



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
Département de chimie



Licence Sciences et Techniques (LST)

Techniques d'Analyse et Contrôle Qualité

TACQ

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Analyses des paramètres physico-chimiques des eaux
des tours de refroidissement**

Présenté par :

◆ **EL AYADI ZINEB**

Encadré par :

- ◆ **Mr A.BENNANI (Société)**
- ◆ **Pr A.ELGHAZOUALI (FST)**

Soutenu Le 16 Juin 2015 devant le jury composé de:

- **Pr A .ELGHAZOUALI**
- **Pr A .BOUKIR**
- **Pr A .ZEROUALE**

Stage effectué à LESAFFRE

Année Universitaire 2014 / 2015

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web: <http://www.fst-usmba.ac.ma>

Remerciement :

Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.

Ce travail a été dirigé par Mr EGHAZOUALI. L'importance qu'il accorda dès le début à ce travail, contribua pour beaucoup à sa progression. De ce fait je lui adresse mes sincères remerciements, ma reconnaissance pour ses conseils, sa disponibilité et son soutien.

Je tiens à remercier Mr BOUKIR professeur à la faculté des sciences et techniques, pour avoir accepté de présider le Jury, ainsi qu'à Mr ZEROUALE d'avoir examiné mon travail, pour leurs critiques enrichissantes qui vont valoriser mon mémoire

Je souhaite également exprimer ma reconnaissance aux personnes qui m'ont apportés des appuis scientifiques et des informations, je pense notamment à Mr BENNANI

En fin, que mes parents et tous ceux qui ont participé à la réalisation de mon travail, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Sommaire

INTRODUCTION :	4
CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	5
1. HISTOIRE DU GROUPE LESAFFRE :	5
2. LESAFFRE MAROC :	6
3. LES LABORATOIRES D'ANALYSE LESAFFRE :	6
CHAPITRE II : GENERALITES SUR LA LEVURE	7
1. CLASSEMENT :	7
2. STRUCTURE :	7
3. REPRODUCTION :	7
4. FONCTIONNEMENT :	8
5. QUALITE NUTRITIONNELLE	9
CHAPITRE III : PROCEDE DE FABRICATION	9
CHAPITRE IV : LE PRE TRAITEMENT DE L'EAU	12
1. LA MICROFILTRATION :	12
2. LA REGULATION DE PH :	12
3. L'OSMOSE INVERSE :	12
4. L'ADOUCCISSEMENT :	13
CHAPITRE V : LES TOURS DE REFROIDISSEMENT	15
INTRODUCTION	15
1. LES TOURS DE REFROIDISSEMENT :	15
2. LE TOUR DE REFROIDISSEMENT A CIRCUIT OUVERT :	15
4. LES PARTICULARITES D'UN RAT OUVERT :	16
3. L'ECHANGE THERMIQUE :	17
5. LES POMPES VOLUMETRIQUES :	18
<i>La pompe alternative</i> :	18
<i>La pompe rotative</i> :	18
6. PARTICULARITES DES POMPES VOLUMETRIQUES :	19
7. TRAITEMENT DES TOURS :	19
CHAPITRE VI: ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	20
CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS	23
PH :	23
CONDUCTIVITE :	24
THT :	26
TAC :	27
DOSAGE DES CHLORURES :	28
CONCLUSION :	30
WEBOGRAPHIE :	31

INTRODUCTION :

L'histoire de la levure commence dès la préhistoire, il y'a 5000 ans que les égyptiens utilisaient déjà pour fabriquer leur pain! Ils avaient remarqué cette particularité sans vraiment la comprendre, en l'assimilant à un miracle. Plus tard elle connaît un tournant vers 1857, lorsque Louis Pasteur découvre le processus de fermentation.

Cette découverte influence encore notre vie quotidienne. Pain, bière, compléments alimentaires.

Désormais la levure est partout, et l'idée s'est devenue plus officielle par l'initiative du groupe familial Lesaffre.

L'objectif global d'effectuer mon stage au sein de leur société leader mondial suit deux voies. La première est de se familiariser avec le monde professionnel et d'avoir une idée générale sur l'échelle de production industrielle, la deuxième est de développer mes compétences relationnelles et techniques venants compléter ce qu'on a déjà acquiert durant les études.

Je débiterai mon travail par une vision générale sur l'histoire de l'entreprise, la levure en tant que microorganisme suivie par la chaine de production depuis la réception de la matière première jusqu'au produit fini.

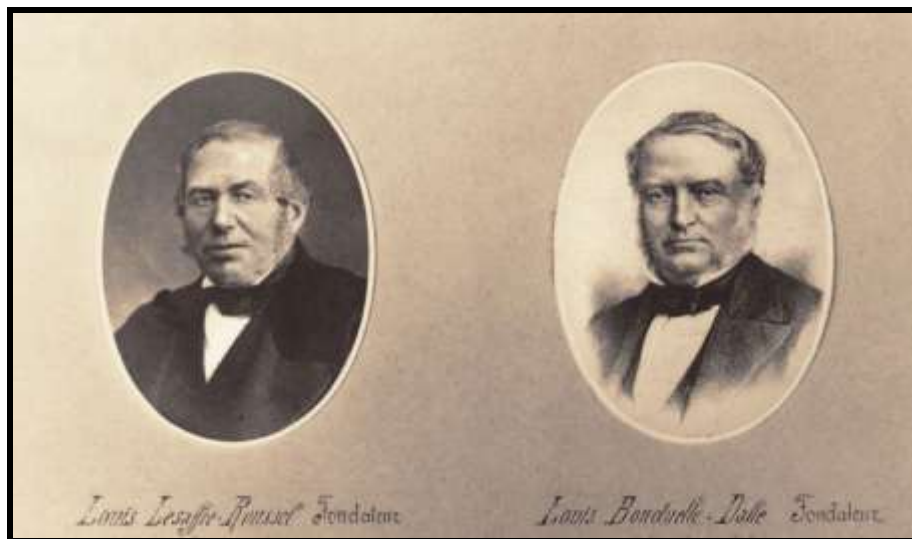
Suivie par une étude physicochimique sur l'eau des tours de refroidissement effectué au laboratoire de contrôle de qualité.

Le dernier chapitre est consacré à l'interprétation des résultats obtenus.

CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

1. Histoire du groupe LESAFFRE :

• l'histoire de l'entreprise s'est construite autour de deux amis **Louis Lesaffre & Louis Bonduelle**. Tout a commencé en 1853, lorsque les deux hommes s'associent pour former une fabrique d'alcool de grains et genièvre, à Marquette-lez-Lille dans le nord de France.



• En 1872, la première usine de levurière s'est créée à Marcq-en-Barœul avec l'idée d'extraire la levure des moûts de fermentation, des années plus tard l'idée s'est officialisée par la sortie de la première marque **l'Hirondelle**, qui traversera le temps et l'espace selon la silhouette de l'oiseau migrateur.



• En 1901, suite à une faute d'accord entre les descendants des fondateurs décédés, l'entreprise et ses sept usines s'est partagés en trois usines familiales : Bonduelle, Lemaitre, **Lesaffre**.

• c'est à partir de ce stade que le groupe se développa et entama un virage vers la nutrition et la santé, avec 45 sites de production de levure, 16 sites de production d'ingrédients, un capital de 1.56 milliards d'euros, pour 7700 salariés dont 1600

en France , et le reste est réparti sur les 5 continents où on peut citer l'Afrique :
[Maroc](#).

2. LESAFFRE MAROC :

Nommée précédemment la SODERS : Société Dérivée de Sucre, créée en 1975 sur une superficie de 1,4 hectare. Elle a démarrée en 1977.

En 1993, elle s'est devenue sous la disposition de la société leader mondiale Lesaffre, avec son dirigeant Damien Lesaffre, et spécialisée en production des produits boulangerie : **la levure fraîche** conditionnée en paquets de 500g et **la levure sèche** en sachets de 100g et 250g

Elle compte un effectif de 205 salariés, avec un capital d'environ 30.989.000 dirhams.

3. Les laboratoires d'analyse LESAFFRE :

La société dispose de deux laboratoires d'analyse avec une laverie en commun

Analyses physico chimiques :

- Test de force de levure en mesurant la quantité de CO₂ dégagé dans un bain marie à 30° C avec malaxage pendant la fermentation anaérobie en mélangeant la farine et la levure
- Analyses d'eau adoucie, de chaudière et des tours (pH, conductivité, TAC, THT, Chlorure)
- Analyse de la qualité organoleptique de levure (couleur, conductivité, DLUO)

Analyses microbiologiques :

- Identification de degré d'altération de levure par identification des coliformes totaux, les bactéries totales, levures sauvages et moisissures.

Chapitre II : Généralités sur la levure

La levure désigne originellement des **champignons unicellulaires** dont les plus célèbres sont **les saccharomyces cerevisiae** capable de provoquer la fermentation des matières animales et végétales.

1. Classement :

- Règne : Mycètes
- Embranchement : Champignons
- Classe : Saccharomycètes
- Ordre : Saccharomycétale

2. Structure :

- La levure prend la forme des cellules isolées, ovoïdes à arrondies, de longueur de 6 à 12 μm et de largeur de 6 à 8 μm
- Elles possèdent toute une membrane plasmique protégée des agressions extérieures par une paroi cellulaire. En tant qu'eucaryotes, elles sont pourvues d'un noyau clairement délimité et différents chromosomes. On y trouve des mitochondries permettant de fournir l'énergie à partir du dioxygène.

3. Reproduction :

Les levuriers mettent à profit deux modes de reproduction :

→ **Reproduction asexuée (bourgeonnement)** : les constituants de la cellule se divisent, pour former un bourgeon qui augmente progressivement le volume. Le noyau se divise et le noyau fils migre au bourgeon, qui en arrivant à maturité se détache.

- Ainsi d'une cellule initiale, il résulte deux cellules identiques, chacune génère d'autres cellules et ainsi de suite tant que la nourriture et les conditions du milieu restent satisfaisantes.

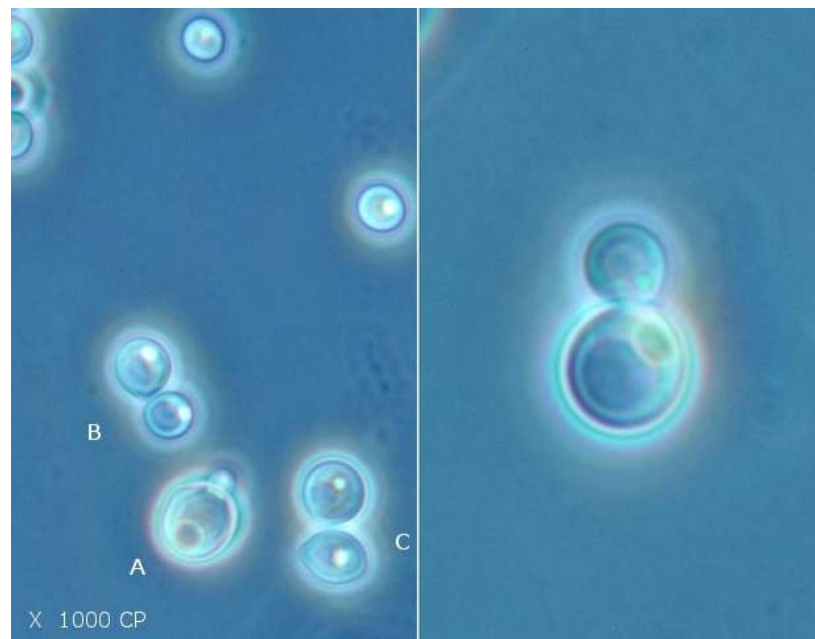
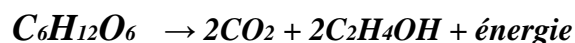


Figure1 : Schéma des étapes de reproduction asexuée
Chez les *saccharomyces cerevisiae*

→ **Reproduction sexuée (sporulation)** : dans d'autres conditions, les cellules forment des spores servant à la multiplication, lorsque les conditions redeviennent favorables, les spores fusionnent et reconstituent les cellules.

4. Fonctionnement :

→ **La fermentation** : est le phénomène découvert par Louis Pasteur, effectué sur une structure carbonée dans un milieu dépourvu de dioxygène. Dans un environnement anaérobie, ces germes peuvent survivre en décomposant les molécules de sucre présents dans la farine avec émission d'alcool éthylique, d'énergie sous forme de molécules d'adénosine triphosphate, et de dioxyde de carbone donnant la force à la levure de boulanger de faire lever la pâte à pain, le gaz cherche à s'échapper ce qui gonfle la structure de l'ensemble.



→ **La voie aérobie** : La levure respire et consomme une partie du sucre en produisant de l'eau et du gaz carbonique, cette voie est utilisée dans la fabrication industrielle en présence d'air dans les fermenteurs, les souches sont cultivées dans des milieux sucrés (mélasse)



5. Qualité nutritionnelle

«Le rôle des infiniment petits dans la nature est infiniment grand.» **Louis Pasteur**

Notamment il avait raison puisque la levure constitue la source naturelle de vitamine B (B1, B3, B6, B9), acides aminés, protéines et sels minéraux (calcium, fer, magnésium, zinc) essentielles pour le système nerveux et musculaire. Elle est utilisée aussi comme complément alimentaire pour les anémies.

Chapitre III : Procédé de fabrication

Dans une levurière on utilise la fermentation aérobie, la multiplication se fait par bourgeonnement, la durée totale de dédoublement est de 1H30 avec la production simultanée d'alcool.

Les matières premières utilisées sont :

- La mélasse ou canne à sucre, un coproduit sirupeux constituant la source principale du sucre, d'oligo-aliments et activateurs (vitamines)
- Urée $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ et le mono ammonium de phosphate $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$: Sources d'azote
- Phosphate de potassium KH_2PO_4 : source de phosphore
- L'air : source d'oxygène

1. Lesensemencements successifs :

A partir de la souche L₁₃ (levure sèche) et L₂₀ (levure fraîche) de *Saccharomyces cerevisiae* reçues du laboratoire central inclinés, la levure est d'abordensemencée dans un environnement stérile en tubes, puis n ballon Van Lear, puis Carlsberg puis une cuve de 800L avec agitation

L'inoculum est destiné à être propagé dans des cuves de tailles croissantes dans le but d'avoir l'espace suffisant pour l'incubation des cellules, avec l'ajout continu des sources nutritives.

2. La pré fermentation :

Destinée vers un pré fermenteur bien nettoyé avec la soude, contenant la mélasse, les sources de phosphore et d'azote où il est appliqué un contrôle strict de la pureté bactériologique des conditions de culture pour éviter toute contamination .Le pH est maintenu à 4 par ajout de l'acide sulfurique

3. La fermentation :

Avec les mêmes conditions alimentaires précédentes, elle s'effectue sous voie aérobie, par la production simultanée de CO₂, d'eau et d'alcool qui doit être éliminé en laissant la levure consommer toute la mélasse, lorsque celle-ci est épuisée la levure cherche une autre source de carbone qui est l'éthanol, et ça disparaît.

4. L'extraction de la levure mère :

Par centrifugation, la levure est séparée du mout délevuré (matière organique et minérale) accumulée dans le fermenteur. Cette opération est répétée plusieurs fois avec un lavage d'eau. La levure obtenue est la levure mère est stockée à une T°=4°C

5. Fermentation pour avoir la levure commerciale :

Chacun des six fermenteurs estensemencée par de la levure mère avec des proportions de mélasse de sels nutritifs et d'oxygène, avec des contrôles stricts de pH et température. Cette fermentation dure 16 heures.

6. Extraction :

Le mélange est de nouveau centrifugé et concentré obtenant ainsi la crème de levure de couleur blanc cassé.

7. Filtration :

A la sortie de centrifugeuse, la crème contient plus de 30% d'eau. Cette eau est éliminée par un tambour rotatif sous vide, contenant des trous recouverts d'une couche d'amidon permettant le passage des molécules d'eau, et empêchant la levure étalée sur le filtre, puis raclée par un couteau

La levure sèche est destinée au malaxage à l'aide des grilles formant des grains de tailles différentes

8. Séchage (levure sèche)

Doit s'effectuer sans détruire la structure interne de levure, et donc transférer vers un séchoir et par ajout de la soude la totalité d'eau est extraite sans pertes

9. Conditionnement et emballage :

Dans une boudineuse, la pâte est comprimée en barres qui, à leur tour, sont divisés en blocs de 500g avec la forme désirée puis emballés.

Pour la levure sèche on peut identifier deux types de produits :

-SPH (sphérules de panification hydratés) : de grande taille et séché pendant 30 minutes.

-SPI (sphérules de panification instantané) : de petite taille et séché pendant 5 minutes

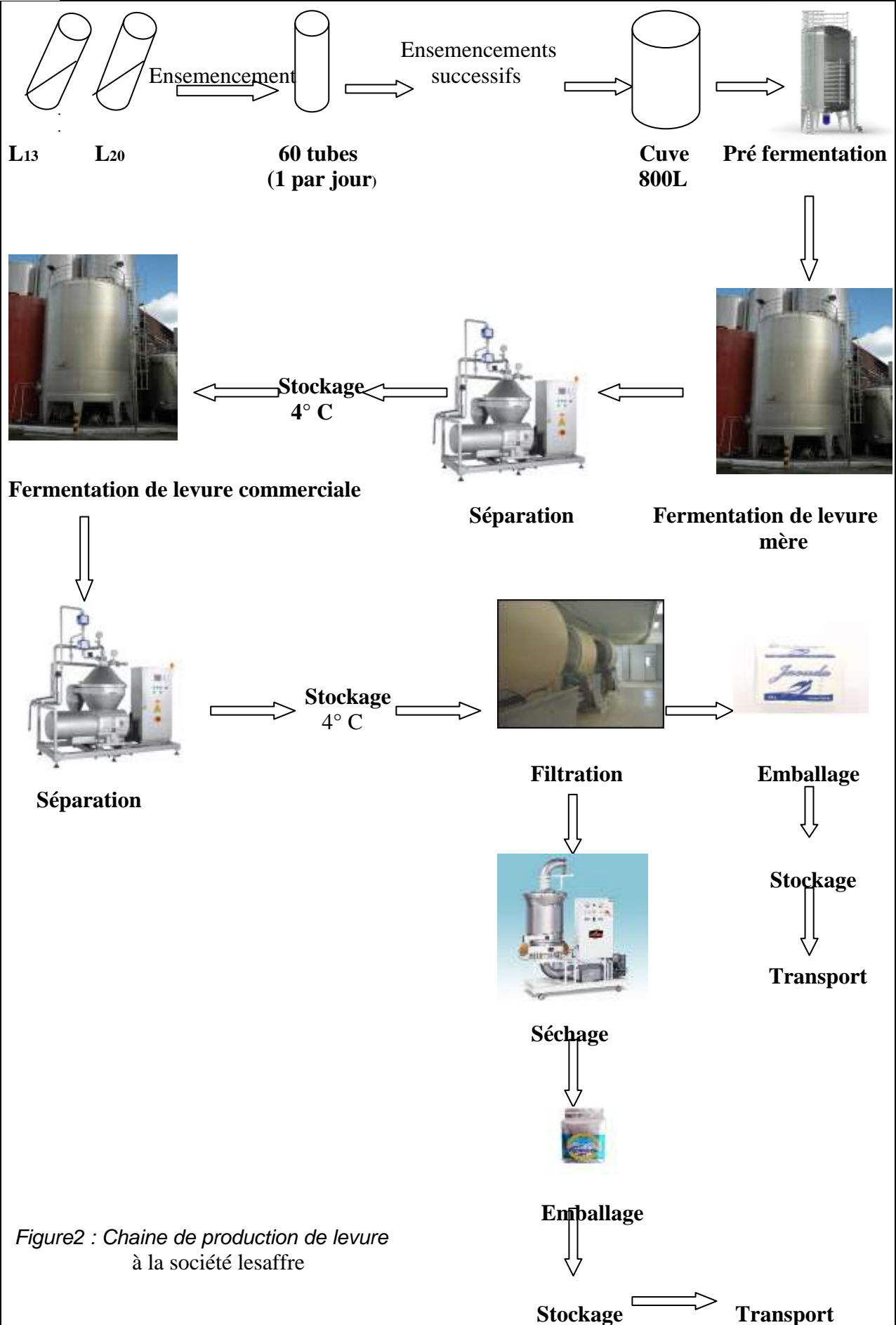


Figure2 : Chaine de production de levure à la société lesaffre

Chapitre IV : Le pré traitement de l'eau

La levure est un organisme mésophile qui croît à une température moyenne entre 20 et 30° C, ce qui n'est pas le cas pour la fermentation comme étant une réaction exothermique dégageant de la chaleur qui peut atteindre les 38° C, qui pourra détruire les cellules.

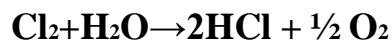
La société aura besoin d'un équipement qui pourra évacuer vers le milieu extérieur la chaleur des fermenteurs sans qu'il y ait une grande perte d'énergie ou une contamination de son produit.

Elle a commencé par la pulvérisation en extérieur des fermenteurs, mais ça n'a pas été efficace, puis elle a décidé d'installer des tours de refroidissement ouverts accompagnés des échangeurs sous le nom **α Laval 1, α Laval 2, α Laval 3 et α Laval 4**

On utilise l'eau potable, lors de son arrivée il nécessite plusieurs phases de traitement avant d'être propre au processus de refroidissement, consistants à éliminer toutes traces de tartre et calcaires pourront emboucher les circuits, élever la température et donc gêner la chaîne de production.

1. La microfiltration :

Par passage dans un filtre de 25 μ m de diamètre piégeant les résidus et d'autres particules, puis vers un **filtre à charbon** qui a un rôle destructeur de chlore, d'absorption des matières organiques et bactéries et filtration.



Un **filtre de 10 μ m** pour les poussières lourdes et spores de plantes, puis de **1 μ m** pour les poussières légères.

2. La régulation de pH :

A l'aide d'un régulateur, contrôlant automatiquement le pH, lorsque une sonde détecte un niveau incorrect, le pH est autorégulé par injection du produit sous réserve pH+ ou pH- à l'aide d'une pompe doseuse.

3. L'osmose inverse :

En exerçant une pression supérieure à la pression osmotique, l'eau va passer à travers une membrane semi perméable de la solution la plus concentrée à la moins concentrée par phénomène d'osmose inverse.

Le concentrât chargé en soluté (sels, matières organique) est rejetée, le permeat qui a traversé la membrane est collectée dans un tube central et recueillie à la sortie de la membrane.

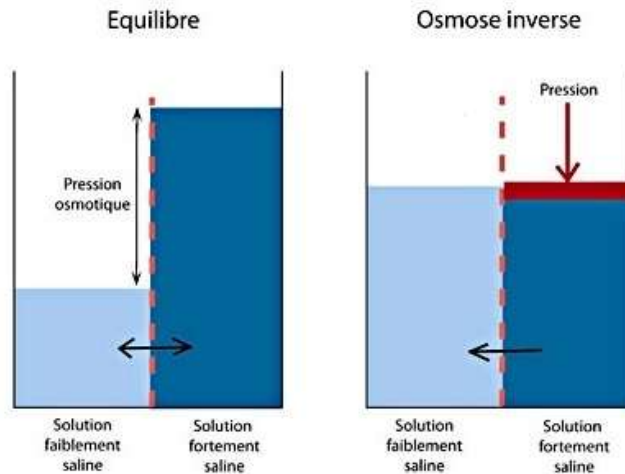


Figure3: Représentation du phénomène d'osmose inverse

4. L'adoucissement :

Utilisant une résine échangeuse d'ions, le principe consiste à permuter les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} par les ions Na^+ liés à la résine .Chaque ion va chasser deux ions Na^+

L'opération va se poursuivre jusqu'à ce qu'elle devient saturée et doit être régénérée.

→**Régénération** : effectuée à l'aide de la saumure (NaCl).Les ions Na^+ vont se fixer sur la résine, tandis que Cl^- entraineront vers l'égout les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} , ainsi les ions Na^+ sont de nouveau remis en place sur la résine.

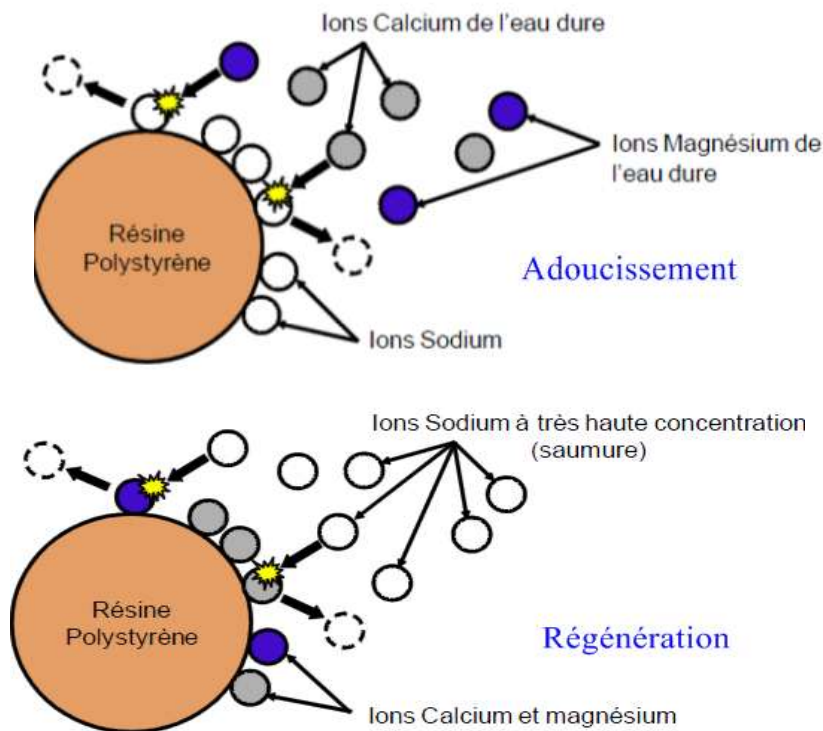


Figure4 : Schéma de l'adoucissement et de régénération de l'adoucisseur

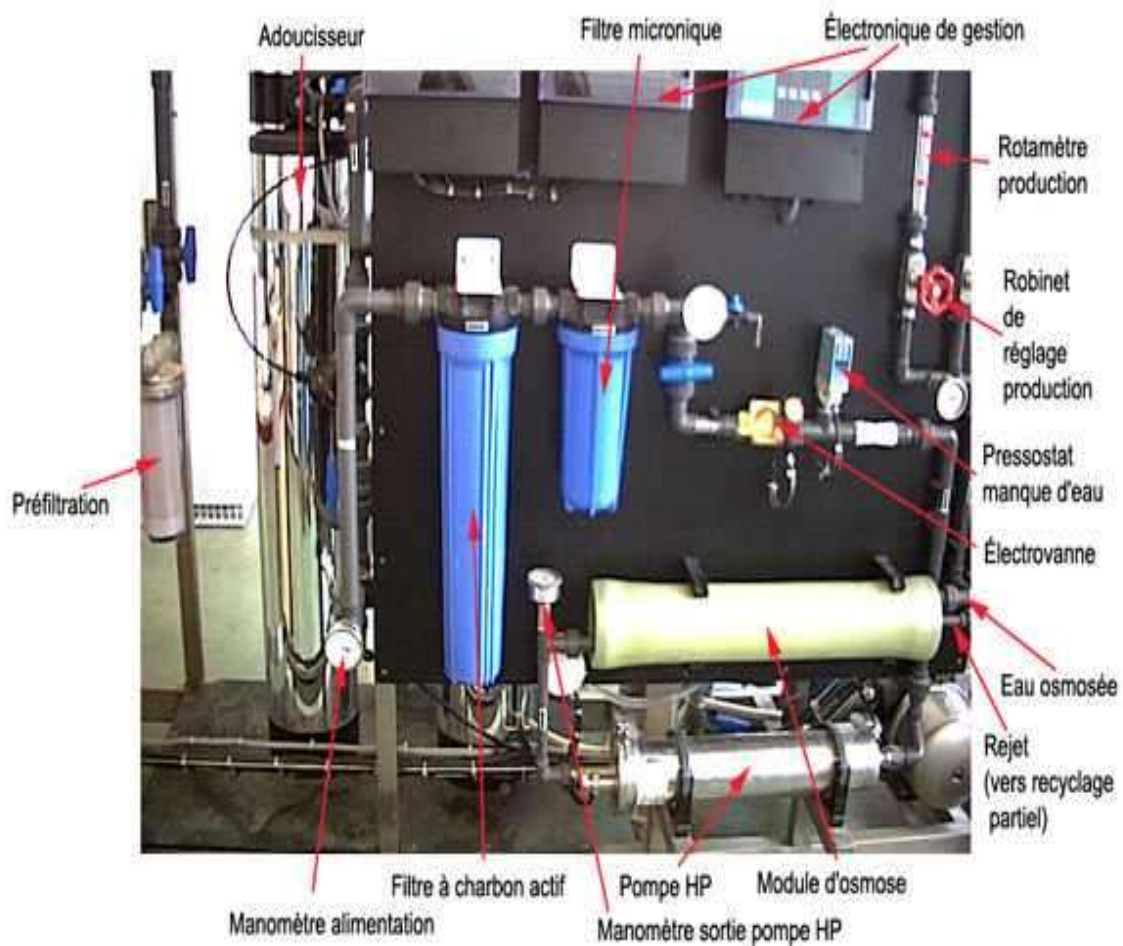


Figure 5 : Schéma des étapes de prétraitement de l'eau potable

Chapitre V : Les tours de refroidissement

Introduction

Dans une installation de refroidissement on trouve :

- Les appareils au travers desquels les calories sont transférées d'un procédé à refroidir à l'eau (condenseurs, échangeur, réfrigérant de fluide)
- La ou les tours de refroidissement qui permettent l'élimination des calories transférées à l'eau par contact direct avec l'air. Il existe différents types de tours de refroidissement classées selon le mode de circulation de l'eau.
- Les canalisations qui amènent l'eau chaude de l'appareil transférant les calories vers la tour de refroidissement et les canalisations qui renvoient l'eau refroidie du bac de la tour vers le procédé à refroidir, l'ensemble constituant le circuit de refroidissement.
- Les équipements divers dans lesquels circule l'eau : les pompes, les électrovannes, le matériel de secours....

1. Les tours de refroidissement :

Le tour de refroidissement ou le tour aëroréfrigérant ou tout simplement le RAT est basé sur le processus par lequel on prélève la chaleur de l'eau en le mettant en contact avec l'air ambiant, de cette manière il est possible de le refroidir à une température plus basse que l'ambiante donnant un échappement de la vapeur d'eau en haut de Baltimore.

2. Le tour de refroidissement à circuit ouvert :

L'eau de refroidissement réchauffé qui sort de l'échangeur à plaques, est amenée par une tuyauterie au sommet de l'appareil où des répartiteurs distribuant l'eau sur les surfaces de ruissèlement (nie d'abeille), et le dispersant pour avoir la plus grande quantité de gouttelettes refroidies.

L'eau tombé à travers les surfaces est refroidit par contact direct avec l'air pulsé à contre courant par les ventilateurs, cet air se réchauffe et se sature et par action de densité s'échappe par la partie supérieure du tour sous forme de vapeur, l'eau refroidit est collecté dans le bassin, et ensuit envoyé par la pompe de circulation vers l'échangeur où elle va refroidir le moût.

Le bassin est toujours alimenté par l'eau potable puisque le volume d'eau adouci reste insuffisant.

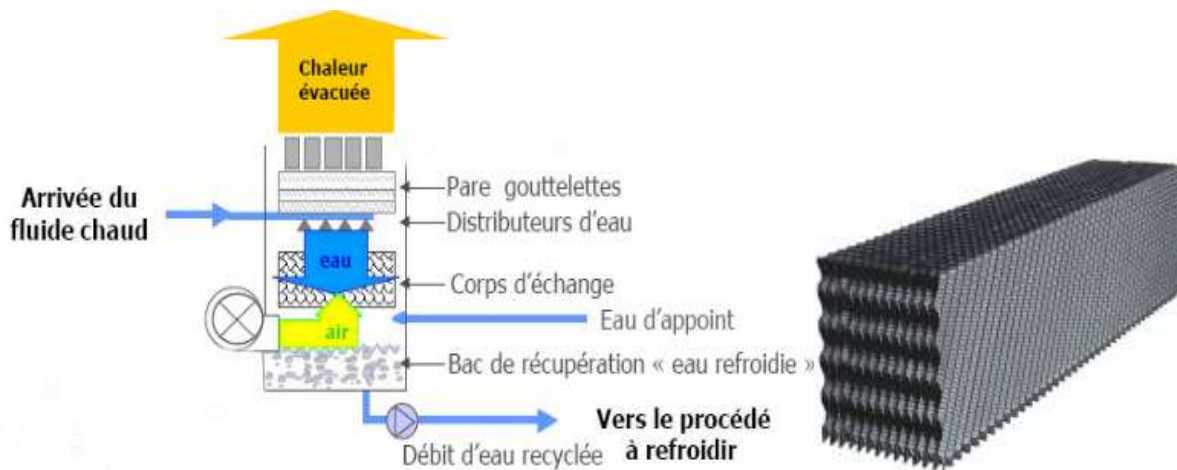
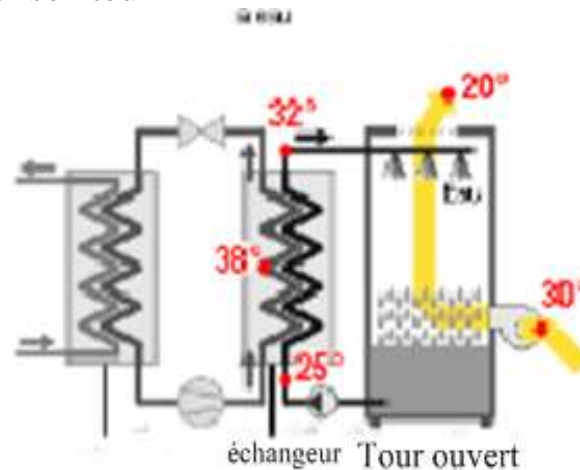


Figure6 : Schéma des composants d'un tour de refroidissement ouvert

L'eau traversant le tour refroidit à 25°C , est aspiré par une pompe à partir du bassin, et en effectuant un échange thermique avec le moût chaud provenant du fermenteur à 38°C , gagne de la chaleur et devient à 32°C et puis retombe au bassin pour répéter son tour



4. Les particularités d'un RAT ouvert :

- Economie d'énergie
- Niveau sonore moyen selon le type des ventilateurs
- Dispersion des gouttelettes pour une bonne réfrigération.
- Facilité de lavage
- Risque d'altération du moût faible

Remarque : Le risque d'attaque par les bactéries est élevé car le tour est disposé à l'air libre mais ça reste fiable puisque il n'y a aucun contact entre l'eau et le moût.

3. L'échange thermique :

Pour augmenter l'échange, la société dispose d'un échangeur méthodique fonctionnant à contre courant d'où l'efficacité d'échange est inférieure à celle d'un échangeur anti méthodique, car la température de sortie du moût devient plus proche de la température d'entrée de l'eau

Il constitue un quadripôle thermique : deux entrées et deux sorties, les plaques successives sont déposés à tour de rôles .Les fluides circulent parallèlement par alternance, sans être mélangés.

La chaleur du moût à refroidir est échangé avec l'eau de refroidissement du côté tour, l'eau chaude est renvoyée à nouveau vers le circuit et le moût froid vers les fermenteurs.

L'avantage de ce type d'échangeurs c'est qu'il est :

- Moins couteux et facilement adaptable par ajout ou rejet de plaques.
- La surface en contact avec l'extérieur est réduite en minimum ce qui permet de limiter les pertes thermiques
- l'espace entre les plaques où circulent fluides est étroit qui permet un excellent transfert de chaleur

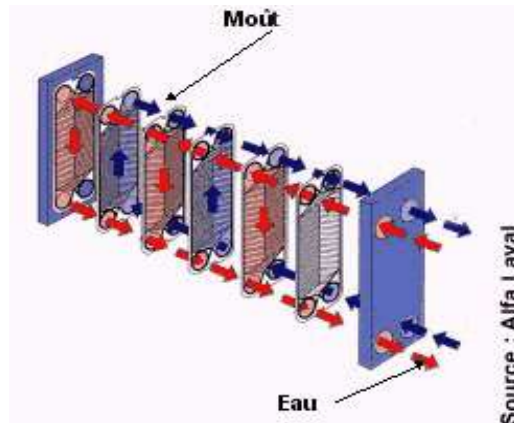


Figure7 : Schéma de fonctionnement d'un échangeur thermique méthodique

- Le moût chaud se refroidit : $T_{\text{entrée}} > T_{\text{sortie}}$ d'où $T_{\text{entrée}} - T_{\text{sortie}} > 0$

- l'eau froid se réchauffe : $t_{\text{entrée}} < t_{\text{sortie}}$ d'où $t_{\text{sortie}} - t_{\text{entrée}} > 0$

En additionnant les deux inégalités :

$$T_{\text{entrée}} - T_{\text{sortie}} + t_{\text{sortie}} - t_{\text{entrée}} > 0 \quad T_{\text{sortie}} - t_{\text{sortie}} < T_{\text{entrée}} - t_{\text{entrée}}$$

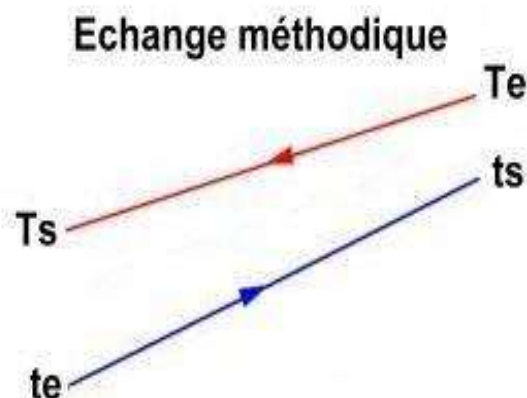


Figure8 : Les échanges de chaleur entre le moût et l'eau de refroidissement

5. Les pompes volumétriques :

Elle permet d'aspirer et refouler, mais à débit constant, caractérisée par la proportionnalité entre le débit et la vitesse de rotation quelque soit la pression exercée

On distingue deux types de pompes volumétriques :

- Les pompes alternatives
- Les pompes rotatives

La pompe alternative :

Elle constitue l'un des plus anciens types et les plus répandues, comme son nom indique les variations de volumes occasionnées par le déplacement d'un piston dans un cylindre. Ces machines ont donc un fonctionnement alternatif et nécessite un jeu de clapets tantôt l'aspiration dans le cylindre tantôt le refoulement.

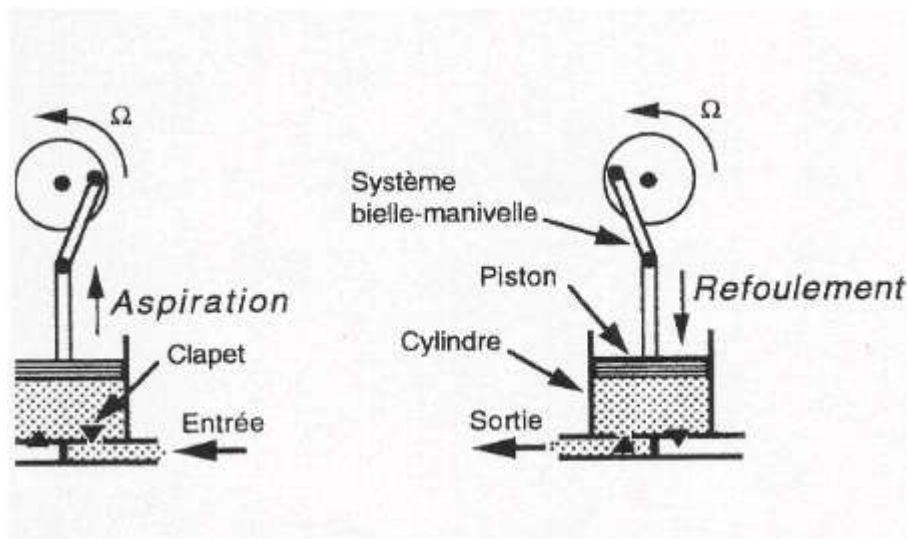


Figure9 : Schéma de fonctionnement d'une pompe alternative

La pompe rotative :

La pompe contient deux rotors tournent en roulant l'un sur l'autre, sans glisser pour éviter les frottements et déplacent un volume de fluide

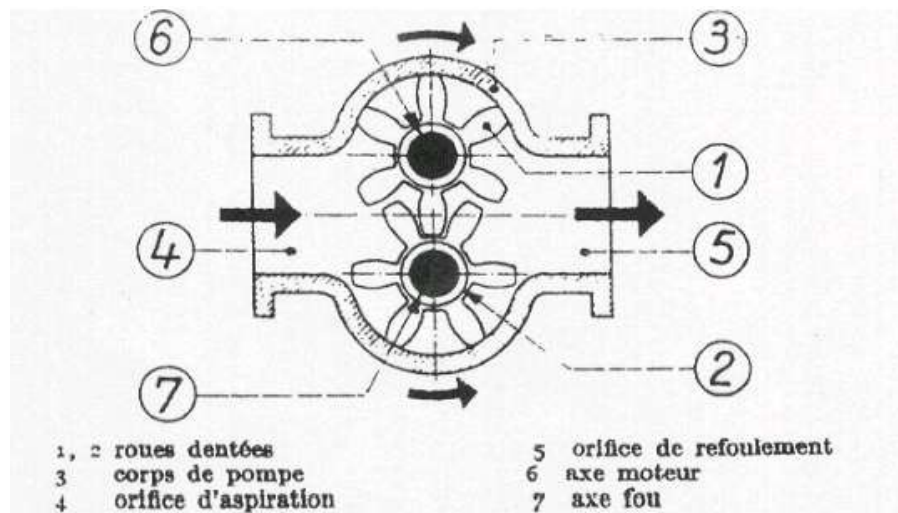


Figure10 : Schéma de fonctionnement d'une pompe rotative

6. Particularités des pompes volumétriques :

- Construction robuste
- Possibilité de pompage des liquides très visqueux
- Obtention de faibles débits faciles à calculer
- Impossibilité de circulation des liquides trop chargés
- Prix d'achat et d'entretien élevé

7. Traitement des tours :

Des gros problèmes pour la production peuvent apparaître si ces tours n'atteignent pas leur puissance et pour que la fiabilité soit optimale, il faut prévoir un entretien et des traitements réguliers pourront éliminer tout risque de bouchage, de corrosion et de légionellose.

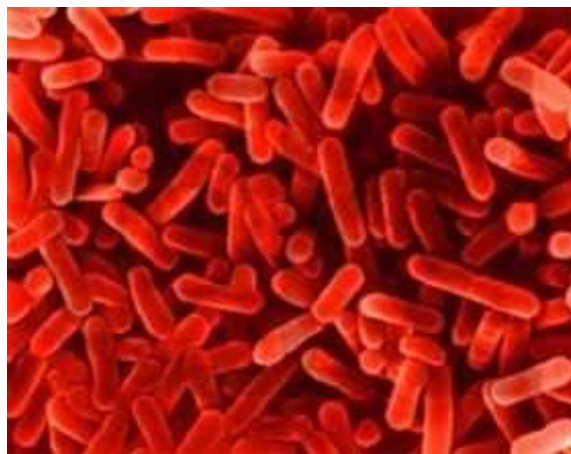
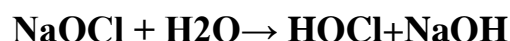


Figure11 : Image microscopique de film de légionelle

→**Gestion de taux de concentration** : par ajout de l'eau de javel qui est un désinfectant à caractère basique efficace contre certains bactéries et champignons, que la légionelle ne peut construire aucune résistance contre lui.



→**Traitement anti tartre anti corrosion** : par un pré traitement par l'adoucisseur puis par injection des **inhibiteurs** qui ont un pouvoir détartrant et détergent élevé

attaquant ou complexant les métaux, puisque la corrosion libère des ions ferreux utilisés par la légionelle pour sa croissance.

→ **Traitement bactéricide et anti légionelle** : par injection des produits **biocides** pour les bactéries qui ont une résistance à l'eau de javel, suite à leurs pouvoir désinfectant dépassant tous les autres traitements chimiques.

Chapitre VI: Analyses Physico-chimiques

1. pH :

C'est le potentiel Hydrogène mesurant l'activité chimique des protons H⁺, indiquant l'acidité ou la basicité d'une solution à l'aide d'un pH-mètre

Normes :

Ph < 7 : Milieu acide

Ph = 7 : Milieu neutre ph > 7 : Milieu basique

2. Conductivité :

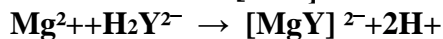
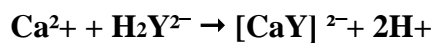
Indiquée comme labilité ou la puissance à conduire ou transmettre le courant électrique, indiqué en mS/cm ou µS/cm, mesuré à l'aide d'un conductimètre

3. THT :

C'est le Titre Hydrotimétrique Total, indiquant la minéralisation de l'eau, due aux calciums et magnésium.

Elle est exprimée en (mg/l) de CaCO₃, MgCO₃ ou en degré français (°f)

On l'obtient par dosage de l'eau par l'EDTA (N/50) en ajoutant le noir eriochrome donnant une coloration violette puis bleue à la fin de titrage.



Mode opératoire :

10ml de l'échantillon + 90 ml de l'eau distillé + noir eriochrome + 5ml de NaOH (solution tampon à ph=10)



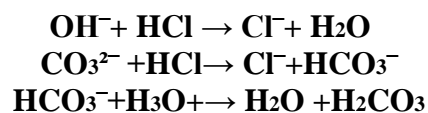
$$\text{THT} = V (\text{tombé}) \times 10$$

Normes :

- 0 à 7 : eau très douce
- 7 à 15 : eau douce
- 15 à 30 : eau plutôt dure
- 30 à 40 : eau dure
- + 40 : eau trop dure

4. TAC :

C'est le Titre Alcalimétrique Complet indiquant la concentration en bicarbonates, carbonates et hydroxydes selon les réactions :



Elle est aussi exprimée en degré français

On l'obtient par dosage de l'eau par HCl (N/10) en ajoutant l'orange de méthyle donnant une coloration orange foncée à la fin du dosage

Mode opératoire :

50 ml de l'échantillon + orange de méthyle



$$\text{TAC} = V (\text{tombé}) \times 10$$

5. Dosage de Chlorure :

On obtient la concentration du chlorure en dosant les ions Cl^- par AgNO_3 (N/100) en ajoutant le chromate de potassium donnant une coloration jaune puis un précipité blanc à la fin du dosage



Mode opératoire:

5ml de l'échantillon + 45ml de l'eau distillé+ chromate de potassium



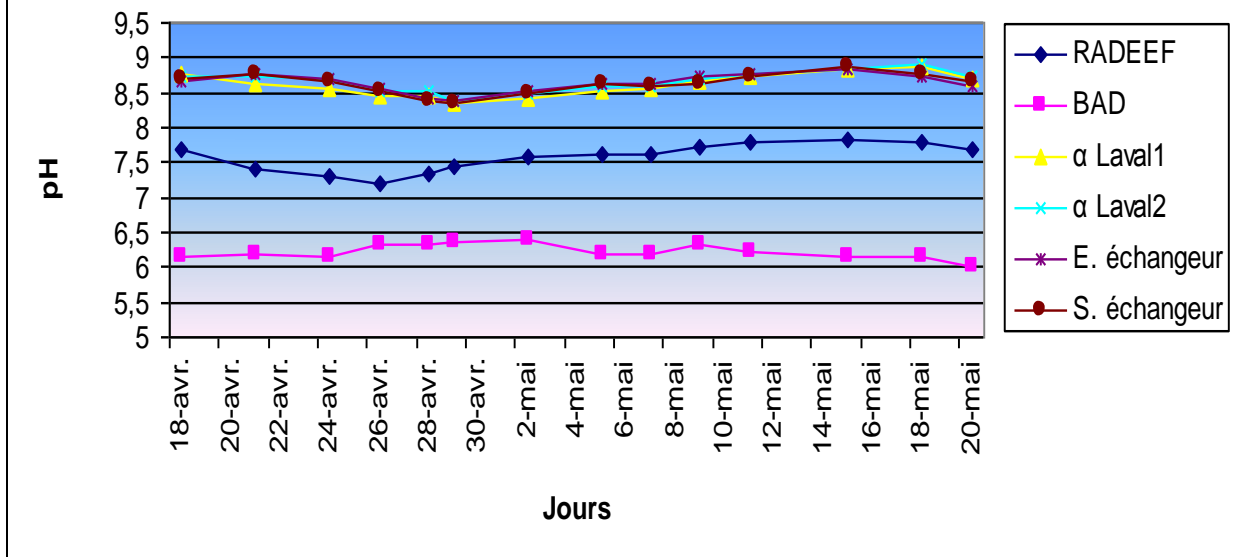
$$[\text{Cl}^-] = V (\text{tombé}) \times 35 \times 10^{-2} / V (\text{échantillon})$$

Chapitre VII : Résultats et interprétations

pH :

<i>Source Date</i>	<i>RADEEF</i>	<i>BAD</i>	<i>a Laval1</i>	<i>A Laval2</i>	<i>E. échangeur</i>	<i>S. échangeur</i>
18-Avr	7,67	6,15	8,77	8,75	8,67	8,71
21-Avr	7,41	6,18	8,62	8,72	8,77	8,76
24-Avr	7,3	6,15	8,57	8,69	8,7	8,66
26-Avr	7,2	6,33	8,46	8,54	8,56	8,52
28-Avr	7,32	6,33	8,46	8,54	8,42	8,4
29-Avr	7,45	6,36	8,36	8,37	8,39	8,36
02-Mai	7,58	6,39	8,43	8,48	8,51	8,5
05-Mai	7,6	6,2	8,51	8,6	8,64	8,64
07-Mai	7,62	6,2	8,55	8,6	8,64	8,61
09-Mai	7,73	6,32	8,66	8,69	8,72	8,62
11-Mai	7,78	6,23	8,74	8,77	8,78	8,74
15-Mai	7,84	6,15	8,82	8,85	8,85	8,87
18-mai	7,78	6,15	8,86	8,91	8,72	8,77
20-mai	7,69	6	8,69	8,72	8,6	8,68
<i>Max</i>	7,84	6,39	8,86	8,91	8,85	8,87
<i>Min</i>	7,2	6	8,36	8,37	8,39	8,36
<i>Moyenne</i>	7,5692857	6,2242857	8,6071428	8,6592857	8,6407142	8,6314285

Figure12: Représentation graphique des résultats de variations de pH obtenus



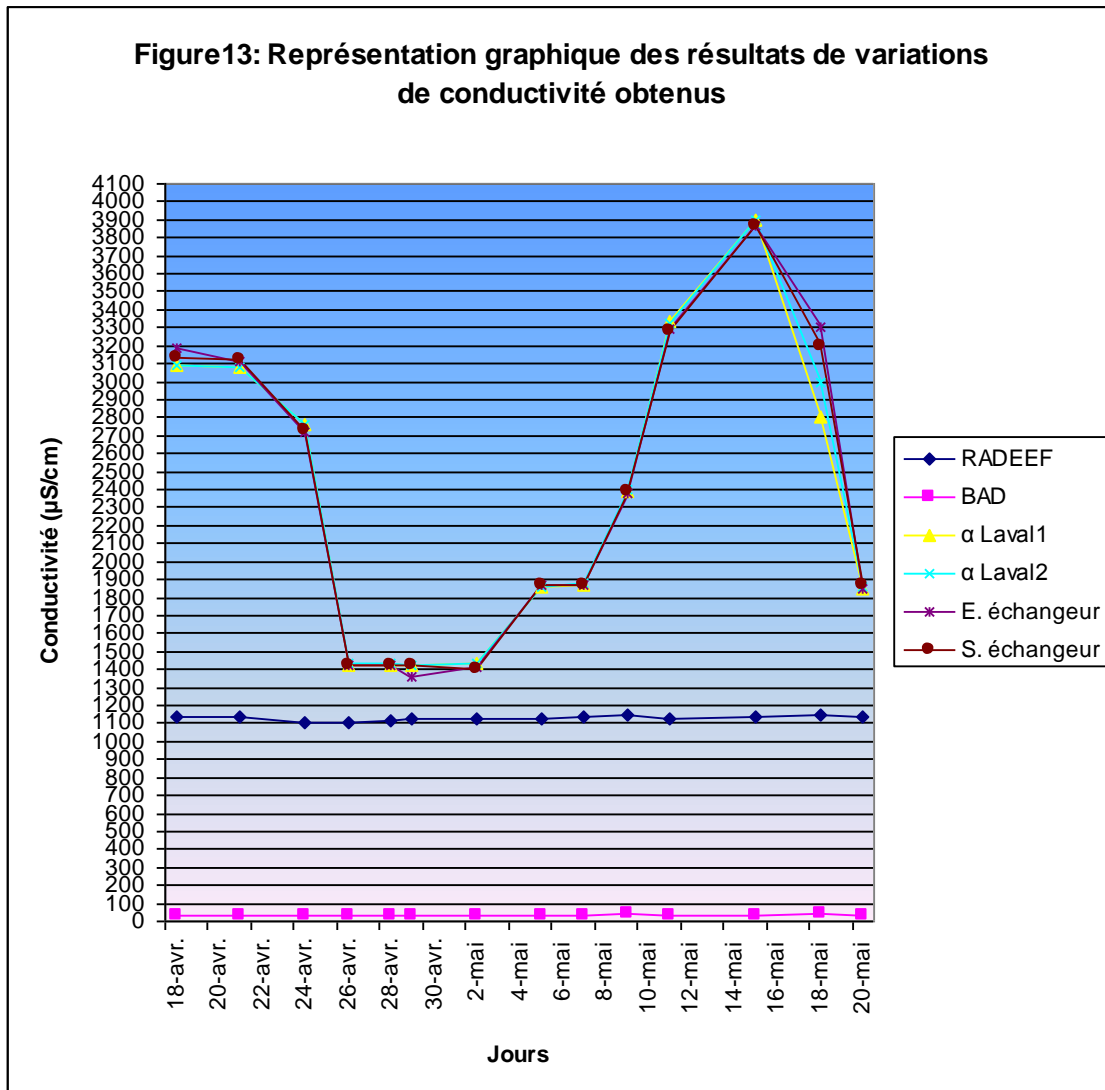
Interprétation :

Le graphe représente la variation de pH durant la période d’analyse. On reçoit l’eau potable avec un pH irrégulier aux alentours de 7, où intervient le régulateur à le neutraliser pour qu’il soit collecté dans un bac avec une valeur de 6. Son volume reste insuffisant, et donc mélangé encore avec l’eau potable, pour alimenter les bassins α Laval, et par effet de l’eau de javel, le pH augmente aux environs de 8 durant tout le circuit tour-échangeurs.

Conductivité :

Source Date	RADEEF	BAD	α Laval1	α Laval2	E. échangeur	S. échangeur
18-Avr	1136	31	3090	3091	3190	3130
21-Avr	1133	30	3080	3080	3110	3120
24-Avr	1107	28,4	2760	2760	2720	2730
26-Avr	1102	29,7	1419	1429	1426	1426
28-Avr	1115	29,7	1419	1429	1426	1426
29-Avr	1131	27,2	1426	1420	1360	1420
02-Mai	1128	29,6	1429	1439	1410	1407
05-Mai	1125	29,7	1860	1864	1868	1869
07-Mai	1132	33,4	1868	1875	1866	1872
09-Mai	1144	39,3	2390	2400	2380	2390
11-Mai	1126	36,9	3330	3320	3290	3280
15-Mai	1137	35,1	3900	3900	3870	3870
18-Mai	1144	37,9	2800	3000	3300	3200

20-Mai	1139	33,3	1852	1854	1853	1873
Max	1144	37,9	3900	3900	3870	3870
Min	1102	27,2	1419	1420	1360	1407
Moyenne	1128,5	32,22857	2330,2142	2347,2142	2362,0714	2358,0714



Interprétation :

Avec le même trajet, l'eau potable arrive avec une conductivité élevée de 1100µs/cm, et par passage par le processus de pré traitement, sa valeur connaît une réduction jusqu'à 32 µs/cm.

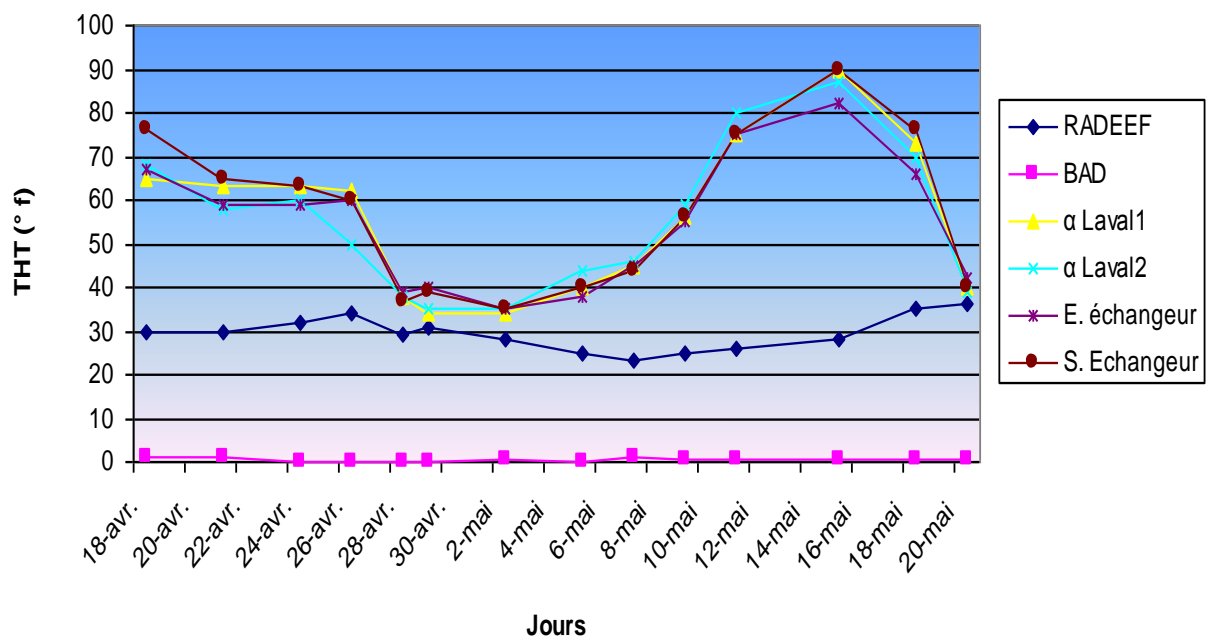
Collecté avec l'eau de RADEEF, on atteint une valeur maximale de 3000 µs/cm en circuit α Laval-échangeurs à cause des charges ioniques contenues dans l'eau, d'évaporation suite à sa circulation continue.

On constate des périodes d'augmentation et diminutions progressives : par réception d'un signal sur une valeur anormale, elle se règle automatiquement par un simple vidange, puis ajout d'un nouveau volume d'eau à conductivité basse et ainsi de suite.

THT :

Source Date	RADEEF	BAD	α Laval1	A Laval2	E. échangeur	S. Echangeur
18-Avr	30	1	65	68	67	76
21-Avr	30	1,2	63,5	58	59	65
24-Avr	32	0	63	60	59	63
26-Avr	34	0,2	62	50	60	60
28-Avr	29	0	38	38	39	37
29-Avr	31	0	34	35	40	39
02-Mai	28	0,6	34	35	35	35
05-Mai	25	0,2	40	44	38	40
07-Mai	23	1,2	45	46	45	44
09-Mai	25	0,6	56	59	55	56
11-Mai	26	0,6	75	80	75	75
15-Mai	28	0,8	90	87	82	90
18-mai	35	0,6	73	70	66	76
20-mai	36	0,6	40	39	42	40
Max	36	1,2	90	88	80	90
Min	23	0	34	35	35	25
Moyenne	29,428571	0,5428571	55,607142	56,714285	54,285714	56,142857

Figure14: Représentation graphique des résultats de THT obtenus



Interprétation :

L'eau de la RADEEF est considéré comme plutôt dure avec une valeur de 30° f, puis par passage en adoucisseur les ions calcium et magnésium sont captés, ce qui le rend très douce à 0,50° f.

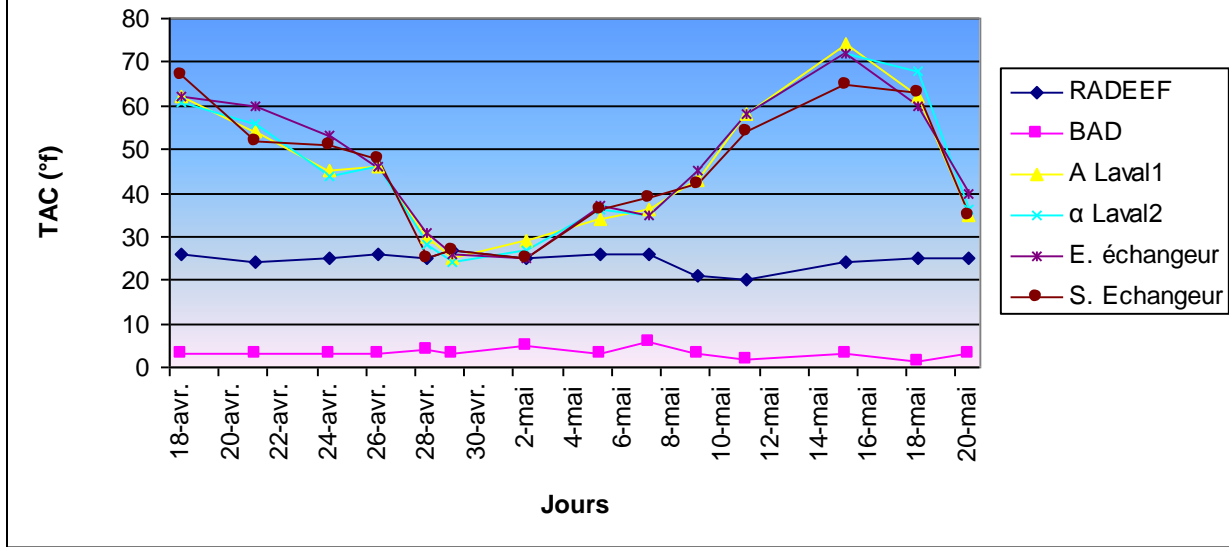
Collecté avec l'eau potable, il redevient encore plus dur aux environs de 55° f en α Laval-échangeurs, à cause de la présence des matières organiques dissoutes, et traces de tartres et corrosion.

Les variations sont proportionnelles à celles de conductivité, et donc les augmentations reviennent à la capture des charges ioniques des eaux suite aux circulations successives.

TAC :

<i>Source Date</i>	<i>RADEEF</i>	<i>BAD</i>	<i>A Laval1</i>	<i>A Laval2</i>	<i>E. échangeur</i>	<i>S. Echangeur</i>
18-Avr	26	3	62	61	62	67
21-Avr	24	3	54	56	60	52
24-Avr	25	3	45	44	53	51
26-Avr	26	3	46	46	46	48
28-Avr	25	4	30	28	31	25
29-Avr	27	3	25	24	26	27
02-Mai	25	5	29	27	25	25
05-Mai	26	3	34	36	37	36
07-Mai	26	6	36	35	35	39
09-Mai	21	3	43	45	45	42
11-Mai	20	1,6	58	58	58	54
15-Mai	24	3	74	72	72	65
18-mai	25	1,5	62	68	60	63
20-mai	25	3	35	36	40	35
Max	27	6	74	72	72	67
Min	20	1,5	25	24	25	25
Moyenne	24,642857	3,2214285	45,214285	45,428571	46,428571	44,928571

Figure15: Représentation graphique des résultats de variations de TAC obtenus



Interprétation :

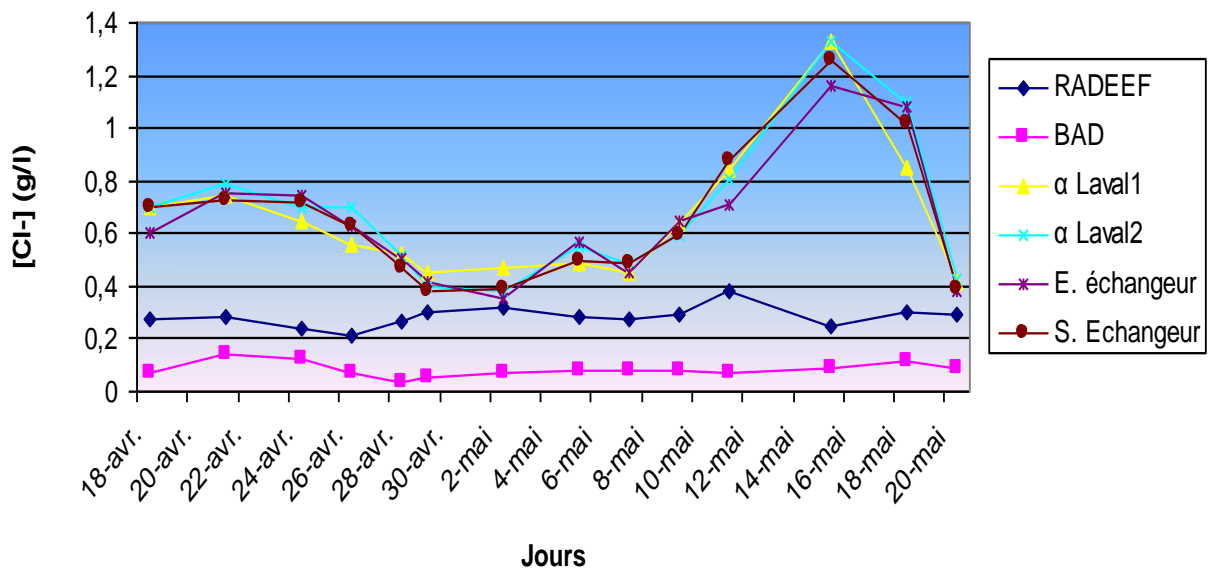
Du même trajet, l'eau potable arrive avec une concentration d'environ 24° f , réduite par effet d'osmose inverse éliminant les hautes concentrations à 3° f, puis collecté dans le bac d'eau adouci, pour qu'il soit destiné à l'alimentation des bassins que sa concentration s'élève de nouveau aux environs des 45° f. Cette augmentation revient à l'évaporation continue de l'eau lors du refroidissement, les corrosions et tartres. L'effet de chargement et déchargement est toujours présent.

Dosage des chlorures :

Source Date	RADEEF	BAD	α Laval1	α Laval2	E. échangeur	S. Echangeur
18-Avr	0,273	0,07	0,7	0,7	0,6	0,7
21-Avr	0,28	0,14	0,74	0,791	0,756	0,728
24-Avr	0,24	0,12	0,65	0,7	0,740	0,715
26-Avr	0,21	0,07	0,56	0,7	0,63	0,63
28-Avr	0,266	0,035	0,525	0,51	0,504	0,47
29-Avr	0,3	0,050	0,45	0,397	0,42	0,38
02-Mai	0,315	0,07	0,47	0,385	0,357	0,392
05-Mai	0,28	0,084	0,49	0,55	0,57	0,5
07-Mai	0,273	0,084	0,455	0,49	0,455	0,49
09-Mai	0,294	0,084	0,637	0,595	0,651	0,59
11-Mai	0,385	0,07	0,84	0,805	0,71	0,875
15-Mai	0,245	0,092	1,33	1,33	1,16	1,26

18-mai	0,301	0,112	0,854	1,099	1,078	1,015
20-mai	0,294	0,091	0,42	0,427	0,378	0,392
Max	0,385	0,14	1,33	1,33	1,16	1,26
Min	0,21	0,035	0,42	0,385	0,357	0,38
Moyenne	0,28257142	0,083714286	0,6515	0,677071429	0,6435	0,652642857

Figure16 : Représentation graphique des résultats de concentration en chlorure obtenus



Interprétation :

L'eau de la RADEEF a un taux de chlorure élevé de 0,3 g/l , réduit par le charbon actif vers 0,08 g/l ,envoyé vers le BAD pour alimenter les α Laval.

Par la même raison signalé précédemment, et aussi par ajout d'une quantité d'eau chloré ça tend vers les 0,65g/l.

L'élimination au début de filtration puis l'ajout brutale de chlore nécessaire pour le désinfection, a une vraie raison ce n'est que pour protéger les filtres qui peuvent être détruites.

Conclusion :

D'une manière générale, le travail qui m'a incombé durant mon projet, s'est articulé autour du fonctionnement technique d'un tour de refroidissement ouvert, avec ce qui lui entoure de variations de paramètres physico-chimiques.

J'ai aussi pu me rendre compte que la réalisation technique ne constitue pas l'étape la plus importante d'un projet. Cibler les différents objectifs, valider une à une chacune des techniques, aller loin dans l'analyse, toutes ces étapes font parti des éléments clés du déroulement d'un grand projet.

L'expérience au sein d'un cadre industriel, nous a été bénéfique. Ce stage nous a permis de nous familiariser la vie professionnelle, d'exploiter des notions fondamentales dans l'orienté objet, et d'approfondir nos connaissances théoriques, acquises à la faculté des sciences et techniques.

Webographie :

www.lesaffre.com

www.lesnouvellesdelaboulangerie.com

www.lesaffrehumancare.fr

www.toutsurlalevure.fr

www.forums.futura-sciences.com

www.abmauri.fr