BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

BTS MSE

Épreuve E2 – Sous-Épreuve U22 :

SCIENCES PHYSIQUES ET SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES SYSTEMES

SESSION 2019

Durée : 2 heures 30 minutes

Coefficient : 2,5

Matériel autorisé :

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet se compose de 15 pages, numérotées de 1/15 à 15/15.

Les documents réponses, même vierge, DR1 et DR2 page 14/15 et 15/15 sont à rendre avec la copie.

Constitution du dossier

Le sujet comporte 4 parties principales qui sont indépendantes et peuvent être traitées dans n'importe quel ordre:

A-	ÉTUDE DE LA CONSOMMATION D'EAU	sur 25 points
B-	ÉTUDE DE LA POMPE HAUTE PRESSION DE LA STATION DE LAVAGE	sur 20 points
C-	ÉTUDE DE L'INSTALLATION ÉLECTRIQUE	sur 20 points
D-	MAINTENANCE DES FLEXIBLES D'ALIMENTATION DE L'EAU SOUS PRESSION	sur 15 points
	Total :	sur 80 points

PÉPINIÈRE HORS SOL

L'entreprise HABER, spécialisée dans la production de plantes hors sol, cultive sous serres tous types de légumes et végétaux.

Les plantes se développent dans des petits pots posés sur de grands plateaux dans les serres (fig.1). Lorsque leur croissance est terminée, elles sont rempotées dans des pots plus grands pour être vendues. Avant d'être réutilisés, les plateaux sont lavés et désinfectés pour éviter de transmettre des maladies aux prochaines plantations.

Pour effectuer ces opérations, on utilise une station semi-automatique de lavage présentée fig. 2.

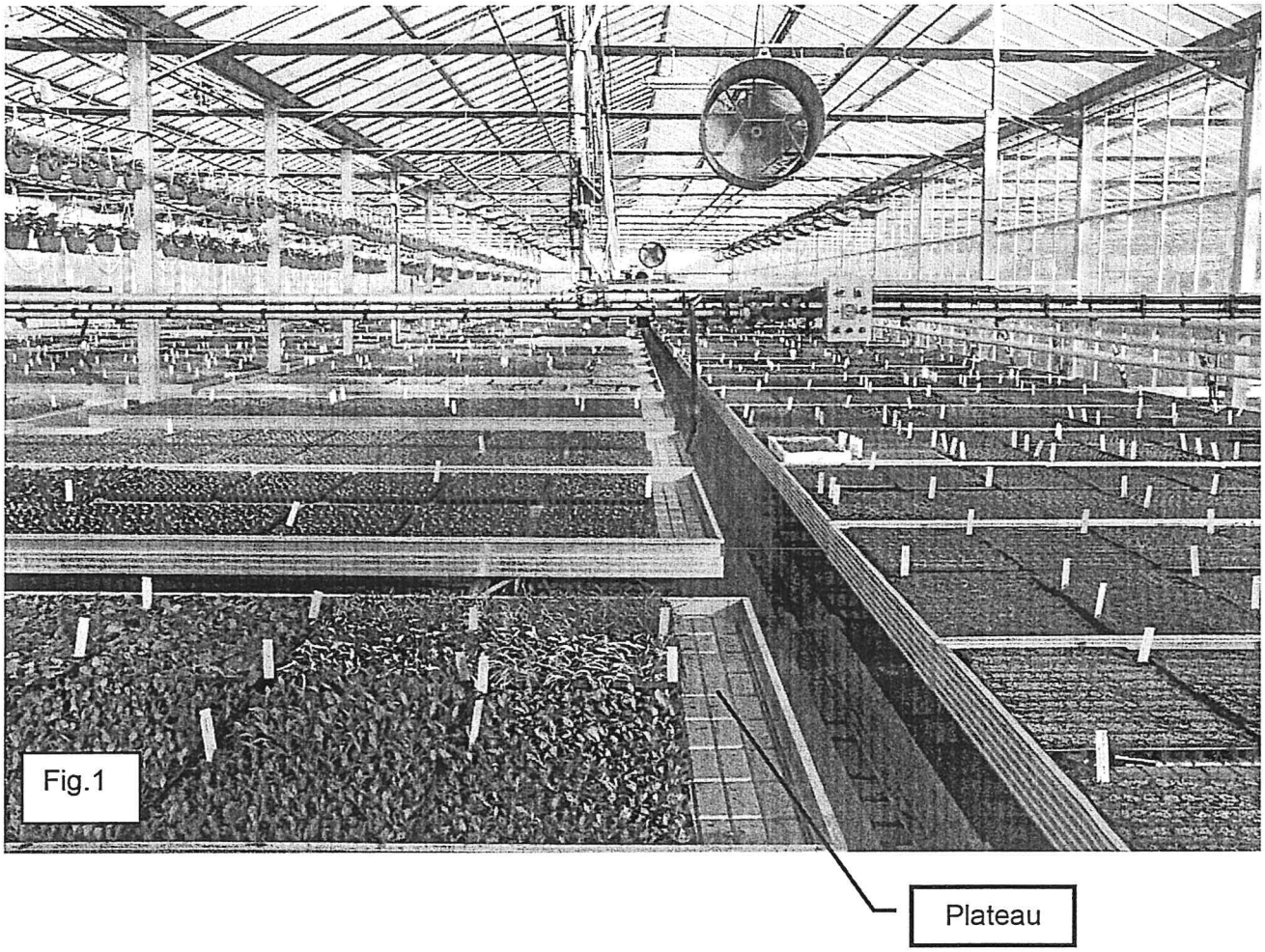
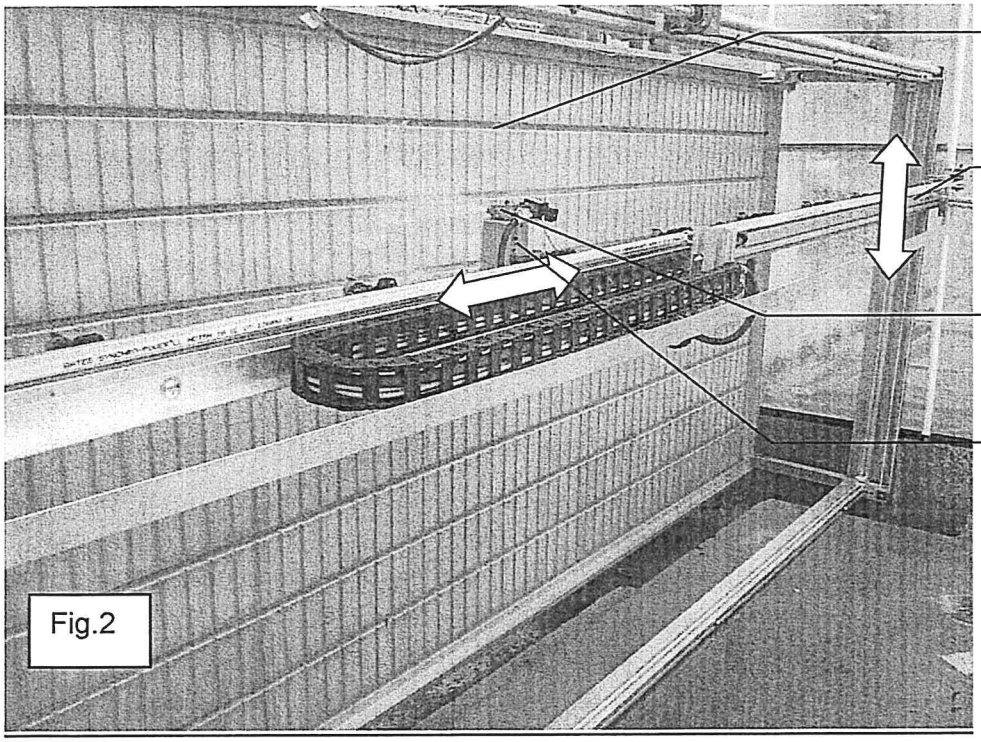


Fig.1

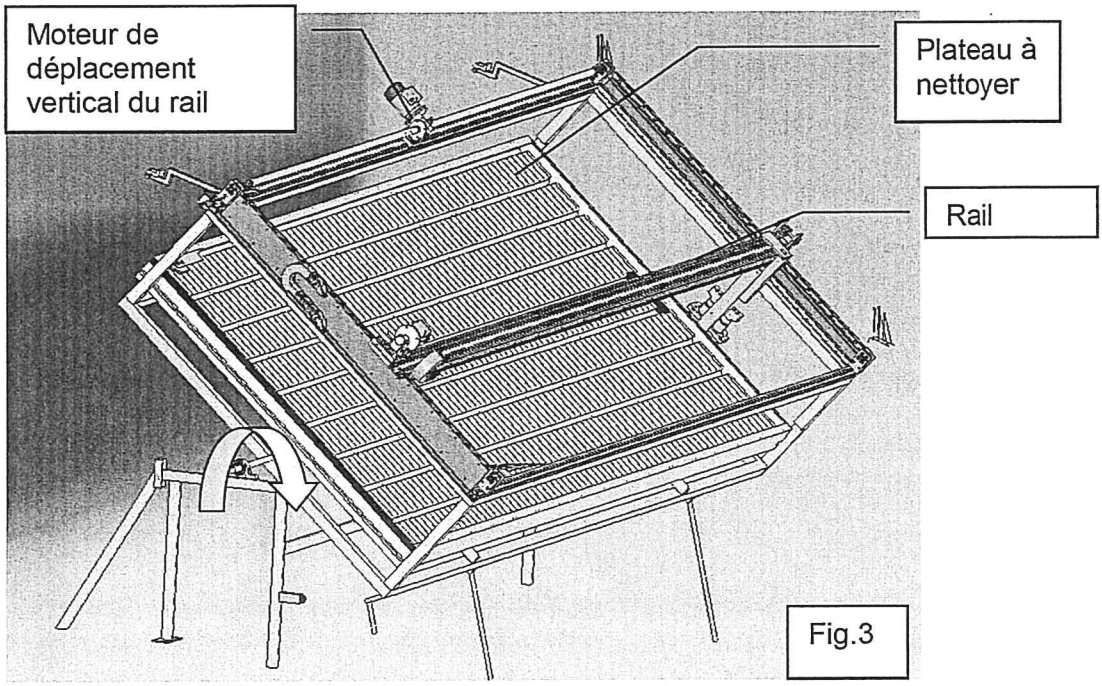
Procédé de lavage.

Quand l'opérateur reçoit un plateau vide et sale, il le positionne sur le poste de lavage, puis bascule l'ensemble verticalement. Il démarre ensuite le cycle automatique de lavage par un appui sur un bouton départ cycle.

Deux buses haute pression (HP) fixées sur un chariot se déplacent horizontalement sur un rail lequel peut se mouvoir aussi verticalement (fig.2).



Poste de lavage en cours de basculement (fig. 3)



Détails du chariot horizontal (fig. 4)

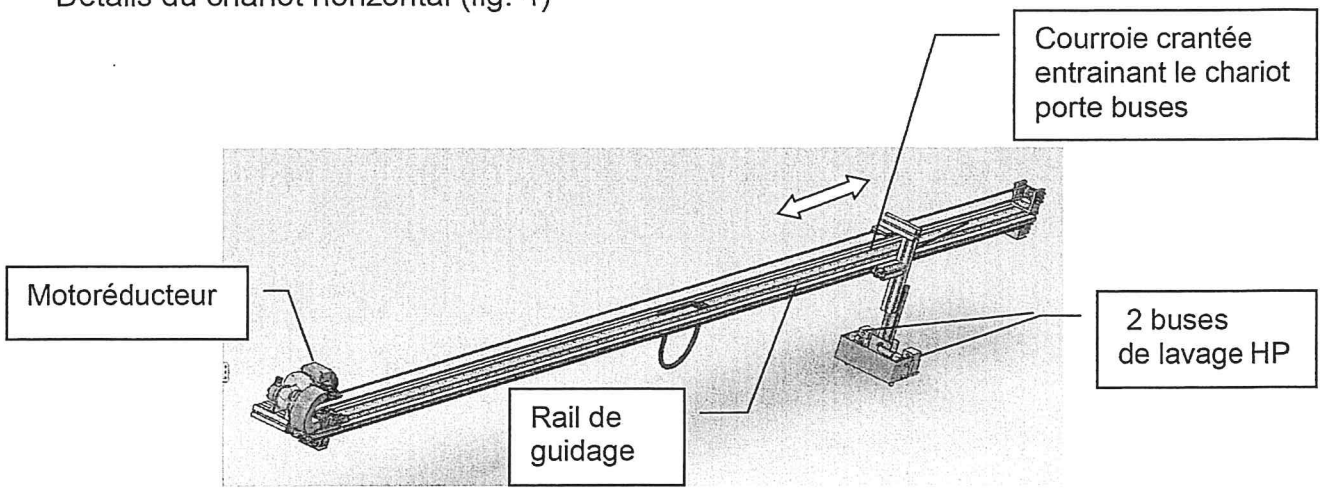


Fig.4

A- ÉTUDE DE LA CONSOMMATION D'EAU

L'entreprise souhaite optimiser la consommation d'eau des différents postes de lavage.
L'objectif de cette partie est de calculer la consommation du poste de lavage des plateaux ainsi que le temps de cycle.

Calcul de la vitesse de déplacement des buses de lavage.

Données :

Fréquence de rotation du moteur : N_{moteur} = 1500 tr·min^{-1}
Diamètre extérieur de la poulie motrice : D = 40 mm
Rapport de réduction du réducteur : k =0,08
Fréquence de rotation de la poulie motrice : N_{poulie} = 120 tr·min^{-1}

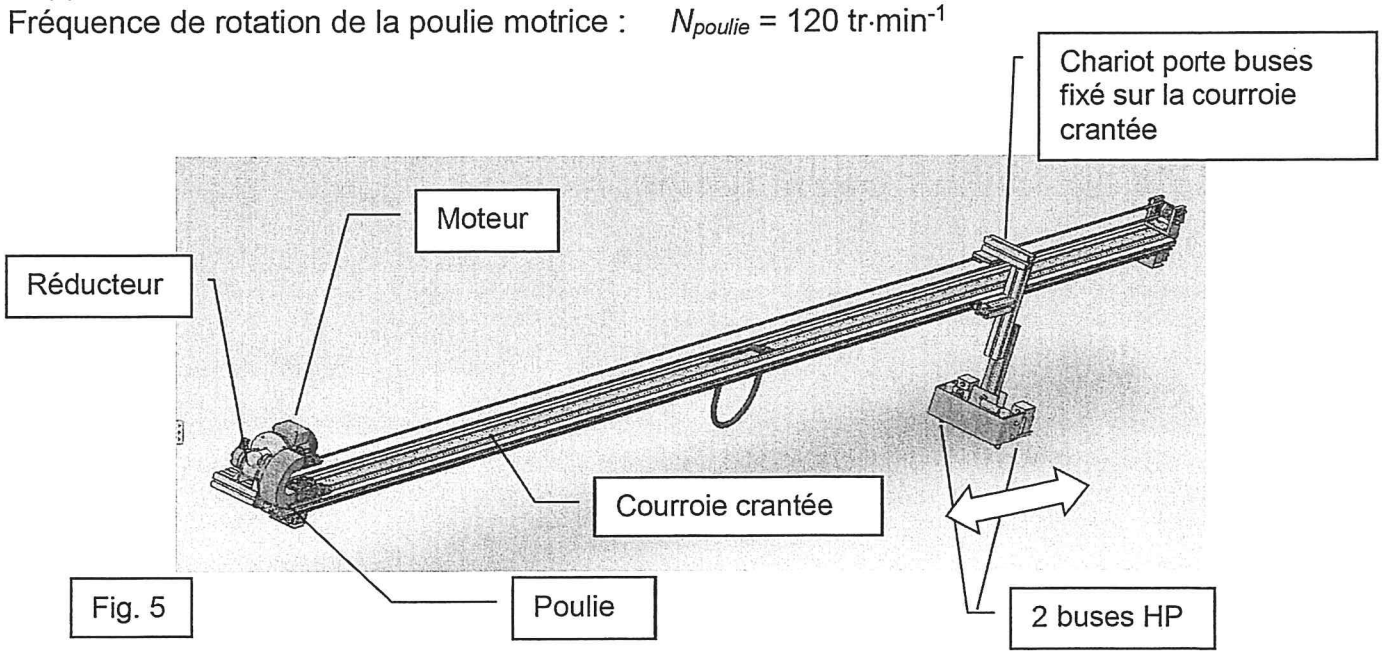
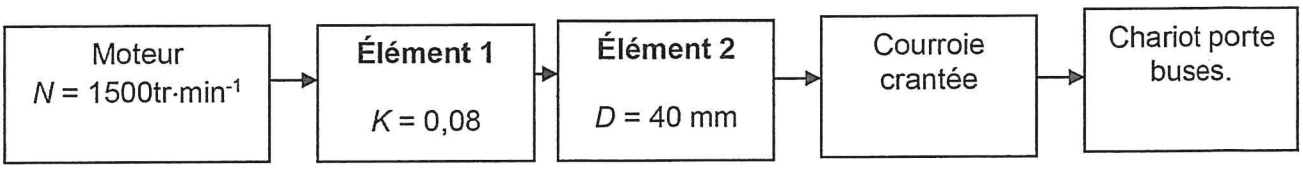


Fig. 5

A.1. Sur votre copie, **indiquer** le nom des deux éléments 1 et 2 manquants de la chaine de transmission de mouvement ci-dessous (voir fig.5)



A.2. Connaissant N_{poulie}, **calculer** la vitesse angulaire de la poulie ω_{Poulie}, **exprimer** cette valeur en rad·s^{-1}

A.3. Calculer alors la vitesse de déplacement du chariot porte buses v_{Buse}, **exprimer** cette valeur en m·s^{-1}

Description du cycle de lavage (voir fig. 6 sur document réponse DR1 page 14/15)

Le cycle de lavage s'effectue de la façon suivante :

- le chariot porte buses se déplace du point A au point B avec une vitesse constante et égale à 0,25 m·s^{-1} ;
- l'ensemble se déplace de B à C (course 360 mm) avec une vitesse constante et égale à 0,25 m·s^{-1} ;
- le chariot porte buses se déplace du point C au point D avec une vitesse constante et égale à 0,25 m·s^{-1} ;
- l'ensemble se déplace de D à E (course 360 mm) avec une vitesse constante et égale à 0,25 m·s^{-1} ;
- ce cycle se déroule jusqu'à ce que les buses se retrouvent en position finale.

Données :

Dimension des plateaux à nettoyer : $L_{plateau}$ x $l_{plateau}$ = 4500 x 1800 mm.

Pour rappel : deux buses haute pression nettoient deux rainures simultanément.

A.4. Sur document réponse, **compléter** le schéma en traçant en bleu les flèches qui représentent le déplacement du chariot porte buses.

A.5. Calculer en mètre la distance totale « *d* » parcourue par les buses.

On suppose que la distance totale parcourue est de 24 m.
La vitesse de déplacement constante est de 0,25 m·s^{-1} suivant les 2 axes.

A.6. Calculer le temps « *t* » nécessaire pour effectuer ce déplacement.

Calcul de la consommation d'eau.

Le système est équipé de buses calibre 25. La pression de fonctionnement est de 225 bars.

A.7. Déterminer à l'aide du tableau fig. 7, le débit Q_{buse} en $L \cdot min^{-1}$ pour une buse, **exprimer** ce débit en $L \cdot h^{-1}$, **en déduire** le débit en $L \cdot h^{-1}$ pour les 2 buses.

Pression (bar)
Calibre buse
Débit (L.min⁻¹)

(Exemple : buse calibre 55, p = 200 bars, Q = 17.5 L.min^{-1})

	80	90	100	110	120	130	140	150	160	175	200	225	250	300
020	4,0	4,2	4,5	4,7	4,8	5,0	5,3	5,4	5,6	5,9	6,3	6,7	7,0	7,7
025	5,0	5,3	5,6	5,9	6,1	6,4	6,6	6,9	7,1	7,5	8,0	8,5	9,0	9,9
030	6,1	6,3	6,8	7,1	7,4	7,7	8,0	8,3	8,6	9,0	9,6	10,2	10,5	11,8
035	7,0	7,4	7,8	8,2	8,6	8,9	9,2	9,5	9,8	10,3	11,0	11,7	12,3	13,8
040	8,4	8,9	9,4	9,8	10,3	10,7	11,1	11,5	11,9	12,4	13,3	14,1	14,8	16,3
045	9,0	9,6	10,2	10,5	10,9	11,4	11,8	12,2	12,6	13,2	14,1	15,0	15,8	17,4
050	10,0	10,7	11,3	11,8	12,4	12,9	13,4	13,8	14,3	14,9	16,0	16,9	17,9	19,7
055	11,1	11,8	12,4	13,0	13,6	14,1	14,7	15,2	15,7	16,4	17,5	18,6	19,6	21,7
060	12,1	12,8	13,6	14,3	14,9	15,5	16,0	16,7	17,2	18,0	19,2	20,4	21,5	23,7
065	13,2	14,0	14,7	15,4	16,1	16,8	17,4	18,0	18,6	19,4	20,8	22,0	23,2	25,6
070	14,1	15,0	15,8	16,6	17,3	18,0	18,7	19,3	20,0	20,9	22,3	23,7	25,0	27,1
075	15,2	16,1	16,9	17,7	18,5	19,3	20,0	20,7	21,4	22,4	23,9	25,3	26,7	29,4
080	16,1	17,1	18,0	18,9	19,7	20,5	21,3	22,0	22,8	23,8	25,5	27,0	28,5	31,4
085	17,1	18,1	19,1	20,0	20,9	21,8	22,6	23,4	24,1	25,3	27,0	28,6	30,2	34,5
090	18,0	19,2	20,2	21,2	22,1	23,0	23,9	24,7	25,5	26,7	28,6	30,3	31,9	35,1
100	20,1	21,4	22,5	23,6	24,6	25,6	26,6	27,6	28,5	29,8	31,8	33,7	35,6	39,2
110	22,0	23,3	24,5	25,7	26,9	28,0	29,1	30,1	31,1	32,5	34,7	36,8	38,8	43,4
120	24,0	25,4	26,8	28,1	29,4	30,6	31,7	32,8	33,9	35,4	37,9	40,2	42,4	46,7
130	26,0	27,5	29,0	30,4	31,8	33,1	34,4	35,6	36,7	38,4	41,1	34,6	45,9	50,5

Fig.7

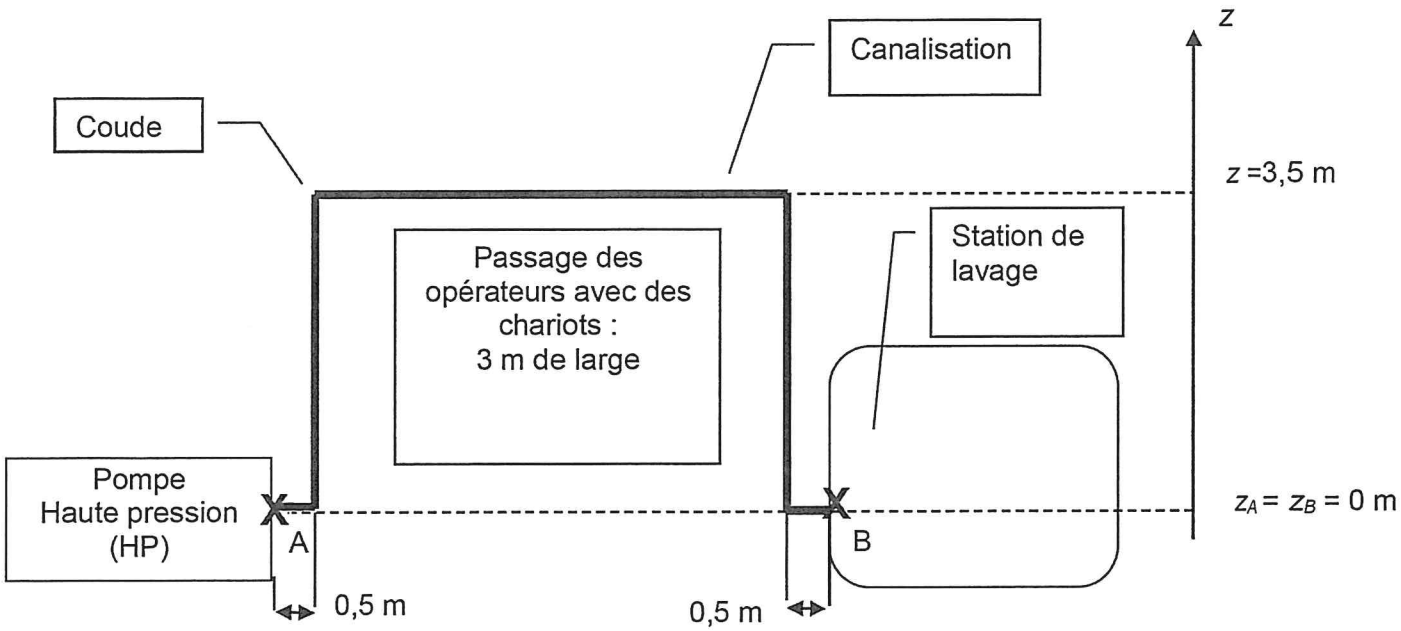
On suppose que le cycle de lavage a une durée de 100s et que le débit de la pompe choisie est de 1000 $L \cdot h^{-1}$

A.8. Calculer le volume d'eau V_{eau} nécessaire pour un cycle de lavage d'un plateau, **exprimer** cette valeur en litre.

A.9. Proposer et argumenter sur des solutions permettant de réduire cette consommation d'eau.

B- ÉTUDE DE LA POMPE HAUTE PRESSION DE LA STATION DE LAVAGE

La pompe haute pression (HP) est située de l'autre côté d'une allée permettant le passage des opérateurs avec des chariots.



Ce schéma n'est pas à l'échelle

Une pompe HP est raccordée en un point A à la canalisation de la station de lavage repérée par le point B de même altitude que le point A ($z_A = z_B$).

Cette pompe HP permet à l'eau de circuler dans la canalisation à une vitesse constante $v_1 = 1{,}2\ m \cdot s^{-1}$.

Afin d'obtenir un lavage efficace, on règle le débit sur la valeur $Q = 17\ L \cdot min^{-1}$.

B.1. Convertir le débit en $L \cdot s^{-1}$ puis en $m^3 \cdot s^{-1}$.

B.2. Calculer la section S de la canalisation dans les conditions d'utilisation suivantes :
- débit de l'eau $Q = 2{,}8 \cdot 10^{-4}\ m^3 \cdot s^{-1}$
- vitesse d'écoulement $v = 1{,}2\ m \cdot s^{-1}$.

Le résultat sera donné en m^2 puis en cm^2.

La pression de l'eau au point B, à l'extérieur de la canalisation est égale à la pression atmosphérique $p_{atm} = 1{,}00 \cdot 10^5$ Pa.
Par ailleurs, la vitesse de sortie de l'eau en ce point B vaut $v = 210$ m·s^{-1}.

B.3. Calculer la pression p_B de l'eau au point B, à l'intérieur de la canalisation.

Données :

Équation de Bernoulli pour un écoulement permanent d'un point A à un point B :

$$z_A + \frac{p_A}{\rho g} + \frac{V_A^2}{2g} - J_{AB} = z_B + \frac{p_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g}$$

Avec :
- z : Altitude du point considéré, en m.
- p : pression du fluide au point considéré, en Pa.
- v : vitesse du fluide au point considéré, en m·s^{-1}.
- g : intensité de pesanteur ; g = 10 m·s^{-2}.
- ρ : masse volumique de l'eau ; ρ = 1000 kg·m^{-3}.
- J_{AB} : pertes de charges

On estime les pertes de charge à 0,05 bar par mètre linéaire de canalisation et à 0,1 bar au niveau de chaque coude en tenant compte du schéma précédent.

B.4. Calculer les pertes totales de charge J_{AB} entre les points A et B.

B.5. Déterminer la pression p_A de l'eau en sortie de la pompe HP, sachant que la pression p_B est égale à 225 bar.

B.6. Calculer la puissance hydraulique de la pompe HP. On donne $P_H = p \times Q_V$.

Avec :
- P_H : puissance hydraulique, en W.
- p : pression au point considéré, en Pa.
- Q_V : débit volumique, en m^3·s^{-1}.

B.7. Justifier que la puissance électrique absolue est P_a = 10,5 kW sachant que le rendement de la pompe HP est $\eta = 0{,}60$.

C- ÉTUDE DE L'INSTALLATION ÉLECTRIQUE (voir document ressource DT2 page 13/15).

L'objectif de cette partie est de mettre en conformité l'installation électrique vis-à-vis de la protection des personnes.

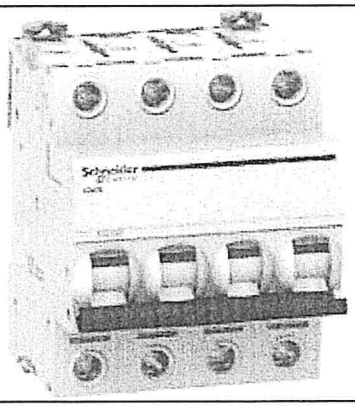
C.1. Le variateur A1 est protégé par le composant Q2, **donner** sa détermination ainsi que ses fonctions

C.2. Le variateur délivre en sortie une tension alternative triphasée de 230V, le moteur électrique a une tension d'alimentation de 230V/400V ; **préciser** le type de couplage que doit réaliser le technicien.

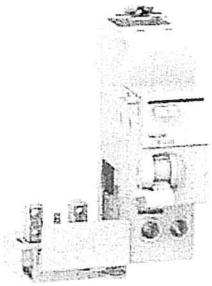
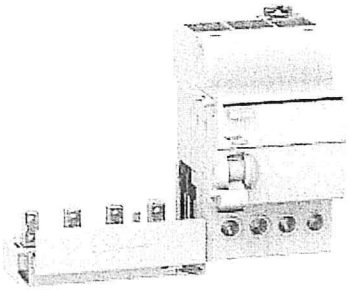
C.3. L'installation électrique de l'entreprise est en régime TT ; **donner** la signification de ces deux lettres.

C.4. Préciser l'élément électrique qu'il faudrait rajouter sur le poste de lavage pour assurer la protection des personnes.

C.5. Un extrait de catalogue industriel fait ressortir les trois matériels du tableau ci-dessous, **reprendre** les trois références et **préciser** pour chacune d'elles le ou les critère(s) de sélection ou de non sélection.

Forme commerciale			
Référence	**A9F77120** Acti9, iC60N disjoncteur 1P 20A courbe C	**A9F77620** Acti9, iC60N disjoncteur 1P+N 20A courbe C	**A9F77420** Acti9, iC60N disjoncteur 4P 20A courbe C

C.6. Pour assurer la sécurité, il faut adjoindre un module différentiel au bloc disjoncteur. De la même manière que précédemment, **reprendre** les deux références et **préciser** pour chacune d'elles le ou les critère(s) de sélection ou de non sélection.

Forme commerciale		
Référence	**A9Q11225** Acti9, Vigi iC60, bloc différentiel 2P 25A 30mA type AC 230-240V 400-415V	**A9Q11425** Acti9, Vigi iC60, bloc différentiel 4P 25A 30mA type AC 230-240V 400-415V

C.7. Choix définitif : **donner** les références de l'appareillage complet (disjoncteur et module additionnel)

Habilitation électrique :
L'objectif de cette partie est d'intégrer l'appareillage déterminé précédemment dans le coffret électrique. La consignation électrique n'étant pas réalisée.

C.8. En vous aidant du tableau ci-dessous, **déterminer** l'habilitation électrique que doit posséder le technicien de maintenance pour effectuer cette modification.

HABILITATION DU PERSONNEL	**OPÉRATIONS**		
	TRAVAUX		**Intervention BT et TBT**
	Hors tension	**voisinage**	
Non électricien	**B0 ou H0**	**H0V**	
Exécutant électricien	**B1 ou H1**	**B1V ou H1V**	
Chargé d'intervention d'entretien et dépannage			**BR**
Chargé d'intervention de remplacement et raccordement			**BS**
Chargé de travaux	**B2 ou H2**	**B2V ou H2V**	
Chargé de consignation	**BC ou HC**		
Chargé d'exploitation spécifique	**BX ou HX**		
Essai Mesurage Vérification Manœuvre		**BE ou HE**	

D- MAINTENANCE DES FLEXIBLES D'ALIMENTATION DE L'EAU SOUS PRESSION

Les flexibles d'alimentation de l'eau sous pression sont soumis à des sollicitations importantes, cela impose un remplacement périodique ; l'objectif étant de déterminer l'intervalle de temps entre deux interventions du service maintenance.

Afin de déterminer cette fréquence de remplacement, une étude de fiabilité de ces flexibles a été menée par le modèle de **Weibull**.

L'échantillon étant de petite taille, on estime la fonction de défaillance à l'aide de la méthode des rangs médians.

On obtient les valeurs suivantes pour les TBF (temps de bon fonctionnement) en heure.

801	312	402	205	671	1150	940	495	570

On donne sur le modèle de Weibull (voir document réponse DR2) :
- le tracé de la droite correspondante à ces valeurs ;
- la position des deux points extrêmes.

D.1. Déduire de la forme de la courbe F(t) la valeur de γ. **Argumenter**.

D.2. Donnez la valeur η . **Compléter** le tracé et **déterminer** β.

D.3. Calculer MTBF (voir document ressource DT1 page12/15)

D.4. Déterminer à l'aide de votre tracé la périodicité des opérations de maintenance préventive sur les flexibles pour une fiabilité de 80%.

D.5. Dans un souci de planification annuelle de la maintenance, **donner** une signification au temps relevé à la question précédente.

DOCUMENT RESSOURCE DT1

Tableau loi de Weibull

$$Moyenne = MTBF = A.\eta + \gamma$$

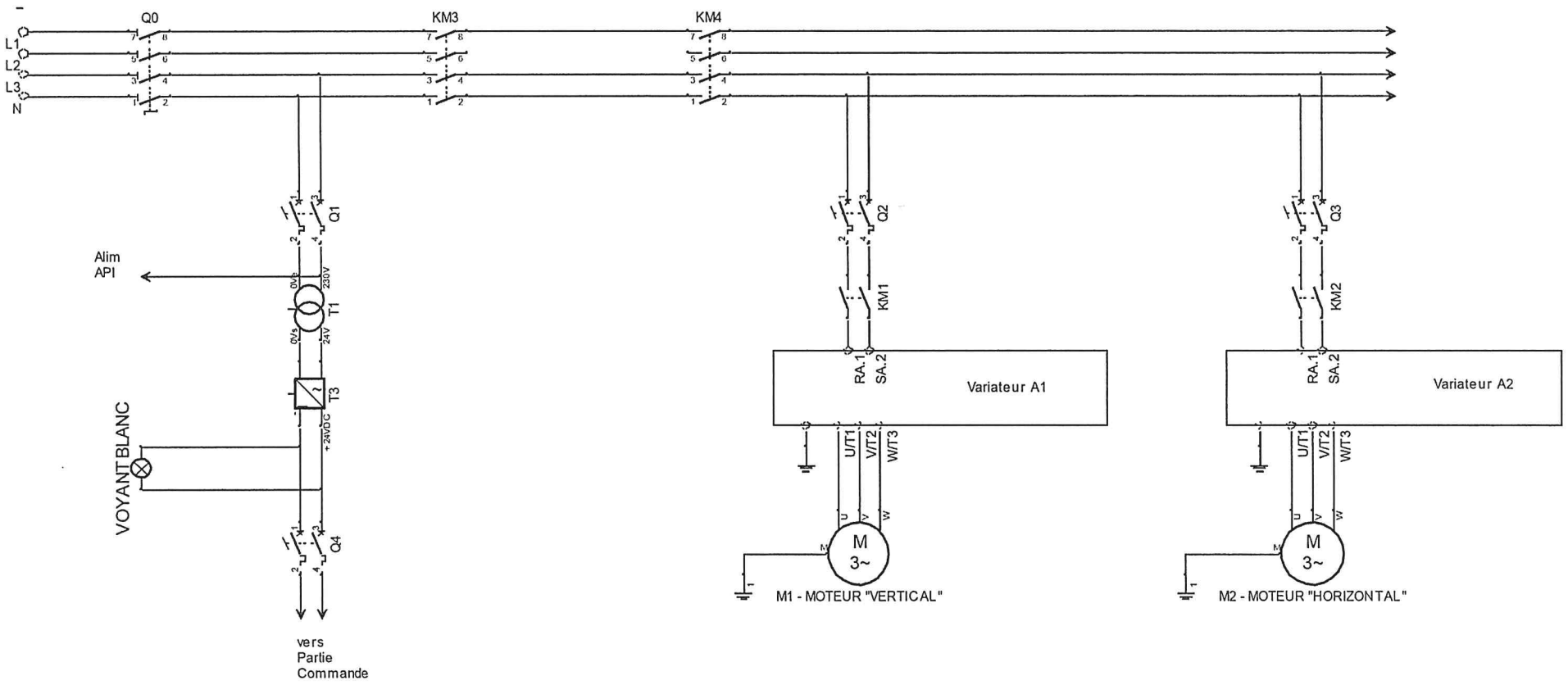
β	A	B
0,20	120	1901
0,25	24	199
0,30	9,2605	50,08
0,35	5,0291	19,98
0,40	3,3234	10,44
0,45	2,4786	6,46
0,50	2	4,47
0,55	1,7024	3,35
0,60	1,5046	2,65
0,65	1,3663	2,18
0,70	1,2638	1,85
0,75	1,1906	1,61
0,80	1,1330	1,43
0,85	1,0880	1,29
0,90	1,0522	1,17
0,95	1,0234	1,08
1	1	1
1,05	0,9803	0,934
1,10	0,9649	0,878
1,15	0,9517	0,830
1,20	0,9407	0,787
1,25	0,9314	0,750
1,30	0,9236	0,716
1,35	0,9170	0,687
1,40	0,9114	0,660
1,45	0,9067	0,635

β	A	B
1,50	0,9027	0,613
1,55	0,8994	0,593
1,60	0,8986	0,574
1,65	0,8942	0,556
1,70	0,8922	0,540
1,75	0,8906	0,525
1,80	0,8893	0,511
1,85	0,8882	0,498
1,90	0,8874	0,486
1,95	0,8867	0,474
2	0,8862	0,463
2,1	0,8857	0,443
2,2	0,8856	0,425
2,3	0,8859	0,409
2,4	0,8865	0,393
2,5	0,8873	0,380
2,6	0,8882	0,367
2,7	0,8893	0,355
2,8	0,8905	0,344
2,9	0,8917	0,334
3	0,8930	0,325
3,1	0,8943	0,316
3,2	0,8957	0,307
3,3	0,8970	0,299
3,4	0,8984	0,292
3,5	0,8997	0,285
3,6	0,9011	0,278
3,7	0,9025	0,272
3,8	0,9038	0,266
3,9	0,9051	0,260

β	A	B
4	0,9064	0,254
4,1	0,9077	0,249
4,2	0,9089	0,244
4,3	0,9102	0,239
4,4	0,9114	0,235
4,5	0,9126	0,230
4,6	0,9137	0,226
4,7	0,9149	0,222
4,8	0,9160	0,218
4,9	0,9171	0,214
5	0,9182	0,210
5,1	0,9192	0,207
5,2	0,9202	0,203
5,3	0,9213	0,200
5,4	0,9222	0,197
5,5	0,9232	0,194
5,6	0,9241	0,191
5,7	0,9251	0,186
5,8	0,9260	0,185
5,9	0,9269	0,183
6	0,9277	0,180
6,1	0,9286	0,177
6,2	0,9294	0,175
6,3	0,9302	0,172
6,4	0,9310	0,170
6,5	0,9318	0,168
6,6	0,9325	0,166
6,7	0,9333	0,163
6,8	0,9340	0,161
6,9	0,9347	0,160

DOCUMENT RESSOURCE DT2

SCHÉMA ÉLECTRIQUE DE PUISSANCE



A.4. Compléter le schéma en traçant en bleu les flèches qui représentent le déplacement du chariot porte buses.

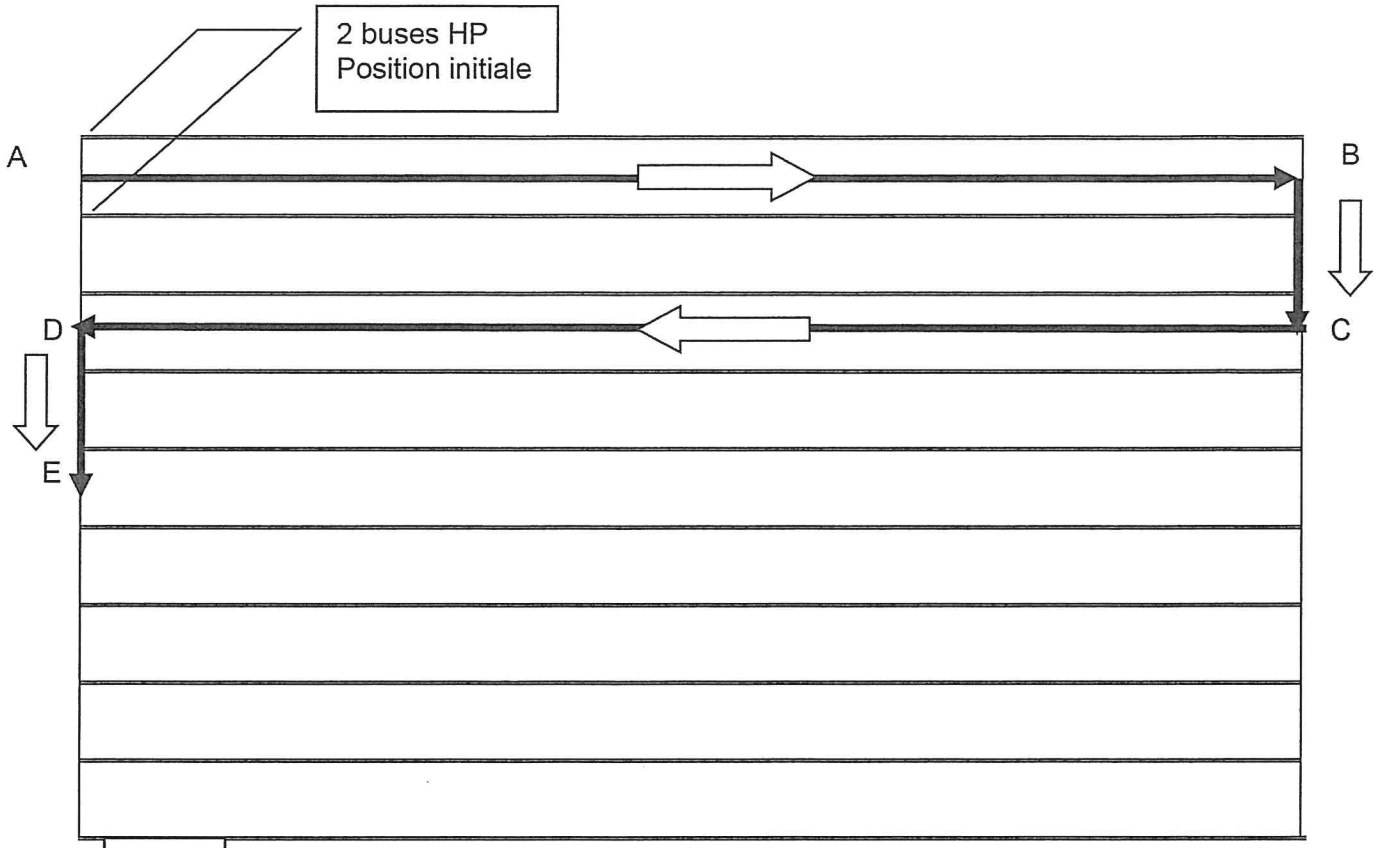
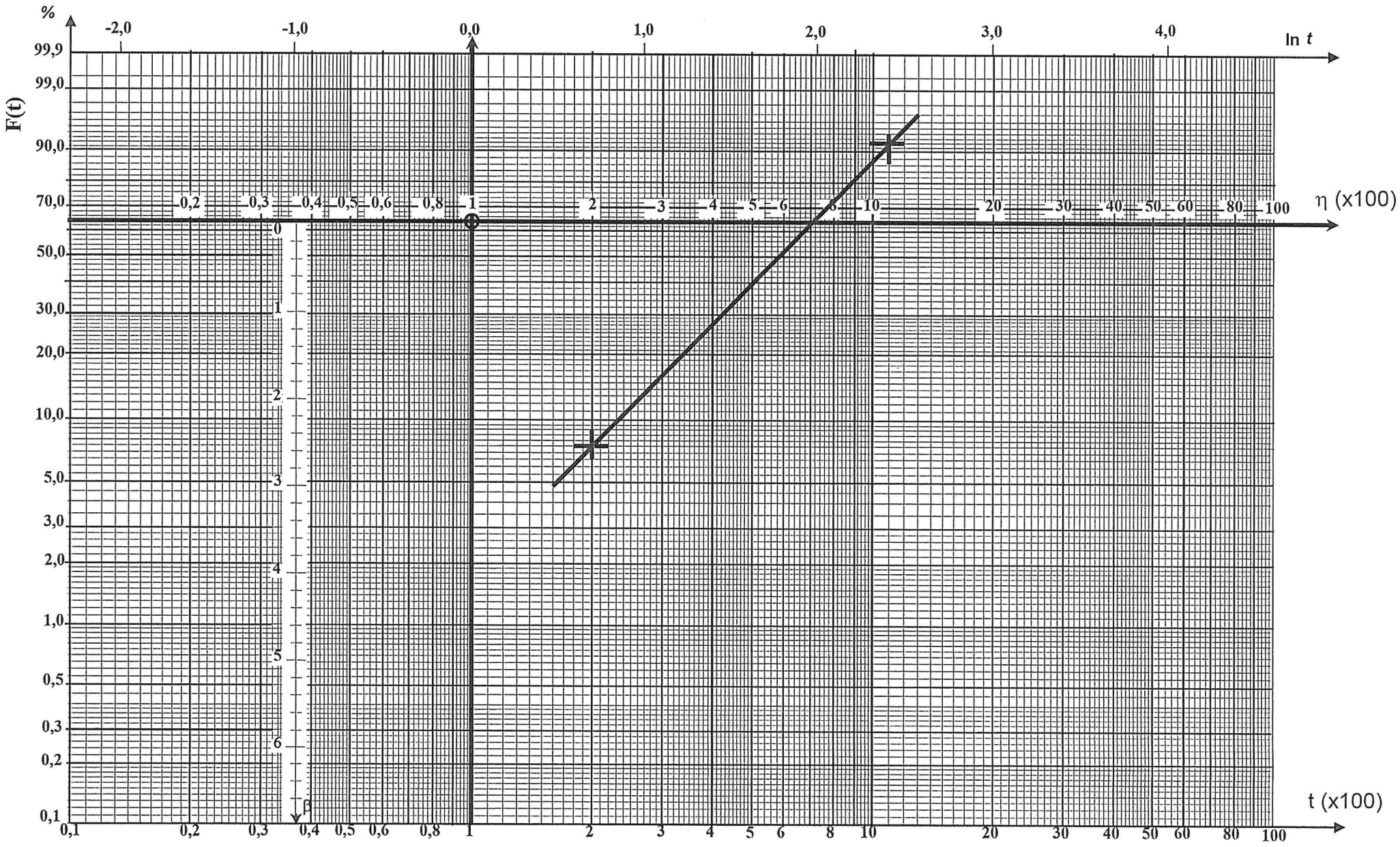


Fig.6

DOCUMENT RÉPONSE DR2 - modèle de **Weibull** ***À RENDRE AVEC LA COPIE***