

---

## *LISTE DE FIGURES*

---

Figure1 : Pulper à hélico

Figure2 : Cuviers

Figure3 : Château de pate

Figure4 : Machine à papier

Figure5 : Toile

Figure6 : Feutre

Figure7 : La bobineuse

Figure8 : Principe de fonctionnement dans une bouteille d'adoucisseur

Figure9 : L'échange d'ions

Figure10 : La régénération

Figure11 : le passage de l'eau dans la phase de détassage

Figure12 : le passage de l'eau dans la phase du saumurage

Figure13 : le passage de l'eau dans la phase du rinçage lent

Figure14 : le passage de l'eau dans la phase du rinçage rapide

[Tapez ici]

---

## *Liste de tableaux*

---

Tableau1 : tableau récapitulatif des caractéristiques de l'adoucisseur MILLENIUM

Tableau2 : tableau recapitulatif des cinq pourquoi pour trouver la cause racine de la saturation de résine

Tableau3: les solutions établi pour le long terme du probleme de saturation de résine

Tableau4 : tableau recapitulatif des cinq pourquoi pour trouver la cause racine de l'arrêt brusque de passage d'eau

Tableau5 : les solutions établi pour le long terme du probleme de l'arrêt brusque de passage d'eau

---

# SOMMAIRE

---

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DE SIPAT .....	5
1. Historique .....	3
2. Fiche signalétique de SIPAT .....	3
3. Organigramme de SIPAT .....	3
4. Descriptif des départements.....	4
4.1. Description du laboratoire .....	4
4.2. Description du département de production .....	4
4.3. Description du département de maintenance .....	4
CHAPITRE II : L'HISTOIRE DU PAPIER .....	7
1. Matière première.....	8
1.1. La fibre forestière fraîche comme matière première .....	8
2. Processus de fabrication de papier.....	9
2.1. Pulper à hélico .....	9
2.2. Cuviers .....	10
2.3. Raffinage .....	10
2.4. Château de pâte .....	10
2.5. La machine à papier .....	10
2.6. La caisse de tête.....	11
2.7. Toile .....	11
2.8. Feutre.....	12
2.9. La sécherie : (cylindres YANKEE).....	12
2.10. La bobineuse .....	12
2.11. La transformation .....	12
CHAPITRE III : ETUDE TECHNIQUE ET AMELIORATION DE	
L'ADOUCCISSEUR D'EAU A RESINE ECHANGEUSE D'IONS .....	13
1. Définition : .....	14
2. L'adoucisseur utilisé à SIPAT : .....	15
3. Fonctionnement d'un adoucisseur .....	16

[Tapez ici]

3.1. L'échange ionique .....	16
3.2. Le cycle de régénération d'un adoucisseur d'eau.....	17

## CHAPITRE IV: ENONCE DE LA PROBLEMATIQUE

RENCONTREE ET PLAN D'ACTION ETABLI .....	20
--	----

1. Problème rencontré au niveau de l'adoucisseur d'eau : .....	21
2. Détection des problèmes.....	21
3. Recherche des causes racines / Application de la méthode des cinq pourquoi .....	22
3.1. Application de la méthode des cinq pourquoi pour l'anomalie N°1:.....	23
3.2. Application de la méthode des cinq pourquoi pour l'anomalie N°2 .....	25
4. L'entretien d'un adoucisseur .....	26

CONCLUSION .....	28
------------------	----

REFERENCE .....	29
-----------------	----

---

## *INTRODUCTION*

---

Le stage dans une industrie constitue un élément primordial dans la formation de chaque étudiant(e), il lui permet de mieux connaître le milieu du travail, d'améliorer ses connaissances dans le domaine industriel, de renforcer ses acquis théoriques, ainsi que de les confronter à la réalité de la pratique au sein de l'entreprise.

La société SIPAT, de production du papier m'a accueillie pour effectuer mon stage de fin d'étude afin d'appliquer mes connaissances acquises durant ma formation en Génie chimique à la Faculté de Sciences et Techniques de Fès.

L'objectif de ce sujet est d'avoir une idée approfondie sur l'adoucisseur à résine échangeuse d'ions ce qui permet de comprendre et de maîtriser son fonctionnement, d'acquérir un esprit d'initiative et d'analyse permettant de trouver les solutions adéquates aux problèmes rencontrés ainsi que de savoir son importance dans le processus de fabrication du papier tissue.

# CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DE SIPAT

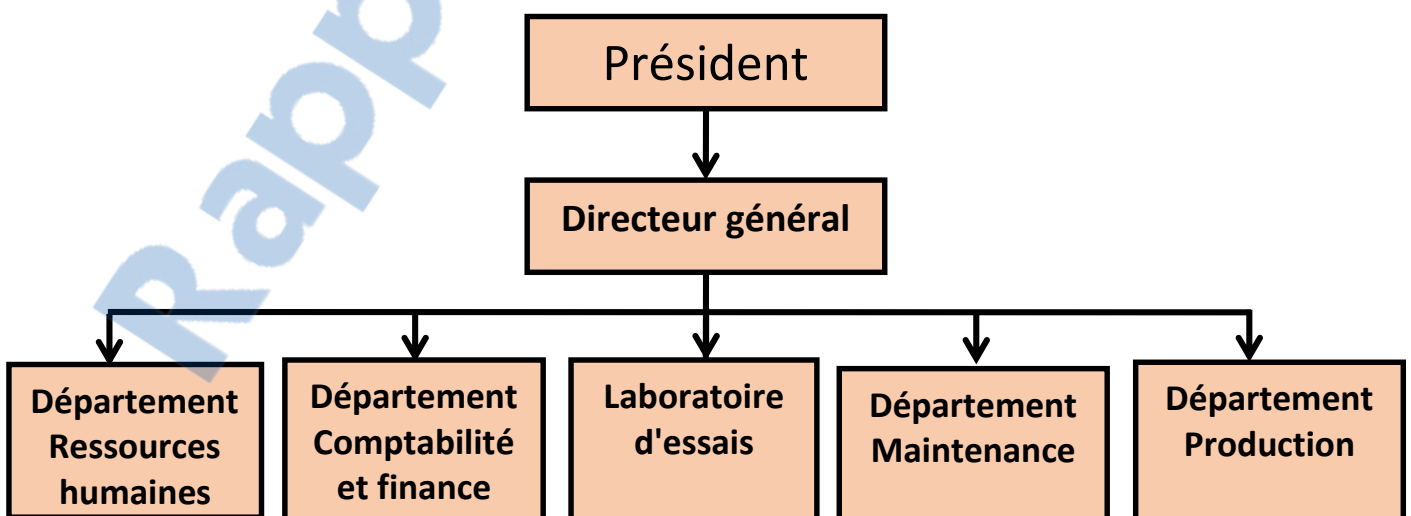
## 1. Historique

La Société Industrielle de Papiers Tissus (SIPAT) a été créée en 1977, elle est située dans la zone Industrielle -El Bassatine -BP-135.50000 Meknès, et administrée par le Directeur général Mr. Driss El Kendouci, présidée et gérée par le président Mr. Mohamed El Kendouci.

## 2. Fiche signalétique de SIPAT

- Raison sociale : Société Industrielle des papiers Tissus.
- Forme juridique : Entreprise à caractère industriel et commercial.
- Activité : Production du papier (facial, serviette, emballage brun, essuie tout, hygiénique)
- Siege social: SIPAT, rue Ain Slougui – Meknès
- Chiffres d'affaires : 105000000 DHs.
- Capital : 106000000 DHs.
- Téléphone / Fax : 05.35.52.24.06 /05.35.50.08.96.

## 3. Organigramme de SIPAT



## 4. Descriptif des départements

### 4.1. Description du laboratoire

Le laboratoire est un pilier important au sein de la société SIPAT, il intervient à tous les niveaux dans l'usine pour assurer une préservation et amélioration continue de la qualité et éviter ainsi les défauts sur le produit fini et les anomalies pouvant causer des arrêts longs de la production. Les premiers échantillons analysés au laboratoire sont les eaux de chaudière (eau d'appoint, eau d'alimentation de chaudière, eau de chaudière, eau d'adoucisseur, eau de retour des vapeurs condensats), cette analyse consiste à maîtriser l'eau circulant dans la chaudière afin de faire les réglages et ajustements nécessaires au dosage des produits de traitement, pour éviter la corrosion des différents organes de l'installation, plusieurs paramètres sont à contrôler, on cite à titre d'exemple le pH, la conductivité, la dureté, la quantité de l'oxygène dissous, ....

Ensuite, vient le contrôle des échantillons de papier, il s'agit d'un ensemble de test quotidiens à faire tels que le test de grammage, la résistance à la rupture dans les deux sens de la feuille à contrôler (sens marche + sens travers), grammage de profil (qui consiste à balayer le profil complet de la bobine en faisant le grammage sur toute la largeur de la bobine), ....

Au laboratoire, plusieurs autres activités sont planifiées, telles que l'inventaire des produits chimiques utilisés au laboratoire et en procès de fabrication, l'inventaire de la pâte, le suivi journalier de la consommation du Fioul, la rédaction des rapports d'essai et la communication journalière des résultats à la direction technique et générale....

### 4.2. Description du département de production

Le département production reçoit des ordres de fabrication de la direction générale, suite auxquels les vagues de production sont lancées.

La matière première est préparée à l'avance, suite au programme de production prévu, puis lancé en fabrication sous la surveillance du chef d'équipe et du responsable de production.

Différentes sortes de papier sont produites selon les exigences de chaque client (exigence en termes de grammage, couleur, laize, ...)

### 4.3. Description du département de maintenance

Le service maintenance à SIPAT est le responsable de la gestion optimisée de l'ensemble du matériel (de l'outil de production).



[Tapez ici]

Cette optimisation ne peut se faire qu'en fonction d'objectifs qui doivent être clairement définis à partir de la prise en compte de trois facteurs :

- facteur économique : moindres coûts de défaillance, moindres coûts directs de prestation, économies d'énergie...,
- facteur humain : conditions de travail, sécurité, nuisances...,
- facteur technique : disponibilité et durabilité des machines.

Les objectifs à atteindre étant précisés, la mission du service maintenance consiste à maîtriser le comportement du matériel et à gérer les moyens mis en œuvre.

- Le service maintenance a la responsabilité de la « santé » du parc matériel de façon préventive (avant défaillance) et de façon corrective (après défaillance).
- L'entretien n'est pas une fin en soi, mais une nécessité que le producteur subit et que le financier trouve coûteuse.

Le service maintenance, responsable de l'état et de la conservation du matériel, a une vision :

- à court terme (curatif),
- à moyen terme (préventif),
- à long terme (durée de vie et remplacement du parc).

**A SIPAT**, il existe un grand nombre de matériels différents qui sont liés ou non à la production. C'est dans ce contexte qu'apparaît la nécessaire polyvalence des techniciens de maintenance ainsi que leurs capacités d'adaptation. La liste (non exhaustive) qui suit permet de se rendre compte de la variété des actions qui constituent souvent le quotidien de la mission du service maintenance :

- La maintenance des équipements : actions correctives et préventives, dépannages, réparations et révisions.
- L'amélioration du matériel, dans l'optique de la qualité, de la productivité ou de la sécurité.
- Les travaux neufs : participation au choix, à l'installation et au démarrage des équipements nouveaux.
- Les travaux concernant l'hygiène, la sécurité, l'environnement et la pollution, les conditions de travail, la gestion de l'énergie, ...
- Des travaux de reconversion de locaux, de déménagement, de démolition...
- L'exécution et la réparation des pièces de rechanges.
- L'approvisionnement et la gestion des outillages, des rechanges...

[Tapez ici]

- Des prestations diverses, pour la production (réalisation de montages, par exemple) ou pour tout autre service.
- Assurer les travaux des sous-traitances dans les brefs délais.

Le service maintenance doit donc maîtriser le comportement des matériels en gérant les moyens nécessaires et disponibles. C'est là que l'importance de la mutation de l'entretien traditionnel vers une logique de maintenance prend toute son importance

# CHAPITRE II : L'HISTOIRE DU PAPIER

[Tapez ici]

L'histoire du papier est l'une des plus remarquables qui soit, sa découverte par les chinois remonte en effet à plus de 2000 ans. Le papier a longtemps été fabriqué à partir de fibres de chanvre, de lin, puis de coton. L'augmentation de sa consommation provoqua la recherche de nouvelles matières premières. C'est à l'allemand Keller qu'on doit l'idée de presser du bois contre une meule mouillée pour en extraire la fibre (1840). La pâte de bois était née. La technologie papetière a cependant fait des pas de géant depuis cette époque, surtout au cours des 20 dernières années. Les cinq grandes étapes de la fabrication du papier demeurent toutefois inchangées.

## 1. Matière première

De nombreuses espèces d'arbres peuvent être employées dans la fabrication de produits papetiers. Néanmoins, ce guide s'attache tout particulièrement à décrire l'utilisation, dans les procédés de fabrication, des conifères et de la fibre de récupération provenant des déchets après consommation.

### 1.1. La fibre forestière fraîche comme matière première

Le bois des conifères présente un avantage certain : il offre de longues fibres solides s'enchevêtrant aisément sur la machine à papier, ce qui donne un papier caractérisé par un épair de qualité.



Les grumes provenant des forêts servent à la fabrication du bois d'œuvre. L'industrie de la pâte et du papier utilise des déchets de scierie, des branches, des cimes et des déchets de coupe. Le bois récolté dans les forêts est composé de deux éléments différents : la partie interne, c'est-à-dire la précieuse fibre de cellulose, et la partie externe, l'écorce. Introduite dans le processus de

[Tapez ici]

fabrication de la pâte, l'écorce nuirait à la qualité du papier, c'est pour cette raison qu'elle est retirée au préalable. L'écorce est un biocarburant important.

Le bois écorcé peut alors faire l'objet de différents types de traitements pour la production de pâte destinée à la fabrication de papier. Divers procédés peuvent être appliqués pour la production de pâte mécanique. Ces méthodes utilisent près de 98 % du volume de bois pour produire une pâte très opaque. La pâte chimique, quant à elle, s'obtient en retirant la lignine du bois. La lignine est le matériau faisant office d'agent de liaison entre les fibres de l'arbre en pleine croissance.

## 2. Processus de fabrication du papier

Les étapes que subit la pâte lors de son passage dans la machine à papier, qui va la transformer en rouleaux ou rames de papier.

### 2.1. Pulper à hélico

La matière fibreuse est délayée dans l'eau et transformée en pâte dans des désintégateurs, dit pulper, qui ressemblent à d'énormes mixers. Les différentes sortes de matières fibreuses y sont mélangées dans des proportions qui dépendent du type de papier souhaitée. Les fibres mélangées sont broyées par le pulper. Pour combler les minuscules espaces qui subsistent entre les fibres de bois feutrées, il faut, pour obtenir un papier ayant une surface plus compacte, additionner par exemple du kaolin ou de la craie. En outre, de la colle et d'autres adjuvants sont également ajoutés au mélange.



Fig1 : pulper à hélico

[Tapez ici]

## 2.2. Cuviers

On a trois cuviers, destinés pour le malaxage de la pâte pour avoir un mélange homogène, à l'aide des mélangeurs qui se trouvent au fond de la cuve.



Fig2 : les cuviers

## 2.3. Raffinage

L'opération de raffinage permet, par action mécanique sur les fibres en milieux aqueux de modifier leurs caractéristiques, en particulier leur aptitude aux liaisons inter fibres et donc à la résistance du papier. Une fois atteint le degré de raffinage voulu, la suspension fibreuse contenant plus de 99% d'eau est envoyée dans des cuviers d'alimentation.

Le nombre d'appareils, le nombre de tours, la pression et le débit de la pâte déterminent le degré de raffinage.

## 2.4. Château de pâte

La dernière étape, c'est là où on ajoute des additifs chimiques (produit résistant à l'état humide, produit anti bactériens) à la pâte avant de l'introduire dans la machine.



Fig3 : château de pâte

## 2.5. La machine à papier

En une seule opération la feuille est formée, pressée, séchée et embobinée par la machine à papier. Il s'agit de la machine à papier «classique», sur laquelle la plupart des papiers sont fabriqués aujourd'hui : une installation gigantesque, dépassant souvent 100mètres de long, qui fabrique à grande vitesse une bande de papier pouvant dépasser 10 mètres de large. Les vitesses de travail sont différentes selon le type de papier produit. Un grand nombre d'instruments de mesure et de réglage aident à diriger et à contrôler le processus de fabrication.



Fig4 : La machine à papier

#### 2.6. La caisse de tête

Par une fente de la caisse d'arrivée, la pâte à papier fortement diluée, elle est composée à 99 % d'eau et de matériaux de traitement et à 1 % de fibres. Une telle teneur en eau est nécessaire afin d'éviter la floculation, c'est-à-dire la tendance qu'ont les fibres à s'assembler. La pâte est répartie sur une toile sous forme d'un jet sans fin de matière synthétique qui avance rapidement. Des secousses latérales imprimées à la toile permettent à une partie des fibres s'orienter transversalement au sens de fabrication.

#### 2.7. Toile

Au niveau du quelle se fait la formation de la feuille et l'élimination de l'eau (65% d'eau éliminé).

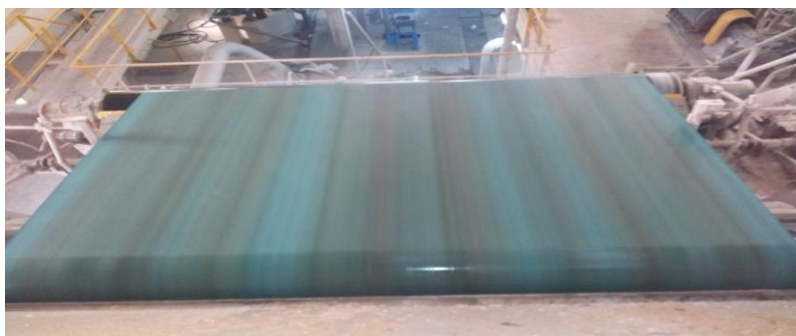


Fig5 : La toile



[Tapez ici]

### 2.8. Feutre

Emmène le produit résultant de la toile vers le cylindre de séchage (élimination de 20% d'eau) et colle la colle sur ce dernier.



Fig6 : Le feutre

### 2.9. La sécherie : (cylindres YANKEE)

La bande de papier à travers un cylindre, est chauffée à la vapeur qui achève délicatement de la sécher. Cette vapeur est générée par une chaudière à Fioul qui est liée à un adoucisseur d'eau à résine échangeuse d'ions que nous allons introduire ci-après.

### 2.10. La bobineuse

Le tambour de plusieurs mètres de large est tronçonné en bobines de la largeur voulue. Le papier en bobines est destiné à alimenter les rotatives.



Fig7 : La bobineuse

### 2.11. La transformation

Le papier doit être mis au format sur la coupeuse qui coupe les bobines en feuilles. La coupe s'effectue généralement sous contrôle électronique.



# CHAPITRE III : ETUDE TECHNIQUE ET AMELIORATION DE L'ADOUUCISSEUR D'EAU A RESINE ECHANGEUSE D'IONS

## 1. Définition :

L'adoucissement est la technique utilisée pour supprimer le titre hydrotimétrique de l'eau (dû à la présence des sels alcalino-terreux : carbonates, sulfates et chlorures de calcium et de magnésium).

L'adoucisseur est un appareil qui utilise une résine échangeuse d'ions, chargée en sodium. Cette résine capte les ions calcium et magnésium, conserve les ions chlorure et libère les ions sodium dans l'eau de consommation. Afin de nettoyer cette résine, lorsqu'elle est saturée, il faut la nettoyer avec de l'eau claire (régénération), ce qui entraîne une surconsommation d'eau ;

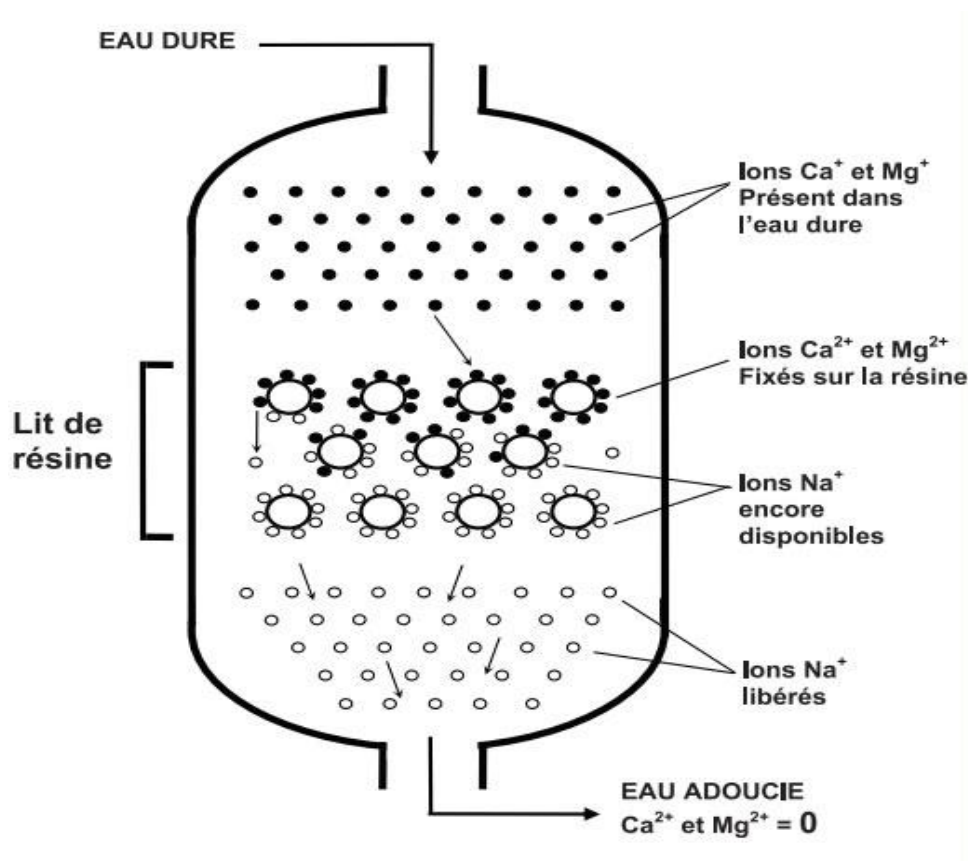


Fig8 : Principe de fonctionnement dans une bouteille d'adoucisseur

## 2. L'adoucisseur utilisé à SIPAT :



L'adoucisseur MILLENIUM est un appareil compact avec le bac à sel qui enveloppe la bouteille Contenant la résine échangeuse d'ions. Il fonctionne en mode volumétrique anticipé avec la fonction bio-system. L'appareil en mode anticipé calcule le volume d'eau qui passe par l'adoucisseur et détermine-la moyenne des consommations. La turbine installée à la sortie de l'adoucisseur est équipée d'un capteur de débit pour transmettre les informations au coffret électronique de commande. Un coffret de visualisation déporté de plusieurs dizaines de mètres permet la gestion des remplissages en sel du bac il fonctionne sans fil.

### ❖ Caractéristiques techniques :

Volume de résine	800 litres
Masse de sel par régénération	1,5 kg
Autonomie du bac à sel	55 à 60 régénérations
Température eau / ambiante	Min1°C - max.50°C
Débit minimal	0,5 m3/h

Tableau1 : tableau récapitulatif des caractéristiques de l'adoucisseur MILLENIUM

### 3. Fonctionnement d'un adoucisseur

#### 3.1. L'échange ionique

Principe de l'échange d'ion dans une bouteille d'adoucisseur :

Les minéraux que l'eau dissout lors de son passage dans le sol sont sous forme d'ions. Les ions sont des particules électriquement chargées. Les uns sont négatifs, issus des acides, ce sont les ANIONS (ex : chlorures  $\text{Cl}^-$ , bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$ , sulfates  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Les autres, issus des métaux, sont positifs, ce sont les CATIONS (ex : calcium  $\text{Ca}^{++}$ , magnésium  $\text{Mg}^{++}$ , sodium  $\text{Na}^+$ ). Les échangeurs d'ions sont des composés capables de fixer certains ions et d'en céder d'autres dont ils sont chargés.

Dans les adoucisseurs d'eau, on utilise une résine de synthèse porteuse d'ions sodium. Cette résine se présente sous forme de billes poreuses de 0,2 à 3 mm de diamètre, de densité réelle légèrement supérieure à celle de l'eau. Cette résine a beaucoup plus d'affinité pour les ions calcium et magnésium que pour les ions sodium dont elle est chargée à l'origine. Lorsque cette résine est mise en contact avec de l'eau dure contenant des ions calcium et magnésium, ces derniers sont attirés par la résine. Ils se fixent sur la résine en prenant la place des ions sodium qui y étaient à l'origine. Ces ions sodium sont libérés dans l'eau en lieu et place des ions calcium et magnésium. L'eau qui a ainsi percolé de haut en bas sur un lit de résine va céder tous les ions calcium et magnésium qu'elle contenait. Sa dureté tend donc vers zéro.

Lorsque la résine a cédé tous les ions sodium dont elle était chargée, l'échange d'ions ne peut plus se faire. La résine est dite « saturée », les ions calcium et magnésium ne sont plus fixés, et l'eau qui sort du lit de résine est aussi dure que celle qui y rentre. Il est possible de chasser les ions calcium de la résine et de les remplacer par des ions sodiques, c'est à dire de redonner à la résine sa forme d'origine. Cette opération est appelée « régénération ».

Pour « régénérer » une résine saturée, il suffit de la mettre en contact avec une solution très riche en ions sodium. Dans la pratique, on utilise une solution concentrée de chlorure de sodium, appelée « saumure », obtenue par dissolution dans de l'eau de sel raffiné commercialisée sous forme de pastilles ou de granulés. Comme la résine a plus d'affinité pour le calcium et le magnésium que pour le sodium, on est obligé, pour régénérer la résine, d'utiliser un excès de sodium.

[Tapez ici]

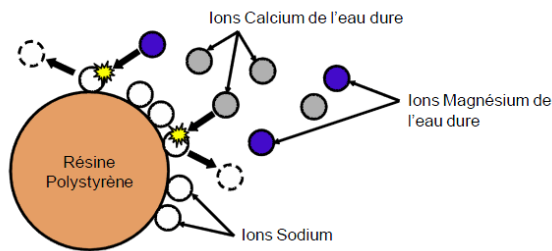


Fig9 : L'échange d'ions

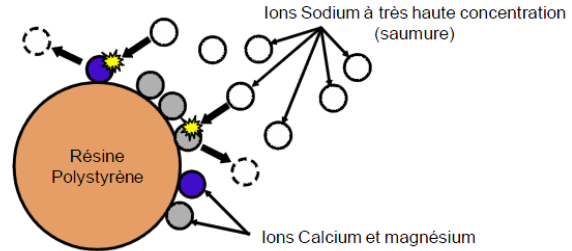


Fig10: La régénération

### 3.2. Le cycle de régénération d'un adoucisseur d'eau

Il y a quatre phases de la régénération qui vont s'effectuer automatiquement les unes après les autres. Pendant toutes les phases de régénération, l'appareil ne peut pas délivrer d'eau adoucie. Afin de ne pas priver l'utilisateur d'eau pendant les régénérations, les appareils sont équipés d'un by-pass automatique.

Durant ces phases, le passage de l'eau et la saumure s'effectue toujours de bas en haut dans la bouteille (procédé contre-courant) pour éviter que des passages préférentiels ne se créent dans les billes de résines.

#### Détassage

Le détassage, appelé aussi lavage à contre-courant, est une opération qui consiste à faire passer l'eau dans le sens du bas vers le haut à l'intérieur du système d'adoucissement. Cela permet de décolmater les résines.

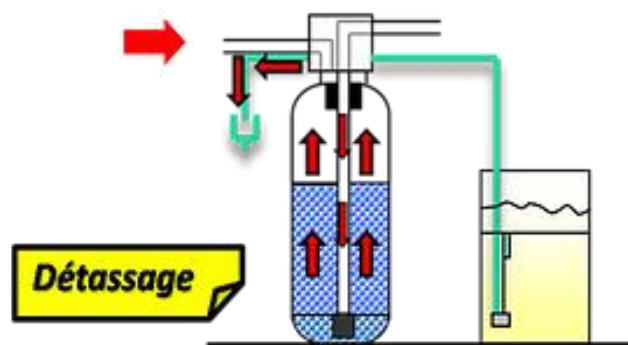


Fig11 : le passage de l'eau dans la phase de détassage

### Aspiration de la saumure

Le saumurage, ou l'aspiration du sel. Le principe est d'évacuer le trop-plein de calcaire vers le tout-à-l'égout et de charger à nouveau la résine en sodium. Lors de cette phase, de la saumure (eau saturée en sel) est injectée dans le circuit. Grâce à cette action, les ions sodium viennent ainsi réalimenter la résine de l'adoucisseur.

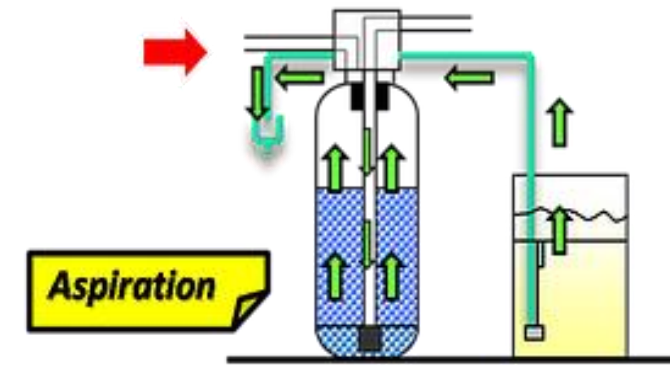


Fig12 : le passage de l'eau dans la phase de saumurage

### Rinçage lent

Même si l'adoucisseur a aspiré la saumure du bac à sel, il se peut que des chlorures restent encore en surface et rendent l'eau salée, ce qui fait qu'on doit s'en débarrasser. Lors de la phase d'aspiration, l'eau passe au travers de l'injecteur et crée une dépression et une fois qu'il n'y a plus de saumure dans le bac à sel alors, l'eau qui continue de circuler va rincer les résines. Une fois que cette étape est finie, les excès de chlorure sur la résine seront supprimés.

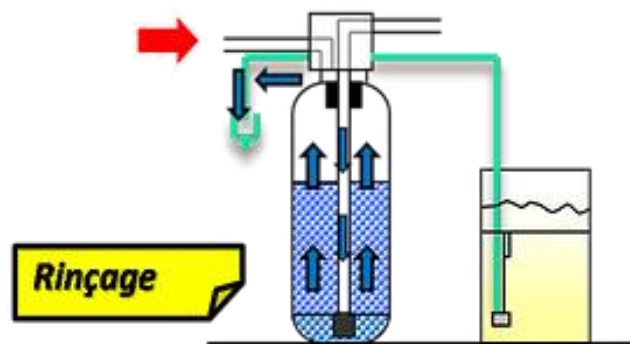


Fig13 : le passage de l'eau dans la phase du rinçage lent

[Tapez ici]

### Rinçage rapide

Après le rinçage lent vient le rinçage rapide. Cette étape permet d'enlever l'excès de sel et les chlorures des résines de l'adoucisseur. Pour ce faire, de l'eau passe à un fort débit à contre-courant sur les résines de l'adoucisseur. L'eau qui sort ne devrait plus avoir un goût salé. Cette étape amène ensuite au remplissage qui est la dernière étape du cycle des vannes d'adoucisseur.

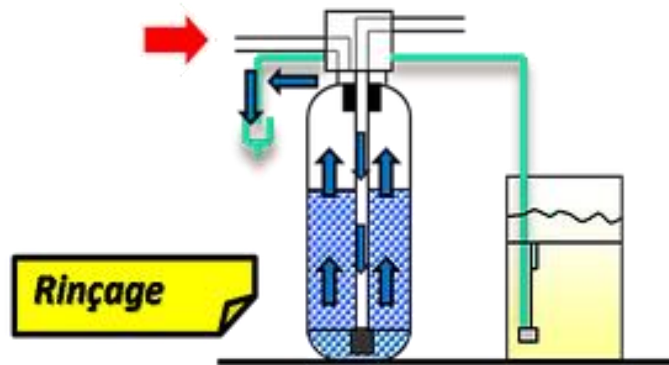




Fig14 : le passage de l'eau dans la phase du rinçage rapide

# CHAPITRE IV: ENONCE DE LA PROBLEMATIQUE RENCONTREE ET PLAN D'ACTION ETABLI



## 1. Problème rencontré au niveau de l'adoucisseur d'eau

Les anomalies que nous avons rencontrées au niveau de l'adoucisseur sont :

-  Anomalie N°1 : Saturation de la résine échangeuse d'ions (pas d'eau douce)
-  Anomalie N°2 : Arrêt brusque de passage d'eau depuis l'adoucisseur vers la bêche d'alimentation de chaudière

## 2. Détection des problèmes

- **Anomalie N°1**

On n'a détecté que l'adoucisseur ne produit plus d'eau douce à partir des analyses faites quotidiennement au sein du laboratoire « teste de dureté ».

Le teste se fait comme suit :

- on prend 10ml d'échantillon
- on ajoute 2gouttes d'une solution tampon + 1 goutte d'un indicateur colorant (calmigate indicator)
- on agite pendant quelque secondes

Si la couleur obtenue est bleue, donc l'eau est douce.

Si la couleur obtenue est rose/violette c'est-à-dire l'eau n'est pas adoucie donc on ajoute EDTA goutte par goutte, on compte le nombre de gouttes jusqu'au changement de couleur de rose/violet à bleu.

$$\text{Dureté} = \text{Nb de gouttes d'EDTA utilisées} * 2 (\text{°F})$$

- **Anomalie N°2**

On a détecté qu'il y avait un arrêt brusque de passage d'eau par l'arrêt total de la machine (perte de production pendant 8 heures). Le colmatage des têtes filtrantes de l'adoucisseur a rendu impossible le passage d'eau, ce qui a entraîné l'absence d'eau au niveau de la bêche et par la suite au niveau de la chaudière, puis l'arrêt de la machine.

### 3. Recherche des causes racines / Application de la méthode des cinq pourquoi

Pour pouvoir établir un plan d'action efficace, il fallait déterminer les causes racines des anomalies détectées, pour cela, nous avons choisi l'utilisation de la méthode des cinq pourquoi.




- Principe de la méthode des cinq pourquoi

Les cinq pourquoi est la base d'une méthode de résolution de problèmes proposée dans un grand nombre de systèmes de qualité. Vulgarisée par l'ingénieur industriel japonais Taiichi OHNO (29 février 1912 – 28 mai 1990)

Il s'agit de poser la question pertinente commençant par un pourquoi afin de trouver la source, la cause principale de la défaillance. Cette méthode de travail est surtout faite pour l'identification de ses causes racines qui permettent de proposer des solutions adéquates, et de mettre en œuvre des contre-mesures simples.

Avec cinq questions commençant par « pourquoi », on essaie de trouver les raisons les plus importantes ayant provoqué la défaillance pour aboutir à la cause principale.

Ci après, une analyse du phénomène et des deux catégories de causes :

-  **Le phénomène :** Il s'agit d'un événement qui survient. On l'identifie généralement en se posant la question : que se passe t-il ?
-  **Les causes symptomatiques :** Ce sont les causes premières, celles qui justifient au premier regard le phénomène ou dysfonctionnement observé. En éliminant les causes symptomatiques, on ne résout que partiellement et momentanément le problème. Il reste fort possible qu'il revienne.
-  **Les causes fondamentales :** Il s'agit des causes racines, celles qui sont à l'origine des causes symptomatiques. En s'attaquant aux causes fondamentales, on touche la source du problème.

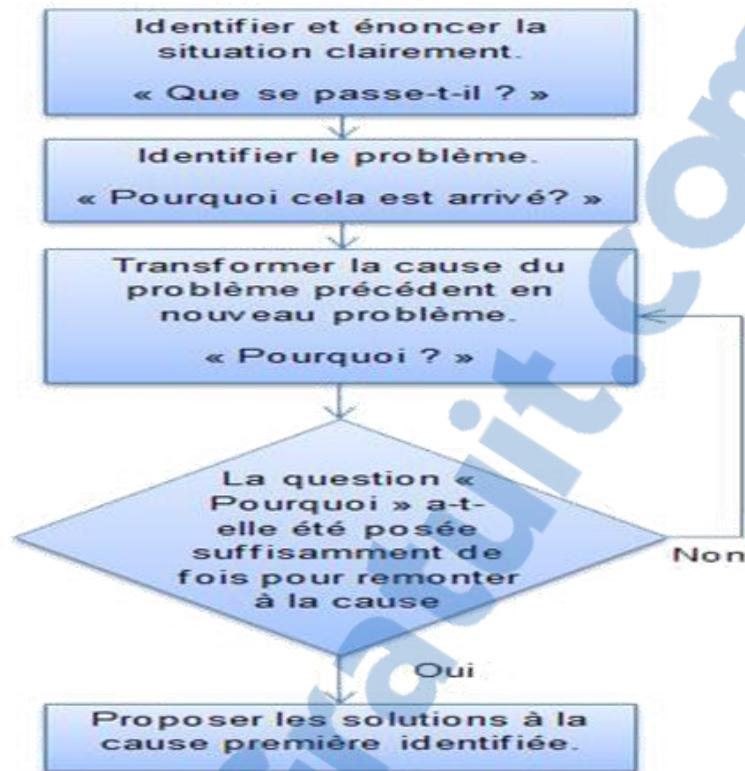


Fig15 : les étapes d'application de la méthode des cinq pourquoi

### 3.1. Application de la méthode des cinq pourquoi pour l'anomalie N°1:

Pourquoi1	Pourquoi 2	Pourquoi 3	Pourquoi 4	Pourquoi 5
L'eau produite n'est pas adoucie	La régénération n'as pas été achevée	La résine échangeuse d'ions est saturée	Manque de sel dans le bac à sel	Le responsable a oublié de mettre de sel

Tableau2 : tableau recapitulatif des cinq pourquoi pour trouver la cause racine de la saturation de résine

[Tapez ici]

- Plan d'action (actions correctives immédiates + actions préventives)

- a. Action immédiate :

Ajouter de sel et lancer une régénération, puis mise en marche.

- b. Actions préventives :

Action	Responsable	Date de mise en place d'action	Statuts
Faire régulièrement l'appoint de sel dans le bac à sel	Responsable maintenance	Chaque jour	Ok
Vider le bac à sel et le nettoyer à l'eau claire pour éliminer les insolubles laissés par le sel	Responsable maintenance	Annuel	Ok
Formation, qualification et rappel des techniciens de l'obligation de respecter les procédures et modes opératoires établis	Responsable maintenance	05/2016	Ok

Tableau3 : les solutions établi pour le long terme du probleme de saturation de résine

### 3.2. Application de la méthode des cinq pourquoi pour l'anomalie N°2

Pourquoi1	Pourquoi2	Pourquoi3	Pourquoi4	Pourquoi5
Arrêt de la machine	Manque de vapeur qui alimente la machine à papier	Manque d'eau au niveau de la bache	Arrêt brusque de passage d'eau depuis l'adoucisseur vers la bache d'alimentation de la chaudière	les têtes filtrantes de l'adoucisseur ont été colmatées à cause de l'environnement contraignant autour de l'adoucisseur (poussière de papier, fumées de chaudière, particules venant avec le vent.....)

Tableau4 : tableau recapitulatif des cinq pourquoi pour trouver la cause racine de l'arrêt brusque de passage d'eau

#### ■ Plan d'action (actions correctives immédiates + actions préventives)

##### a. Action immédiate :

Passer à l'alimentation de l'eau non adoucie comme solution provisoire (sans passer par l'adoucisseur qui est en panne), alimenter la bache et la chaudière, réchauffer à nouveau avec le fuel, reproduire la vapeur et finalement la transférer vers la machine à papier.

##### b. Actions préventives :

Action	Responsable	Date de mise en place d'action	Statuts
Démontage des têtes filtrantes et nettoyage avec de l'air comprimé (déboucher) pour enlever les différents encrassements	Responsable maintenance	05/2016	Ok

Intégrer le Contrôle de débit de remplissage dans les travaux de la maintenance	Responsable maintenance	05/2016	<b>En cours</b>
---	-------------------------	---------	-----------------

Tableau5 : les solutions établi pour le long terme du probleme de l'arrêt brusque de passage d'eau

#### 4. L'entretien d'un adoucisseur

Un adoucisseur doit être entretenu régulièrement afin de garantir simplement son bon fonctionnement et éviter tout risque sanitaire.

##### Alimentation en sel

Le sel est un élément primordial puisqu'il va être utilisé pour régénérer la résine de l'adoucisseur. Le bac à sel doit donc toujours en contenir et vous devez régulièrement vérifier le niveau de sel.

Le sel utilisé doit toujours être un sel en pastilles spécialement purifié pour les adoucisseurs. Il faut plutôt essayer de mettre juste la quantité de sel utile au besoin du logement en évitant de trop charger le bac de l'adoucisseur pour éviter que se forme des agglomérats de sel plus difficile à dissoudre.

##### Nettoyage du bac à sel

Si des dépôts insolubles de sel en quantité trop importante se forment (croûte de sel) ou si le bac à sel est sale, il faut nettoyer et rincer à l'eau claire complètement le bac à sel ainsi que du régulateur à saumure.

##### Vérification de la dureté en entrée et en sortie de l'adoucisseur

Régulièrement (6 à 12 mois), contrôler la dureté de l'eau en amont de l'adoucisseur : toute variation de + ou – 10% de la dureté de l'eau du réseau de distribution à traiter doit être prise en compte afin de revoir éventuellement les réglages de l'appareil. De même pour l'eau mitigée en sortie d'adoucisseur, tester la dureté résiduelle et corriger au besoin le réglage du dispositif.

[Tapez ici]

### Changement de la cartouche du préfiltre

Remplacer la cartouche du filtre en amont de l'adoucisseur tous les 6 à 12 mois.

### Désinfection de l'adoucisseur

La désinfection complète de l'appareil est nécessaire tous les ans ou lorsque l'appareil n'a pas été utilisé pendant de nombreux mois. Pour prévenir les risques de proliférations microbiologiques indésirables, l'adoucisseur doit être désinfecté à l'aide d'eau de Javel employée aux doses indiquées dans la notice de l'adoucisseur ou d'employer une solution « toute prête » pour le nettoyage des résines. En profitant d'un rechargement en sel, il suffit d'introduire dans la cheminée du régulateur à saumure une dose d'eau de Javel et enclencher ensuite manuellement une régénération et ainsi désinfecter l'installation d'adoucissement.

---

## CONCLUSION

---

Afin de garder un bon état de production, une eau douce peut prolonger la durée de vie des machines et évite d'entartre les canalisations.

Par ailleurs, même si l'adoucisseur n'est pas considéré comme une machine importante il a pu arrêter la production du papier pendant 8 heures donc il a un rôle très important dans le processus de fabrication du papier tissue.

A la lumière des études réalisées, le bilan de ce stage s'avère positif. Il nous a permis de perfectionner et de confronter nos connaissances théoriques et pratiques acquises durant nos études universitaires. Aussi nous avons développés nos relations interpersonnelles et acquis une méthode de travail et de la discipline de soi.



---

## *REFERENCE*

---

- ❖ <http://adoucisseur.info/adoucisseur-eau-industriel.html>
- ❖ <http://waterpurification.pentair.com/Files/KnowledgeBase/ItemDownload/en/magnum-it-742-762-manual-3002947-rev-f.pdf>
- ❖ <http://www.qualiblog.fr/outils-et-methodes/la-methode-des-5-pourquoi-pour-eradiquer-vos-problemes/>
- ❖ <http://www.adoucisseur-eau.org/adoucisseur-eau-industriel/>

[Tapez ici]