

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
HYGIENE – PROPRETE – ENVIRONNEMENT

SESSION 2010

Durée : 5 heures

Coefficient : 4

- SUJET -

ANALYSE ET TECHNOLOGIE DES SYSTEMES

Dès l'ouverture du sujet assurez vous qu'il est complet.
Aucun document autorisé.

Matériel autorisé :

- Calculatrice de poche alphanumérique ou à écran graphique à fonctionnement autonome sans imprimante conformément à la circulaire n°99-186 du 16/11/1999.

Ce sujet comprend 3 parties indépendantes qui seront traitées sur des copies séparées.

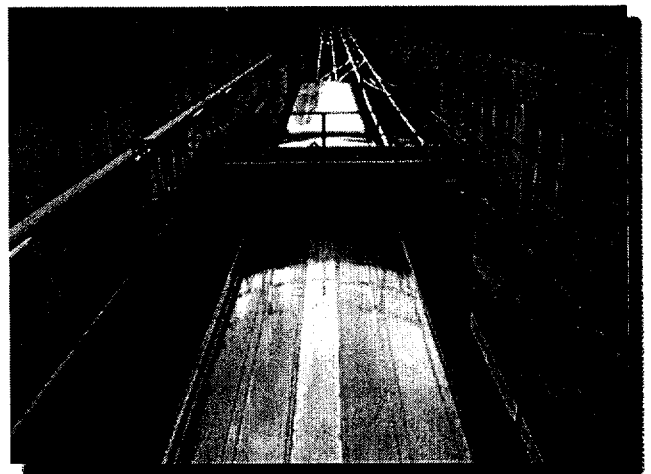
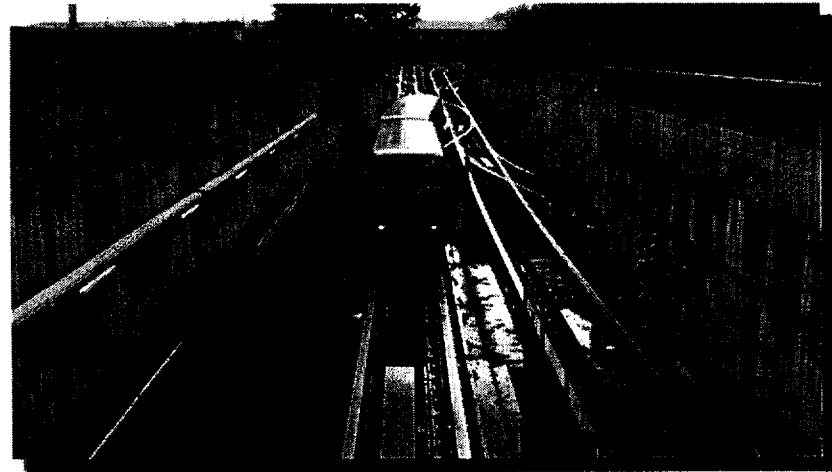
Les documents-réponses repérés de REP 1/14 à REP 14/14 (y compris ceux inutilisés), sont à rendre avec les copies.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 26 pages numérotées de 1/26 à 26/26

BTS HYGIENE PROPRETE ET ENVIRONNEMENT		
Session 2010	Analyse et Technologie des Systèmes	HPATS
Coefficient : 4	Durée : 5 heures	Pages 1/26

STATION DE LAVAGE DES RAMES DE METRO PML75
RESEAU TRANSPORT EN COMMUN LYONNAIS LIGNE D



Constitution du dossier

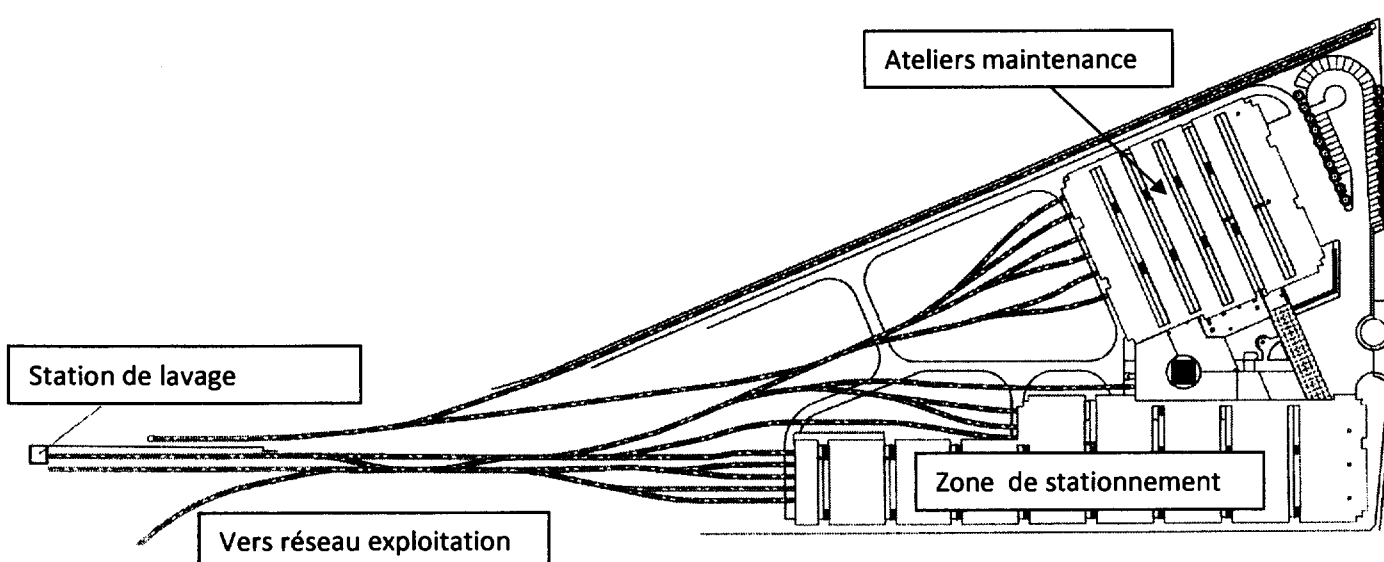
	Pages	Durées conseillées	Barème (Indicatif)
○ Présentation du système	3/26	0h20	
○ Etude électrotechnique	5/26	0h50	15
○ Etude mécanique-hydraulique	13/26	2h30	40
○ Etude de maintenance	22/26	1h20	25

PRESENTATION

L'unité maintenance métro.

La ligne de métro D de la Ville de Lyon est la première ligne de métro en France sans conducteur. Composée de 38 rames de 4 wagons chacune, 29 rames sont en service simultanément. De nombreux équipements sont nécessaires à l'exploitation de cette ligne et notamment le centre de maintenance et d'entretien du Thioley à Vénissieux. Ce centre comporte entre autre une station de lavage automatique permettant le nettoyage des rames toutes les 35h d'exploitation.

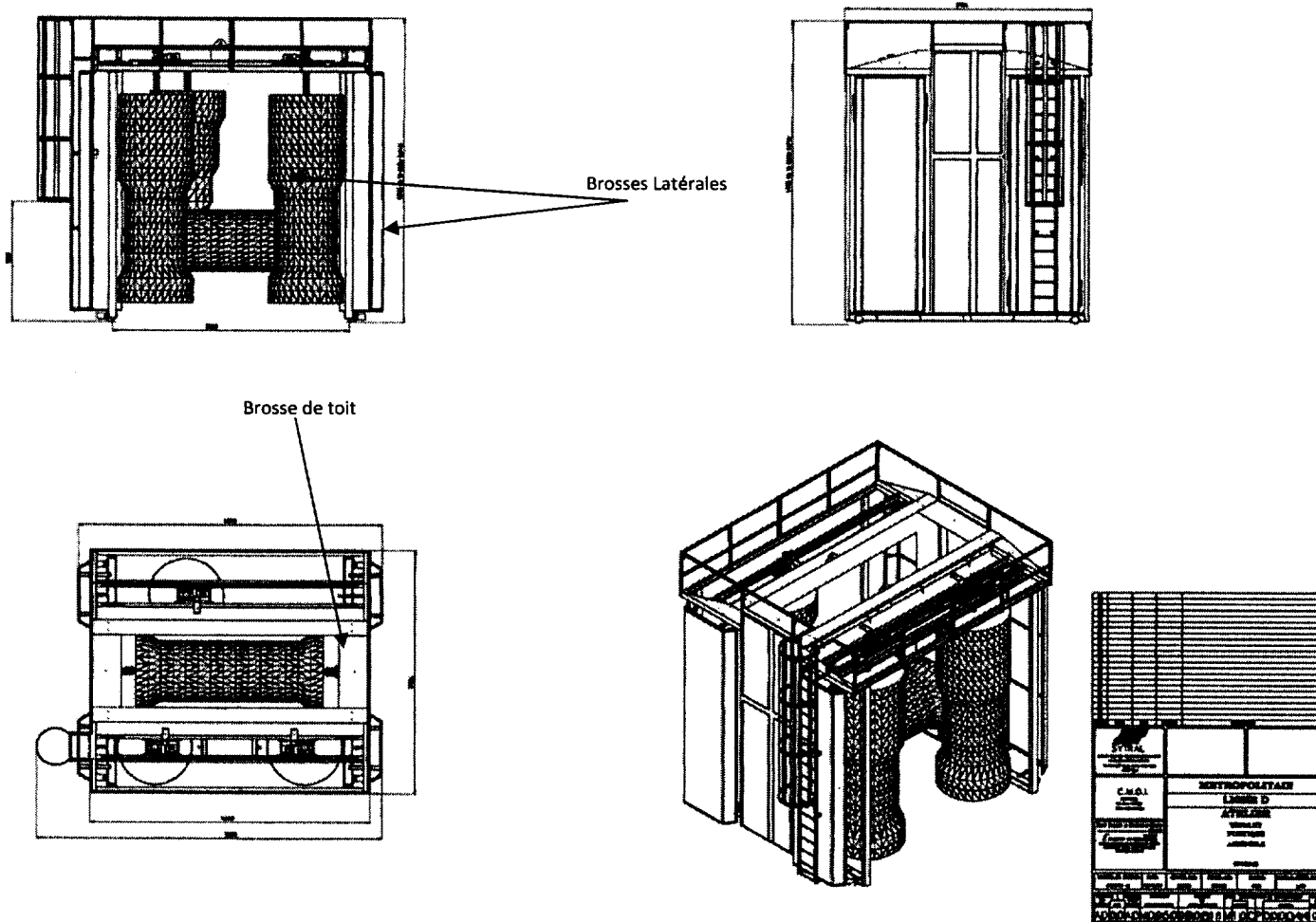
La structure du centre du Thioley se décompose suivant le plan ci-dessous.



La gestion informatisée permet de connaître précisément la date à laquelle une rame doit être entretenue et conduite vers le portique de lavage PML75. Voici le descriptif global du déroulement d'un cycle :

- Appel depuis la station de lavage : permet de lancer automatiquement l'envoi depuis la zone de stationnement d'une rame composée de 2 wagons.
- Arrivée et positionnement à l'aide de détecteurs photoélectriques (1 cellule d'entrée, 2 cellules d'arrêt)
- Coupure de l'alimentation électrique du rail pour des mesures de sécurité.
- Lancement du cycle de nettoyage :
 - Prélavage avec de l'eau brute.
 - Lavage avec de l'eau chaude additionnée de détergent.
 - Rinçage avec de l'eau adoucie.
 - Remise en énergie de la rame.
- Evacuation vers le centre de maintenance et d'exploitation.

Présentation du Portique de lavage PML 75



L'ensemble est constitué de 4 brosses :

- trois brosses latérales.
- une brosse de toit.

Le portique se déplace le long des rails par l'intermédiaire de quatre moteurs hydrauliques entraînant chacun une roue. Le mouvement de translation, de chaque brosse latérale, est réalisé par un moteur hydraulique associé à un système de transmission pignon crémaillère. Le mouvement de translation verticale de la brosse de toit, est assuré par un moteur-frein et un système de chaînes.

Chaque brosse est entraînée en rotation par un moteur hydraulique.

2 - Etude ELECTROTECHNIQUE

Total : 15 pts

Problématique : Les utilisateurs de l'installation ont transmis au service de maintenance divers problèmes de fonctionnement observés sur l'installation électrique de la station de lavage PML75. Il vous est demandé d'étudier et de remédier aux problèmes rencontrés en effectuant un nouveau choix des matériels à mettre en œuvre.

Données techniques

- Réseau électrique : 400V triphasé +neutre
- Neutre raccordé à la terre.

Récepteurs	Caractéristiques
Moteur M1 : Pompe centrale hydraulique	15 kW ; 230/400V ; Cos φ = 0,84 ; η =0,85, démarrage direct
Moteur M2 : Refroidisseur hydraulique (ventilateur)	2 kW ; 230/400V ; Cos φ = 0,80 ; η = 0,79 démarrage direct
Moteur M3 : Pompe relevage osmose	4 kW ; 230/400V ; Cos φ = 0,77 ; η = 0,81 démarrage direct
Moteur M4 : Compresseur	8kW ; 230/400V ; Cos φ = 0,82 ; η = 0,82 démarrage direct
Autres récepteurs (doseurs détergents, prises, automate...)	Puissance absorbée négligeable.

Q1- A partir des documents ressources DR1 et DR2 et des données techniques données en page 5, indiquer et justifier la nature du schéma de liaison à la terre de cette installation.

Situation n°1 : On observe lors d'un défaut d'isolement du récepteur raccordé sur la prise triphasée mentionnée sur le document ressource 1, un déclenchement simultané des disjoncteurs D21 et D0.

Q2- Quel est le niveau de sélectivité de la protection ? Justifier votre réponse à l'aide des informations fournies sur le schéma du document ressource 1. Quelles sont les conséquences d'une telle situation ?

Q3- Quelle fonction complémentaire doit comporter D0 pour assurer une sélectivité totale ?

Q4 – Choisir dans le document constructeur 1, un bloc différentiel à associer à D0 permettant d'assurer une sélectivité totale de l'installation au niveau de la protection des défauts d'isolement.

Situation n°2 : Lors des essais de mise en fonctionnement de l'installation il a été observé un déclenchement intempestif du disjoncteur D1(calibre 32A, courbe C) lors du démarrage de la pompe de la centrale hydraulique.

Q5- Donner une raison probable du déclenchement de cet appareil de protection.

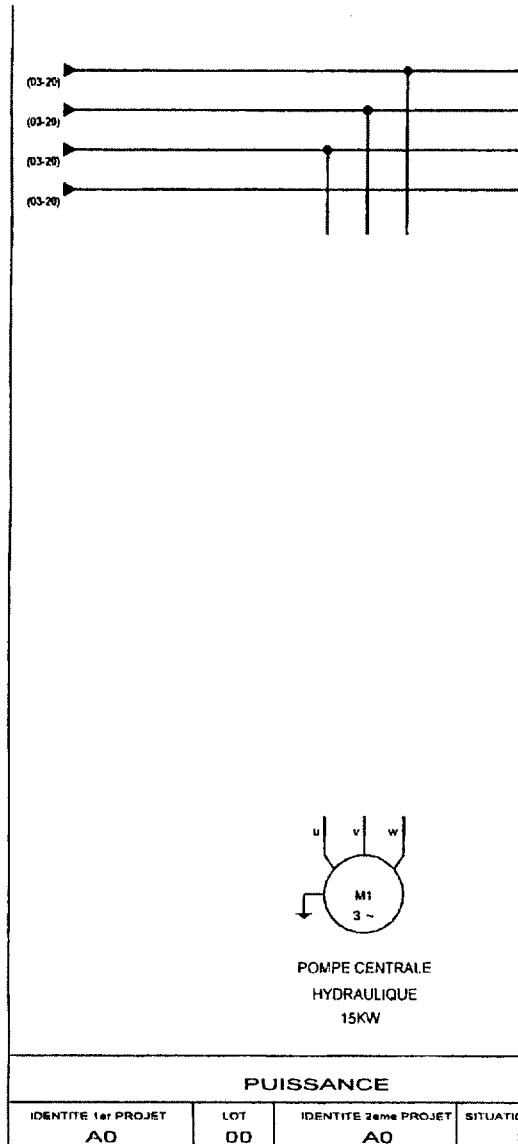
Q6- Calculer le courant absorbé par le moteur M1 lors de son fonctionnement à puissance nominale.

Q7- Choisir dans la documentation constructeur 2 le nouveau disjoncteur D1 dans la gamme C60. Donner sa référence.

Situation n°3 : Afin de remédier au problème de la situation n°2, le choix se porte finalement sur un démarreur-ralentisseur progressif afin d'éviter les à-coups et limiter les efforts mécaniques au démarrage.

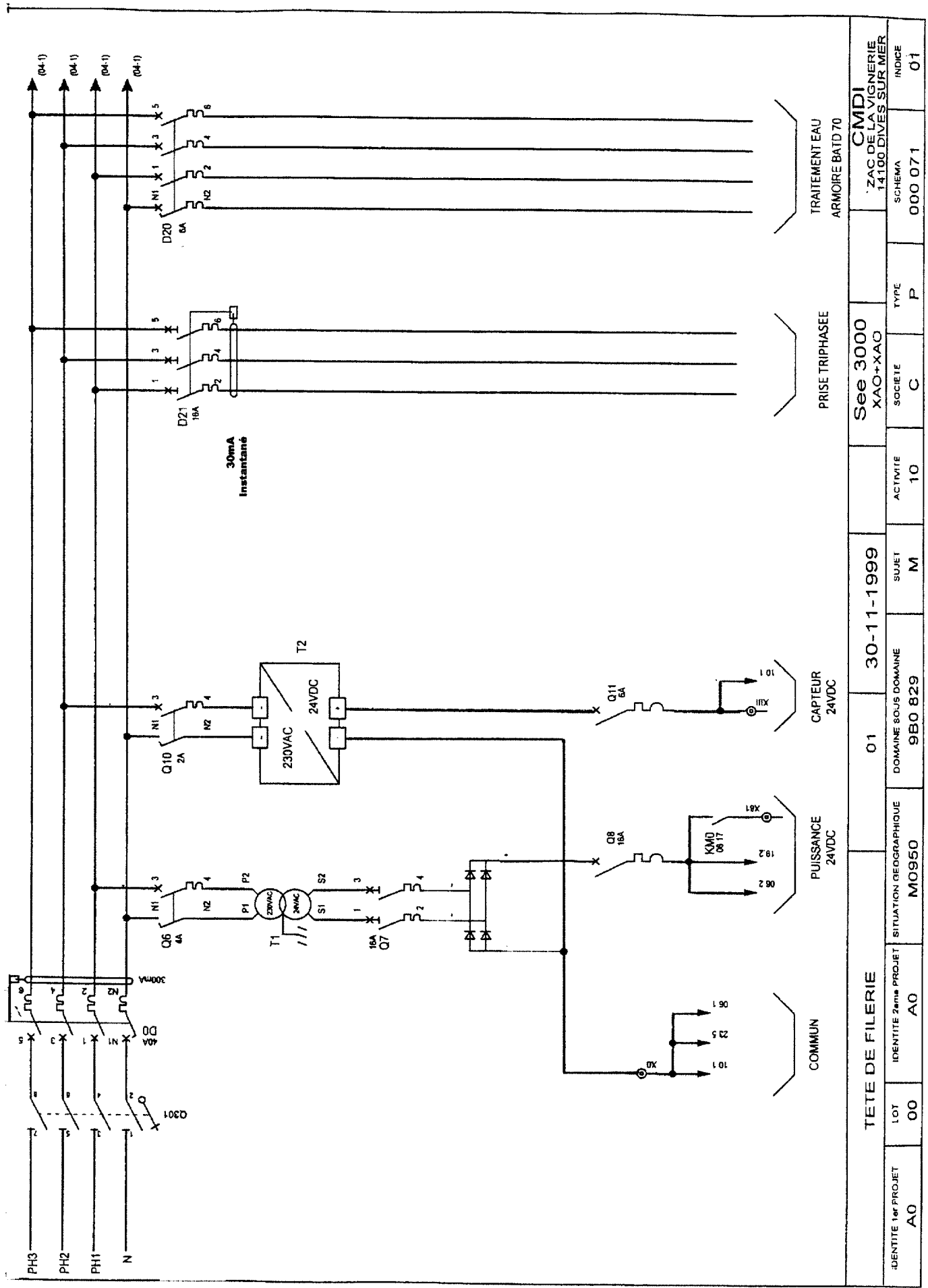
Q8- Choisir dans la documentation constructeur 3 le matériel adapté. Donner sa référence complète.

Q9- Compléter le schéma ci-dessous afin de réaliser le schéma de puissance de l'installation à modifier en implantant le démarreur ralentisseur progressif (partie puissance uniquement).



Q10- La fonction ralentisseur est-elle justifiée au regard de l'utilisation de ce moteur ?

DOCUMENT RESSOURCES 1



TRAITEMENT EAU
ARMOIRE BATD 70

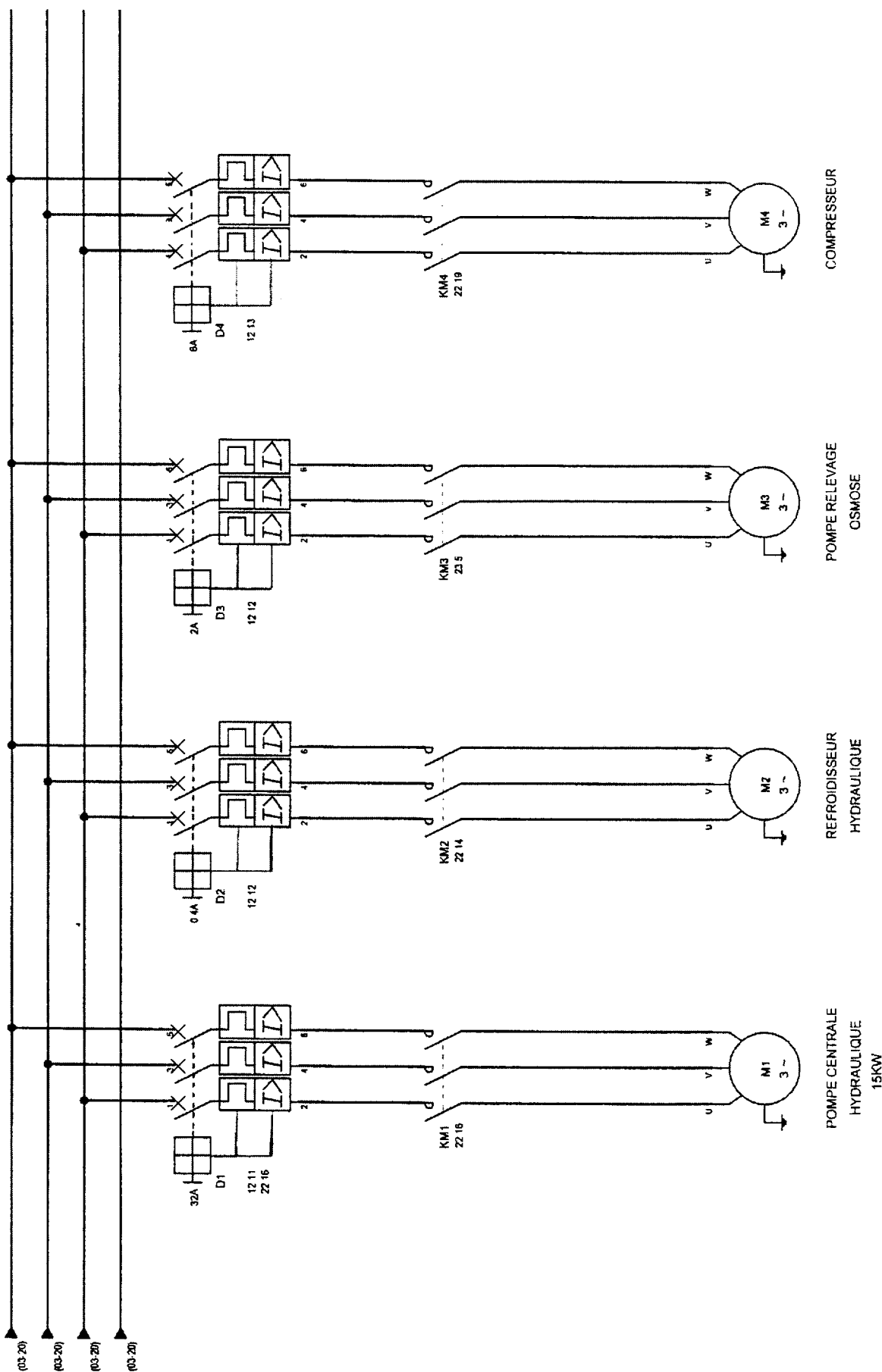
PRISE TRIPHASEE

CAPTEUR
24VDC

PUISSANCE
24VDC

COMMUN

TETE DE FILIERE		01	30-11-1999	DOMAINE SOUS DOMAINE		9B0 829		SITUATION GEOGRAPHIQUE		M0950		IDENTITE 2 ^{eme} PROJET		A0	
IDENTITE 1 ^{er} PROJET	LOT	ACTIVITE	SUJET	SOCIETE	TYPE	SCHEMA		CMDI		ZAC DE LA VIGNERIE 14100 DIVES SUR MER		INDICE		01	
A0	00	10	M	XAO+XAO	P	000 071		See 3000							



COMPRESSEUR

POMPE RELEVAGE
OSMOSE

REFROIDISSEUR
HYDRAULIQUE

POMPE CENTRALE
HYDRAULIQUE
15KW

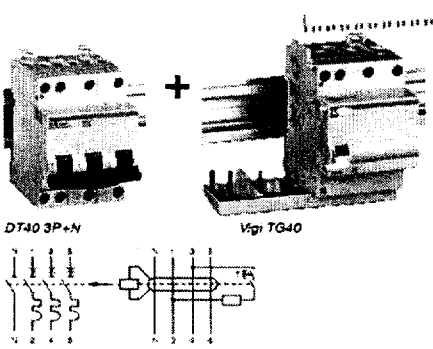
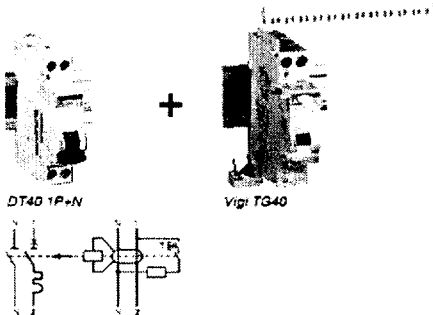
IDENTITE 1 ^{er} PROJET A0		LOT 00	IDENTITE 2 ^{eme} PROJET A0	SITUATION GEOGRAPHIQUE M0950	DOMAINE SOUS DOMAINE 9B0 830	SUJET M	ACTIVITE 10	SOCIETE C	TYPE P	SCHEMA 000 072	INDEXE 01
PUISSANCE				02	30-11-1999	See 3000 XAO+XAO		CMDI ZAC DE LA VIGNERIE 14.100 DIVES SUR MER			

Système Prodis

Protection "tête de groupe"

Disjoncteurs DT40 et DT60

Choix des courbes de déclenchement
 Courbe C : applications générales.
 Courbe B : câbles grande longueur, récepteurs sensibles.
 Courbe D : récepteurs à forts courants d'appel.



Disjoncteurs

largeur en pas de 9 mm	calibre (A)	DT40 6 kA (1)			DT40N 10 kA (2)	
		courbes			courbes	
		C	B	D	C	D
uni + neutre						
2	1	21019	-	-	21360	21371
	2	21020	-	-	21361	21372
	3	21021	-	-	21362	-
	4	21022	-	-	21363	21373
	6	21023	21009	-	21364	21374
	10	21024	21010	-	21365	21375
	16	21025	21011	-	21366	21376
	20	21026	21012	-	21367	21377
	25	21027	21013	-	21368	21378
	32	21028	21014	-	21369	21379
	40	21029	21015	-	21370	21380

tri + neutre

6	21063	-	21073	21404	21414
10	21064	-	21074	21405	21415
16	21065	-	21075	21406	21416
20	21066	-	21076	21407	21417
25	21067	-	21077	21408	21418
32	21068	-	21078	21409	21419
40	21069	-	21079	21410	21420

(1) Pouvoir de coupure :
 tension (V CA) selon NF EN 60847-2
 230 à 240
 400 à 415
 selon NF EN 60898
 230 uni + neutre
 400 tri + neutre

	PdC
uni + neutre	6 kA
tri + neutre	10 kA
uni + neutre	2 kA (*)
tri + neutre	6 kA
230 uni + neutre	4500 A
400 tri + neutre	4500 A

(2) Pouvoir de coupure :
 tension (V CA) selon NF EN 60847-2
 230 à 240
 400 à 415
 selon NF EN 60898
 230 uni + neutre
 400 tri + neutre

	PdC
uni + neutre	10 kA
tri + neutre	15 kA
uni + neutre	2 kA (*)
tri + neutre	10 kA
230 uni + neutre	5000 A
400 tri + neutre	5000 A

(*) Sous 1 pôle en régime de neutre IT (cas du défaut double).

(*) Sous 1 pôle en régime de neutre IT (cas du défaut double).

Blocs différentiels "tête de groupe" Vigi TG40

calibre sensibilité (mA)	tension (V CA 50 Hz)	type AC		type A si super immunisé		type A SIE Spécial influence Externe	
		réf.	pas de 9 mm	réf.	pas de 9 mm	réf.	pas de 9 mm
uni + neutre							
25 A instantané (5)							
30	230	21480	2	21484	2	20217	2
300	230	21481	2	21485	2	-	-
40 A instantané (5)							
30	230	21482	2	21486	2	20218	2
300	230	21483	2	21487	2	-	-
40 A sélectif (5)							
300	230	-	-	21489	2	20220	2

tri + neutre

25 A instantané (5)							
30	230 à 415	21490	6	21494	6	-	-
300	230 à 415	21491	6	21495	6	-	-
40 A instantané (5)							
30	230 à 415	21492	6	21496	6	20275	6
300	230 à 415	21493	6	21497	6	-	-
40 A sélectif (5)							
300	230 à 415	-	-	21499	6	20278	6

(5) Les blocs différentiels sont équipés d'un déformeur empêchant le montage d'un Vigi TG40 de calibre inférieur au calibre du disjoncteur associé. Le montage d'un Vigi TG40 de calibre supérieur au calibre du disjoncteur est toujours possible.

Peignes de raccordement Prodis

type	pas de 9 mm	quantité		réf.
		protèges-dents	flasques	
1P+N	24	6	4	21086
	48	12	4	21088
	96	-	-	21089
3P+N	24	6	4	21090
	48	12	4	21092
	96	-	-	21093
lot de 4 connecteurs gris 25 mm ²				21098

Tous les peignes voir page

Auxiliaires électriques compatibles

type	largeur en pas de 9 mm	tension	réf.
déclencheurs	MN	2 230 V CA	25980
		48 V CA/CC	25961
	MN	2 230 V CA	25963
	MNx	2 230 V CA	25969
		360...415 V CA	25971
	MSU	2 230 V CA	25979
	MX+OF	2 110...415 V CA	25946
		110...130 V CC	
		48 V CA/CC	25947
		12...24 V CA/CC	25948
contacts	OF	1	25924
auxiliaires	SD	1	25927
	OF+SD/OF	1	25929

Toute l'information voir page

B26 Disjoncteurs et Interrupteurs jusqu'à 160 A

Disjoncteurs C60

Bi, tri et tétra

Choix des courbes de déclenchement
 Courbe C : applications générales.
 Courbe B : câbles grande longueur, récepteurs sensibles.
 Courbe D : récepteurs à forts courants d'appel.
 Courbe Z : protection de circuits électroniques
 Courbe K : commande et protection de circuits impédants (moteurs...)

Disjoncteurs

C60N 10 kA (1)



C60H 15 kA (2)

C60L
 25 kA (≤ 25 A)
 20 kA (32-40 A)
 15 kA (50-63 A) (3)

largeur en pas de 9 mm calibre (A)

Bi

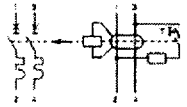
4



C60 2P

+

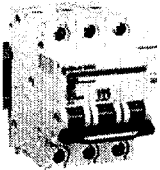
Vigi C60



courbes	C60N			C60H	C60L			
	C	B	D		C	B	Z	K
0,5	24060	-	24494	24845	25407	-	-	-
0,75	24061	-	-	-	-	-	-	-
1	24196	-	24580	24846	25418	-	-	25478
1,6	-	-	-	-	-	-	26154	25479
2	24197	-	24581	24847	25419	-	26155	25480
3	24198	-	24582	24848	25420	-	26157	25481
4	24199	-	24583	24849	25421	-	26158	25482
6	24200	-	24584	24850	25422	25357	26159	25483
10	24201	23941	24586	24851	25423	25358	26161	25485
16	24202	23942	24587	24852	25424	25359	26163	25486
20	24203	23943	24588	24853	25425	25360	26164	25487
25	24204	23944	24589	24854	25426	25361	26165	25488
32	24205	23945	24590	24855	25427	25362	26166	25489
40	24206	23946	24591	24856	25428	25363	26167	25490
50	24207	23947	24593	24857	25429	25364	-	-
63	24208	23948	24594	24858	25430	25365	-	-

Tri

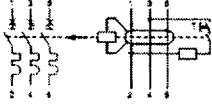
6



C60 3P

+

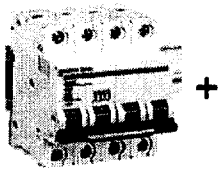
Vigi C60



0,5	24062	-	24495	-	25408	-	-	-
0,75	24063	-	-	-	-	-	-	-
1	24209	-	24595	24859	25431	-	-	25496
1,6	-	-	-	-	-	-	26174	25497
2	24210	-	24596	24860	25432	-	26175	25498
3	24211	-	24597	24861	25433	-	26177	25499
4	24212	-	24598	24862	25434	-	26178	25500
6	24213	-	24599	24863	25435	25370	26180	25501
10	24214	23954	24601	24864	25436	25371	26182	25503
16	24215	23955	24602	24865	25437	25372	26184	25504
20	24216	23956	24603	24866	25438	25373	26185	25505
25	24217	23957	24604	24867	25439	25374	26224	25506
32	24218	23958	24605	24868	25440	25375	26225	25507
40	24219	23959	24606	24869	25441	25376	26226	25508
50	24220	23960	24608	24870	25442	25377	-	-
63	24221	23961	24609	24871	25443	25378	-	-

Tétra

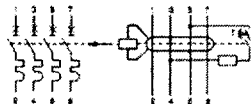
8



C60 4P

+

Vigi C60



0,5	24064	-	24496	-	25409	-	-	-
0,75	24065	-	-	-	-	-	-	-
1	24222	-	24610	24872	25444	-	-	25514
1,6	-	-	-	-	-	-	26232	25515
2	24223	-	24611	24873	25445	-	26234	25516
3	24224	-	24612	24874	25446	-	26236	25517
4	24225	-	24613	24875	25447	-	26237	25518
6	24226	-	24614	24876	25448	25383	26239	25519
10	24227	23967	24616	24877	25449	25384	26241	25521
16	24228	23968	24617	24878	25450	25385	26242	25522
20	24229	23969	24618	24879	25451	25386	26243	25523
25	24230	23970	24619	24880	25452	25387	26244	25524
32	24231	23971	24620	24881	25453	25388	26245	25525
40	24232	23972	24621	24882	25454	25389	26246	25526
50	24233	23973	24623	24883	25455	25390	-	-
63	24234	23974	24624	24884	25456	25391	-	-

(1) Pouvoir de coupure :

tension (V CA)	PdC
selon NF EN 60947-2	Icu
230 à 240	20 kA
400 à 415	10 kA (*)
selon NF EN 60898	Icn
400	6000 A

(*) 3 kA sous 1 pôle en régime de neutre IT (cas du défaut double).

(2) Pouvoir de coupure :

tension (V CA)	PdC
selon NF EN 60947-2	Icu
230 à 240	30 kA
400 à 415	15 kA (*)
440	10 kA
selon NF EN 60898	Icn
400	10000 A

(*) 4 kA sous 1 pôle en régime de neutre IT (cas du défaut double).

(3) pouvoir de coupure

calibre	tension (V CA)	PdC
selon NF EN 60947-2	Icu	
0,5 à 25	230 à 240	50 kA
	400 à 415	25 kA
	440	20 kA
32 à 40	230 à 240	40 kA
	400 à 415	20 kA
	440	15 kA
50 à 63	230 à 240	30 kA
	400 à 415	15 kA
	440	10 kA

Démarrers-ralentisseurs progressifs Altistart 01 Démarrers

E203

8

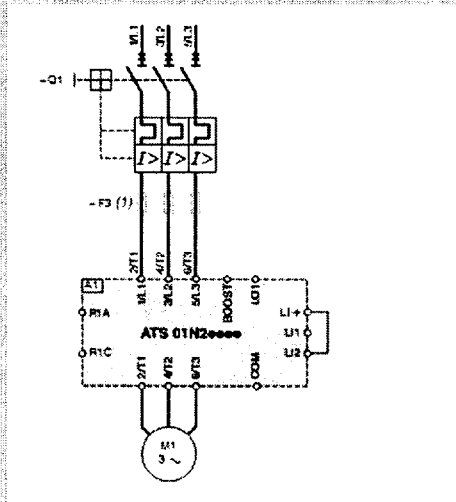
encadrements	(L x H x P en mm)
ATS01N103...N106	22,5 x 100 x 100
ATS01N109...N212	45 x 124 x 130
ATS01N222...N232	45 x 154 x 130

Démarrers de 0,37 à 15 kW ▶60540◀



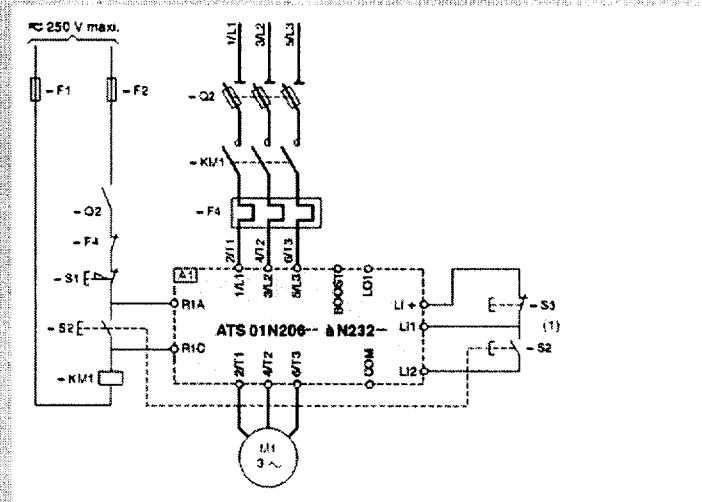
types de démarrers	progressifs	progressifs ralentisseurs				
puissance moteur	0,37 à 11 kW	0,75 à 15 kW				
degré de protection	IP 20					
réduction des pointes de courant	moteur monophasé moteur triphasé	oui (2 phases contrôlées)				
temps de démarrage réglable	1...5 s	1...10 s				
temps de ralentissement réglable	non (arrêt roue libre)	oui (1...10 s)				
couple de décollage ajustable	30... 80 % du couple de démarrage du moteur en direct sur le réseau					
entrées logiques	-	3 entrées logiques (marche, arrêt et boost au démarrage)				
sorties logiques	-	1 sortie logique				
sorties à relais	-	1 sortie à relais				
tension de l'alimentation contrôlée	110... 240 V CA ± 10 % 24 V CC ± 10 % tri 110...480 V CA	interne au démarreur				
tension d'alimentation		tri 200...240 V CA	tri 380...415 V CA	tri 440...480 V CA		
puissance moteur						
230 V (kW)	400 V (kW)	courant nominal (IcL)				
0,37-0,55	1,1	3 A	ATS01N103FT	-		
0,75-1,1	2,2	6 A	ATS01N106FT	ATS01N206LU	ATS01N206QN	ATS01N206RT
1,5	4	9 A	ATS01N109FT	ATS01N209LU	ATS01N209QN	ATS01N209RT
2,2	5,5	12 A	ATS01N112FT	ATS01N212LU	ATS01N212QN	ATS01N212RT
4-5,5	7,5-11	22 A	-	ATS01N222LU	ATS01N222QN	ATS01N222RT
3-5,5	7,5-11	25 A	ATS01N125FT	-	-	-
7,5	15	32 A	-	ATS01N232LU	ATS01N232QN	ATS01N232RT

**Démarrur progressif ATS01N206... à N232...
Commande manuelle sans ralentissement avec disjoncteur-moteur GV2 et GV3**



(1) Pour coordination type 2.

**Démarrur-ralentisseur progressif ATS01N206... à N232...
Commande automatique avec ou sans ralentissement avec contacteur**



(1) Au-delà de 1 m, utiliser des fils blindés.

3 – Etude MÉCANIQUE-HYDRAULIQUE

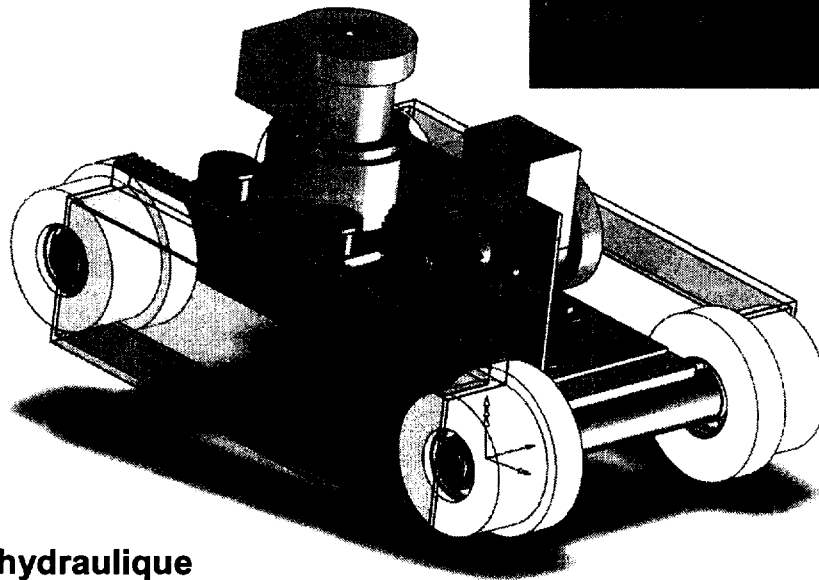
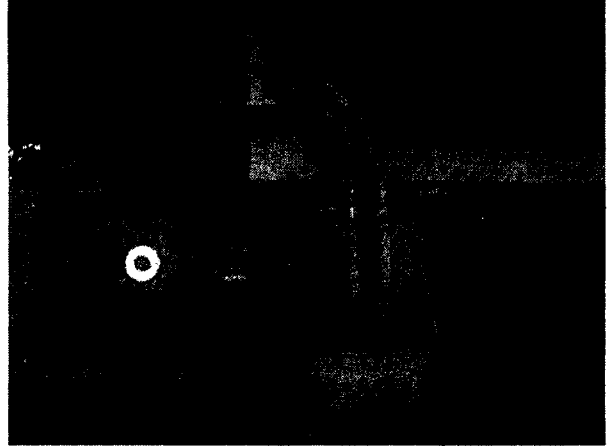
Total : 40 pts

Brosses latérales

On s'intéresse dans cette partie au sous-ensemble permettant le mouvement des brosses latérales. Ce sous ensemble comporte essentiellement deux chariots – se déplaçant vers la droite ou vers la gauche – sur lesquels sont montées les brosses.

Chaque chariot comporte un moteur hydraulique assurant la rotation de la brosse et un moteur hydraulique assurant le déplacement latéral. Ce dernier moteur dont la cylindrée est égale à 100 cm^3 , entraîne directement un pignon avec une crémaillère.

La vitesse de déplacement optimale, conduisant à un nettoyage efficace sans endommager la peinture est égale à $0,07 \text{ m/s}$.



Étude du circuit hydraulique

Le schéma hydraulique de l'alimentation des moteurs de déplacement latéral est représenté sur le document réponse REP7. Les deux distributeurs – qui sont identiques – doivent permettre de faire avancer les chariots vers la droite, vers la gauche et, bien sûr, de les immobiliser.

Q11) Rajouter, sur le schéma hydraulique du document réponse REP7, les deux distributeurs dans les zones délimitées par des pointillés. La commande V_{0G} fait tourner le moteur latéral gauche dans le sens horaire et la commande V_{0D} doit faire tourner le moteur latéral droit dans le sens anti horaire.

Q12) Surligner, sur le schéma hydraulique du document réponse REP7, le passage du fluide sous pression lorsque le sens de l'écoulement est celui indiqué par les flèches (les électrovannes V_{1D} et V_{1G} étant commandées).

Q13) Quelle relation lie les débits Q_1 , Q_2 et Q ?

Étude du système pignon-crémaillère

Q14) Quelle relation existe-t-il entre la vitesse de rotation du moteur ω , le diamètre primitif du pignon d_p et la vitesse de déplacement du chariot v ? Répondre en précisant les unités.

Q15) Quelle relation existe-t-il entre le diamètre primitif du pignon d_p , son nombre de dents Z et le module des dents m ?

Q16) Le nombre de dents Z est égal à 42 et le module des dents m est égal à 1,5. Calculer le diamètre primitif du pignon.

Q17) Calculer la vitesse de rotation ω du moteur.

Q18) Quelle relation existe-t-il entre la vitesse de rotation ω du moteur et sa fréquence de rotation N ? Répondre en précisant les unités.

Q19) Calculer la fréquence de rotation N du moteur.

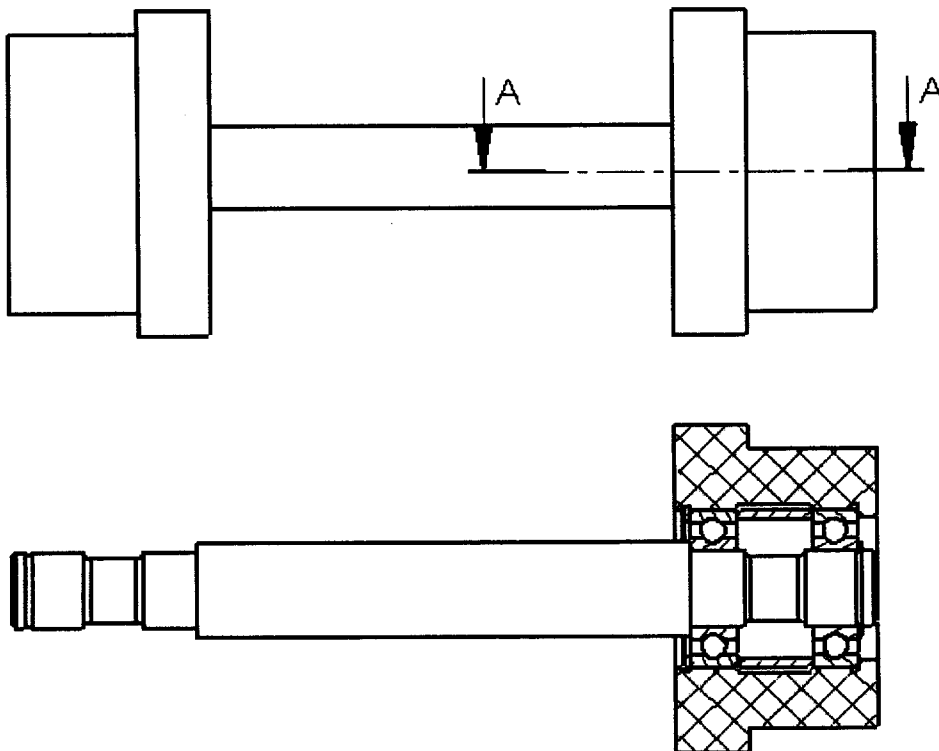
Détermination du débit d'huile nécessaire

Q20) Quelle relation existe-t-il entre la fréquence de rotation N du moteur, sa cylindrée Cyl et le débit d'huile Q_1 qui l'alimente ? Répondre en précisant les unités.

Q21) Pour un bon fonctionnement, on impose une fréquence de rotation de 21 tr/min. Déterminer le débit d'huile alimentant le moteur. Détailler vos calculs et préciser les unités.

Q22) En étudiant le schéma hydraulique du document réponse REP7, indiquer sur quels éléments il faut agir pour obtenir le débit calculé précédemment.

Étude du montage de roulements des galets lisses du chariot



COUPE A-A

Q23) Indiquer le type de roulements utilisés pour le guidage du galet lisse sur l'arbre.

Q24) Quels types de charges peuvent supporter ces roulements ?

Q25) Dans un montage de roulement, l'une des bagues (bague intérieure ou bague extérieure) est montée serrée et l'autre (bague intérieure ou bague extérieure) est montée glissante. Dans le cas du guidage du galet lisse, quelle est la bague montée serrée ? Quelle est la bague montée glissante ?

Bague montée serrée ?

Bague montée glissante ?

Justification :

Q26) Comment sont calées axialement les bagues intérieures ? Comment sont calées axialement les bagues extérieures ?

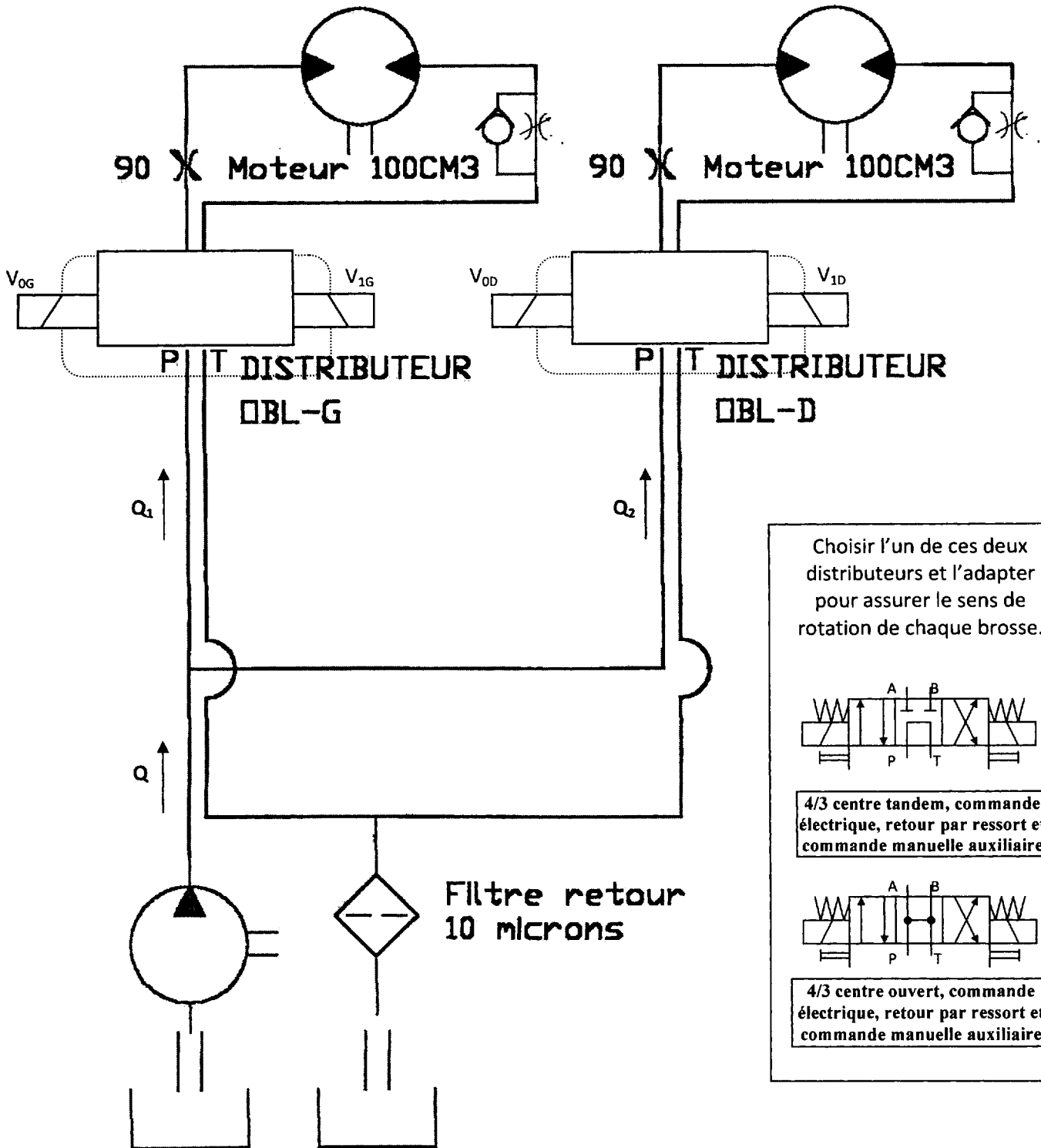
Bagues intérieures calées par :

Bagues extérieures calées par :

Q27) Quel type de lubrification préconisez-vous ?

BROSSE
LATERALE
GAUCHE

BROSSE
LATERALE
DROITE



Choisir l'un de ces deux distributeurs et l'adapter pour assurer le sens de rotation de chaque brosse.

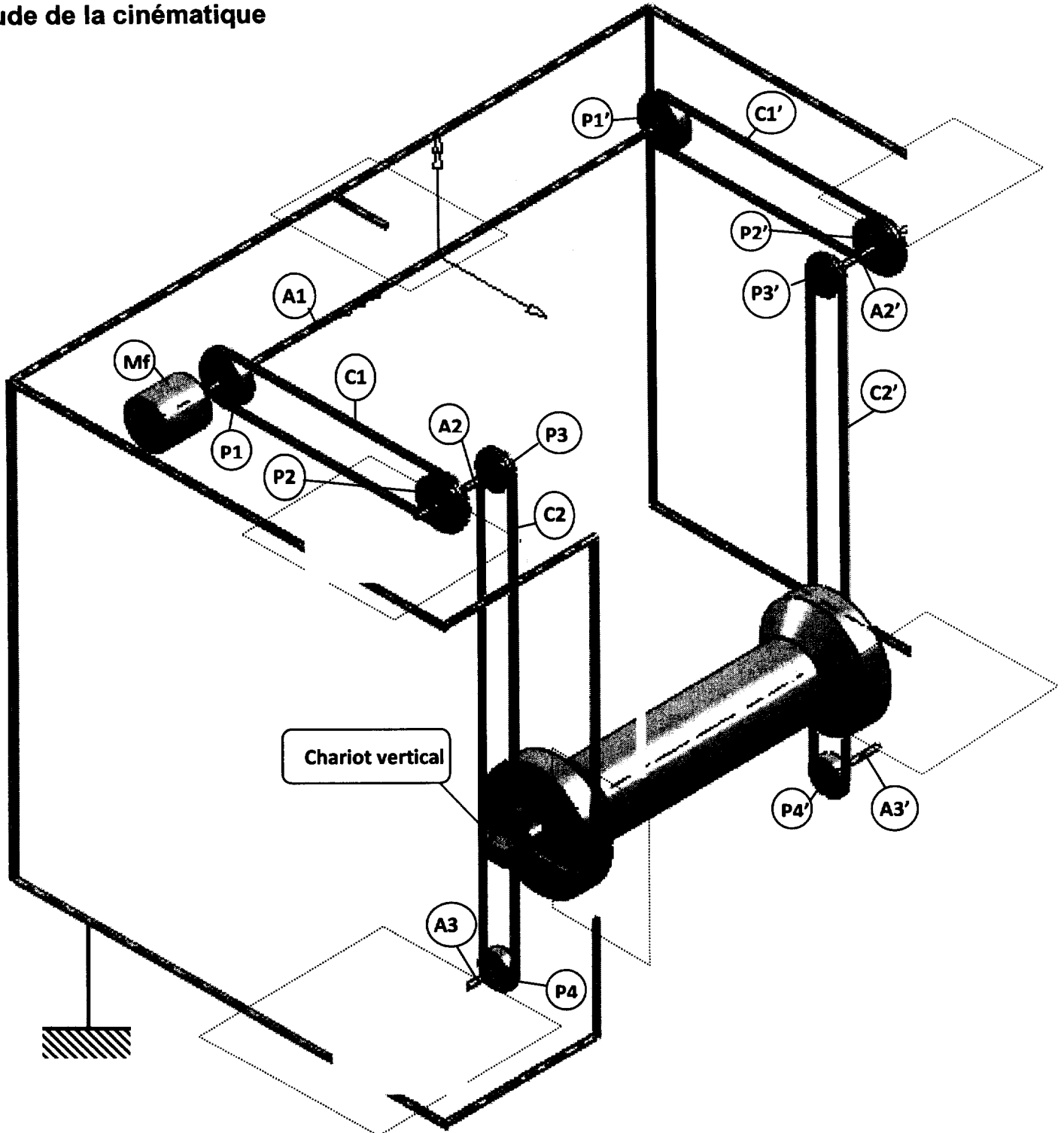
4/3 centre tandem, commande électrique, retour par ressort et commande manuelle auxiliaire

4/3 centre ouvert, commande électrique, retour par ressort et commande manuelle auxiliaire

Brosse de toit

On s'intéresse maintenant au sous ensemble de brosse de toit représenté ci-dessous. Il comporte une brosse de grande longueur animée d'un mouvement de rotation autour de son axe. Cette brosse se déplace en translation rectiligne dans la direction verticale. Le mouvement de translation est engendré par un moteur hydraulique M_f – ayant une fréquence de rotation égale à 13,4 tr/min – faisant tourner l'arbre A_1 . Celui-ci est en liaison complète avec deux pignons P_1 et P_1' . Ces deux pignons transmettent le mouvement de rotation, grâce à deux chaînes C_1 et C_1' , aux deux pignons P_2 et P_2' en liaison complète avec les arbres A_2 et A_2' . Ces arbres sont également en liaison complète avec deux pignons P_3 et P_3' qui transmettent le mouvement à deux chaînes verticales C_2 et C_2' . Le chariot vertical est accroché aux deux extrémités de chacune des chaînes C_2 et C_2' .

Étude de la cinématique



Q28) Quels sont les mouvements possibles de l'arbre A1 par rapport au bâti ? Quel est le nom de la liaison cinématique entre l'arbre A1 et le bâti ?

Mouvements possibles de l'arbre A1 par rapport au bâti :

Nom de la liaison arbre A1 – Bâti :

Q29) Quels sont les mouvements possibles des arbres A2, A2', A3 et A3' par rapport au bâti ? Quels sont les noms des liaisons correspondantes ?

Mouvements possibles des arbres A2, A2', A3 et A3' par rapport au bâti :

Nom des liaisons arbres – Bâti :

Q30) Quels sont les mouvements possibles du chariot vertical par rapport au bâti ? Quel est le nom de la liaison correspondante ?

Mouvements possibles du chariot vertical par rapport au bâti

Nom de la liaison chariot vertical – Bâti :

Q31) Compléter le schéma du document réponse REP8 en dessinant les six liaisons déterminées précédemment (zones délimitées par des pointillés). Vous pouvez consulter les symboles des liaisons sur le document ressources 3.

Vitesse de déplacement du chariot vertical

Les pignons P1, P1', P2 et P2' ont 47 dents et un diamètre primitif égal à 138 mm, les pignons P3, P3', P4 et P4' ont 34 dents et un diamètre primitif égal à 100 mm.

Q32) Déterminer la fréquence de rotation N2 de l'arbre A2. Répondre en détaillant vos calculs ou votre raisonnement.

Détail des calculs ou du raisonnement :

N2 = tr / min

Q33) Quelle relation existe-t-il entre la vitesse de rotation ω_2 de l'arbre A2 et sa fréquence de rotation N2 ? Répondre en précisant les unités des différents termes.

$\omega_2 =$

Unités :

Q34) Quelle relation existe-t-il entre la vitesse de rotation ω_2 de l'arbre A2, le diamètre primitif du pignon dp_3 et la vitesse de déplacement v de la chaîne C2 ? Répondre en précisant les unités des différents termes.

$v =$

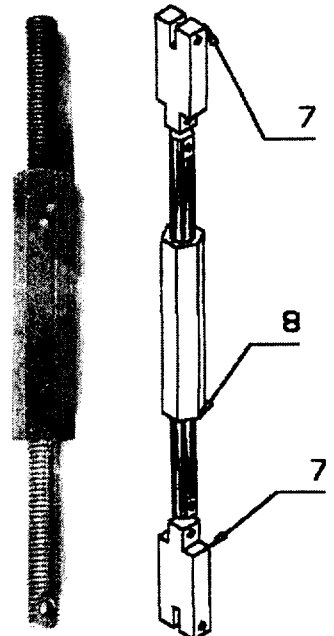
Unités :

Q35) Calculer la vitesse de déplacement de la chaîne C2.

$v =$ $m \cdot s^{-1}$

Tension des chaînes C2 et C2'

Il faut retendre les chaînes C2 et C2' tous les ans afin que le positionnement du chariot vertical soit précis. Cette opération est réalisée à l'aide de deux tendeurs, un pour chaque chaîne. Un tendeur est composé de deux tiges filetées, l'une avec un pas à droite, l'autre avec un pas à gauche. Ces deux tiges sont vissées dans un manchon hexagonal. L'extrémité libre de chaque tige est reliée à une chape (7), elle-même reliée à un bout de la chaîne. Le pas des filetages est égal à 1,75 mm. Le rapprochement des deux extrémités des chaînes est approximativement égal à 3 mm.



Q36) Combien de tours de manchon faut-il effectuer pour obtenir ce déplacement ? Répondre en détaillant vos calculs.

Détail des calculs

Nombre de tours du manchon :

DOCUMENT RESSOURCES 3

Symboles des liaisons mécaniques NF EN 23952 / ISO 3952-1 NF EN ISO 3952-1						
Nom de la liaison	Translations	Rotations	Degrés de liberté	Principales représentations planes (orthogonales)	Représentation en perspective	Exemple
Encastrement ou liaison fixe	0	0	0	 variante 1 variante 2		
Pivot	0	1	1	 variante 1 variante 2		
Glissière	1	0	1			
Hélicoïdale	1 + 1 Combinées (fonction du pas)	1	1	 filet à droite		
Pivot glissant	1	1	2			
Sphérique ou rotule à doigt	0	2	2			
Rotule ou sphérique	0	3	3			
Appui plan	2	1	3			
Linéaire rectiligne *	2	2	4			
Sphère cylindre ou linéaire annulaire	1	3	4			
Sphère-plan ou ponctuelle	2	3	5			

(*) ancienne normalisation NF E 04-015.

4 – Etude de la MAINTENANCE

Total : 25 pts

Sur une année, le portique de lavage a nécessité de nombreuses interventions. Nous désirons savoir quels sont les éléments qui posent le plus de problèmes. Les différentes opérations de maintenances ont été répertoriées dans le tableau ci-dessous.

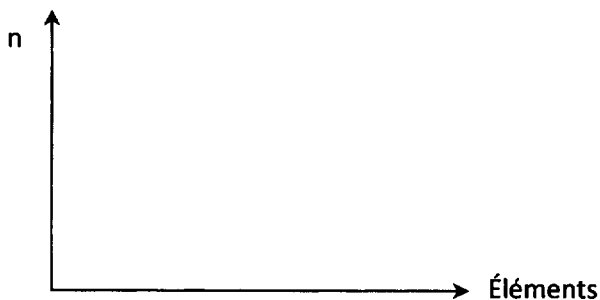
Éléments	Période d'intervention	Temps d'arrêt
Moteur frein	mars	3 h
Moteur BH	avril	2,5 h
Palier BH	mai	2 h
Moteur frein	juillet	1,5 h
Moteur BH	août	3 h
Palier BH	septembre	3 h
Moteur frein	septembre	2,5 h
Palier roue fer	octobre	3 h
Moteur 160	octobre	4 h
Moteur frein	novembre	2 h
Moteur BH	décembre	3 h
Palier BV	décembre	1,5 h
Moteur frein	janvier	2 h
Palier BH	janvier	2,5 h

Q37) Compléter, en classant les éléments du plus pénalisant au moins pénalisant, les deux tableaux ci-dessous.

Éléments	Nombre d'interventions : n

Éléments	Temps d'arrêt : $\frac{n}{\bar{t}}$

Q38) Tracer le diagramme de Pareto en n sur la figure ci-dessous.



Q39) Tracer le diagramme de Pareto en $n \bar{t}$ sur la figure ci-dessous.



Q40) Que peut-on conclure en analysant les deux diagrammes précédents ?

Nous souhaitons maintenant caractériser plus finement la durée de vie du palier BH. Pour cela, nous disposons de l'historique des opérations de maintenance réalisées sur ce galet. Les temps de bon fonctionnement observés sont les suivants :

52 jours / 74 jours / 34 jours / 65 jours / 90 jours / 46 jours / 110 jours / 58 jours / 70 jours

Q41) En utilisant la table des rangs médians, déterminer la fonction de défaillance $F(t)$ de ce galet et compléter le tableau.

t	$F(t)$

Q42) Tracer la fonction de fiabilité sur le papier de Weibull du document REP14, en considérant que $F(t)$ est une droite.

Q43) Déterminer les paramètres du modèle de Weibull. Vous laisserez les traits de construction sur le graphique.

$\gamma =$

Justification :

$\beta =$

$\eta =$

Q44) En utilisant les tables de calcul du document ressources 4, calculer la moyenne et l'écart type relatifs au modèle. Répondre en détaillant vos calculs.

$m =$

$\sigma =$

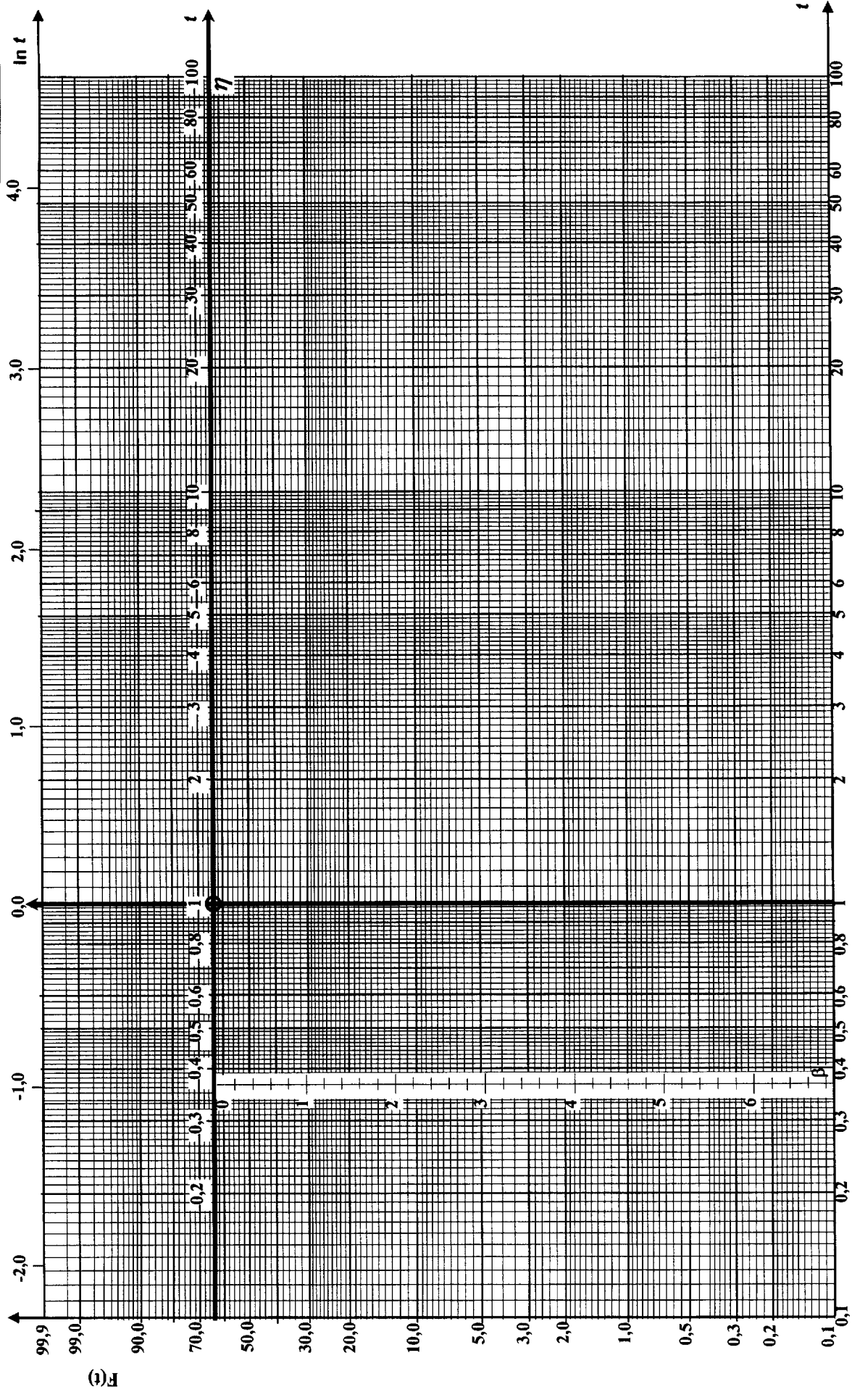
Q45) Déterminer graphiquement la fiabilité au bout de 40 jours (laisser les traits de construction).

Explications :

$R(40) =$

Q46) Déterminer par le calcul la fiabilité au bout de 40 jours.

Détails du calcul :



Loi de WEIBULL

DOCUMENT RESSOURCES 4

Table des rangs médians : fonction de défaillance

Ordre de rang i	Taille de l'échantillon : n									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	50,000	29,289	20,630	15,910	12,945	10,910	9,428	8,300	7,412	6,697
2		70,711	50,000	38,573	31,381	26,445	22,849	20,113	17,962	16,226
3			79,370	61,427	50,000	42,141	36,412	32,052	28,624	25,857
4				84,090	68,616	57,859	50,000	44,015	39,308	35,510
5					87,055	73,555	63,588	55,984	50,000	45,169
6						89,090	77,151	67,948	60,691	54,831
7							90,572	79,887	71,376	64,490
8								91,700	82,038	74,142
9									92,587	83,774
10										93,303

**Tables de calcul de la moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF)
et de l'écart-type d'un modèle de Weibull.**

Moyenne = $A\eta + \gamma$

Ecart-type = $B\eta$

β	A	B	β	A	B	β	A	B
0,20	120	1901	1,50	0,9027	0,613	4	0,9064	0,254
0,25	24	199	1,55	0,8994	0,593	4,1	0,9077	0,249
0,30	9,2605	50,08	1,60	0,8966	0,574	4,2	0,9089	0,244
0,35	5,0291	19,98	1,65	0,8942	0,556	4,3	0,9102	0,239
0,40	3,3234	10,44	1,70	0,8922	0,540	4,4	0,9114	0,235
0,45	2,4786	6,46	1,75	0,8906	0,525	4,5	0,9126	0,230
0,50	2	4,47	1,80	0,8893	0,511	4,6	0,9137	0,226
0,55	1,7024	3,35	1,85	0,8882	0,498	4,7	0,9149	0,222
0,60	1,5046	2,65	1,90	0,8874	0,486	4,8	0,9160	0,218
0,65	1,3663	2,18	1,95	0,8867	0,474	4,9	0,9171	0,214
0,70	1,2638	1,85	2	0,8862	0,463	5	0,9182	0,210
0,75	1,1906	1,61	2,1	0,8857	0,443	5,1	0,9192	0,207
0,80	1,1330	1,43	2,2	0,8856	0,425	5,2	0,9202	0,203
0,85	1,0880	1,29	2,3	0,8859	0,409	5,3	0,9213	0,200
0,90	1,0522	1,17	2,4	0,8865	0,393	5,4	0,9222	0,197
0,95	1,0234	1,08	2,5	0,8873	0,380	5,5	0,9232	0,194
1	1	1	2,6	0,8882	0,367	5,6	0,9241	0,191
1,05	0,9803	0,934	2,7	0,8893	0,355	5,7	0,9251	0,188
1,10	0,9649	0,878	2,8	0,8905	0,344	5,8	0,9260	0,185
1,15	0,9517	0,830	2,9	0,8917	0,334	5,9	0,9269	0,183
1,20	0,9407	0,787	3	0,8930	0,325	6	0,9277	0,180
1,25	0,9314	0,750	3,1	0,8943	0,316	6,1	0,9286	0,177
1,30	0,9236	0,716	3,2	0,8957	0,307	6,2	0,9294	0,175
1,35	0,9170	0,687	3,3	0,8970	0,299	6,3	0,9302	0,172
1,40	0,9114	0,660	3,4	0,8984	0,292	6,4	0,9310	0,170
1,45	0,9067	0,635	3,5	0,8997	0,285	6,5	0,9318	0,168
			3,6	0,9011	0,278	6,6	0,9325	0,166
			3,7	0,9025	0,272	6,7	0,9333	0,163
			3,8	0,9038	0,266	6,8	0,9340	0,161
			3,9	0,9051	0,260	6,9	0,9347	0,160

Modèle de Weibull : fonction de Fiabilité.

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$$