

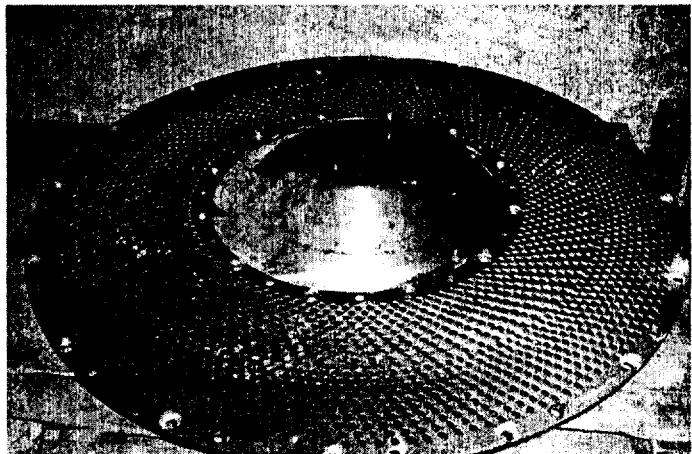
AUTOMATIQUE et PNEUMATIQUE

Pour fabriquer une feuille de papier (carton), il faut d'abord élaborer une pâte très homogène et ne contenant pas de déchets (plastique, agrafe du produit recyclé). Notre étude s'arrêtera avant l'élaboration de la feuille de papier.

Remarque : dans la partie AUTOMATIQUE et PNEUMATIQUE nous donnerons comme indice d'un préactionneur l'indice de l'actionneur considéré (KM1 pour le moteur M1).

Le descriptif du fonctionnement normal est le suivant :

1. Mise en marche du système par appui sur le bouton départ de cycle **Dcy**.
2. L'opérateur remplit la trémie qui est au dessus de la bande transporteuse (**repère 1 sur le document réponse 2**) de revues, journaux, prospectus, cartons à recycler. Simultanément, de l'eau est amenée dans le cuvier (**repère 2 sur le document réponse 2**) par l'intermédiaire des vannes **V1, V2, V23, V24** jusqu'à un niveau h_1 nécessaire et suffisant. (**V1** et **V23** sont des vannes commandées manuellement).
3. Le moteur de l'hélice du cuvier **M1** se met en fonctionnement pour permettre le broyage et le malaxage des produits à recycler.
4. La bande transporteuse (moteur **M3**) pourra alors amener des produits à recycler si la consommation en énergie électrique du moteur **M1** est inférieure à 220A et elle s'arrêtera dès que cette consommation atteint 240A. (l'apport de produit à recycler faisant augmenter la puissance nécessaire pour broyer et malaxer).
5. Le broyage, malaxage s'effectue pendant 10 minutes.
6. La vanne **V7** (**entre le repère 2 et le repère 3 sur le document réponse 2**) s'ouvre alors.
7. La pâte descend par gravité dans l'épurateur (**repère 3 sur le document réponse 2**) noté «**Pulper Screen**» qui fonctionne pendant 4 minutes (moteur **M2**).
8. La pâte est renvoyée dans le cuvier (**repère 2 sur le document réponse 2**) par la pompe **P1** (moteur **M4**) à travers les vannes **V9** et **V10**. Cela prend un temps t_5 . Les opérations 8 et 9 se déroulent 3 fois dans la réalité. Pour simplifier nous n'en représenterons qu'une.
9. Les vannes **V12** et **V13** s'ouvrent alors pour permettre à la pâte de descendre par gravité dans le réservoir de stockage **C1** si son niveau est inférieur à h_2 . Au passage la pâte est «hachée» par l'hélice du cuvier quand elle passe à travers la grille (photo ci-contre) formant le fond du cuvier.
10. Si le niveau h_3 du réservoir **C2** n'est pas atteint, de la pâte est envoyée dans le dégrilleur (voir photos et dessins) par l'ouverture de la vanne **VD**, actionnée par un vérin, non représentée sur le document réponse 2.

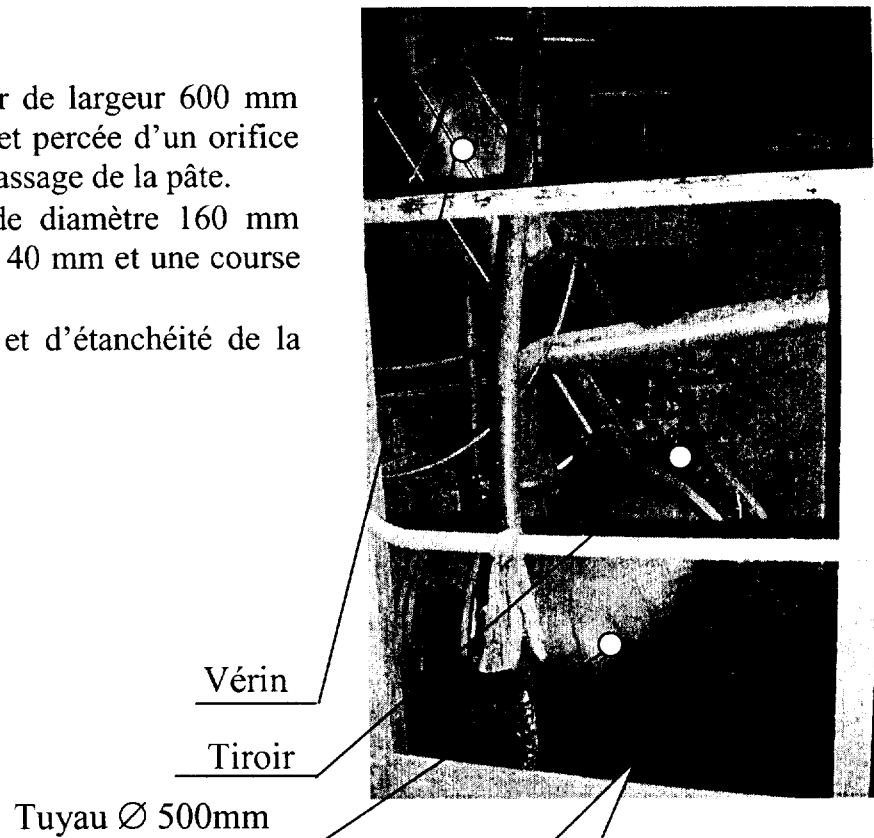


11. Le raffinage dans le dégrilleur s'effectue en continu. La commande de son moteur est pilotée par le relais **KMD**.
12. La pâte est de nouveau stockée à proximité de la machine qui fabrique le papier, dans un réservoir noté **C2** non représenté **sur le document réponse 2**.

La vanne **V7** située sous le cuvier **repère 2 sur le document réponse 2** (photographie ci-contre) est actionnée par un vérin pneumatique. Elle permet d'ouvrir ou de fermer le passage de la pâte dans un tuyau de diamètre 500 mm.

Elle se compose :

- d'une plaque appelée tiroir de largeur 600 mm pouvant obstruer le tuyau et percée d'un orifice de 500 mm permettant le passage de la pâte.
- d'un vérin pneumatique de diamètre 160 mm ayant une tige de diamètre 40 mm et une course de 600 mm.
- d'un système de guidage et d'étanchéité de la plaque.



Support des questions **Q n° P1** et **Q n° P2**

Travail demandé

Automatique

Sur les documents réponse n°4 et n°5 :

- Q n° A1) Complétez le tableau des ACTIONS et RÉCEPTIVITÉS
- Q n° A2) Indiquez l'utilité de la réceptivité « = 1 »
- Q n° A3) Rajoutez la réceptivité entre l'étape 22 et l'étape 23
Complétez la case des actions relative à l'étape 10

Pneumatique

En considérant que :

- la force qui plaque le tiroir sur ses glissières est égale à 2390 N
- le coefficient de frottement est de 0,5, valeur très élevée mais justifiée par le fait que de la pâte peut sécher dans le système. Cela veut dire que la force nécessaire pour déplacer le tiroir est 0,5 fois la force avec laquelle la pâte plaque le tiroir contre ses glissières.

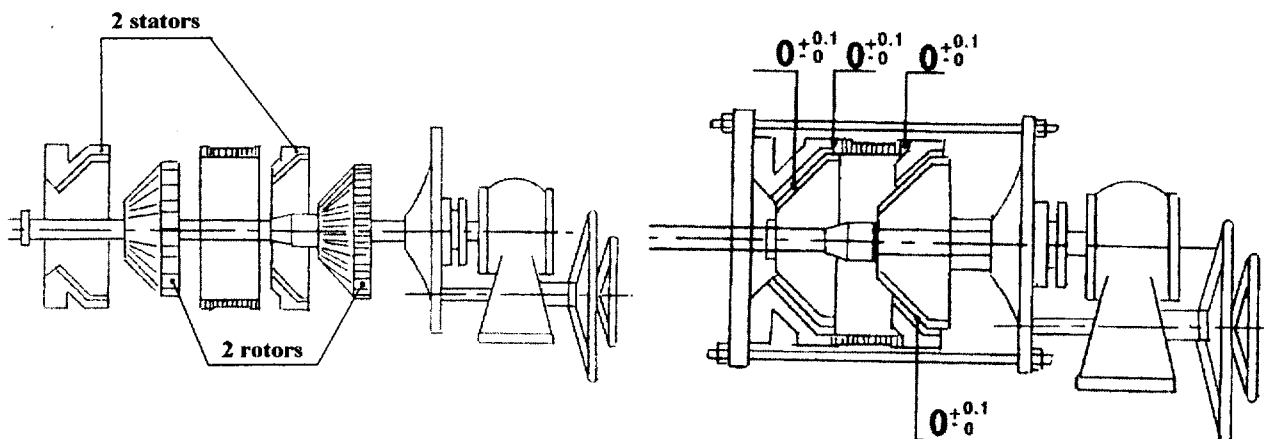
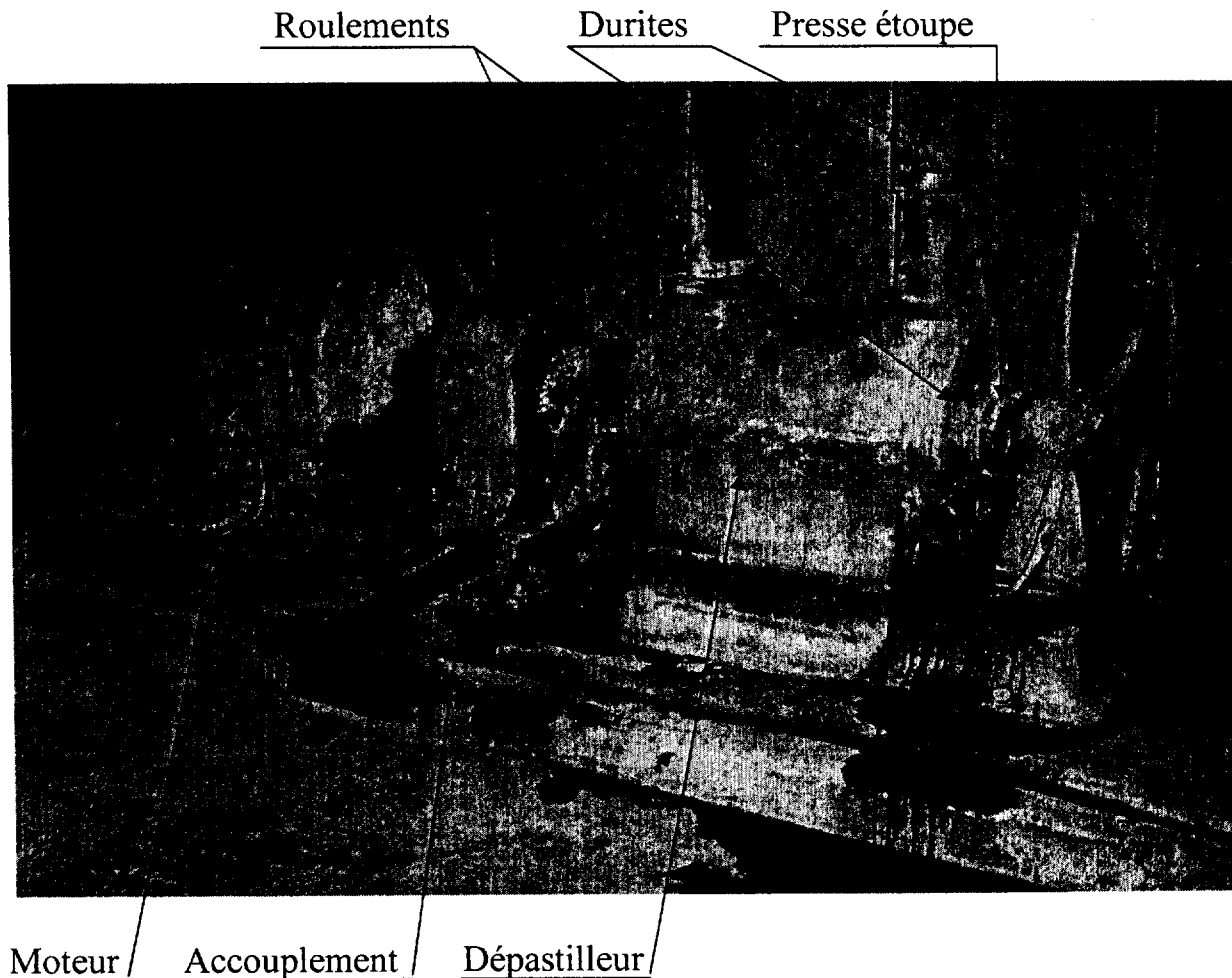
Répondez à ces 2 questions sur feuille de copie.

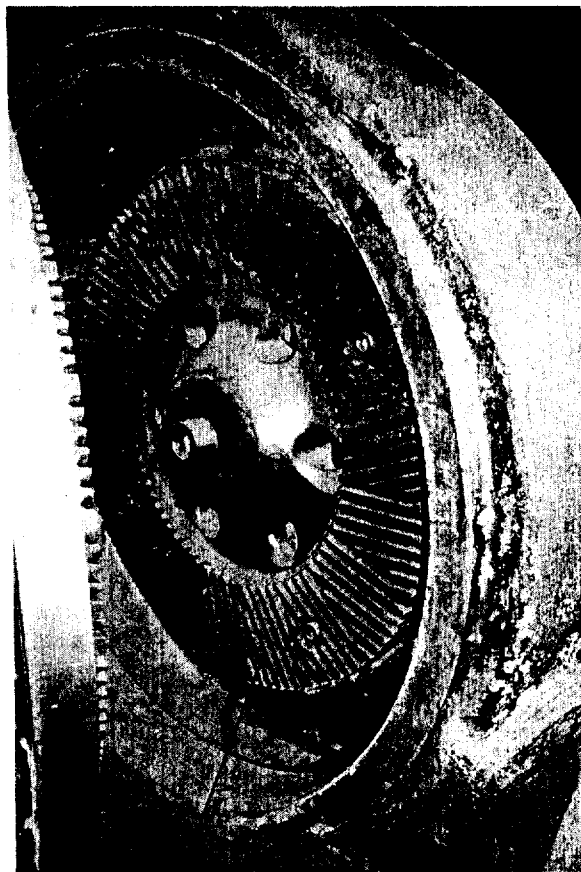
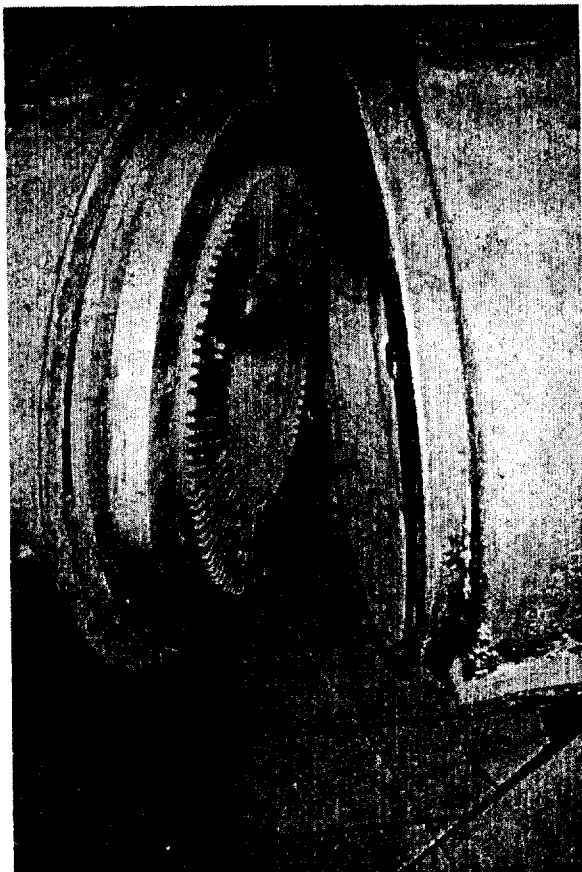
- Q n° P1) Calculez la force nécessaire pour déplacer le tiroir.
- Q n° P2) Calculez la pression minimale de l'air comprimé alimentant le vérin pour que l'ouverture et la fermeture de la vanne V7 puissent s'effectuer.

MAINTENANCE

L'entreprise a mis en place un plan de surveillance des pannes sur les différents systèmes.

Nous nous intéresserons ici à l'ensemble moteur-accouplement-dépastilleur. Le dépastilleur est un appareil qui raffine la pâte à papier pour la rendre exempte de tout « grumeau ». Il se compose principalement de 2 rotors et de 2 stators coniques et striés tournant les uns par rapport aux autres à une distance très faible (voir photos et croquis ci-dessous et **page suivante**). C'est entre ces ensembles que circule la pâte à papier à épurer (comme sont écrasés les grains de poivre dans un moulin à épices).





Rotor et Stator

Le tableau suivant récapitule les différentes interventions réalisées durant l'année 2004.

Date	Type d'intervention	Durée d'intervention
8/1	Presse étoupe	2 h
23/1	Presse étoupe	2 h
29/1	Balai moteur	2 h
2/2	Accouplement	2,25 h
6/2	Presse étoupe	2 h
19/2	Presse étoupe	2 h
6/3	Presse étoupe	2 h
19/3	Presse étoupe	2 h
25/3	Isolement moteur	2,5 h
3/4	Presse étoupe	2 h
14/4	Presse étoupe	2 h
28/4	Durites	2,3 h
3/5	Presse étoupe	2 h
15/5	Presse étoupe	2 h
2/6	Presse étoupe	2 h
16/6	Presse étoupe	2 h

Date	Type d'intervention	Durée d'intervention
30/6	Rotor et stator	6 h
2/7	Presse étoupe	2 h
19/7	Presse étoupe	2 h
28/7	Isolement moteur	2,5 h
2/8	Presse étoupe	2 h
15/9	Presse étoupe	2 h
15/9	Moteur grillé	4 h
29/9	Presse étoupe	2 h
6/10	Roulements	3,75 h
16/10	Presse étoupe	2 h
29/10	Presse étoupe	2 h
4/11	Durites	2,3 h
15/11	Presse étoupe	2 h
30/11	Presse étoupe	2 h
2/12	Balai moteur	2 h
13/12	Presse étoupe	2 h

Vous regrouperez les interventions dans les 6 catégories suivantes :

- Accouplement
- Durites
- Problèmes électriques
- Presse étoupe
- Rotor et stator
- Roulements

Q n° MA1) Tracez sur le document réponse n°6 le diagramme de PARETO du nombre d'interventions à partir du tableau récapitulatif des interventions (diagramme en n). Donnez le qualificatif de ce diagramme.

Q n° MA2) Tracez sur le document réponse n° 6 le diagramme de PARETO des durées d'intervention à partir du tableau ci-dessus (diagramme en n . t). Donnez le qualificatif de ce diagramme.

Q n° MA3) Tracez sur le document réponse n°7 la courbe ABC correspondante (durées cumulées en %).

Q n° MA4) Donnez votre interprétation de ces diagrammes et de cette courbe sur le document réponse n°7.

Le constructeur du dépastilleur garantit une durée de vie de 5400 h. Le remplacement du rotor et du stator du dépastilleur étant une opération longue (6 h) la production est bloquée. Une 1^{ère} politique a consisté à remplacer l'ensemble rotor stator tous les ans. Par la suite des essais de durée de vie réelle ont donné les résultats suivants :

10 410 h – 20 520 h – 37 510 h – 5 640 h – 15 030 h – 27 430 h.

Q n° MA5) Classez les temps de bon fonctionnement et donnez les valeurs de $F(i)$ sur le document réponse n° 8. Pour un échantillon de 6 valeurs vous utiliserez la méthode des rangs médians (voir document ressource n° 4).

Q n° MA6) Tracez la courbe de WEIBULL sur le document réponse n° 9 et donnez ces paramètres.

Q n° MA7) Calculez la MTBF et trouvez graphiquement la probabilité de bon fonctionnement pour cette valeur.

DOCUMENT RESSOURCE n° 4

Loi de WEIBULL

Loi de Weibull :

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

Moyenne = $A\eta + \gamma$

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

Ecart type = $B\eta$

B	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

Approximation empirique de $F(i)$ par les rangs médians :

$$\text{Avec } F(i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

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	68,619	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