

المادة	علوم المهندس	مدة الإنجاز	3 س
الخبطة والمساكن	شعبة العلوم الرياضية مسلك العلوم الرياضية " ب "	المعامل	3

Situation d'évaluation n°1

Tâche n°1 (2,25 Pts)

Tâche n°2 (1,50 Pts)

Total SEV 1 : (3,75 Pts)

Situation d'évaluation n°2

Tâche n°1 (2,00 Pts)

Tâche n°2 (3,25 Pts)

Tâche n°3 (2,25 Pts)

Tâche n°4 (2,50 Pts)

Total SEV 2 : (10,00 Pts)

Situation d'évaluation n°3

Tâche n°1 (4,25 Pts)

Tâche n°2 (2,00 Pts)

Total SEV 3 : (6,25 Pts)

Substrat du sujet

Dans le cadre d'une démarche d'optimisation des procédés industriels, une entreprise met en œuvre un Mélangeur Gyroscopique Automatique afin d'automatiser l'opération de mélange. Cette solution permet d'améliorer la qualité du mélange, d'augmenter la productivité et d'assurer un meilleur niveau de qualité.

A travers les trois situations d'évaluations suivantes, l'opérateur chargé de l'exploitation du mélangeur est alors amené à analyser son environnement extérieur, son fonctionnement, ainsi que les choix technologiques retenus, afin de garantir une conduite fiable et performante du processus de mélange.

Situation d'évaluation n°1

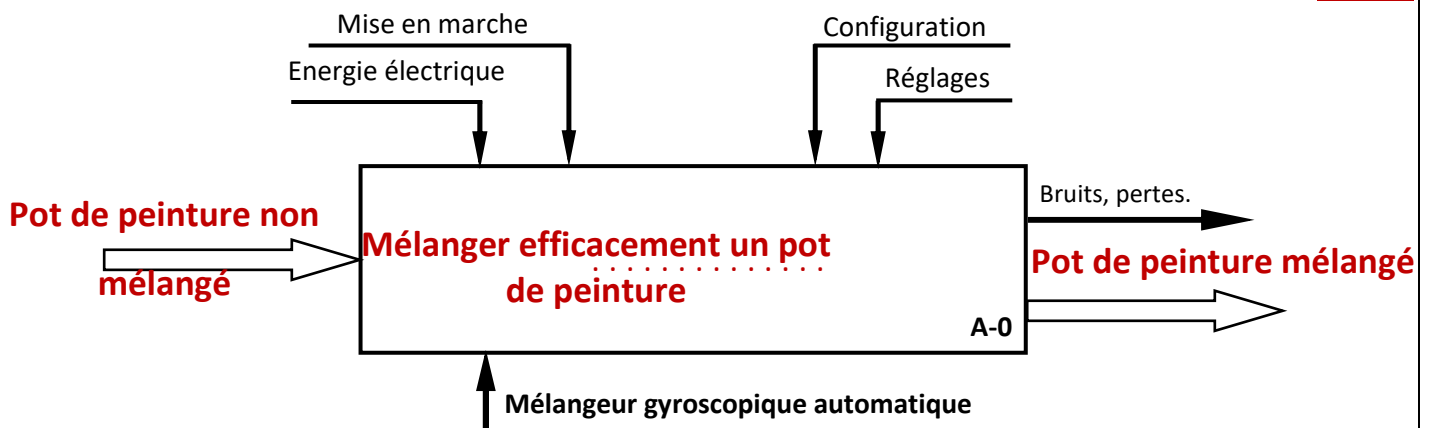
Afin d'étudier le fonctionnement du système, ses interactions avec son environnement extérieur ainsi que les solutions constructives retenues, on se propose de mettre en œuvre les outils de l'analyse fonctionnelle à travers la réalisation des tâches suivantes :

Tâche n°1 : Identification de la fonction principale et recherche des fonctions de service du mélangeur.

Documents à consulter : **volet n°2**.

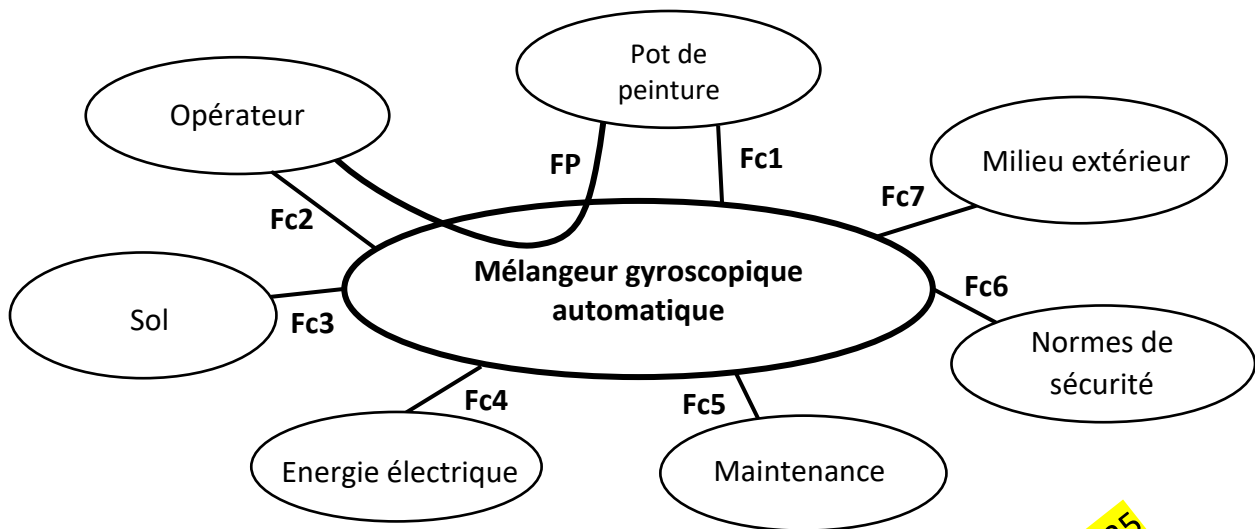
Q.01. Compléter l'actigramme A-0 du mélangeur.

0,75 pt



Q.02. Compléter le tableau des fonctions de service. .

1,50 pt



6 x 0,25

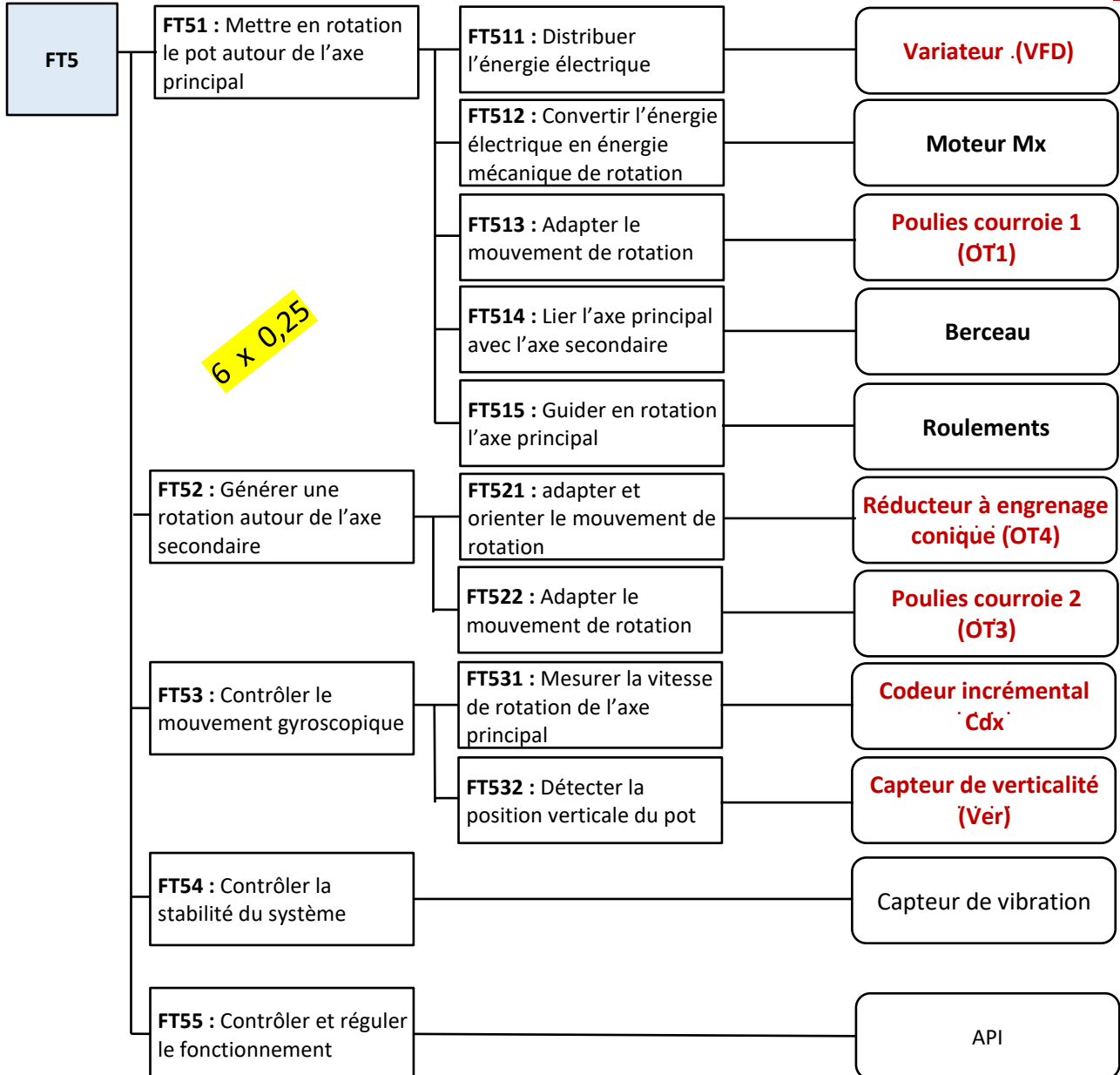
Fs	Identification
FP	
Fc1	Être compatible avec différents formes de pots de peinture.
Fc2	Être facile à utiliser.
Fc3	Être stable sur le sol.
Fc4	Être alimenté en énergie électrique.
Fc5	Avoir une maintenance aisée.
Fc6	Respecter les normes de sécurité.
Fc7	Résister aux agressions du milieu extérieur.

Tâche n°2 : Identification des solutions constructives retenues dans le mélangeur pour réaliser des fonctions techniques relatives à la fonction **FT5**.

Documents ressources à consulter : **D.Res 1** et **D.Res 2**.

Q.03. Compléter le diagramme **FAST** partiel de la fonction « **FT5** » .

1,50 pt



Situation d'évaluation n°2

La qualité du mélange dépend de plusieurs paramètres : la vitesse de rotation des deux axes, le temps de mélange et le type de peinture. Le réglage convenable de ces paramètres permet d'obtenir une peinture homogène. À travers les tâches suivantes, vous êtes amenés à vérifier certains de ces paramètres et à valider quelques solutions constructives retenues pour le mélangeur.

Tâche n°1 : Validation du rapport entre les vitesses de l'axe principal et de l'axe secondaire du mélangeur.

Pour obtenir un mélange homogène, il a été prouvé que la vitesse de rotation de l'axe principal doit être supérieure au double de la vitesse de rotation de l'axe secondaire ($N_p > 2 \cdot N_{se}$).

Documents ressources à consulter : **D.Res 1** et **D.Res 2**.

Q.04. Compléter le tableau suivant. .

1,00 pt

Organe de transmission	Solution retenue
OT1	Poulies-courroie crantées 1
OT3	Poulies-courroie crantées 2
OT4	Engrenage conique
OT2	Frein (Fr_x)

4 x 0,25

Q.05. Ecrire l'expression de la vitesse de rotation N_p (en tr/min) de l'axe principal en fonction de N_m , Z_{e1} et Z_{s1} .

0,25 pt

$$\frac{N_p}{N_m} = \frac{Z_{e1}}{Z_{s1}} \quad \text{Donc} \quad N_p = N_m \cdot \frac{Z_{e1}}{Z_{s1}}$$

Q.06. En déduire la valeur numérique de N_p (en tr/min) si $N_m = 1440$ tr/min. .

0,25 pt

$$N_p = 1440 \cdot \frac{14}{67} = 300,89 \text{ tr/min}$$

Q.07. Ecrire l'expression de la vitesse de rotation N_{se} de l'axe secondaire en fonction de N_p , Z_{e2} , Z_{s2} et k_r .

0,25 pt

$$\frac{N_{se}}{N_p} = \frac{Z_{e2}}{Z_{s2}} \cdot k_r \quad \text{Donc} \quad N_{se} = N_p \cdot \frac{Z_{e2}}{Z_{s2}} \cdot k_r$$

Q.08. Vérifier que le rapport $\frac{N_{se}}{N_p}$ est conforme à la condition exigée ($N_p > 2 \cdot N_{se}$). .

0,25 pt

$$\frac{N_{se}}{N_p} = \frac{20}{30} \cdot k_r = 0,23 \quad \text{donc} \quad \frac{N_p}{N_{se}} = 4,41 > 2$$

Oui, conforme à la condition exigée.

Tâche n°2 : Identification des solutions constructives retenues pour le mélangeur afin d'assurer la variation de vitesse du moteur **Mx** selon un cycle de mélange précis.

Documents ressources à consulter : **D.Res 2.**

Q.09. A partir du schéma électrique partiel du mélangeur, compléter le tableau suivant : .

1,50 pt

Nom du Composant	Symbole	Fonction
Disjoncteur		Protéger le circuit électrique du mélangeur contre les surintensités et les courts-circuits.
Transformateur		Adapter la tension
Redresseur		Redresser la tension alternative

6 x 0,25

Q.10. D'après le schéma électrique partiel du mélangeur, l'alimentation en énergie .

1,00 pt

électrique des éléments suivants est-elle ? (Mettre une croix (X) dans la cellule convenable)

	Monophasée	Continue	Triphasée
Le mélangeur	X		
Mc		X	
Mx			X
Ms		X	

4 x 0,25

Q.11. D'après la liste des constituants, quels sont ceux nécessaires pour réaliser.

0,75 pt

le « VFD » (dans l'ordre) ?

Composant	Nom des Constituants		
VFD	SC5	SC8	SC6
Hacheur	SC1		

3 x 0,25

Tâche n°3 : Identification des conditions logiques de démarrage du mélangeur en toute sécurité et validation de son équation logique.

Documents ressources à consulter : **D.Res 3.**

Q.12. Compléter les symboles des capteurs suivants.

0,75 pt

Capteur	Type	Symbole
Cp, Cv	De position mécanique	
Pp	Inductif	
Ver	Capacitif	

3 x 0,25

Q.13. Ecrire l'équation de la variable intermédiaire **sec** de validation des conditions de sécurité . .

0,25 pt

$$\text{sec} = \text{Cp} \cdot \text{Pp} \cdot \text{Ver} \cdot \text{Cfr} \cdot \text{Cvb} \cdot \overline{\text{Au}}$$

Q.14. Ecrire l'équation des variables de sortie **R** et **A** .

0,50 pt

$$R = \text{sec} \cdot Mr$$

$$A = \overline{\text{sec}} \cdot Mr$$

Q.15. Quel est le capteur manquant dans l'équation de la variable d'autorisation de démarrage **R** ?

0,25 pt

Cv : Capteur de verrouillage de porte.

Q.16. Est-il logique que ce capteur n'intervient pas dans cette équation ?

0,25 pt

Non, ce n'est pas logique. Il doit intervenir dans l'équation. (Pas de démarrage si la porte n'est pas verrouillée).

Q.17. Proposer alors l'équation convenable de **R** qui tient compte de cet oubli.

0,25 pt

$$R = \text{sec} \cdot Mr \cdot Cv$$

Tâche n°4 : Validation du choix du variateur de vitesse du mélangeur pour respecter les cycles de mélange des pots de peinture.

Documents ressources à consulter : **D.Res 2** et **D.Res 4**.

Q.18. Quel est, pour un pot de peinture lourd, la durée qui correspond à chacune des phases du cycle de mélange ?

1,00 pt

Phase du cycle de mélange	Durée (en secondes)
Accélération	30
Mélange	70
Décélération	50
Arrêt	30

4 x 0,25

Q.19. A quelle vitesse de rotation **Np** (en **tr/min**) tourne l'axe principal lors de la phase de mélange d'un pot de peinture lourd ?

0,25 pt

250 tr/min

Q.20. Ecrire l'expression de la vitesse **Np** (en **tr/min**) en fonction de la fréquence **f** (en **Hz**) ; **g** ; **p** ; **Ze1** et **Zs1**.

0,25 pt

$$N_p = N_m \cdot \frac{Z_{e1}}{Z_{s1}} = (1-g) 60 \frac{f}{p} \cdot \frac{Z_{e1}}{Z_{s1}}$$

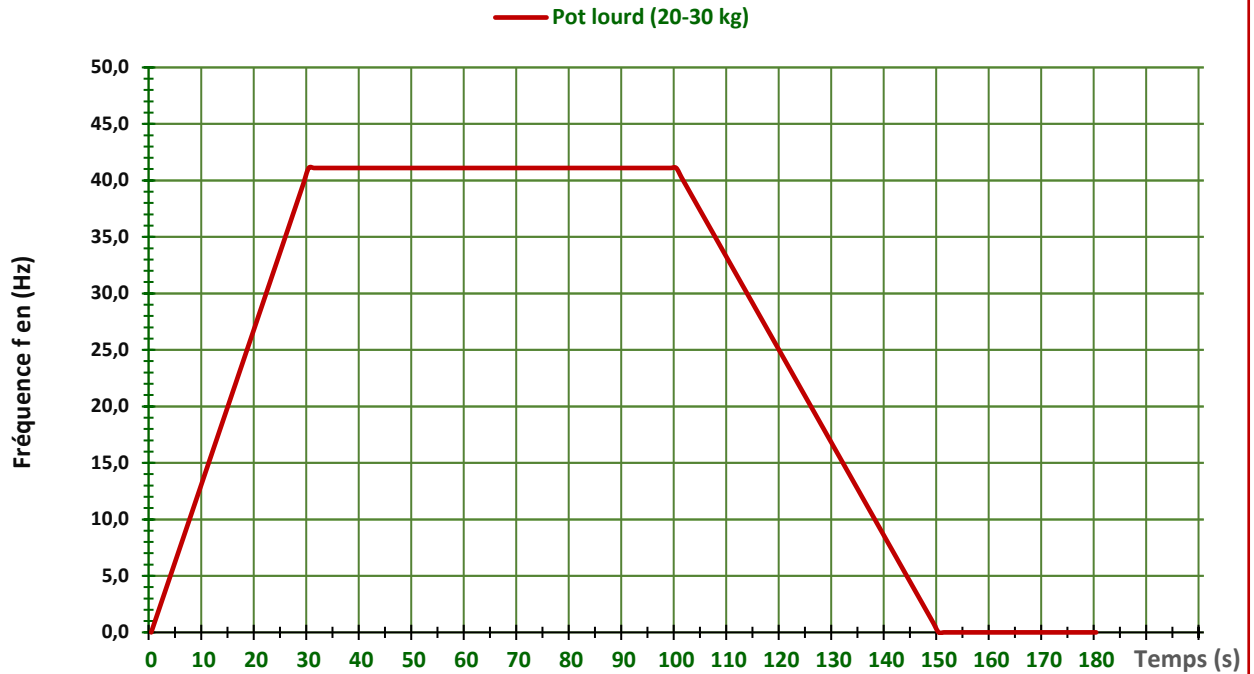
Q.21. Calculer la fréquence **f** (en **Hz**) qui correspond à la vitesse de la phase de mélange d'un pot de peinture lourd.

0,25 pt

$$f = p \cdot N_p \cdot \frac{Z_{s1}}{60 \cdot (1-g) Z_{e1}} = 2 \cdot 250 \cdot \frac{67}{60 \cdot (1-0,03) 14} = 41,11 \text{ Hz}$$

Q.22. Représenter le profil de la fréquence f (en Hz) qui correspond au cycle de mélange d'un pot de peinture lourd.

0,25 pt



Q.23. Le variateur utilisé est-il capable de commander le moteur M_x en respectant ce profil de variation de la fréquence f ? Justifier.

0,50 pt

Oui.

il est capable car (l'une des trois justification):

- $30\text{ s} < 3200\text{ s}$.
- $50\text{ s} < 3200\text{ s}$.
- $f = 41,11\text{ Hz} < 500\text{ Hz}$.

Situation d'évaluation n° 3

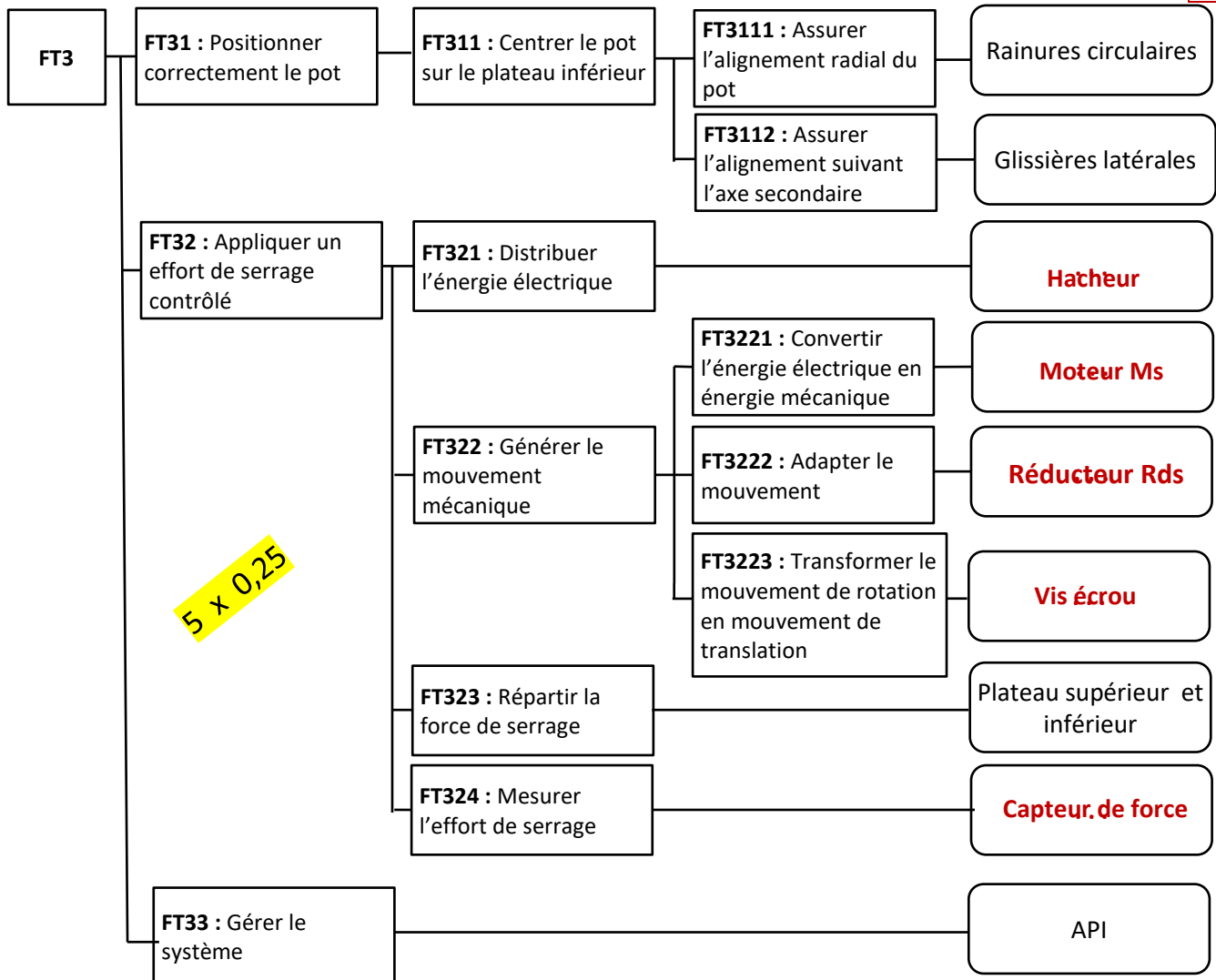
À travers les tâches suivantes, vous êtes amenés à étudier le système de serrage du pot de peinture. Cette étude permet d'identifier le schéma cinématique du mécanisme, de vérifier la force de serrage exercée sur le pot et de valider le choix du moteur de serrage.

Tâche n°1 : Identification des solutions retenues pour le dispositif de serrage du pot de peinture et validation de certaines de ses caractéristiques.

Documents ressources à consulter : **D.Res 2** et **D.Res 5**.

Q.24. Compléter le diagramme **FAST** partiel de la fonction « **FT3** ».

1,25 pt



Q.25. Identifier les liaisons du schéma cinématique du dispositif de serrage en complétant le tableau par le nom des liaisons et en indiquant par des « **1** » les degrés de liberté correspondants.

1,50 pt

Liaison entre	Nom de la liaison	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
Vis sans fin du réducteur Rds/Berceau	Pivot. . .						1
Vis(16)/Support	Hélicoïdale		1			1	
Support/Berceau	Glissière		1				

Q.26. Le mécanisme vis-écrou du dispositif de serrage provoque le déplacement relatif des deux plateaux de serrage (supérieur et inférieur) entre lesquels le pot est maintenu. Quelle est La MOE, la MOS de ce mécanisme ? 0,25 pt

MOE	Rotation continue
MOS	Translation continue

Q.27. Pour le dispositif de serrage, ce mécanisme doit-il être réversible ou non réversible ? 0,25 pt

Non réversible.

Q.28. Le filetage des parties filetées 1 et 2 de la vis (16) est-il de même sens ou de sens contraires ? 0,25 pt

Sens contraire .

Q.29. Ecrire l'expression de l'effort de serrage F_p (en N) en fonction du couple moteur C_m , k_{Rds} , η_g et p_{vis} . 0,25 pt

$$\eta_g = \frac{30 F_p V_p}{C_m \cdot \pi \cdot N_m} = \frac{30 F_p \cdot p_{vis} \cdot N_{vis}}{C_m \cdot \pi \cdot N_m \cdot 60} = \frac{F_p \cdot p_{vis} \cdot N_m \cdot k_{Rds}}{C_m \cdot 2 \cdot \pi \cdot N_m}$$

$$\text{Donc } F_p = \frac{C_m \cdot 2 \cdot \pi \cdot \eta_g}{p_{vis} \cdot k_{Rds}}$$

Q.30. Sachant que l'effort maximal admissible est F_p égal à 1500 N. Calculer le couple C_m (en N.m). 0,25 pt

$$C_m = \frac{1500 \cdot 0,00125 \cdot 0,10}{2 \cdot \pi \cdot 0,56} = 0,05 \text{ N.m}$$

Q.31. Le moteur est-il capable de fournir ce couple. 0,25 pt

Oui.

Tâche n°2 : Identification des solutions constructives de la transmission du mouvement entre l'arbre du réducteur **Rds** est la vis du mécanisme vis-écrou.

Documents ressources à consulter : **D.Res 6.**

Q.32. Donner le nom et la fonction de l'élément (18). 0,25 pt

Goupille élastique. Réaliser la liaison encastrement (entre (16) et (19)).

Q.33. Pour la douille d'accouplement (19) :

1,75 pt

- Compléter la vue de face en coupe A-A. (Sans trait cachés)
- Dessiner la section sortie B-B.

