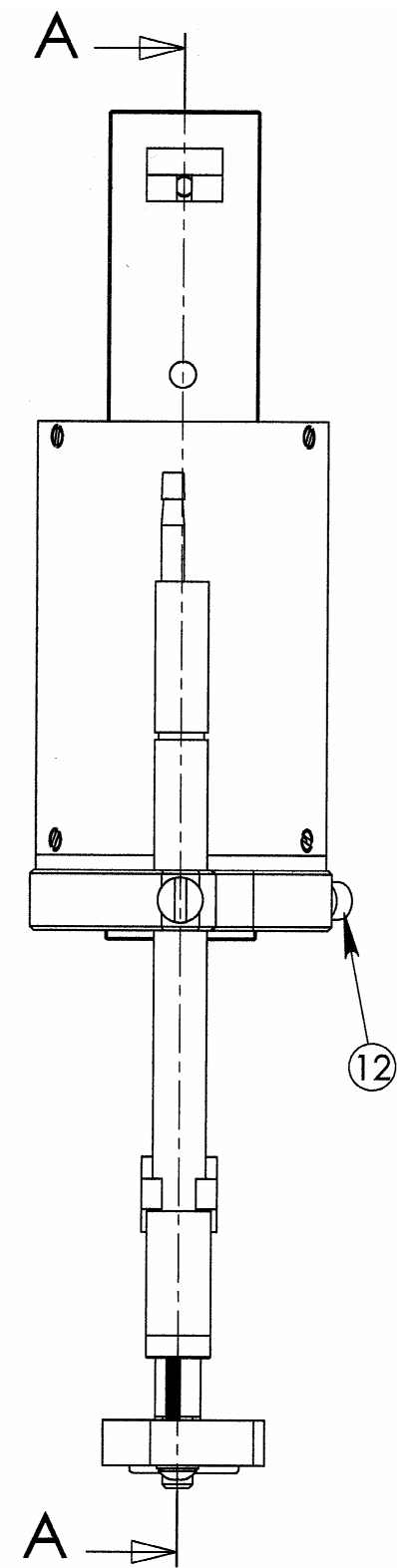


DIAGRAMME F.A.S.T

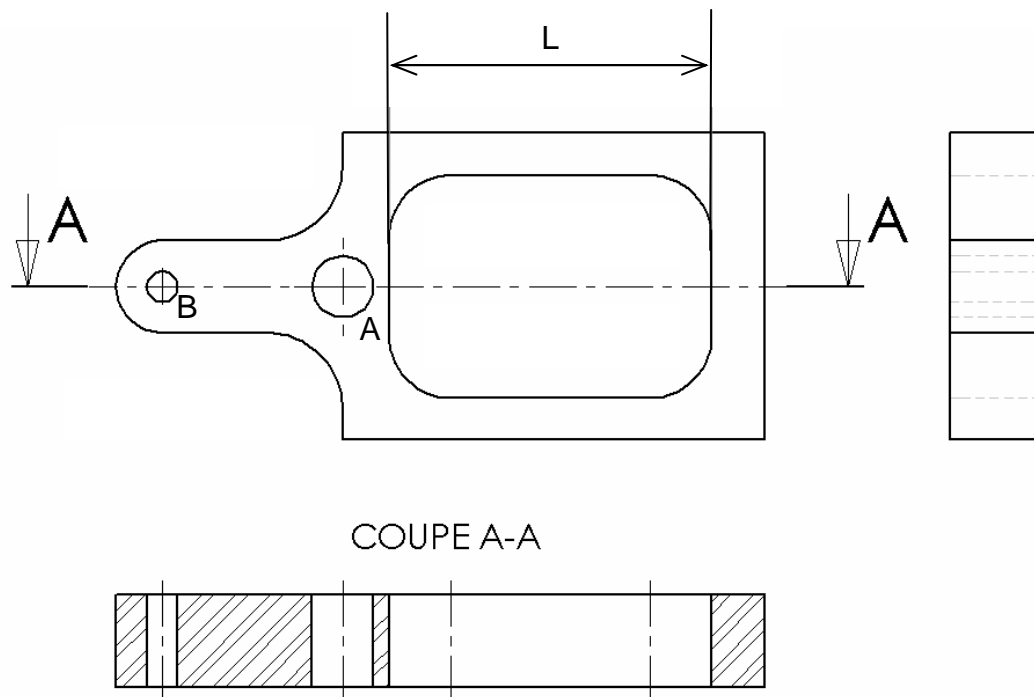
Pour la Fonction Technique **FT13** « *Maintenir la membrane propre et Agiter l'eau à proximité de la sonde* », le diagramme F.A.S.T partiel est le suivant :



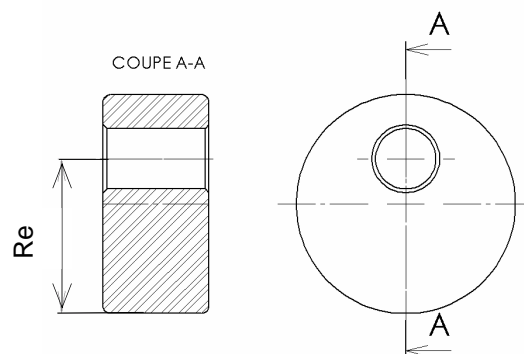
15	Bloc moteur
14	Cache moteur supérieur
13	Cache moteur
12	Vis CHc M6-20
11	Sonde
10	Vis de pression
9	Guide
8	Porte brosse
7	Brosse
6	Excentrique
5	Arbre moteur
4	Axe porte brosse
3	Réducteur
2	Moteur électrique
1	Châssis
Rp	Désignation



DESSIN DE DÉFINITION du PORTE BROSSE 8 (échelle 1 : 1)



DESSIN DE DÉFINITION de l'excentrique 6 (échelle 1 : 1)



B- Partie Mécanique : Corrigé

3 / Étude fonctionnelle

Q1 - Donner le nom des composants permettant d'assurer les fonctions suivantes :

Fonctions techniques à assurer	Noms des composants assurant les fonctions
FT13211 : transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation	✎ Moteur électrique 2
FT 13212 : adapter l'énergie mécanique	✎ Réducteur 3

Q2 - Donner le nom de la liaison pour réaliser la fonction **FT 13221** : « *lier l'excentrique à l'arbre moteur* », puis d'après la représentation donnée sur le document page BAN2 quel matériau a choisi le concepteur du système pour répondre à la fonction **FC2** « résister aux intempéries »

Nom de liaison réalisée	Solution technologique retenue
✎ Encastrement	✎ Ajustement serré

Q3 - D'après le type de hachures représentées sur la coupe **A-A** du document page BAN2 quel matériau a choisi le concepteur du système pour répondre à la fonction de contrainte **FC2** « résister aux intempéries » . :

✎ **Matériau plastique (PVC)**

4 / Modélisation cinématique du système

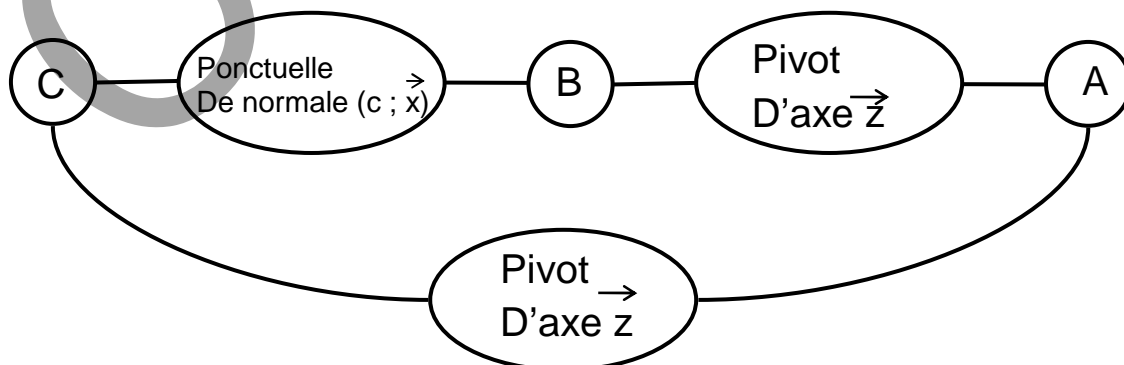
Q4 - Compléter les classes d'équivalence ci-dessous en vous aidant du document page BAN2

A = { 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 9 ; 10 ; 11 ; 12 ; 13 ; 14 } (bâti)

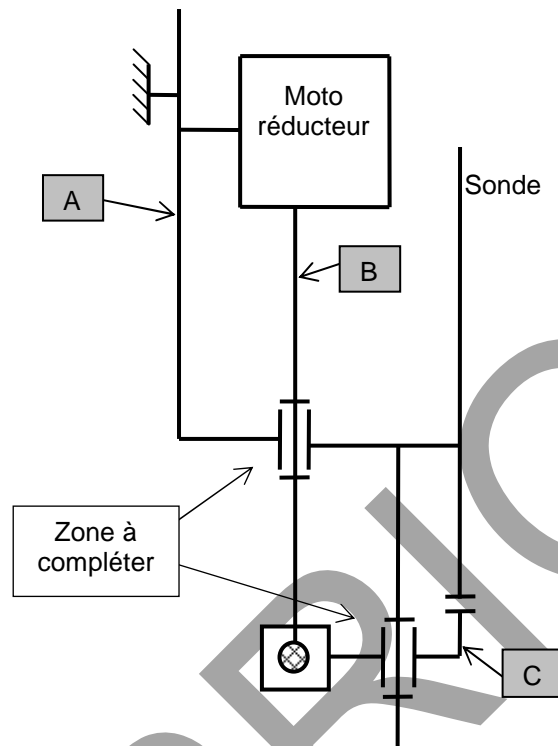
B = { 5 ; 6 } (arbre moteur)

C = { 8 ; 7 } (porte brosse)

Q5 - Compléter le graphe des liaisons en donnant le nom et l'orientation des liaisons :



Q6 - Compléter le schéma cinématique minimal en ajoutant les symboles des liaisons mécaniques manquantes sur le schéma proposé puis ajouter des couleurs pour différencier les classes d'équivalences cinématiques.



5 / Étude cinématique

Q7 - Décrire le mouvement du porte brosse **8** par rapport au **bâti** (utiliser le repérage des points et des axes du document BR2)

✎ Mouvement de rotation d'axe $(A; \vec{z})$

Q8 - Décrire puis tracer la trajectoire $T_{B \in 8/1}$.

✎ Arc de cercle de centre A et de rayon AB

Q9 - Tracer sur le document réponse (page BR2) la trajectoire $T_{B \in 8/1}$

✎ Voir fig ci-après

Q10 - Tracer sur le document réponse (page BR2) le vecteur vitesse $\overrightarrow{V_{B \in 8/1}}$ en respectant l'échelle indiquée sur la figure

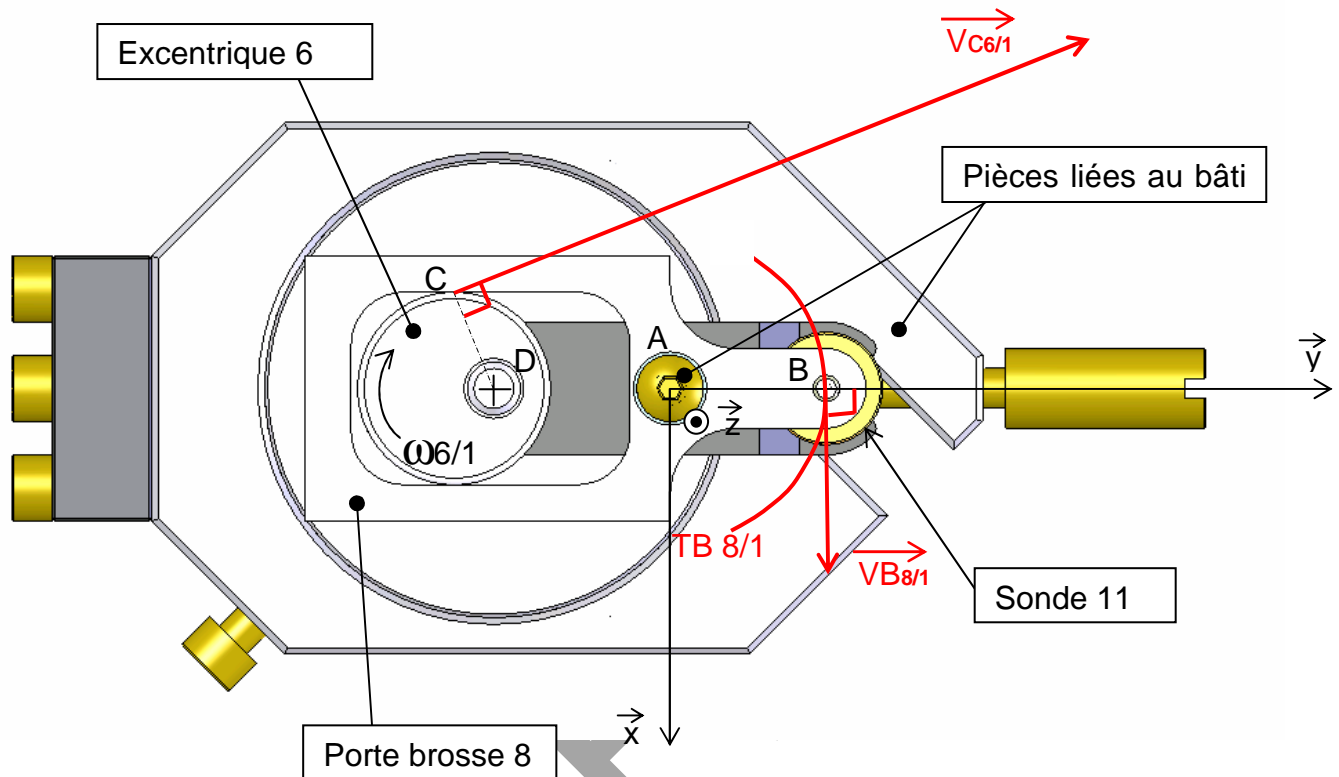
✎ Voir fig ci-après

Bac Génie Électronique Session 2009 9IEELPO1CORR	Étude d'un Système Technique Industriel Corrigé Construction Mécanique	Page CR2 sur 6
--	---	----------------

Figure à compléter par les tracés demandés aux questions : **Q9; Q10**

Échelle des vitesses : **1mm→1 mm/s**

DC = 15.5 mm



Q11 - Calcul de la vitesse angulaire **ω 6/1** en rad/s (expression littérale et numérique)

$$\omega_{6/1} = \frac{V_{C \in 6 / \text{Bâti}}}{DC} = \frac{90}{15.5} = 5.80 \text{ rad / s}$$

Q12 - Déterminer la Fréquence de rotation **N6/1** en tr/min en fonction de **ω 6/1** (expression littérale et numérique)

$$N_{6/1} = \frac{\omega_{6/1} \cdot 30}{\pi} = \frac{5,80 \cdot 30}{\pi} = 55,4 \text{ tr / min}$$

Q13 - Sachant que le concepteur du système a choisi 4 étages pour réaliser le réducteur.

Calculer le rapport global **Rg** du réducteur obtenu par cet assemblage.

$$R_g = r^4 = (1/3)^4 = 1/81$$

Q14 - Connaissant la fréquence de rotation à la sortie du réducteur (**N 6/1 = 56 tr/min**). Calculer en fonction de **Rg** la fréquence de rotation du moteur **Nm** (expression littérale et numérique). Le choix du moteur est-il correct ? Justifier votre réponse.

$$N_m = N_{6/1} / R_g = 56 / (1/81) = 4536 \text{ tr/min.}$$

Q15 - Le choix du moteur est correct car : **4536 tr/min < 4600 tr/min**.

Bac Génie Électronique Session 2009 9IEELPO1CORR	Étude d'un Système Technique Industriel Corrigé Construction Mécanique	Page CR3 sur 6
--	---	----------------

6 / Étude énergétique

Q16 - Connaissant le couple **Cu** nécessaire à l'entraînement de l'ensemble axe moteur **5** + excentrique **6**. Calculer la puissance utile **Pu** à la sortie du réducteur (expression littérale et numérique)

$$\text{✎ } P_u = C_u \cdot \omega_{6/1} = C_u \cdot \frac{N_{6/1} \cdot \pi}{30} = 0.21 \cdot \frac{60 \cdot \pi}{30} = 1,32 \text{ W}$$

Q17 - Déterminer la puissance **Pm** que doit délivrer le moteur. (expression littérale et numérique). Le choix du moteur est-il correct ? Justifier votre réponse.

$$\text{✎ } P_m = \frac{P_u}{\eta} = \frac{1.32}{0.6} = 2,2 \text{ W}$$

✎ Le moteur est correct car : $2.2 \text{ W} < 2.25 \text{ W}$

7 Étude Graphique :

Q18 - Compléter (à main levée sans les parties cachées) sur le document réponse page **BR3**. La perspective isométrique du porte brosse **8** en vous aidant du dessin de définition page **BAN3**.

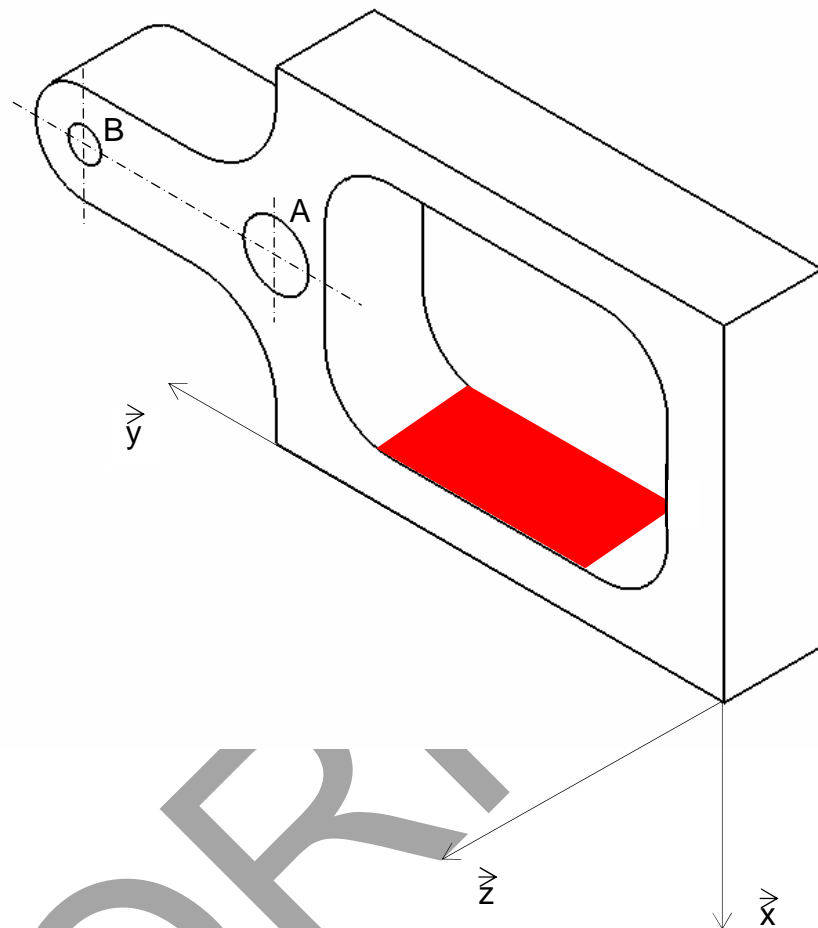
✎ Voir fig ci-après

Q19 - Colorier sur cette perspective la surface fonctionnelle de contact réalisant la liaison rectiligne entre l'excentrique **6** et le porte brosse **8**

✎ Voir fig ci-après

Q20 - Exprimer littéralement la valeur minimum de **L** en fonction de **Re** afin d'assurer un bon fonctionnement.

✎ $L_{\min} = 2 \cdot Re$



Barème partie Construction mécanique

Étude fonctionnelle

Q1	3
Q2	3
Q3	2

Modélisation

Q4	3
Q5	3
Q6	4

Étude cinématique

Q7	2
Q8	3
Q9	2
Q10	2
Q11	3
Q12	3
Q13	3
Q14	3
Q15	3

Étude énergétique

Q16	3
Q17	3

Étude graphique

Q18	8
Q19	2
Q20	2
TOTAL	60