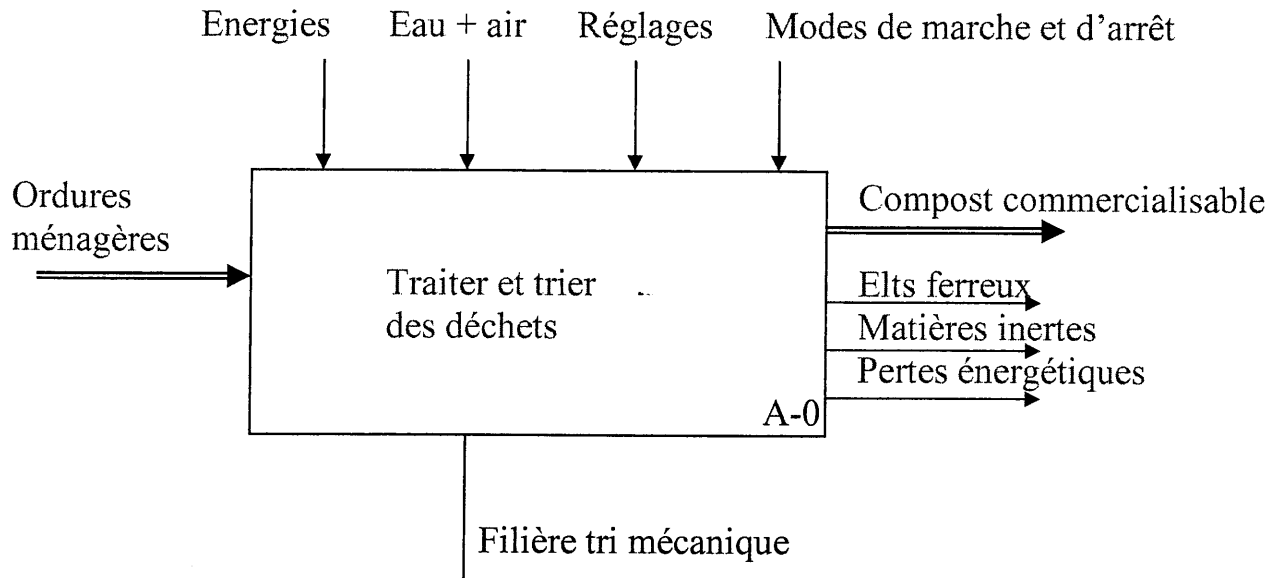


CORRIGE

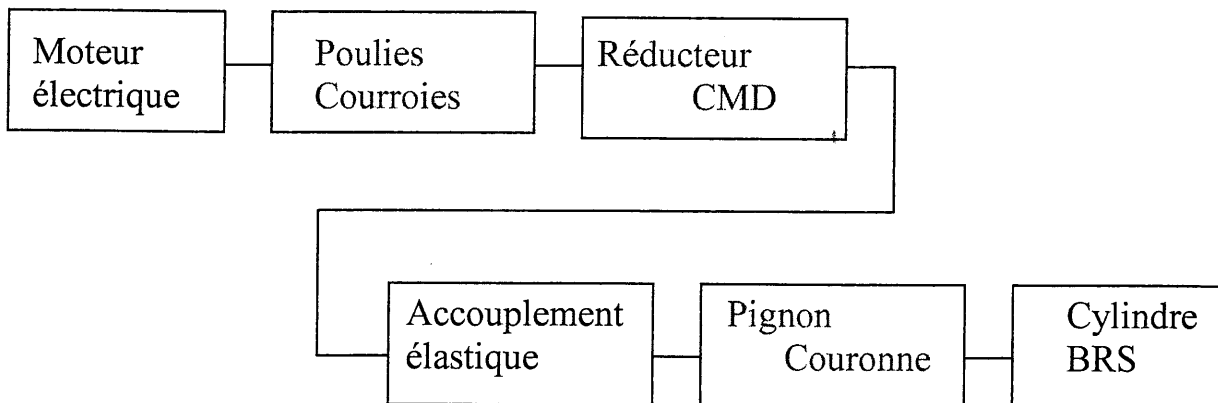
Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

DOCUMENT REPOSE N° 1
ANALYSE FONCTIONNELLE

Question n° A1 : Diagramme A-0 relatif à la filière tri mécanique :

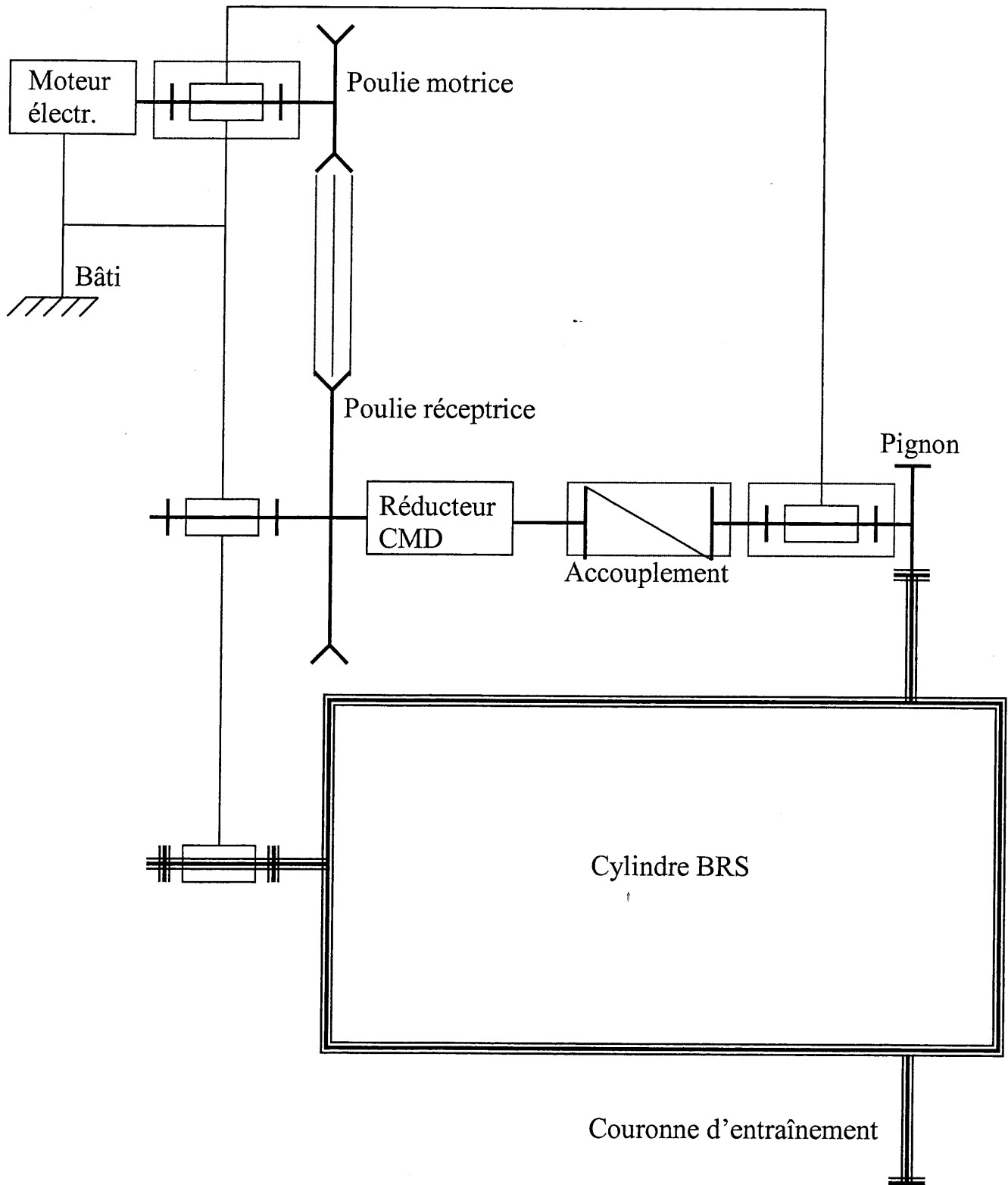


Question n° A2 : Synoptique de la chaîne de transmission actuelle du cylindre BRS :



DOCUMENT REPONSE N° 2
ANALYSE FONCTIONNELLE

Question n° A3 : Schéma cinématique minimal de la chaîne de transmission actuelle du cylindre BRS :



DOCUMENT REPONSE N° 3
ANALYSE FONCTIONNELLE

Question n° A4 : Volume maximal V_{Max} de déchets dans le cylindre :

Expression analytique :
 $V_{Max} = 0.5 * Longueur * Section$

Application numérique :
 $V_{Max} = 0.5 * 41 * \pi * (3.88^2 / 4) = 242.4 \text{ m}^3$

Question n° A5 : Masse maximale M_{Max} de déchets dans le cylindre :

Expression analytique :
 $M_{Max} = V_{Max} * 1000 * \text{Masse volumique}$

Application numérique :
 $M_{Max} = 242 \text{ 400 kg} = 242.4 \text{ tonnes}$

Question n° A6 : Masse totale M_{Totale} du Cylindre avec ses déchets :

Expression analytique :
 $M_{Totale} = M_{Max} + M_{\text{cylindre vide}}$

Application numérique :
 $M_{Totale} = 270 + 242.5 = 512.5 \text{ tonnes}$

Question n° A7 : Poids maximal P_{Max} du Cylindre avec ses déchets :

Expression analytique :
 $P_{Max} = M_{Totale} * g$

Application numérique :
 $P_{Max} = 512 \text{ 500} * 9.81 = 5 \text{ 027 625 N}$

Question n° A8 : Charge dynamique de base C d'un roulement à rotule :

Diamètre intérieur du roulement :
 $d = 300 \text{ mm}$

Charge dynamique de base :
 $C = 3 \text{ 900 kN} = 3 \text{ 900 000 N}$

Question n° A9 : Les 4 galets peuvent-ils supporter le Cylindre et ses déchets ?

8 roulements (4 galets montés sur 2 rlts) pouvant supporter chacun une charge dynamique de base de 3 900 000 N. Donc charge admissible = 31 200 000 N $\gg P_{Max}$.
Les 4 galets peuvent donc bien supporter le cylindre et ses déchets (coef sécu ≈ 6)

Question n° A10 : Analyse du montage de roulements d'un galet :

Type de montage : Arbre tournant ou Logement tournant (1)

Bagues intérieures montées : Serrées ou Avec jeu (1)

Bagues extérieures montées : Serrées ou Avec jeu (1)

Nombre d'arrêts axiaux sur les bagues intérieures des roulements : 4 (de part et d'autre des 2 B. I. des roulements)

(1) : rayer la mauvaise réponse et entourer la bonne

DOCUMENT REPONSE N° 4
MECANIQUE

Question n° M1 : Rapport de réduction r_{PC} de la transmission par poulies courroies :

Expression analytique :
 $r_{PC} = \varnothing \text{ poulie motrice} / \varnothing \text{ réceptrice}$

Application numérique :
 $r_{PC} = 334 / 500 = 0.668$

Question n° M2 : Rapport de réduction r_{SRC} de l'engrenage composé du pignon de commande et de la couronne :

Expression analytique :
 $r_{SRC} = Z_{\text{pignon}} / Z_{\text{couronne}} = Z_p / Z_c$

Application numérique :
 $r_{SRC} = 20 / 130 = 0.154$

Question n° M3 : Rapport de réduction global r_G de la chaîne de transmission actuelle du cylindre :

Expression analytique :
 $r_G = r_{PC} * r_{SRC} * r_{CMD}$

Application numérique :
 $r_G = 0.668 * 0.154 * 1/160 = 6.42 \cdot 10^{-4}$

Question n° M4 : Fréquence de rotation maxi $N_{Cyl \text{ Max}}$ et la fréquence de rotation mini $N_{Cyl \text{ min}}$ du cylindre BRS :

Expression analytique :
 $N_{Cyl \text{ Max}} = (w_{Cyl \text{ Max}} * 30) / \pi$

Application numérique :
 $N_{Cyl \text{ Max}} = (0.1 * 30) / \pi = 0.955 \text{ tr/min}$

Expression analytique :
 $N_{Cyl \text{ min}} = (w_{Cyl \text{ min}} * 30) / \pi$

Application numérique :
 $N_{Cyl \text{ min}} = (0.05 * 30) / \pi = 0.477 \text{ tr/min}$

Application numérique

DOCUMENT REPONSE N° 5
MECANIQUE

Question n° M5 : Vitesse angulaire w_{pignon} du pignon d'entraînement :

Expression analytique :

$$w_{\text{pignon}} = (2\pi N_{\text{pignon}}) / 60 \text{ rad/s}$$

Application numérique :

$$N_{\text{pignon}} = 6.26 \text{ tr/min}$$

$$w_{\text{pignon}} = 0.6555 \text{ rad/s}$$

Question n° M6 : Puissance P_P développée par le pignon d'entraînement :

Expression analytique :

$$P_P = C_P * w_{\text{pignon}} \text{ avec } C_P \text{ en N.m W}$$

Application numérique :

$$C_P = 12\,700 \text{ daN.m}$$

$$P_P = 0.6555 * 127\,000 = 83\,254 \text{ W}$$

Question n° M7 : Rendement global η_G de la chaîne de transmission du cylindre BRS :

Expression analytique :

$$\eta_G = P_M / P_P$$

Application numérique :

$$P_P = 83\,250 \text{ W}$$

$$\eta_G = 83\,250 / 110\,000 = 0.757$$

DOCUMENT REPONSE N° 6
HYDRAULIQUE

Question n° H1 : Type, fréquence de rotation N_M et puissance P_M du moteur électrique de la centrale hydraulique :

Moteur électrique : Type : LS 315 SP
 $N_M = 1484$ tr/min
 $P_M = 110$ kW

Question n° H2 : Type et cylindrée C_p de la pompe hydraulique :

Pompe hydraulique : Type : 90 R 130 KA
 $C_p = 130$ cm³/tr

Question n° H3 : Débit Q_p fourni par la pompe hydraulique :

Expression analytique :
 $Q_p = N_M * C_p$ avec C_p en dm³/tr

Application numérique :
 $Q_p = 1484 * 0.13 = 193$ dm³/min

Question n° H4 : Type, cylindrée mini Cyl_{min} et cylindrée maxi Cyl_{Max} du moteur hydraulique de la transmission oléohydraulique :

Moteur hydraulique : Type : 51 V 250
 $Cyl_{min} = 50$ cm³/tr
 $Cyl_{Max} = 250$ cm³/tr

Question n° H5 : Plage de la fréquence de rotation du moteur hydraulique :

Expression analytique :
 $N_{min} = Q_p / Cyl_{Max}$

Application numérique :
 $N_{min} = 193 / 0.250 = 772$ tr/min

Expression analytique :
 $N_{Max} = Q_p / Cyl_{min}$

Application numérique :
 $N_{Max} = 193 / 0.050 = 3860$ tr/min

DOCUMENT REPONSE N° 7
HYDRAULIQUE

Question n° H6 : Type et rapport de réduction r_{RTE} du réducteur à trains épicycloïdaux :

Réducteur à trains épicycloïdaux : Type : RR 12 500 TMC
 $r_{RTE} = 1/234$

Question n° H7 : Fréquence de rotation mini $N_{Cyl\ min}$ et fréquence de rotation maxi $N_{Cyl\ Max}$ du cylindre BRS :

Expression analytique :
 $N_{Cyl\ min} = r_{RTE} * r_{SRC} * N\ min$

Application numérique :
 $N_{Cyl\ min} = 1/234 * 20/130 * 780$
 $= 0.513\ tr/min$

Expression analytique :
 $N_{Cyl\ Max} = r_{RTE} * r_{SRC} * N\ Max$

Application numérique :
 $N_{Cyl\ Max} = 1/234 * 20/130 * 3900$
 $= 2.56\ tr/min$

Question n° H8 : La transmission hydraulique convient-elle ?

La transmission hydraulique convient. La fréquence de rotation mini correspond à celle de l'ancienne transmission. En ce qui concerne la fréquence de rotation maxi, elle est limitée grâce à un système interne au moteur hydraulique qui limite la capacité mini. En terme de puissance, pas de problème vu que la puissance maxi du moteur est de l'ordre de 850 kW

Question n° H9 : Nom et fonction des composants suivants :

Repère	Nom	Fonction
45	Limiteur de pression	
38	Filtre à air	
51	Distributeur 2/2	
26-2	Thermostat 80 °C	

Question n° H10 : Référence et caractéristiques de la pompe à engrenage 31 :

Référence : P1 BAN 2004 Capacité : 4.65 cm³/tr

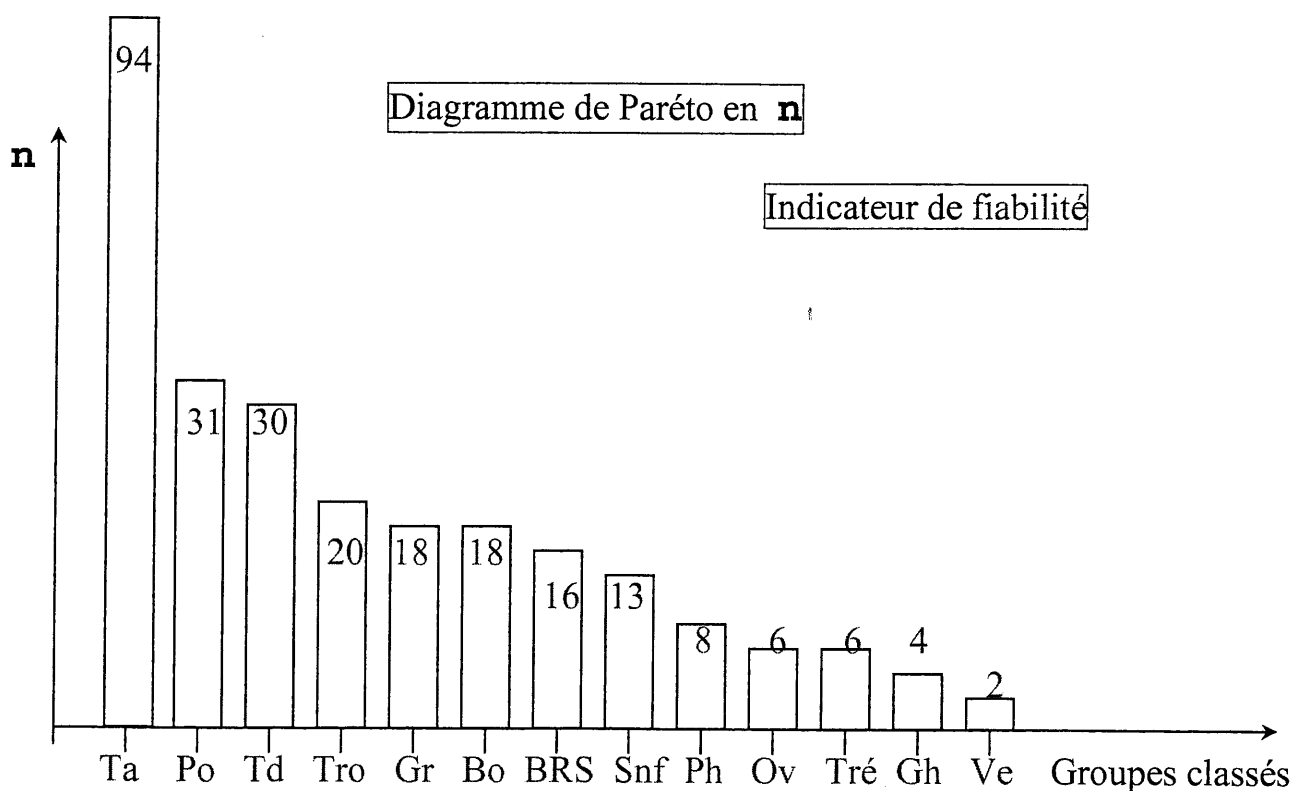
Question n° H11 : Codification de la nouvelle pompe à engrenage :

Débit : 0,44 m³/heure = 7.33 l/min Référence : P1 BAN 2008 (avec un débit de 8.25 cm³/tr)

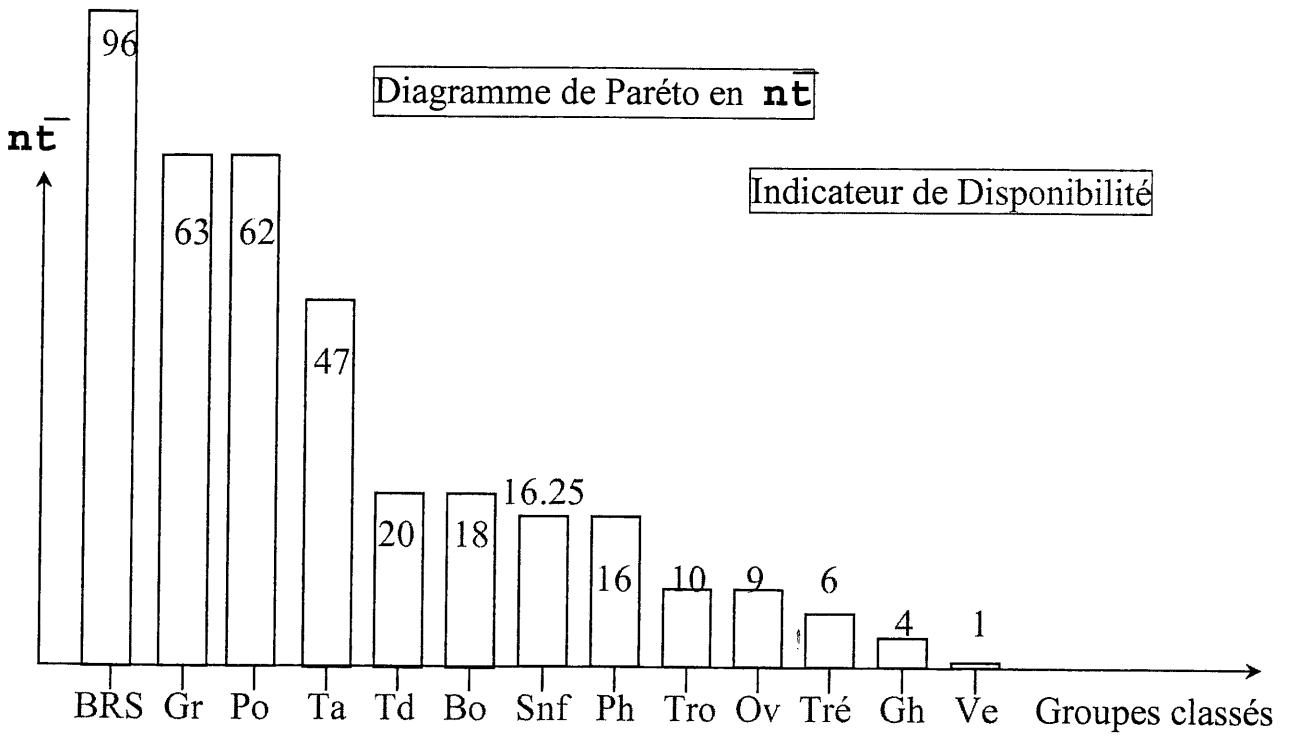
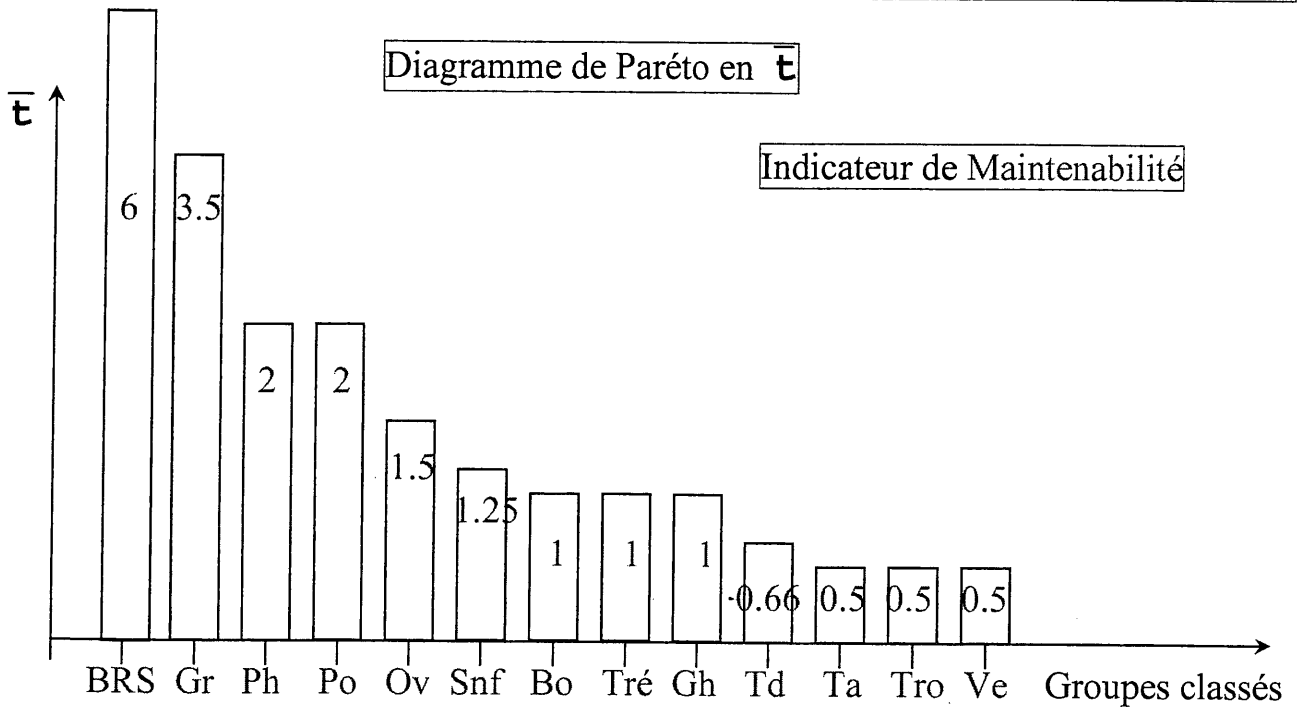
DOCUMENT REPONSE N° 8
MAINTENANCE

Question n° Mcel : Compléter le tableau et construire les diagrammes de Paréto en n , $n\bar{t}$ et \bar{t} , en précisant à quel indicateur chaque diagramme correspond (ne pas oublier de classer les groupes du plus pénalisant au moins pénalisant)

Groupe	Nombre d'interventions n	Somme des temps d'interventions en heures, $n\bar{t}$	Moyenne des temps d'interventions en heures, \bar{t}
Gr	18	63	3.5
Ph	8	16	2
Po	31	62	2
BRS	16	96	6
Bo	18	18	1
Ta	94	47	0.5
Tro	20	10	0.5
Ov	6	9	1.5
Snf	13	16.25	1.25
Tré	6	6	1
Td	30	20	0.66
Ve	2	1	0.5
Gh	4	4	1



DOCUMENT REPONSE N° 9
MAINTENANCE



Conclusion et analyse :

.....

.....

.....

.....

DOCUMENT REPONSE N° 10
MAINTENANCE

Question n° Mce2 : Taux de disponibilité du Cylindre BRS :

Disponibilité du Cylindre : (étude sur 2 années)

$$\begin{aligned} \text{Temps total d'interventions} &= (63+16+62+96+18+47+10+9+16.25+6+20+1+4) \\ &= 368.25 \text{ heures.} \end{aligned}$$

$$\text{Temps d'ouverture} = 2 * 365 * 24 = 17\,520 \text{ heures}$$

$$\begin{aligned} \text{Taux de disponibilité} &= (17\,520 - 368.25) / 17\,520 = 17\,151.75 / 17\,520 = 0.979 \\ &= 97.9 \% \end{aligned}$$

Question n° Mce3 : M.T.B.F. du de la nouvelle.transmission :

Expression analytique :

$$\text{M.T.B.F.} = A \eta + \gamma$$

$$\text{Avec } \beta = 0,8 \quad A = 1.1330$$

Application numérique :

$$\begin{aligned} \text{M.T.B.F.} &= (1.1330 * 150\,000) + 0 \\ &= 169\,950 \text{ heures} \end{aligned}$$

Question n° Mce5 : Détermination de $F(t = \text{MTBF})$ et $R(t = \text{MTBF})$:

Détermination graphique :

$$F(t = \text{MTBF}) = 68 \%$$

Détermination :

$$\begin{aligned} R(t = \text{MTBF}) &= 1 - F(t = \text{MTBF}) \\ &= 32 \% \end{aligned}$$

Expression analytique :

$$F(t = \text{MTBF}) = 1 - e^{-(169\,950 / 150\,000)^{0.8}}$$

Application numérique :

$$F(t = \text{MTBF}) = 66.88 \%$$

Expression analytique :

$$R(t = \text{MTBF}) = e^{-(169\,950 / 150\,000)^{0.8}}$$

Application numérique :

$$R(t = \text{MTBF}) = 33.12 \%$$

DOCUMENT REPONSE N° 11
MAINTENANCE

Question n° Mce6 : Détermination graphique des probabilités suivantes :

Probabilité pour que la transmission fonctionne au moins 50 000 heures sans être hors service :

Graphiquement, $F(t = 50\ 000) = 34\ %$

Donc la probabilité pour que le système fonctionne sans défaillance au moins 50 000 heures est : $R(t = 50\ 000) = 66\ %$

Probabilité pour que la transmission fonctionne sans défaillance entre 50 000 et 400 000 heures :

Graphiquement, $F(t = 50\ 000) = 34\ %$ et $F(t = 400\ 000) = 88\ %$

Donc la probabilité pour que la transmission fonctionne sans défaillance entre 50 000 et 400 000 heures est : $R(t = 50\ 000) - R(t = 400\ 000) = 66 - 12 = 54\ %$

Probabilité pour que la transmission fonctionne sans défaillance plus de 400 000 heures :

Graphiquement, $F(t = 400\ 000) = 88\ %$

Donc la probabilité pour que la transmission fonctionne sans défaillance plus de 400 000 heures est : $R(t = 400\ 000) = 12\ %$

Question n° Mce7 : Détermination par le calcul, puis vérification graphique de la périodicité d'une Maintenance Systématique du Cylindre BRS, basée sur une fiabilité de 90 % :

Expression analytique :

$$t = \gamma + \eta [\text{Ln} (1 / R(t))]^{1/\beta}$$

Application numérique :

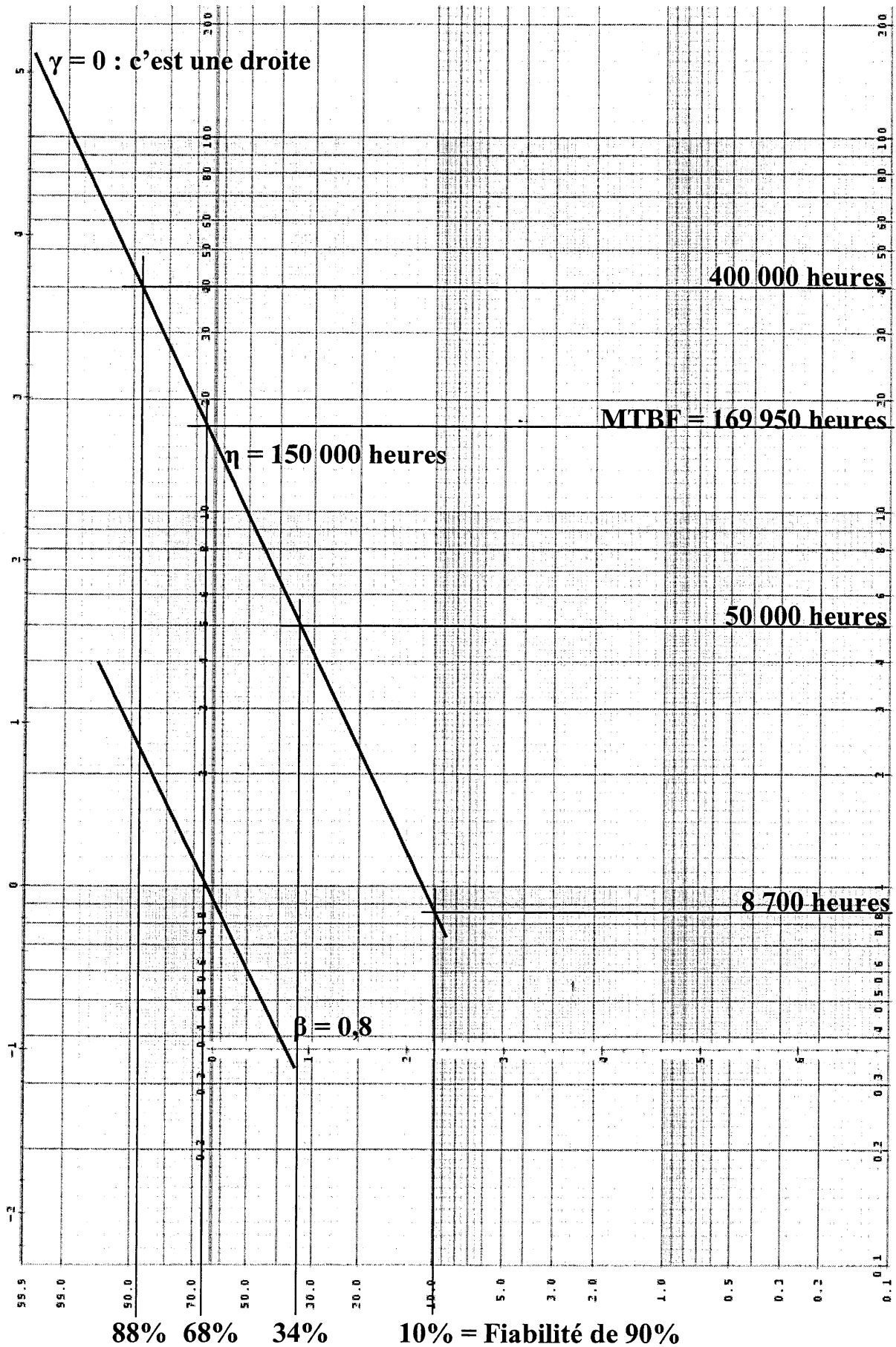
$$t = 0 + 150\ 000 [\text{Ln} (1 / 0.9)]^{1/0.8}$$
$$= 9\ 004 \text{ heures}$$

Détermination graphique :

Pour une fiabilité de 90 %, la probabilité de défaillance F est de 10 %

Graphiquement, pour $F(T) = 10\ %$, alors $T = 8\ 700$ heures.

DOCUMENT REPONSE N° 12
MAINTENANCE



DOCUMENT REPONSE N° 13
ÉLECTROTECHNIQUE

Question n° E1 : Type de réseau

Réseau triphasé 400 V

Question n° E2 : Élément repéré QS0101

Interrupteur sectionneur

Question n° E3 : Actionneurs repérés M0101 et M0102

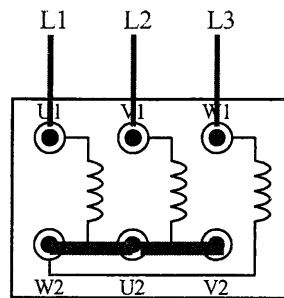
M0101 : Moteur asynchrone triphasé

Question n° E4 : Constituants de la chaîne d'alimentation de M0101 :

Repère	Désignation
QF0101	Disjoncteur magnétothermique
KM0901	Contacteur

Question n° E5 : Couplage de la plaque à bornes

Couplage : Étoile



Question n° E6 : IP65 – conditions d'utilisation du moteur

6 : le moteur est totalement protégé contre les poussières

5 : le moteur est protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance

Question n° E7 : Choix du disjoncteur GV2 (*justification*)

A l'aide du document ressource n°17 : puissance normalisée 750 W.

Référence : GV2 P 07
ou GV2 ME 07

DOCUMENT REPONSE N° 14
ÉLECTROTECHNIQUE

Question n° E8 : Courant de réglage du déclencheur thermique du disjoncteur

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \Rightarrow P_a = \frac{P_u}{\eta} = \frac{750}{0,7} = 1071,4W$$

$$P_a = UI\sqrt{3} \cos \varphi$$

$$I = \frac{P_a}{U\sqrt{3} \cos \varphi} = \frac{1071,43}{400 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,77} = 2,01A$$

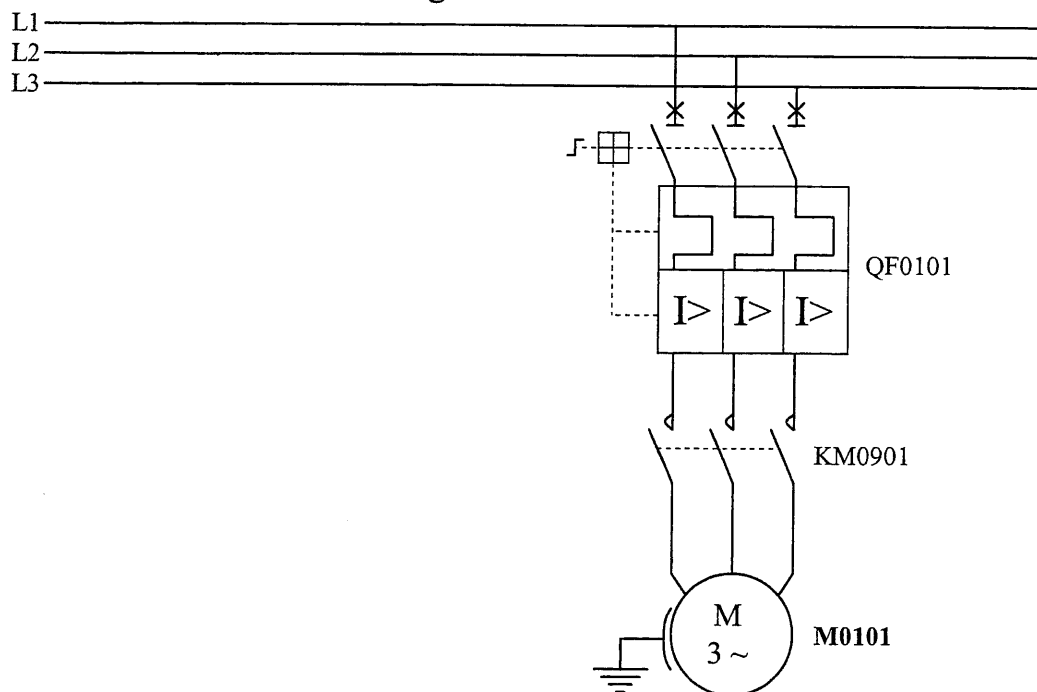
Courant de réglage : 2 A

Question n° E9: Référence de KM0901

A l'aide du document ressource n°19, la plus petite puissance proposée étant 4 kW sous 400 V, on choisit :

Référence : LC1 D0911BD

Question n° E10: Schéma de câblage du moteur M0101



Question n° E11: Particularité et rôle de l'élément repéré ID0201.

ID0201 est un interrupteur différentiel. Le dispositif différentiel permet de protéger les personnes contre les contacts indirects.

Question n° E12: Valeur maxi de la résistance de prise de terre

$$I\Delta n \leq \frac{U_L}{R_A} \Rightarrow R_A \leq \frac{U_L}{I\Delta n}$$

$$R_A \leq \frac{50}{0,3}$$

$R_A \leq 166,67\Omega$

BAREME / 100 points

ANALYSE FONCTIONNELLE : / 15 points

Question n° A1 : 2,5
Question n° A2 : 1,5
Question n° A3 : 2
Question n° A4 : 1
Question n° A5 : 0,5

Question n° A6 : 1
Question n° A7 : 1
Question n° A8 : 1
Question n° A9 : 2
Question n° A10 : 2

MECANIQUE : / 14 points

Question n° M1 : 2
Question n° M2 : 2
Question n° M3 : 2
Question n° M4 : 2

Question n° M5 : 2
Question n° M6 : 2
Question n° M7 : 2

HYDRAULIQUE : / 20 points

Question n° H1 : 1,5 : 0,5 par bonne réponse
Question n° H2 : 1
Question n° H3 : 2
Question n° H4 : 1,5
Question n° H5 : 2
Question n° H6 : 1

Question n° H7 : 2
Question n° H8 : 1
Question n° H9 : 4
Question n° H10 : 2
Question n° H11 : 2

MAINTENANCE : / 31 points

Question n° Mce1 : 11 : 2 pour le tableau,
2 par diagramme, 1 par indicateur
et 2 pour la conclusion
Question n° Mce2 : 2
Question n° Mce3 : 2
Question n° Mce4 : 3

Question n° Mce5 : 5 : 0,5 par bonne
réponse et 2 pour le tracé
Question n° Mce6 : 5 : 2 pour les
tracés et 1 par bonne probabilité
Question n° Mce7 : 3 : 1 pour le
calcul et 2 pour le tracé

ÉLECTROTECHNIQUE : / 20 points

Question n° E1 : 2
Question n° E2 : 1
Question n° E3 : 1
Question n° E4 : 1
Question n° E5 : 1
Question n° E6 : 1
Question n° E7 : 2

Question n° E8 : 4 : Calcul de Pa : 1
Calcul de I : 2
Courant de réglage : 1
Question n° E9 : 2
Question n° E10 : 3
Question n° E11 : 1
Question n° E12 : 1