

الصفحة	<p style="text-align: center;"><b>الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا</b> <b>الدورة العادية 2024</b> <b>-الموضوع-</b></p>		<p style="text-align: center;">المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة</p>	
1			<p style="text-align: center;">+07318411140000</p>	
11			<p style="text-align: center;">+07318411140000</p>	
***	<p style="text-align: center;">PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP</p>		<p style="text-align: center;">NS 214B</p>	
<p style="text-align: center;">المركز الوطني للتقويم والامتحانات</p>				

2h	مدة الإنجاز	اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية	الشعبة والمسلك

☞ Le sujet comporte au total 10 pages et 2 types de documents :

- Pages 02 à 05 : Socle du sujet (Couleur Jaune).
- Pages 06 à 10 : Documents réponses (Couleur Blanche).

**Le sujet comporte 3 parties :**

- Première partie : Transmission de mouvements** (sur 7 points)  
**Deuxième partie : Circuits pneumatiques et hydrauliques** (sur 7 points)  
**Troisième partie : Gestion de la maintenance** (sur 6 points).

Les 3 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque.

La numérotation des questions est continue : de la question Q.1 à la question Q.14.

Si l'espace réservé à la réponse à une question vous est insuffisant, utilisez votre feuille de rédaction en y indiquant le numéro de la question concernée.

☞ Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses [Document à rendre].

☞ Les pages portant en haut la mention [Document à rendre] (Couleur Blanche) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.

☞ Le sujet est noté sur 20 points.

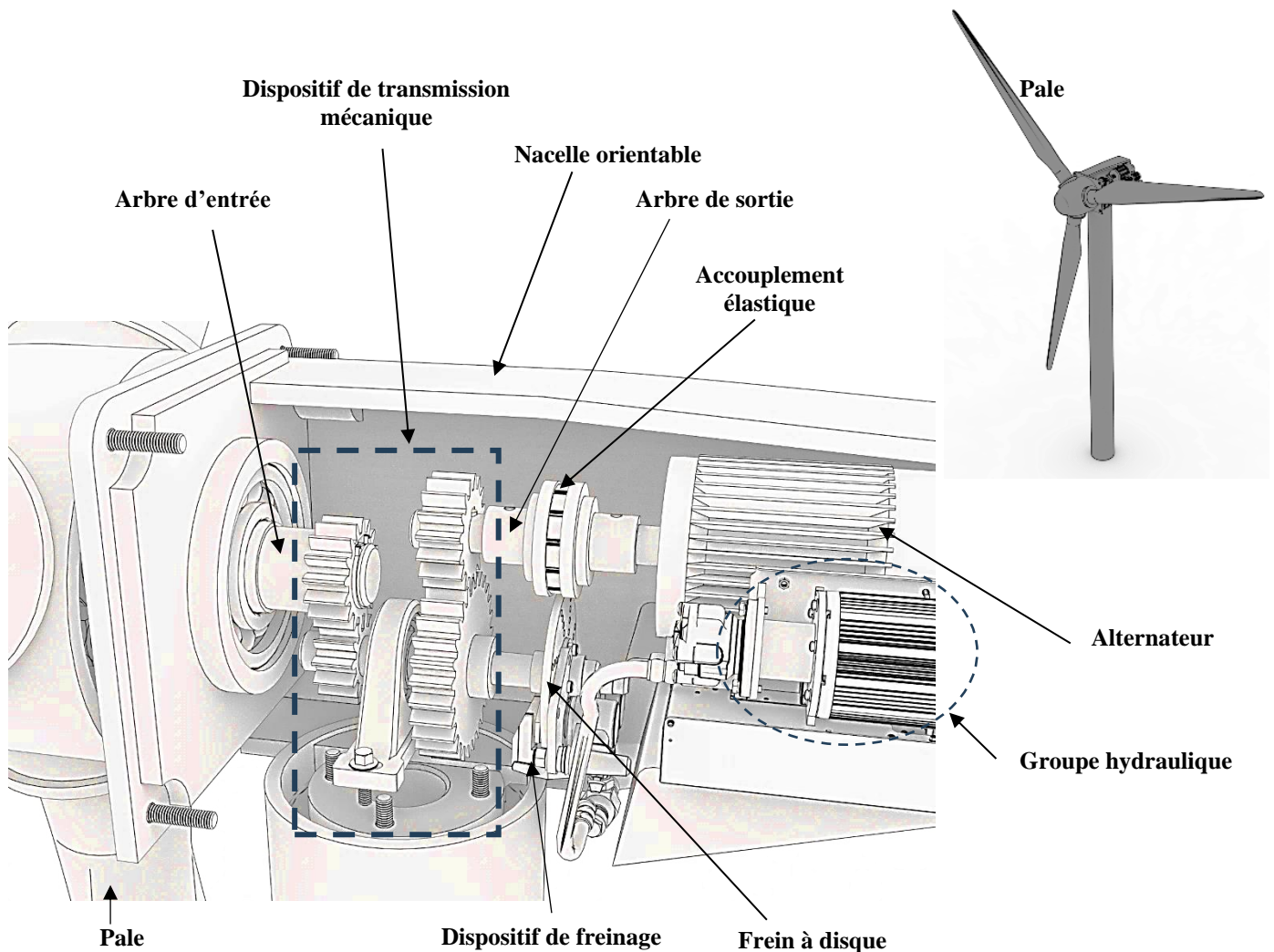
☞ Aucun document n'est autorisé.

☞ Sont autorisées les calculatrices non programmables.

## Éolienne

### Description et constitution

L'éolienne est un système qui convertit l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique disponible sur un arbre de transmission puis en énergie électrique par l'intermédiaire d'un alternateur.



### Fonctionnement

L'hélice comportant des **pales** (trois pales dans ce cas) convertit l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique entraînant en rotation l'**arbre d'entrée** d'un **dispositif de transmission mécanique**.

L'**arbre de sortie** du dispositif de transmission mécanique entraîne, à travers un **accouplement élastique**, un **alternateur** qui produit alors l'énergie électrique qui sera injectée dans le réseau de distribution.

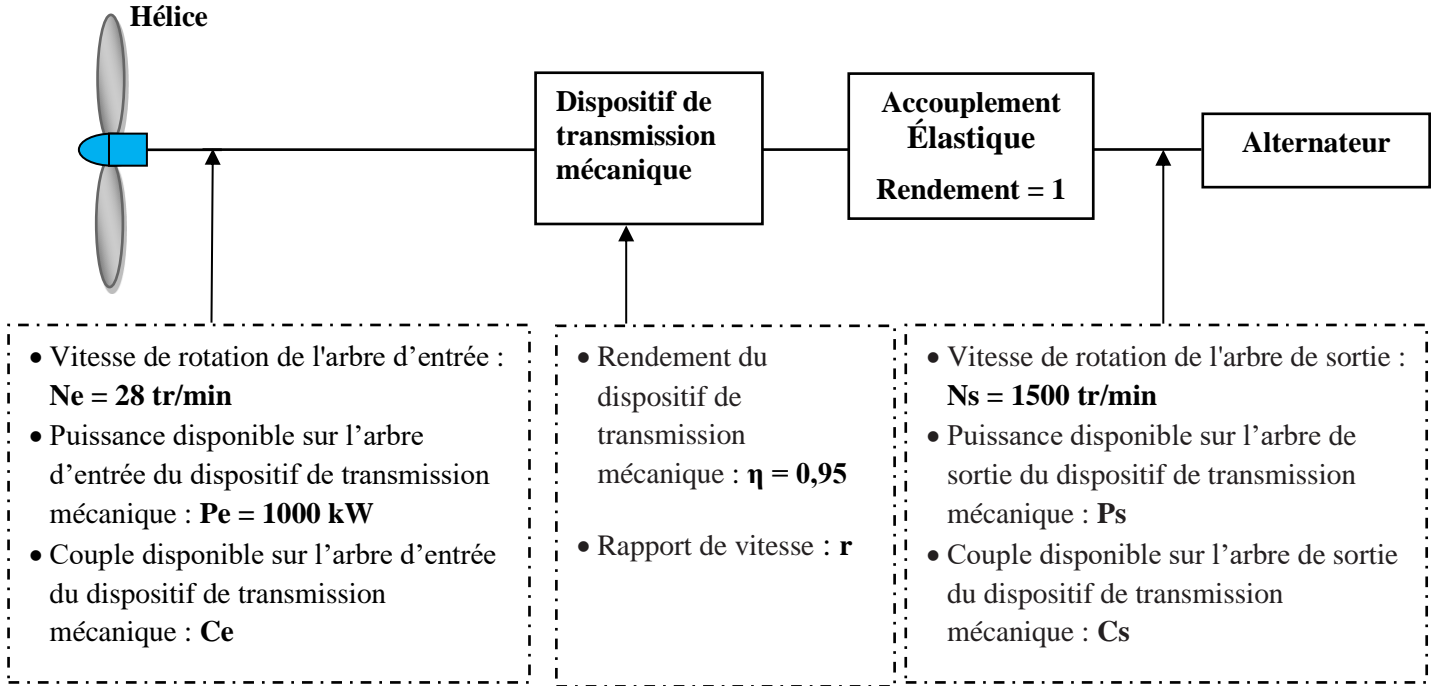
Dès que la vitesse du vent est trop faible ou pour réaliser une opération de maintenance de l'éolienne, l'hélice doit être immobile. Ce qui impose un **dispositif de freinage**.

La procédure de freinage de l'hélice s'effectue en 2 phases :

1. **La phase de ralentissement aérodynamique** : Tourner les pales autour de leurs axes de façon à réduire au minimum l'action du vent.
2. **La phase de blocage** : Un **frein à disque** immobilise complètement la rotation des pales.

### Première partie : Transmission de mouvements

Le schéma synoptique ci-dessous représente la chaîne de transmission mécanique de l'éolienne.:



**N.B :** Pour le calcul prendre  $\pi = 3,14$

**Q.1.** A partir des propositions ci-dessous, reporter sur le tableau, **les avantages et les inconvénients** de la transmission par accouplement élastique. /1pt

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Permettre une légère variation de la position relative des axes.</li> <li>▪ Usure et dégradation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compensation des désalignements.</li> <li>▪ Certains matériaux élastiques utilisés dans les accouplements peuvent être sensibles aux produits chimiques.</li> </ul>
---	--

**Q.2.** Calculer le rapport de vitesse  $r$  entre l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie du dispositif de transmission mécanique. /0,5pt

**Q.3.** Ce rapport est-il multiplicateur ou réducteur ? Justifier votre réponse. /0,5pt

**Q.4.** Compléter le schéma cinématique par le tracé des symboles de la liaison et de l'accouplement élastique. /2pts

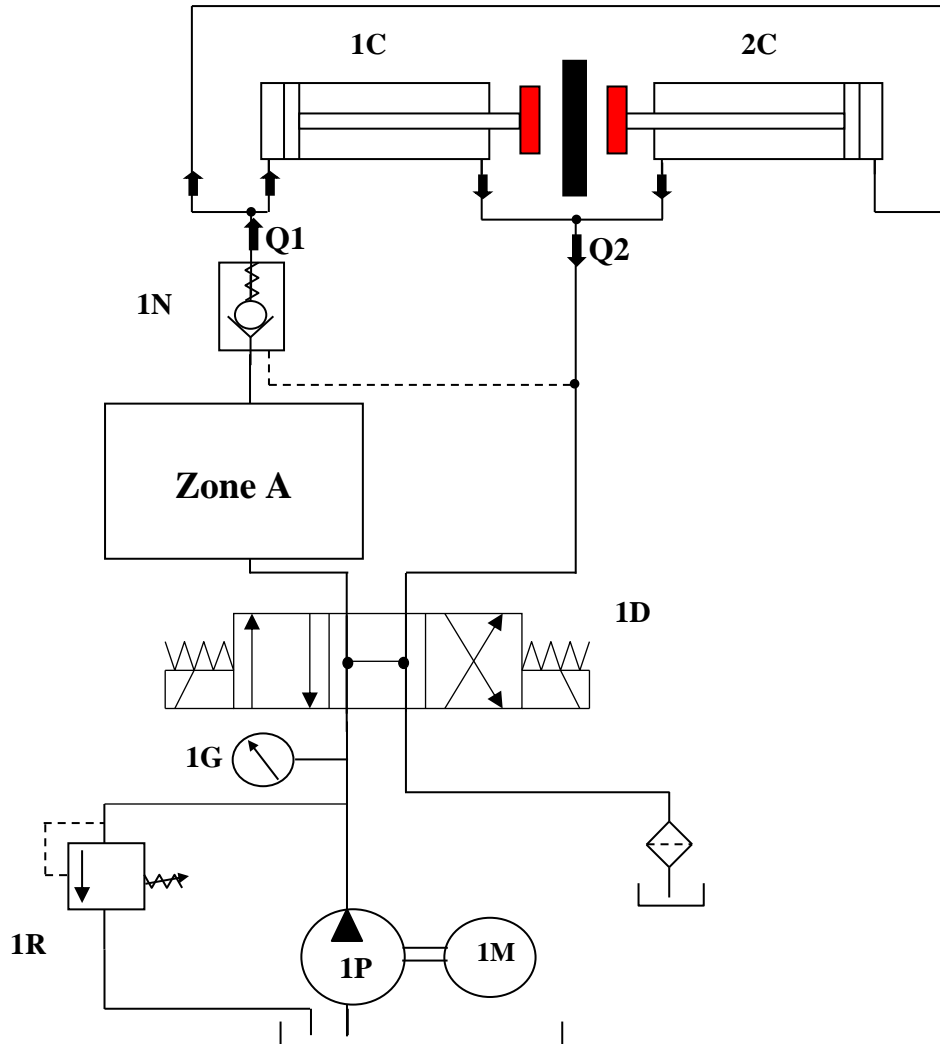
**Q.5.** Indiquer le sens de rotation de l'arbre de sortie par rapport à l'arbre d'entrée, justifier votre réponse. /1pt

**Q.6.** Calculer le couple disponible sur l'arbre d'entrée  $C_e$  en **kNm**. /1pt

**Q.7.** En déduire le couple disponible sur l'arbre de sortie  $C_s$  en **kNm**. /1pt

## Deuxième partie : Circuits pneumatiques et hydrauliques

La figure ci-dessous représente le schéma du circuit hydraulique du dispositif de freinage pour immobiliser complètement l'hélice.



### Données et notations

- Diamètre du piston (Alésage) :  $D = 65 \text{ mm}$  ;
- Diamètre de la tige :  $d = 40 \text{ mm}$  ;
- La vitesse de sortie :  $v = 0,1 \text{ m/s}$  ;
- Pression fournie par l'élément 1P :  $P = 160 \text{ bars}$  ;
- Les deux vérins hydrauliques 1C et 2C sont identiques.

**N.B :** Pour le calcul prendre  $\pi = 3,14$

- Q.8.** Compléter le tableau en identifiant chaque élément repéré sur le schéma hydraulique ci-dessus et en indiquant sa fonction. /3pts
- Q.9.** Exprimer et calculer le débit d'admission (chambres pistons) Q1 en l/min. /1pt
- Q.10.** Exprimer et calculer le débit de refoulement (chambres tiges) Q2 en l/min. /1pt
- Q.11.** Compléter le circuit hydraulique en représentant l'élément 1D pendant la phase de freinage et en dessinant l'étrangleur de débit unidirectionnel (Zone A) qui permet de régler la vitesse de la sortie des tiges. /2pts

### Troisième partie : Gestion de la maintenance

Le service d'entretien a mis en place un plan de surveillance afin de pouvoir adapter une politique de maintenance efficace ; Le tableau ci-dessous représente l'historique des interventions effectuées sur cinq organes de l'éolienne pendant une année.

Date	Organes	Durée des interventions en heures
07/11/2020	Vérin de régulation du pas de pales	2
18/11/2020	Accouplement élastique	2,5
09/12/2020	Système d'entraînement de la nacelle	1
17/12/2020	Dispositif de transmission mécanique	3,5
22/12/2020	Accouplement élastique	3,5
06/01/2021	Frein à disque	4
14/01/2021	Vérin de régulation du pas de pales	0,5
05/02/2021	Frein à disque	2
15/03/2021	Vérin de régulation du pas de pales	2.5
20/03/2021	Dispositif de transmission mécanique	1
28/03/2021	Vérin de régulation du pas de pales	2
09/05/2021	Dispositif de transmission mécanique	3
15/05/2021	Frein à disque	3.5
22/05/2021	Dispositif de transmission mécanique	3
07/06/2021	Vérin de régulation du pas de pales	4
12/07/2021	Frein à disque	0.5
23/07/2021	Accouplement élastique	3
01/08/2021	Dispositif de transmission mécanique	2
18/08/2021	Dispositif de transmission mécanique	2,5

Q.12. Compléter le tableau récapitulatif des interventions en fonction des organes à partir du fichier historique.

/2,5pts

Q.13. Compléter le tableau en effectuant le classement des organes par ordre décroissant du critère **Durée des interventions en heures**.

/1,25pts

Q.14. Tracer le graphe du % **cumul des durées des interventions en heures** en fonction du **repère** et déterminer les organes à étudier en priorité.

/2,25pts

Première partie : Transmission de mouvements

[Document à rendre]

Q.1.

Avantages de la transmission par accouplement élastique	Inconvénients de la transmission par accouplement élastique
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

Q.2.

Expression	A.N
$r = \dots\dots\dots$	$r = \dots\dots\dots$

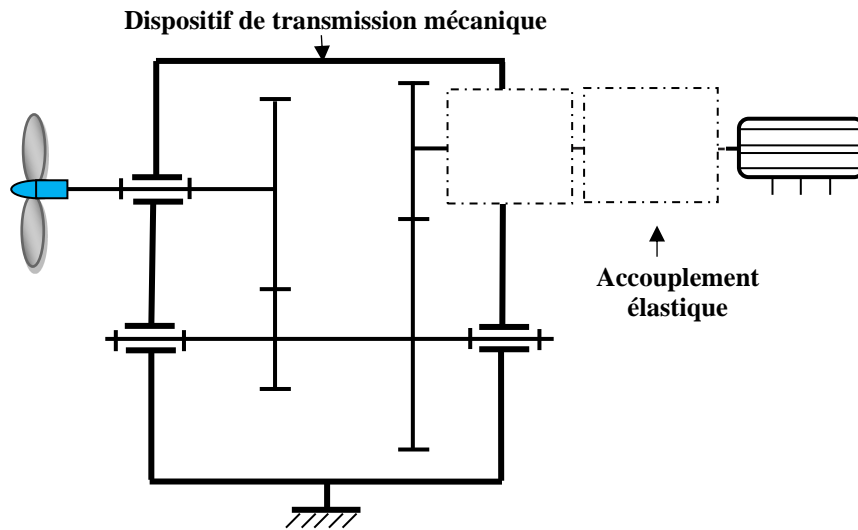
Q.3.

Multiplicateur

Réducteur

Justification : .....

Q.4.



Q.5.

Même sens

Sens inverse

Justification : .....

	Expression	A.N
Q.6.	$C_e = \dots\dots\dots$	$C_e = \dots\dots\dots$
Q.7.	$C_s = \dots\dots\dots$	$C_s = \dots\dots\dots$

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2024 - الموضوع  
- مادة: اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال -  
شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية

Deuxième partie : Circuits pneumatiques et hydrauliques

[Document à rendre]

Q.8.

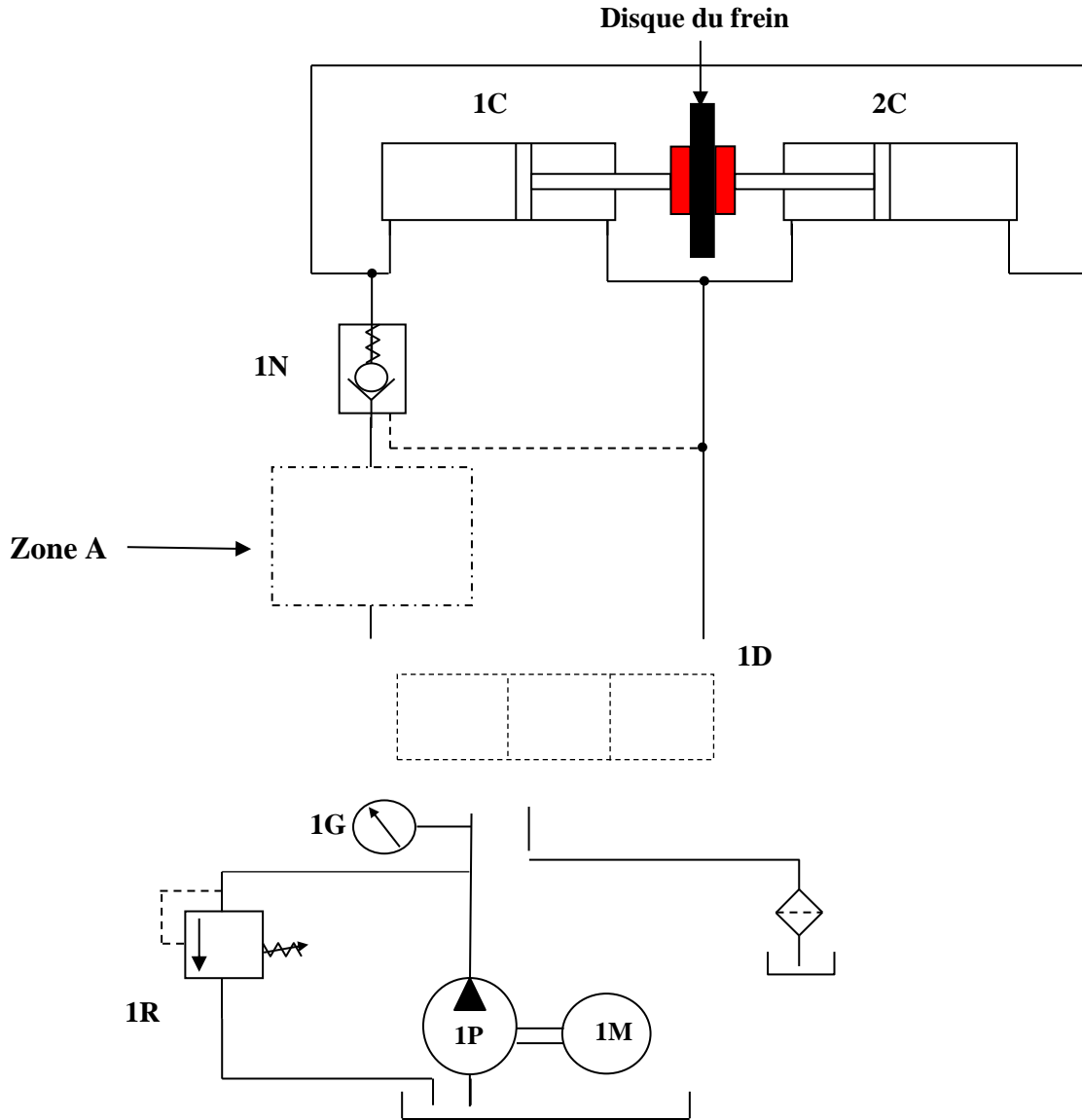
Repère	Nom du composant	Fonction
1N	..... ..... .....	..... ..... .....
1D	..... ..... .....	..... ..... .....
1G	..... ..... .....	..... ..... .....
1R	..... ..... .....	..... ..... .....
1P	..... ..... .....	..... ..... .....
1M	..... ..... .....	..... ..... .....

	Expression	A.N
<u>Q.9.</u>	Q1 =.....	Q1 =.....
<u>Q.10.</u>	Q2=.....	Q2=.....



[Document à rendre]

Q.11.



## Troisième partie : Gestion de la maintenance

[Document à rendre]

Q.12.

Tableau récapitulatif

Repère	Organes	Nombre d'interventions	Durée totale des interventions en heures	% Durée totale des interventions en heures
V	Vérin de régulation du pas de pales	.....	.....	.....
A	Accouplement élastique	.....	.....	.....
D	Dispositif de transmission mécanique	.....	.....	.....
S	Système d'entraînement de la nacelle	.....	.....	.....
F	Frein à disque	.....	.....	.....

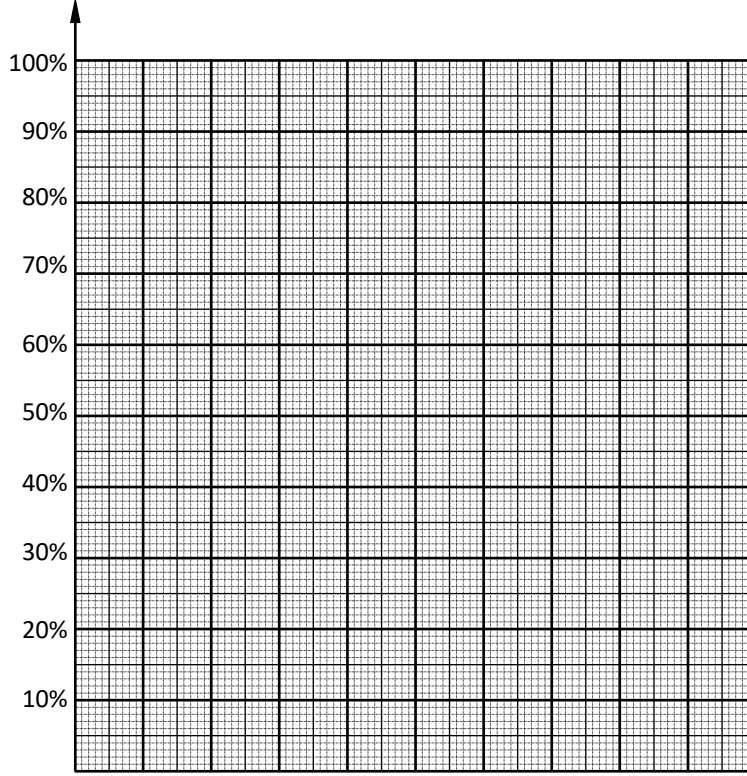
Q.13.

Repère	Durées totales des interventions par ordre décroissant en heures	Cumul des durées totales des interventions	% Cumul des durées totales des interventions
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

Q.14.

[Document à rendre]

% Cumul des durées totales des interventions



Repère de l'organe

Les organes à étudier en priorité :

.....

.....

.....

.....

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
المسالك المهنية  
الدورة العادية 2024

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP

مخاض الإجابة

NR 214B

2h

مدة الإجازة

اختبار توليقي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال

المادة

10

المعامل

شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية

الشعبة والمسلك

## Première Partie : Transmission des mouvements

Q.1.

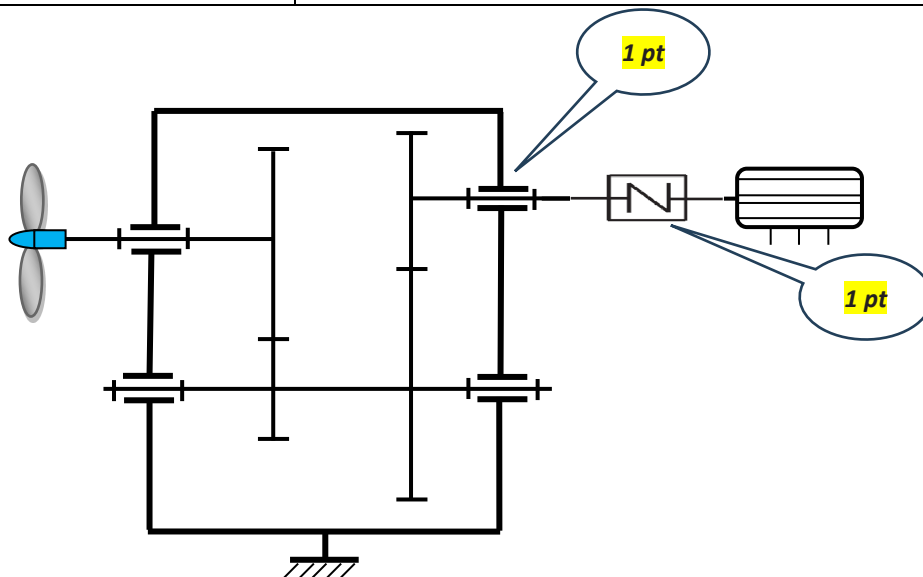
4 x 0,25pt = 1pt

Avantages de la transmission par accouplement élastique	Inconvénients de la transmission par accouplement élastique
<ul style="list-style-type: none"> <li>Permettre une légère variation de la position relative des axes.</li> <li>Compensation des désalignements.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Certains matériaux élastiques utilisés dans les accouplements peuvent être sensibles aux produits chimiques.</li> <li>Usure et dégradation.</li> </ul>

Expression	A.N
Q.2. /0,25 pt $r = \frac{Ns}{Ne}$	/0,25pt r = 53,57

Q.3. Multiplicateur 0,25 pt	Le rapport de vitesse r est supérieur à 1 (r > 1) 0,25 pt
-----------------------------	---

Q.4.



Q.5. Même sens 0,5 pt	Justification : Nombre de contacts extérieurs pair (2) 0,5 pt
-----------------------	---

Expression	A.N
Q.6. $C_e = \frac{Pe.60}{2.\pi.Ne}$ 0,75 pt	$C_e = 341,21 \text{ kNm}$ 0,25 pt
Q.7. $C_s = \frac{Ps.60}{2.\pi.Ns} = \frac{\eta.Pe.60}{2.\pi.Ns}$ 0,75 pt	$C_s = 6,05 \text{ kNm}$ 0,25 pt

## Deuxième Partie : Circuits pneumatiques et hydrauliques

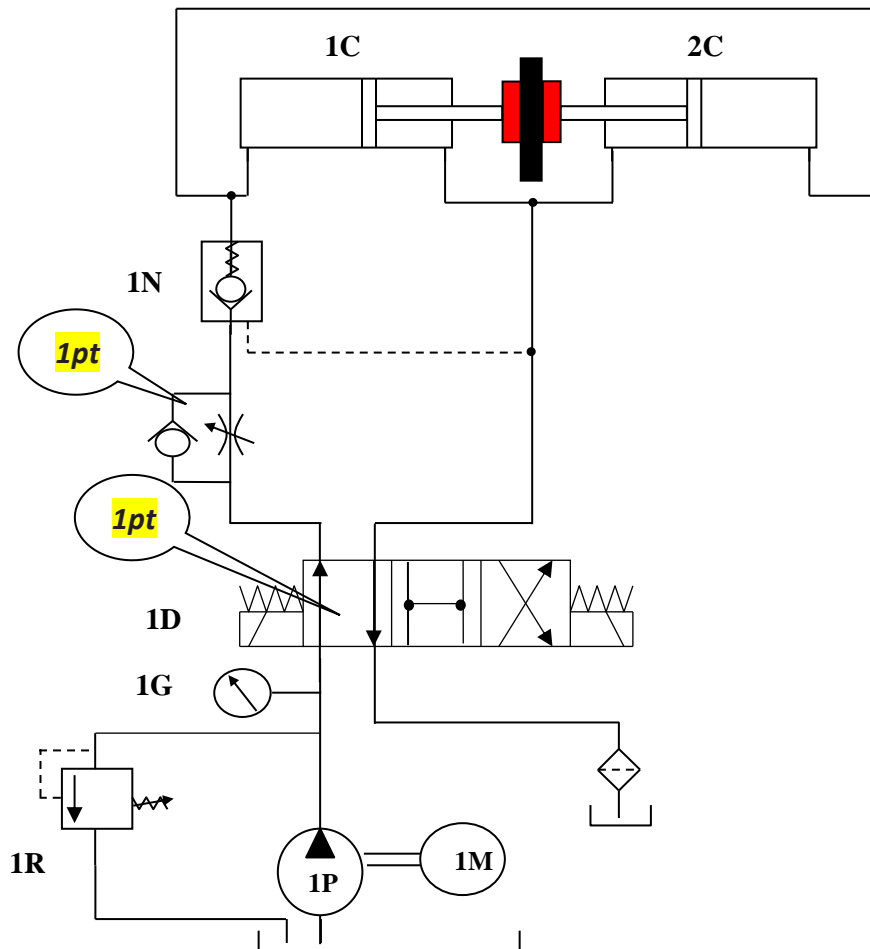
Q.8.

12 x 0,25pt = 3pts

Repère	Nom du composant	Fonction
1N	Clapet anti retour piloté	Maintenir la position de la tige du vérin
1D	Distributeur 4/3 à commande électrique bistable, centre en H	Distribuer l'énergie hydraulique
1G	Manomètre	Indiquer la pression d'utilisation
1R	Limiteur de pression réglable	Assurer la protection du circuit hydraulique
1P	Pompe hydraulique	Générer un débit d'huile (convertir l'énergie mécanique en énergie hydraulique)
1M	Moteur électrique	Entrainer la pompe en mouvement de rotation (Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique)

	Expression	A.N
<u>Q.9.</u>	$Q1 \left( \frac{L}{\min} \right) = 2 * 6 * V(m/s) * Sp(cm^2) = 2 * 6 * V * \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ 0,75 pt	$Q1 = 39,8 \text{ l/min}$ 0,25 pt
<u>Q.10.</u>	$Q2 \left( \frac{L}{\min} \right) = 2 * 6 * v \left( \frac{m}{s} \right) * Sa(cm^2) = 2 * 6 * V * \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$ 0,75 pt	$Q2 = 24,73 \text{ l/min}$ 0,25 pt

Q.11.



### Troisième Partie : Gestion de la maintenance

**Q.12.**

**0,5/ligne = /2,5pts**

Tableau récapitulatif				
Repère	Organes	Nombre d'interventions	Durée totale des interventions en heures	% Durée totale des interventions en heures
V	Vérin de régulation du pas de pales	5	11	23,91
A	Accouplement élastique	3	9	19,56
D	Dispositif de transmission mécanique	6	15	32,60
S	Système d'entraînement de la nacelle	1	1	2,17
F	Frein à disque	4	10	21,73

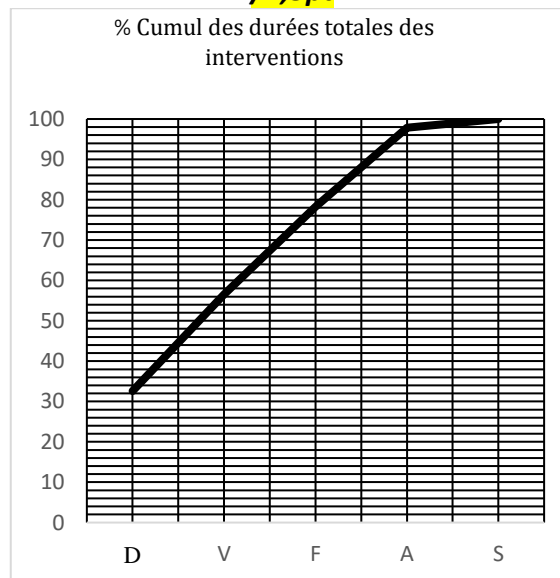
**Q.13.**

**0,25/ligne = /1,25pt**

Repère	Durées totales des interventions par ordre décroissant en heures	Cumul des durées totales des interventions	% Cumul des durées totales des interventions
D	15	15	32,60
V	11	26	56,52
F	10	36	78,26
A	9	45	97,82
S	1	46	100

**Q.14.**

**/1,5pt**



Les organes à étudier en priorité : Dispositif de transmission mécanique- Vérin de régulation du pas de pales - Frein à disque **/0,75pts**