

PARTIE MAINTENANCE

Barème	Pages	Durée conseillée
25 points	Pages 6 à 13	1 h 15 min

Ne pas oublier d'insérer dans la copie **Partie 1 : Maintenance**,
tous les documents réponses : pages 10, 11 et 12

Travail demandé

Les éléments de la ligne d'embouteillage fonctionnent en série et tout arrêt de l'un de ses maillons pénalise la production.

Les historiques mettent en évidence une série de pannes provenant de la rupture de la bague-écrou qui équipe les 75 becs de remplissage de la **soutireuse**.

Ces bagues, réalisées en matière plastique technique (matériau ERTACETAL), sont fragilisées par l'acide phosphorique incorporé au produit de nettoyage de la ligne ; en effet, la ligne est équipée d'un **système de nettoyage et de désinfection automatique CIP (Clean In Place)**.

OBJET DE L'ETUDE

Jusqu'à présent, seule une maintenance corrective est effectuée après chaque panne engendrée par la rupture d'une bague-écrou.

Cependant, pour éviter tout arrêt de production, le service maintenance souhaite étudier l'opportunité de la mise en place d'une maintenance préventive.

Décomposition de l'étude :

- détermination de la fiabilité des bagues-écrous à un instant t donné, à l'aide de deux méthodes :
 - par tracé de la courbe $R(t)$ (*partie 1*).
 - par la loi de Weibull (*partie 2*).

- détermination de la M.T.B.F. (Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement) des bagues-écrous à l'aide de deux méthodes :
 - par calcul direct (*partie 1*).
 - par la loi de Weibull (*partie 2*).

- détermination de la phase de la courbe de vie (courbe en baignoire) dans laquelle se situent les bagues-écrous cassées :
 - par la loi de Weibull (*partie 2*).

L'historique révèle que la totalité des 75 bagues-écrous est remplacée sur une période de 2 ans, soient 520 jours de production.

Ces 520 jours ont été scindés en 8 classes de 65 jours (selon le modèle de Chapouille), et les quantités de bagues remplacées ont été reportées dans les tableaux des pages 10 et 11.

Les deux parties peuvent être traitées de façon indépendante

Travail demandé

PARTIE 1 : tracé de la courbe $R(t)$, détermination de la M.T.B.F. (10 points)

On donne :

- la probabilité de défaillance :

$$f(t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(0)}$$

- la M.T.B.F :

$$M.T.B.F. = \sum_{i=1}^{\infty} t_i \cdot f(t_i)$$

- la fiabilité :

$$R(t) = \frac{N(t + \Delta t)}{N(0)}$$

Avec :

- $N(t)$ = nombre de survivants à l'instant t en début de période Δt
- $N(t + \Delta t)$ = nombre de survivants à la fin de période Δt
- $N(0)$ = 75 (nombre initial)

Pour toutes les questions de cette partie, répondre directement et uniquement sur le document réponse de la page 10

I.1) Compléter le tableau du document réponse de la page 10.

I.2) Tracer la courbe $R(t)$. (Pour t , on prendra le centre t_i de chaque classe en valeur arrondie).

I.3) Déterminer graphiquement la fiabilité $R(t)$ pour $t = 300$ jours.

Travail demandé

PARTIE 2 : loi de Weibull. (15 points)

On donne :

- la fonction de répartition des défaillances exprimée en % :

$$F(t) = \frac{\sum n(t)}{N(0) + 1}$$

- la M.T.B.F. :

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

- la fiabilité :

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

Avec :

N(0) = taille de l'échantillon étudié = 75 bagues-écrous

n(t) = nombre de bagues-écrous remplacées au cours d'une classe de 65 jours

$\Sigma n(t)$ = valeur cumulée des bagues-écrous remplacées

Pour toutes les questions de cette partie, répondre directement et uniquement sur les documents réponses des pages 11 et 12

II.1) Compléter le tableau du **document réponse de la page 11.**

- **Répondre aux questions II.2), II.3), II.4) et II.5) sur le document réponse de la page 12**

II.2) Placer les 5 derniers points de coordonnées $\{F(t), t\}$ sur le papier de Weibull et tracer la courbe correspondante (pour t , on prendra le centre t_i de chaque classe en valeur arrondie).

II.3) Déterminer graphiquement la fiabilité $R(t)$ pour $t = 300$ jours.

II.4) Déterminer graphiquement le paramètre η .

II.5) Déterminer graphiquement le paramètre β .

- **Répondre aux questions II.6), II.7), II.8) et II.9) sur le document réponse de la page 11**

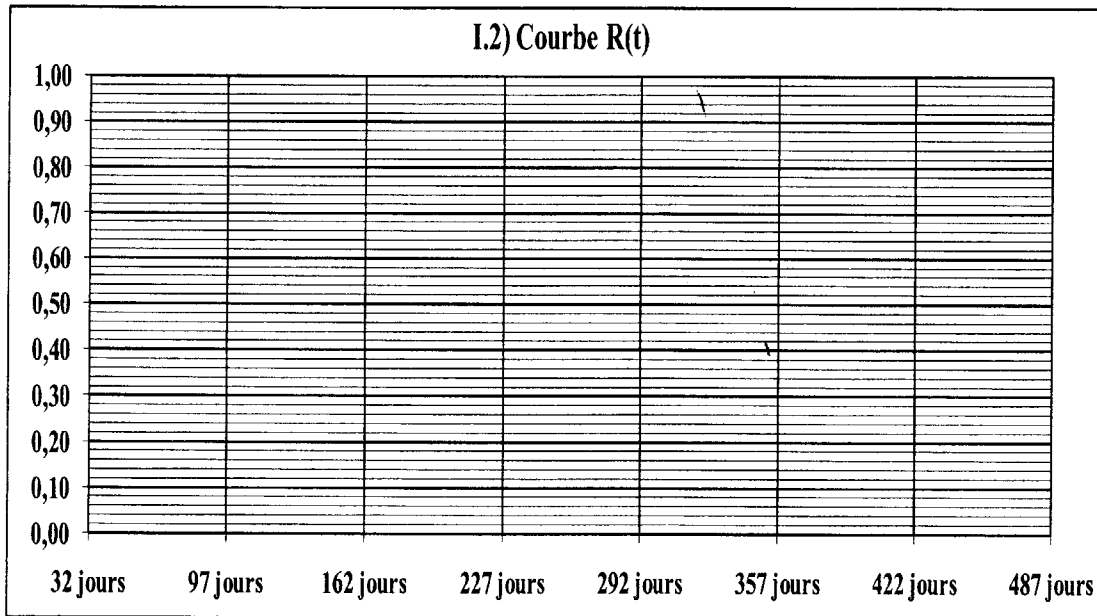
II.6) A partir de la valeur de β , définir dans quelle phase de la courbe de vie (courbe en baignoire) se situent les bagues-écrous cassées ? Justifier la réponse.

II.7) Quelle est la valeur de γ ? Justifier la réponse.

II.8) En vous aidant de la table de la loi de Weibull de la page 13, calculer la **M.T.B.F.**

II.9) Calculer $R(t)$ pour $t = 300$ jours.

I.1) Limites de la classe Périodes Δt		Centres de chaque classe <i>Pour les calculs et la courbe, utiliser la valeur arrondie de t_i</i>		Nombres de défaillances constatées par classe	Nombres de survivants au début de la classe	Nombres de survivants à la fin de la classe	Fiabilité R(t)	Proba. de défaillance $\frac{N(t)-N(t+\Delta t)}{N(0)}$ f(t)	Calculs des produits $t_i \cdot f(t_i)$ en prenant la valeur arrondie de t_i $t_i \cdot f(t_i)$
		(valeur réelle)	(valeur arrondie)						
		t_i	t_i						
> 0	≤ 65 jours	32,5 jours	32 jours	0					
> 65 jours	≤ 130 jours	97,5 jours	97 jours	0					
> 130 jours	≤ 195 jours	162,5 jours	162 jours	0					
> 195 jours	≤ 260 jours	227,5 jours	227 jours	14					
> 260 jours	≤ 325 jours	292,5 jours	292 jours	22					
> 325 jours	≤ 390 jours	357,5 jours	357 jours	17					
> 390 jours	≤ 455 jours	422,5 jours	422 jours	16					
> 455 jours	≤ 520 jours	487,5 jours	487 jours	6					
				N(0) = 75			Calcul de la M.T.B.F = $\sum t_i \cdot f(t_i)$ =		jours



I.3) Valeur de R(t) pour t= 300 jours :

II.1)

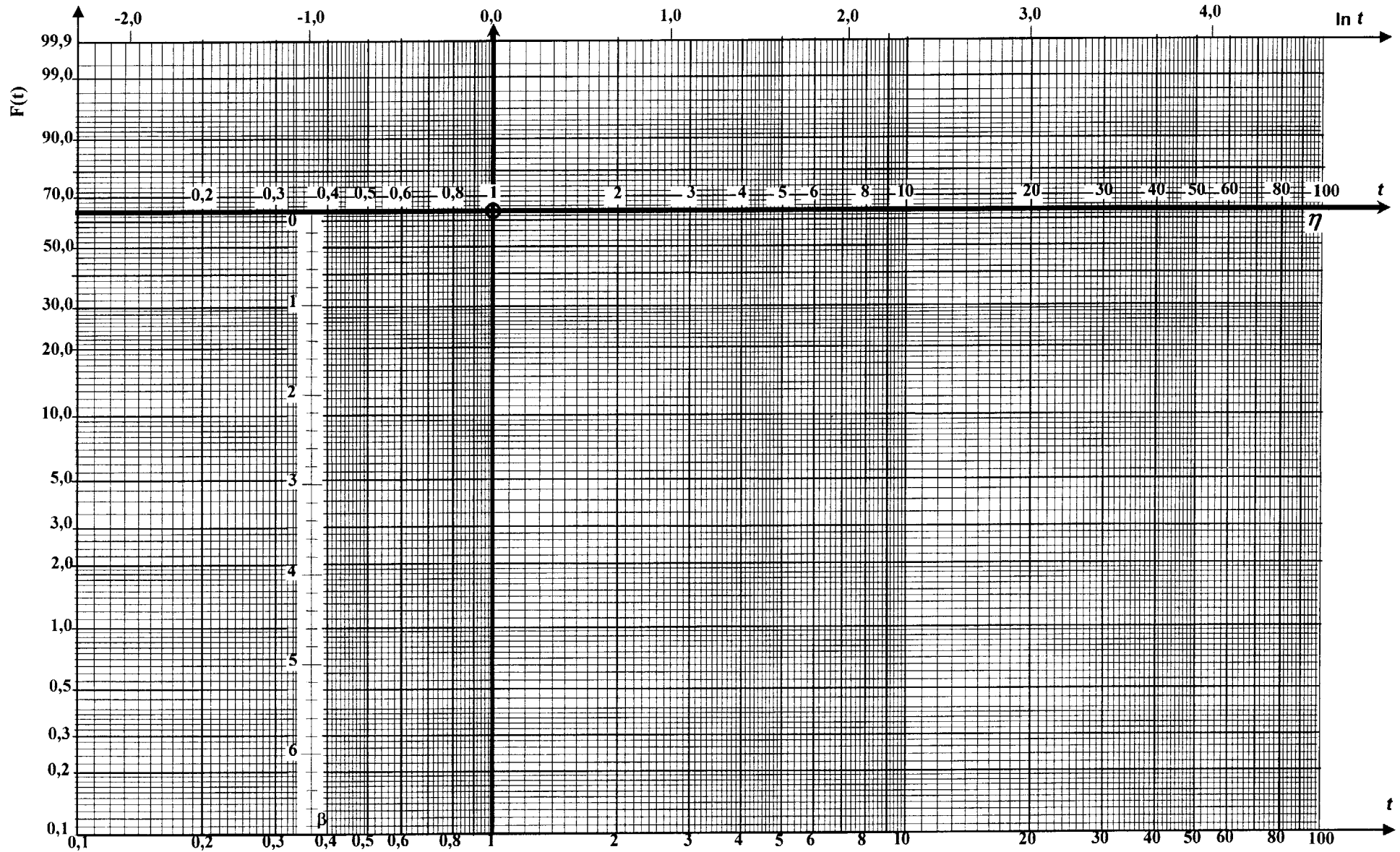
Limites de la classe Période Δt		Centres de chaque classe (valeur arrondie) t_i	Nombres de défaillances constatées par classe $n(t)$	Nombres de défaillances cumulées $\Sigma n(t)$	Fonction de répartition $\frac{\Sigma n(t)}{N_0 + 1}$ $F(t)$ en %
> 0	≤ 65 jours	32 jours	0		
> 65 jours	≤ 130 jours	97 jours	0		
> 130 jours	≤ 195 jours	162 jours	0		
> 195 jours	≤ 260 jours	227 jours	14		
> 260 jours	≤ 325 jours	292 jours	22		
> 325 jours	≤ 390 jours	357 jours	17		
> 390 jours	≤ 455 jours	422 jours	16		
> 455 jours	≤ 520 jours	487 jours	6		

II.6) A partir de la valeur de β , détermination de la phase de la courbe de vie (courbe en baignoire) dans laquelle se situent les bagues-écrous cassées.

II.7) Valeur de γ et justification.

II.8) Calcul de la M.T.B.F.

II.9) Calcul de $R(t)$.



II.3) pour $t = 300$ jours, $F(t) = \underline{\hspace{2cm}}$ $\Rightarrow R(t) = \underline{\hspace{2cm}}$	II.4) $\eta = \underline{\hspace{2cm}}$	II.5) $\beta = \underline{\hspace{2cm}}$
--	--	---

LOI DE WEIBULL

Calcul des coefficients A et B .

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