



Licence science et technique (LST) :
Biotechnologie hygiène et sécurité des aliments

PROJET DE FIN D'ETUDES :

2009-2010

Suivi de la concentration de chlorure de sodium dans toutes les étapes de production de la levure pressé

Encadré par :

- _ Dr. Jamila AL FIGUIGUI
- _ Mr. Ali BENNANI

Présenté par :

- _ siham TALLAKI

Soutenu le 15 Juin 2010 devant le jury :

- _ Dr. Jamila AL FIGUIGUI
- _ Mr. Ali BENNANI

Alaoui Belgiti

Avant propos

**Ce travail a été réalisé à la société *LESAFFRE MAROC* de Fès ;
et plus précisément au laboratoire des analyses physico-
chimiques dans le cadre de la réalisation du projet de fin
d'études à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.**

DEDICACES

Je dédie cet humble travail à toutes les personnes qui me sont très chères

A mes très chers parents :

En témoignage de mon amour, mon affection et mon bien être .je leur présente mon travail si modeste, mais qui sera certes à mes premiers pas pour les remercier pour leur grand effort

Puisse dieu le tout puissant leur prêter bonne santé et longue vie

A mes chères sœurs et frères :

Vous qui êtes à mes cotés, pour partager mes joies. Je vous souhaite une vie comblée de bonheur

A ma famille :

TALLAKI, je vous prie de trouver dans ce travail, le témoignage de mon affection

A mes collègues :

A toute la promotion LST biotechnologie, hygiène et sécurité des aliments, je vous souhaite un bon courage dans votre vie personnelle et professionnelle

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, louange à DIEU qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes.

Que tous ceux qui ont contribué à rendre mon stage à LESAFFRE MAROC aussi agréable que fructueux daignent de recevoir mes vifs remerciements et accepter l'expression de ma gratitude et mon profond respect.

Que ceux qui ont œuvré à la mise sur pied de ce stage veuillent bien croire à mon estime et à ma reconnaissance.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance et mes très vifs remerciements à :

- Mon encadrant Dr **Jamila ALFIGUIGUI** qui m'a accordée de son temps précieux pour faciliter le bon déroulement de mon stage. Je la remercie d'avantage de m'avoir fait confiance pour mener à bien ce travail.
- Mr le Directeur de la société **LESAFFRE MAROC** de m'avoir accepté comme stagiaire
- Mes plus vifs remerciements à **Mr. A. BENNANI** chef du laboratoire, pour son accueil dans le laboratoire pour ses qualités humaines et professionnelles, pour sa disponibilité, et pour la confiance qu'il m'a accordé. Merci pour les nombreuses discussions et les conseils précieux qu'il m'a prodigués tout au long de ce stage.
- Tout le personnel de la société **LESAFFRE MAROC** avec qui m'a eu le plaisir de travailler, je cite spécialement **Mr. A. BOUKADIDA** de m'avoir consacré de son temps avec beaucoup de sympathie
- A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.



Sommaire

Résumé	7
Introduction générale.....	8
1^{er} partie : Présentation du lieu de stage	10
I) Présentation du groupe LESAFFRE.....	11
1) Historique du groupe LESAFFRE.....	11
2) Historique de la société ODERS.....	12
II) organisation du lieu de stage	13
2^{eme} partie : Revue bibliographique.....	16
I) la levure	17
II) SACCHAROMYCES CEREVISIAE.....	17
1) Définition.....	17
2) Taxonomie.....	18
3) Caractéristiques <i>structurales</i>	19
4) <i>Modes de reproduction</i>	20
5) <i>Conditions de croissance</i>	21
6) <i>Types de levure</i>	21
7) <i>Fermentations</i>	22
III) Etapes de production de la levure	22
1) Ensemencement	22
2) Pré fermentation.....	23
3) Fermentation	23
4) Séparation	23
5) Stockage de la crème.....	23
6) Filtration.....	23
7) Emballage	25
IV) Na Cl et phénomène d'osmose.....	27
1) Présentation de la molécule.....	28
2) Cycle de Na Cl dans la Production de la levure	28
3) Rôle de Na Cl dans la production la Levure	30
4) Phénomène d'osmose	30
3eme Partie : matériels et méthodes	32
I) Chlorure de Sodium.....	33
1) Typologie.....	33
2) Origine	33
3) Utilisation	33
4) Préparations	33
5) Désinfection	33
II) Tests Effectuées.....	34

1) Technique De Dosage.....	34
2) Conductivité.....	35
3) Détermination de la matière sèche	36
4) Cellules Mortes.....	37
5) Absorbance	38
6) couleur	39

4eme partie: Résultats et discussions.....41

I) Suivi de la concentration de Na Cl dans la crème de stockage.....	42
1) Présentation des résultats	42
2) Interprétations	44
II) Suivi de la concentration de Na Cl dans la crème de filtre.....	45
1) Présentation des résultats	45
2) Interprétation	47
III) Suivi de la concentration de Na Cl dans la levure râpée.....	48
1) Présentation des résultats	48
2) Interprétation.....	51
IV) Suivi de la concentration de Na Cl dans les paquets.....	51
1) Présentation des résultats	51
2) Interprétation	56
V) Suivi de la concentration de Na Cl dans les égouts	56
1) Présentation des résultats	56
2) Interprétation	59
VI) Etude statistique des résultats	59
1) Moyenne	59
2) Ecartype	60
VII) Comparaison avec les résultats de la force	61
1) Principe	61
2) Présentation des résultats	61
VII) Conclusion	62

Conclusion générale63

Références bibliographiques64

Résumé

Saccharomyces cerevisiae est un micro organisme, une levure parmi l'ensemble des ferments, levains, levures, etc. utilisée depuis l'aube de l'humanité dans l'élaboration du pain, des yaourts, du vin et de la bière de fermentation haute. Elle a été découverte, isolée et identifiée au milieu du XIXème siècle par des brasseurs hollandais à la demande de la corporation des boulangers parisiens qui commençaient à industrialiser leur production et cherchaient, pour faire leur pain, un procédé de fermentation plus fiable et plus rapide que leur levain sauvage respectant les traditions. Ainsi, dans ces domaines, elle est nommée

«levure de boulanger» ou «levure de bière». Enfin, dû à son mode de reproduction, elle est aussi appelée «levure à bourgeon» ou «levure bourgeonnante»

La présente étude a été conduite au cours de l'année universitaire 2009/2010, au sein du laboratoire de la société *LESAFFRE* et plus précisément dans l'unité des analyses physico-chimiques. Elle a pour objectif dans une première étape d'étudier la concentration de chlorure de sodium Na Cl dans les différentes étapes de production de la levure pressée, et dans une seconde étape de comparer cette concentration entre les trois lignes de production.

Nos résultats montrent que chaque étape de production est caractérisée par une concentration de Na Cl différente des autres étapes, aussi elle influe sur d'autres caractéristiques de la levure comme la conductivité, la matière sèche, la couleur, les cellules mortes. De même on a trouvé que la troisième ligne présente dans la majorité des cas la concentration la plus élevée de Na Cl notamment au niveau de la levure râpée et au niveau des paquets.

Mots clés : levure, *saccharomyces cerevisaie*, chlorure de sodium, ligne de production

Introduction générale

Le stage dans une industrie constitue un élément primordial dans la formation de chaque étudiant, l'aidant à mieux connaître le domaine de travail, à améliorer ses connaissances dans le domaine industriel et de renforcer ses acquis théoriques. Pour cela j'ai choisi la société *LESAFFRE* Maroc, l'une des grandes sociétés de production de

levure au Maroc pour effectuer mon stage de fin d'étude et pour bien appliquer tout ce que j'ai appris durant ma formation en biotechnologie hygiène et sécurité des aliments à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Saccharomyces cerevisiae est une levure parmi l'ensemble des ferments, utilisée depuis l'aube de l'humanité dans l'élaboration du pain, des yaourts, du vin et de la bière de fermentation haute. Le chlorure de sodium intervient dans les étapes de production de la levure à partir de la crème de stockage et ce dans le but d'améliorer la texture de la levure.

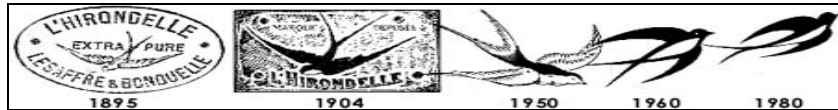
Ce manuscrit, fruit de deux mois de stage, présente le suivi de la concentrations de chlorure de sodium [Na Cl], la conductivité, la matière sèche et les cellules mortes de la levure et les différentes relations entre ces derniers paramètres dans chaque étape de production c'est à dire depuis le bac de préparation de Na Cl jusqu'à la sortie des égouts, ainsi que la comparaison de ces caractéristiques entre les trois lignes de production de la levure pressée.

Partie N°:1

Présentation du lieu de stage

1) Présentation du groupe LESAFFRE

1) Historique du groupe LESAFFRE :



En 1853 deux fils de cultivateurs du nord de la France, LOUIS LESAFFRE et LOUIS BONDUELLE, s'associent pour construire une fabrique d'alcool de grains et de genièvre, à Marquette-lez-Lille.

A l'origine, la levure n'était qu'un sous-produit de la fabrication des alcools de grains. En 1871, le baron autrichien Max de Springer, propriétaire à Maisons-Alfort d'une très belle distillerie, rapporte de chez Mautner, à Vienne, l'idée d'extraire la levure des moûts de fermentation des grains et de la vendre aux boulangers. Ces derniers, à cette époque, utilisaient leurs propres levains, accompagnés parfois de levure résiduaire de brasserie. L'année suivante, Lesaffre & Bonduelle développe la fabrication de levure fraîche à Marcq-en-Barœul, à la place d'un ancien moulin. C'est à partir de ce site que se développera la Société Industrielle Lesaffre.

Cette société se révélera progressivement comme l'élément moteur et le support de l'essor industriel et commercial de la branche levure du Groupe.

A la fin du 19^e siècle, la société affiche déjà une volonté exportatrice...en Angleterre ,en Belgique, en Suisse, en Italie et en Espagne.. Une marque fait son apparition, l'hirondelle, qui traversera le temps et l'espace puisque la silhouette de l'oiseau migrateur a été adoptée par la S.I. LESAFFRE, Un logo qui, cent ans plus tard, identifie ses produits dans plus de 180 pays.

Pendant la première partie du 20^e siècle, LESAFFRE a fait face à de nombreuses difficultés: crises économiques, inondations, incendies, bombardements... l'usine est reconstruite quatre fois en 35 ans ! Dans cette période tourmentée, l'entreprise a su non seulement se maintenir à flot, mais également préparer ses futurs développements.

Après la seconde guerre mondiale, une série de progrès technologiques et d'innovations, appuyés par la construction d'un puissant réseau commercial exportateur, permettent à Lesaffre un développement

Passé maître dans le domaine des bio-industries, le groupe Lesaffre se structure autour de ses principaux métiers : la levure, le malt, les bioconversions. Pour être plus proche de ses clients et leur apporter un service optimal, Lesaffre s'implantera sur les cinq continents.

2) Historique de la société ODERS

Créée en 1975, la soders est depuis 1993 majoritairement détenue par le groupe Français Lesaffre. Elle est ainsi devenue la première entreprise privatisée du Maroc. Elle bénéficie de l'expérience et de la maîtrise technique du leader mondial de la fabrication de levure de panification. Basée à Fès, elle emploie cent soixante dix personnes avec une superficie de deux hectares qui bénéficie d'une politique salariale attractive et des possibilités de formation continue d'un grand groupe, qui a su conserver les valeurs humaines d'une entreprise familiale. La Soders fabrique et commercialise au

Maroc de la levure et des améliorants de panification : les marques JAOUDA en levure fraîche, et RAFIAA en levure sèche, les améliorants de panification IBIS BLEU et MAGIMIX,. Sa large gamme de produits en fait aujourd'hui de la société le leader sur le marché des professionnels.

II) Organisation du lieu de stage

Bénéficiant de l'expertise et du savoir-faire du groupe LESAFFRE, la SODERS possède un laboratoire d'analyse qui effectue chaque jour de nombreux tests physico-chimiques et bactériologiques. La qualité des levures est ainsi sans cesse évaluée afin d'optimiser leurs performances : force fermentative, pureté, stabilité et résistance par rapport au contexte climatique. Elle a reçu 2 trophées :

- le trophée du prestige arabe en 1984 à Barcelone.
- le trophée international de la qualité en 1985 à Madrid.

Par ailleurs, le service qualité de la SODERS assure un suivi des produits en faisant réaliser quotidiennement des contrôles depuis la réception des matières premières jusqu'à la livraison aux clients, il valide à chaque étape de fabrication la conformité des produits à un cahier de charge très strict.

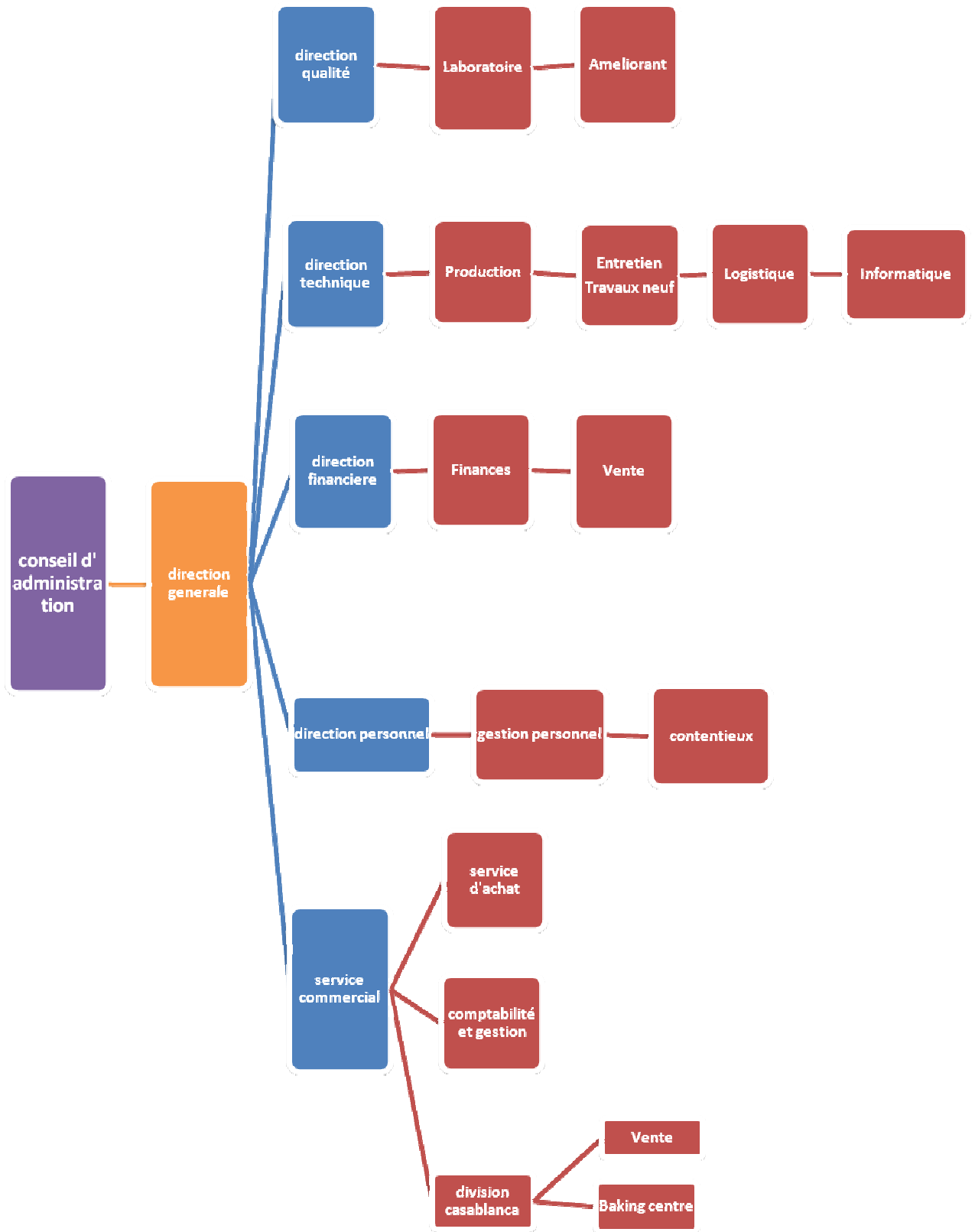
Enfin, une sensibilisation permanente des salariés de l'entreprise aux principes et règlements relatifs à l'hygiène permet de respecter des normes bactériologiques rigoureuses.

Entre 1993 et 2004, l'entreprise a investi 200 millions de dirhams dans la modernisation de ses outils de production.

En 2004, LA SODERS fait l'achat de SNA : société nouvelle de l'alimentation, elle devient spécialiste des produits de pâtisserie au Maroc.

En 2006 il y a création de la nouvelle station de traitement de la mélasse, et aussi d'un nouveau laboratoire moderne très sophistiqué.

Organigramme de la société LESAFFRE



Partie N°:2

Revue bibliographique

1) la levure

Au microscope apparaissent des formes arrondies ou ovoïdes. Il s'agit en réalité des champignons microscopiques, dont il existe de nombreux genres, qui possèdent bien des propriétés des cellules d'organismes supérieurs (ou eucaryotes). La plupart des levures utilisées par l'homme appartiennent au genre **Saccharomyces**, littéralement « champignon du sucre ». Pour les biotechnologistes, les levures sont avant tout des êtres vivants qui combinent heureusement des propriétés de bactéries (la vitesse de leur multiplication, la simplicité de leurs exigences nutritionnelles) et des propriétés d'organismes supérieurs. En d'autres termes, une cellule de levure est un peu comme une cellule de plante qui pousserait comme une bactérie.

C'est en 1860 que Pasteur prouve que la fermentation est causée par des organismes vivants et affirme que les agents responsables de la réaction doivent être liés à la cellule de la levure. Il démontre ensuite que la levure peut vivre aussi bien en présence qu'en l'absence d'oxygène, se multipliant dans le premier cas, provoquant une fermentation dans le second.

Les différentes espèces utiles ont été vite répertoriées. Certaines espèces sont associées à des productions particulières comme celle nommée **Saccharomyces cidrii**, spécifique du cidre.

Mais c'est la levure appelée **saccharomyces cerevisiae**, aux applications universelles, qui fait lever la pâte à pain, intervient dans la fabrication du vin, de la bière, du cidre et dans la production d'alcool de distillerie d'origine biologique.

Les industries qui utilisent la fermentation essaient de travailler dans des conditions de plus en plus contrôlées, éliminant les levures indésirables pour les remplacer par des levures sélectionnées, possédant un meilleur rendement (Mitterrand-d 1991).

II) SACCHAROMYCES CEREVISIAE

1) définition

Saccharomyces cerevisiae est un champignon unicellulaire, apte à provoquer la fermentation alcoolique. Ces levures sont employées pour la fabrication du pain du vin, de la bière, des alcools industriels et sont également utilisées pour la production de [Bioéthanol](#) notamment au [Brésil](#) (fermentation de la canne à sucre) et aux États-Unis (fermentation du Maïs).

Ces micro-organismes, de forme souvent ovale, d'environ 6 à 10 microns et jusqu'à 50 microns, se multiplient par bourgeonnement. Ils sont capables d'accomplir une sporulation soit dans un but de dormance en milieu défavorable, soit dans un but de dispersion. (H. Raven 1994).

[Louis Pasteur](#) a découvert, en 1860, la capacité de ces organismes de vivre en l'absence d'oxygène libre (c'est-à-dire en l'absence d'air) et en présence du sucre (le plus souvent le [glucose](#)) de provoquer une réaction chimique qui libère des substances ([éthanol](#) et CO₂) afin de produire de l'énergie sous forme d' [adénosine triphosphate](#) : c'est la [fermentation alcoolique](#).

Ce dégagement gazeux lié à la production de [dioxyde de carbone](#) est le premier responsable de la levée de la pâte.

On peut ajouter aussi que cette levure est la source naturelle la plus riche en [vitamines](#) du groupe B, essentielles pour les systèmes nerveux et musculaire. Sa consommation est

particulièrement recommandée en tant que complément alimentaire d'exception, pour les [personnes anémiées](#) et peu résistantes à l'effort.

Ainsi dix grammes de levure apportent :

- 1,2 mg de [vitamine B1](#) (soit 85% des apports journaliers recommandés)
- 3,7 mg de [vitamine B3](#) (20% des AJR)
- 0,4 mg de [vitamine B6](#) (25% des AJR)
- 0,15 mg de [vitamine B9](#) (75% des AJR)
- 16 [acides amines](#)
- des [protéines](#)
- des [sels minéraux](#) assimilables ([calcium](#), [fer](#), [magnésium](#), [zinc](#), [sélénium](#))

2) taxonomie

- ✓ règne : fungi
- ✓ [Division](#) : *Ascomycota*
- ✓ [Sous-embr.](#) : *Saccharomycotina*
- ✓ [Classe](#) : *Saccharomycetes*
- ✓ [Sous-classe](#) : *Saccharomycetidae*
- ✓ [Ordre](#) : *Saccharomycetales*
- ✓ [Famille](#) : *Saccharomycetaceae*
- ✓ [Genre](#) : *Saccharomyces*
- ✓ [Espèce](#) : *saccharomyces cereviasie*

(M Bouix, 1993)

3) Caractéristiques structurales

Les levures sont des micro-organismes eucaryotes, ainsi elles possèdent les caractéristiques structurales propres à ce type cellulaire et d'autres plus spécifiques aux levures elles-mêmes

- ❖ **Une paroi cellulaire** : entourant la membrane plasmique et protégeant la levure des agressions physico-chimiques du milieu extérieur. Elle est constituée d'une couche externe de mannoprotéines, associés à des glucanes et une couche interne de glucanes associés à une petite quantité de chitine.

- ❖ **Une membrane cytoplasmique** : composée essentiellement de phospholipides double couche (partie hydrophile à l'extérieur et partie lipophile à l'intérieur). elle contient aussi de nombreux complexes protéiques intrinsèques et extrinsèques dont les rôles sont variés, p. ex. des enzymes nommées protéases mènent les transports de substances du milieu extérieur vers le milieu intracellulaire et/ou inversement avec ou non transformation du substrat durant le passage.
- ❖ Un **noyau**: contenant l'information génétique du génome chromosomique de la levure.
- ❖ **Des mitochondries** jouant un rôle important dans la respiration aérobie de la levure et la production d'ATP.

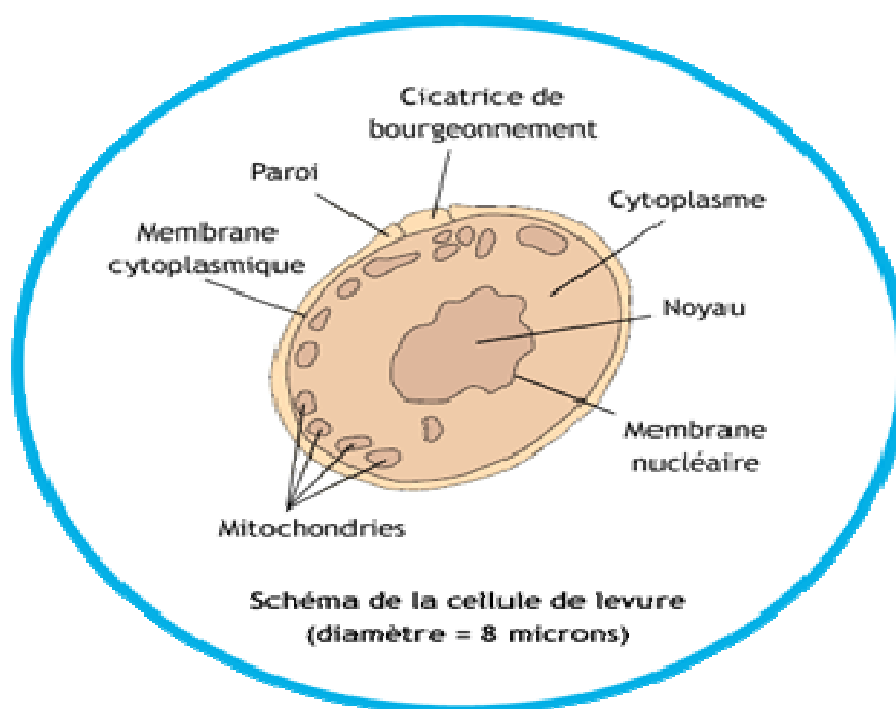


Figure 1 : schéma de la cellule de la levure

- ❖ **Cytoplasme**_: dans lequel s'effectuent les transformations biochimiques vitales.
- ❖ **Vacuoles**_: organites à l'aspect homogène, qui servent d'espaces de stockage pour diverses substances.
- ❖ **Chromosomes** : les levures sont des organismes eucaryotes et possèdent un noyau avec des chromosomes linéaires. Chez les *Saccharomyces*, les chromosomes sont au nombre de 16 simples ou paires selon la forme haploïde ou diploïde de la cellule.
- ❖ **Enzymes**_: qui assurant les réactions biochimiques.

4) Modes de reproduction

Les modes de reproduction varient en fonction des espèces de levures. Les levures utilisées dans la fabrication de la bière et du pain, les *Saccaromyces cervisiae*, se reproduisent par bourgeonnement : une petite hernie apparaît en un point de la surface d'une cellule mère, grossit et s'étrangle. Le bourgeon (cellule fille) se détache alors, grossit encore et bourgeonne à son tour (Bouix M 1993).

Levure en bourgeonnement :

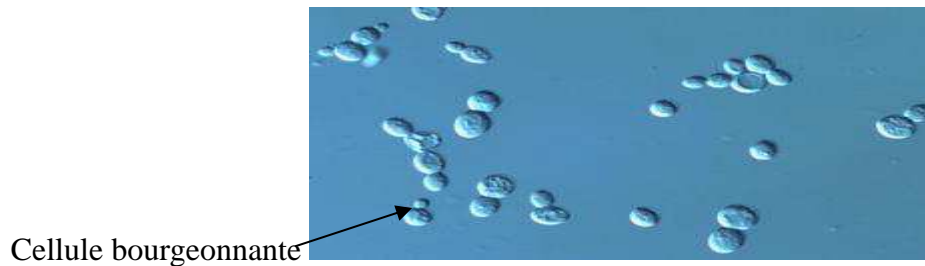


Figure 2 : Schéma représentant la reproduction de ***Saccaromyces cervisiae*** :

5) conditions de croissances

La température : La température optimale de culture des levures se situe entre 25 et 30°, d'une façon générale, les levures ne sont pas thermorésistantes. La destruction cellulaire commence dès 52°C. Les levures sont aussi sensibles à la congélation et à la lyophilisation avec une grande variabilité selon les genres et espèces, et selon la phase de croissance (les cellules en phase exponentielle résistent moins que les cellules en phase Stationnaire).

L'activité de l'eau : La plupart des souches ne peuvent se développer pour une activité d'eau inférieure à 0,90 ; mais certaines tolèrent des pressions osmotiques plus élevées, correspondant à une activité d'ordre de 0.60.

L'oxygène : toutes les levures sont capables de se développer en présence d'oxygène, il n'y a pas de levure anaérobie stricte.

PH : Les enveloppes cellulaires sont imperméables aux ions H_3O^+ et OH^- . Les levures tolèrent donc des gammes de pH très larges, théoriquement de 2,4 à 8,6.

6) Types de levure

LESAFFRE MAROC s'intéresse à la production de :

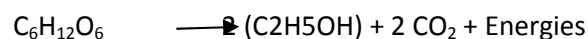
- La Levure fraîche: JAOUDA
- La levure sèche active à réhydrater : SPH (sphérure de panification à hydrater)
- la levure sèche instantanée: SPI (sphérure de panification instantané)

7) Fermentations

La fermentation est une réaction biochimique qui consiste à libérer de l'énergie à partir d'un substrat organique sous l'action d'enzymes microbiennes et à rejeter des produits. Cette réaction ne fait pas intervenir d'oxygène (O₂), elle se déroule donc en absence d'air (anaérobiose).

⇒ **La fermentation alcoolique** : réalisée par des levures dont la levure de boulanger (***Saccharomyces cerevisiae***). Cette fermentation est à la base de la production du vin, de la bière et du pain.

Equation bilan de la fermentation alcoolique:



Les travaux de Louis Pasteur sur la fermentation alcoolique en 1849, montrent que les microorganismes vivants en anaérobiose peuvent vivre et croître en substituant la fermentation à la respiration. Cet auteur rapporte que le processus de fermentation qui transforme les sucres en alcool et gaz carbonique fournit aux cellules de levure l'énergie nécessaire pour vivre en absence d'oxygène.

Les levures ne peuvent fermenter que les monosaccharides, les disaccharides comme le saccharose sont d'abord transformés en monosaccharides par les enzymes hydrolytiques de la cellule.

IV) Les étapes de production de la levure

1) Ensemencement

La souche initiale estensemencée dans des tubes contenant un milieu nutritif spécifique à la croissance des levures. Cette opération est réalisée dans des conditions aseptiques pour écarter tout risque de contamination. Le contenu du tube est ensuite transféré dans un premier ballon avec un milieu nutritif appelée *Van Lear*, puis dans un second ballon plus grand qui s'appelle *Carlsberg*. Après incubation à une température de 35°, le contenu de ce dernier est mis dans une cuve de 800 l laquelle contient de la mélasse comme produit nutritif.

2) Pré-fermentation

Le contenu de la cuve 800 L est versé dans un pré fermenteur au quelle on ajoute des éléments avec des quantités précises : L'eau, La mélasse stérile, L'acide sulfurique pour l'hydrolyse du saccharose en glucose et fructose présent dans la mélasse, les sels minéraux, les éléments de traces (oligo-éléments et vitamines) et de l'air.

3) Fermentation

A la fin de la pré-fermentation on obtient un moût qui servira à ensemercer le fermenteur contenant un milieu nutritif bien spécifique. Après 18 à 20 heures de fermentation, on obtient la levure mère, qui va subir une séparation puis un stockage. Cette dernière va subir une deuxième fermentation pour donner naissance à la levure commerciale.

4) Séparation

La séparation se fait au niveau du moût obtenu à la sortie des fermenteurs, Ce dernier contient les cellules de levure et une solution liquide présentant les restes du milieu nutritif. Afin d'éliminer ces déchets, on utilise un séparateur qui a comme principe la centrifugation, Ainsi, on obtient un liquide dense (crème), et un liquide léger qui est rejeté vers les égouts.

5) Stockage de la crème

La crème obtenue après la séparation est acidifiée par l'acide sulfurique à $\text{pH} = 2$ pour éviter la contamination, puis stockée à $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour ralentir le métabolisme cellulaire.

6) Filtration

Cette étape consiste à éliminer l'eau présente dans la levure pour la préserver d'une éventuelle contamination puisque l'eau facilite l'altération par les micro-organismes.

Après stockage de la crème, la levure passe à un stade de filtration sévère pour éliminer tous les déchets du milieu nutritif demeurant dans la crème, ainsi que la solution de Na Cl ajouté. Pour se faire, on utilise un système de filtration sous vide caractérisé par une pompe qui aspire le liquide filtré pour le rejeter finalement vers les égouts.

La crème arrive au niveau d'un filtre rotatif qui contient une couche filtrante d'amidon dans le but de ne laisser pénétrer que l'eau. Elle est étalée sur la surface de filtre et récupérée sous forme de levure râpée.

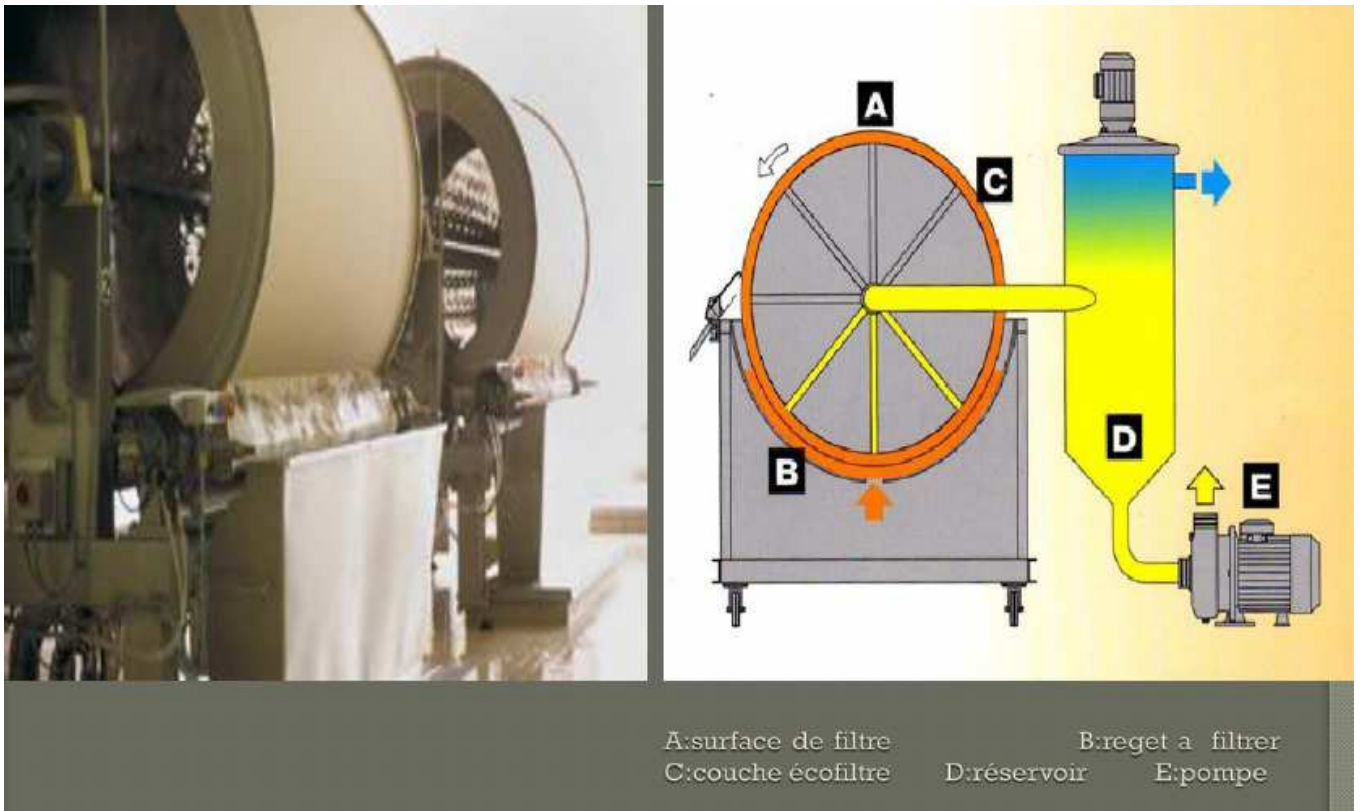
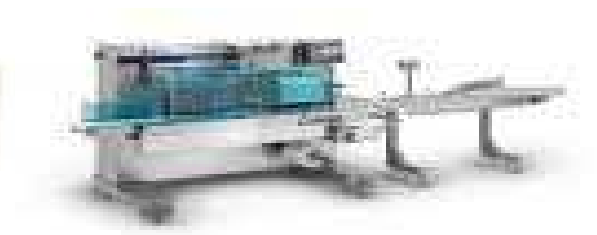


Figure 3 : schéma de système de filtration sous vide utiliser pour la séparation de la crème

7) Emballage

Il s'effectue grâce à une machine spéciale, constituée d'une boudineuse, découpeuse et enveloppeuse. Quand le gâteau de la levure fraîche passe par cette machine, on aura à la fin un

produit fini sous forme de paquets de poids nette de 500 g, qu'on met en cartons disposés sur des palettes de manière à avoir un vide entre eux pour faciliter la circulation d'air froid.



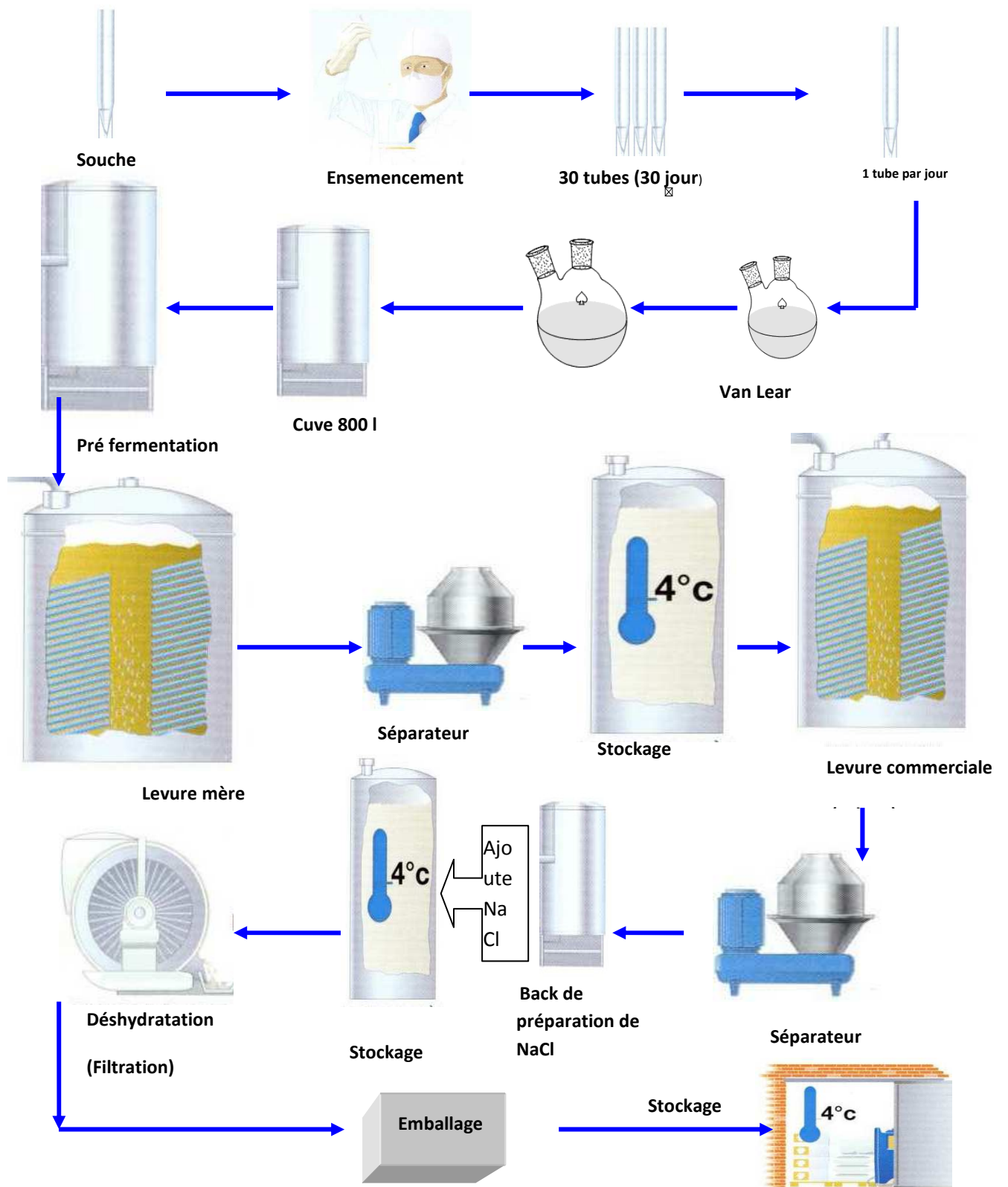


Figure 3: Schéma de la Chaîne de production de la levure

V) Na Cl et phénomène d'osmose

1) Présentation de la molécule

Le chlorure de sodium est un assemblage d'ions Na^+ et Cl^- de maille cubique. La structure du sel peut être décrite par le contenu de sa maille. Une maille de sel est un cube qui contient :

- un atome de chlore aux sommets de la maille (8 sommets chacun partagé parmi 8 mailles voisines)
- trois atomes de chlore au centre des faces de la maille (6 faces chacune partagée entre 2 mailles voisines)
- un atome de sodium au centre de la maille
- trois atomes sodium sur le milieu des arêtes de la maille (12 arêtes chacune partagée parmi 4 mailles voisines).

La structure du sel correspond au remplissage par les cations Na^+ d'une structure hôte composée par les anions Cl^- . En effet, les anions Cl^- forment un sous réseau cubique à faces centrées dans lequel les cations Na^+ occupent tous les sites octaédriques de la maille. Dans la structure du sel, les ions Na^+ et Cl^- sont interchangeableables. Il est aussi possible de dire que les cations Na^+ forment un sous réseau cubique à face centrée dans lequel les anions Cl^- occupent tous les sites octaédriques de la maille.

La structure de Na Cl correspond à deux sous réseaux cubiques à face centrée d'ions, décalés de la moitié du côté de la maille selon l'une des directions des côtés de la maille.

La coordinence est le nombre de plus proches atomes voisins dans la structure. Tous les ions Na^+ et Cl^- ont chacun dans le sel une coordinence 6, c'est-à-dire que n'importe quel ion Cl^- est entouré de 6 ions Na^+ formant un octaèdre autour du Cl^- . Et vice versa, autour de chaque ion Na^+ se trouvent comme plus proches voisins 6 ions Cl^- formant aussi un octaèdre.

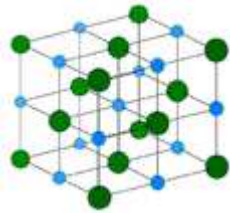
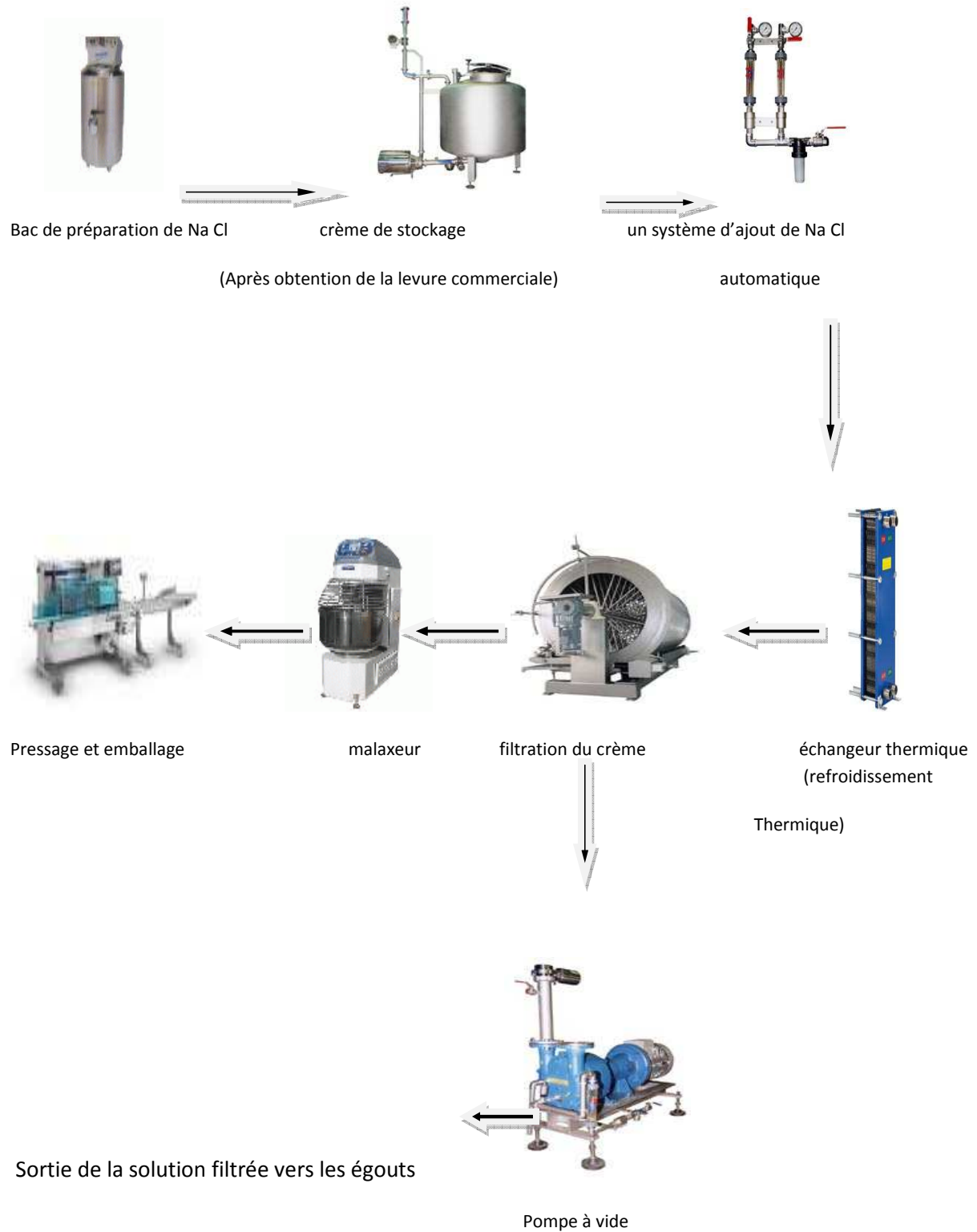


Figure 4 : Structure d'un cristal de chlorure de sodium.

Légende :

- **Bleu** : Na^+
- **Vert** : Cl^-

2) Cycle de Na Cl dans la production de la levure fraîche



a) Bac de préparation de Na Cl

La première étape dans le cycle industriel de Na Cl est le bac de préparation où une solution de chlorure de sodium est préparée avec une concentration très élevée dans les environs de **20 g%**.

b) Crème de stockage

Après fermentation et séparation de la levure commerciale, la crème est stockée à une température de -4°C . C'est au niveau de cette étape où le premier ajout manuel de Na Cl sur la levure est effectué.

Avant filtration, un système d'ajout de Na Cl automatique assure la régulation de la conductivité et de la concentration Na Cl dans la crème filtrée.

c) Réfrigération thermique

Un échangeur de chaleur est un dispositif permettant de transférer de l'**énergie thermique** d'un **fluide** vers un autre, sans les mélanger. Le flux thermique traverse la **surface d'échange** qui sépare les fluides.

La plupart du temps, on utilise cette méthode pour refroidir ou réchauffer un **liquide** ou un **gaz** qu'il est impossible ou difficile de refroidir ou chauffer directement, par exemple l'eau d'un circuit primaire de refroidissement, d'une **centrale nucléaire**.

Dans ce cas, l'échangeur de chaleur est un dispositif conçu pour diminuer la température de la crème avant de passer à la filtration, tout simplement, un échangeur est une "boîte" dans laquelle circulent deux fluides. En général il s'agit d'un fluide chaud (la crème) et d'un fluide froid (la glycérine)

⇒ **Le genre géométrique de l'échangeur utilisé à LESAFFRE:**

- **Les échangeurs contre-courant** ou méthodique : Ils ont comme particularité d'avoir les deux fluides dans la même direction mais en sens inverse.



d) Crème de filtre

Après réglage de la conductivité avec le système d'ajout de Na Cl automatique et après refroidissement de la crème, nous passons à la filtration sous vide où la crème arrive au niveau d'un filtre rotatif qui contient une couche filtrante d'amidon, dont le but est de ne laisser pénétrer que l'eau.

e) Malaxage et emballage

Après déshydratation de la crème on obtient une levure râpée qui tombe en premier lieu dans le malaxeur après elle passe dans une machine spéciale, constituée d'une boudineuse, découpeuse et enveloppeuse. Ainsi on aura à la fin un produit fini sous forme de paquets de poids net de 500 g.

3) Rôle de Na Cl dans la production de la levure

Le chlorure de sodium a plusieurs effets sur la levure pressée:

1. Il démunie la couleur de la levure, tel que plus la concentration de Na Cl dans le milieu intercellulaire augmente plus la cellule fait sortir de l'eau selon le phénomène d'osmose. Ce dernier sort avec une quantité des colorants de la mélasse (une matière sucrée ajoutée comme matière première dans la fermentation) ce qui fait éclaircir la levure.
2. Il augmente la rigidité et l'aspect de la levure en diminuant la quantité d'eau intracellulaire
3. De même façon il règle la texture de la levure.

4) Phénomène d'osmose

1) définition

Osmose : phénomène de diffusion à travers une membrane semi-perméable, sous l'action d'un gradient de concentration. Le phénomène d'osmose peut se traduire par un flux d'eau dirigé d'une solution diluée vers une solution concentrée à travers une membrane. En effet considérons deux solutions aqueuses de concentrations différentes et séparées par une membrane perméable. La membrane va laisser passer les molécules d'eau tout en retenant les substances dissoutes, l'eau va diffuser de la solution hypotonique, c'est-à-dire la moins concentrée, vers la solution hypertonique, c'est à dire la plus concentrée. Le phénomène s'arrête spontanément lorsque la pression de la solution hypotonique atteint sa valeur limite, dite pression osmotique. Le résultat final est une dilution du milieu le plus concentré.

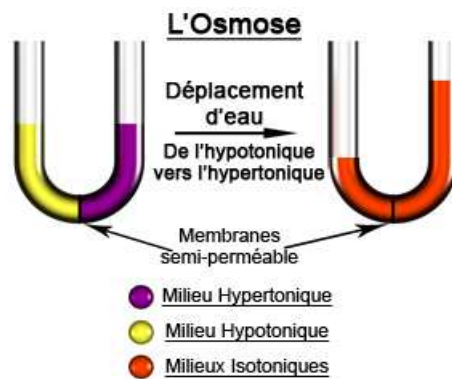


Figure 4 : schéma du phénomène d'osmose

Tant que les deux solutions ne contiennent pas le même nombre de particules dissoutes par unité de volume, on observe un déplacement de l'eau (ou du solvant) du compartiment le plus dilué vers le compartiment le plus concentré, qui tend à équilibrer les concentrations et c'est le même cas d'une cellule de **saccharomyces serevisiae** dans un milieu de Na Cl concentré.

Les inconvénients de la perte d'eau sur la cellule

Dans le cas d'une concentration élevée de la solution de Na Cl ajoutée a la crème de stockage, la cellule de **saccharomyces cerevisaie** perd de l'eau ce qui va influencer sur l'activité de l'eau dans la cellule

L'activité de l'eau (a_w) indique la disponibilité de l'eau d'un milieu pour des réactions chimiques, biochimiques, un changement d'état ou un transfert à travers d'une membrane semi perméable. L'activité de l'eau (a_w) correspond au rapport entre la pression de la vapeur d'eau de l'aliment (pression de vapeur d'eau à la surface du produit) et la pression de la vapeur d'eau pure à la même température θ° ;

La valeur minimale exigée par **saccharomyces cerivisaie** est de 0.9 à 0.94.

C'est pour cette raison la cellule de **saccharomyces cerevisaie** est très sensible a l'augmentation de la concentration de Na Cl dans le milieu intercellulaire. Cette dernière peut influencer sur l'activité de la cellule et donc sur la force de la levure (la force de la levure : le volume de CO2 dégagé).

Partie N°:3

Matériels et méthodes

I) Chlorure de sodium

1) Typologie

Le sel utilisé à la société LESAFFRE Maroc est le sel de table :

C'est un sel raffiné dont la pureté peut atteindre 98,5% de chlorure de sodium. Il contient habituellement des substances empêchant le colmatage des cristaux (des agents anti-agglomérants) et une quantité infime de sucre inverti lui évitant de tourner en une couleur jaune une fois exposé à la lumière du soleil, et empêchant une perte d'iode par vaporisation.

2) Origine

D'origine terrestre, ce sel, qui de loin, tient la première place puisqu'il représente les 2/3 de la production mondiale. Son origine remonte à la période du Trias (entre 245 et 200 millions d'années avant J.C.), lorsque les océans se sont évaporés, déposant ainsi des couches de sel de plusieurs mètres d'épaisseur. En fonction du mode d'extraction, on distingue deux types de sel de terre.

- Le sel gemme: appelé ainsi, quand à l'état de roche, il est extrait des mines de sel.
- Le sel ignigène: les gisements de sel gemme sont dissous par injection d'eau douce.

Cette saumure (eau saturée en sel) est remontée à la surface par pompage et évaporée en roche saline dans des évaporateurs-cristalliseurs. Le sel enfin obtenu est ensuite essoré et séché. Compacté, il se transforme en gros sel.

3) Préparation

Avant utilisation, le sel subit une étape de tamisage pour éliminer les dangers physiques susceptibles d'y être présents. Une fois dans le bac de préparation, on ajoute de l'eau de tel façon à atteindre une concentration aux environ de 20grammes pour cent ml.

4) Désinfection

La désinfection du bac de préparation se fait par l'eau de javel (l'eau de javel est une solution liquide oxydante fréquemment utilisée comme désinfectant).

Tableau 1 : Analyse des dangers présents pendant la préparation de la solution de Na Cl

Le danger présent	La nature du danger	Mesure préventive
Les impuretés du sol qui restent dans le sel	Physique	Tamisage du sel avant de le mettre dans les bacs
Toutes les impuretés qui peuvent rester dans le sel pendant la préparation	Physique	Filtration de la solution de Na Cl préparée à l'aide des filtres avant de l'ajouter dans la crème de stockage
Contamination des bacs de préparation	Microbiologique	Nettoyage des bacs en utilisant de l'eau de javel

II) Tests effectués

1) Dosage de Na Cl

a) Méthode de Mohr

La méthode de MOHR est un dosage des ions Cl⁻ d'une solution de Na Cl par des ions d'Ag⁺ selon la réaction suivante :



Ceci se produit jusqu'à ce que tous les ions chlorures soient saturés, c'est alors l'équivalence, on aura alors :

$$n(\text{Ag}^+) = n(\text{Cl}^-)$$

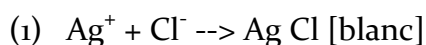
Cependant rien ne nous permet de visualiser cette équivalence, puisqu'un trouble blanc est présent depuis le début de la réaction jusqu'à l'état de saturation des ions Cl⁻. C'est pour cette raison nous utilisons un indicateur coloré de la présence des ions argent.

Cet indicateur est le chromate de potassium en solution aqueuse qui fait apparaître une coloration rouge, alors qu'en absence d'ion argent, la solution est jaune. En effet, le précipité rouge obtenu est du à la réaction des ions chromates avec les ions Ag⁺, ces derniers se trouvant en excès une fois l'équivalence est franchie.

Une lecture du volume d'équivalence suffit de déterminer la concentration en ions chlorures de la solution et donc la concentration de chlorure de sodium.

b) Principe

Le dosage (ou titrage) des ions chlorure Cl⁻ par les ions Ag⁺, va nous permettre de déterminer la chlorinité de la solution préparée et donc calculer sa salinité.



c) Matériel

- Pipettes graduées
- Erlenmeyer de 250 ml
- Solution de nitrate d'argent à 0,1N
- Solution de chromate de potassium à 10%
- Burette graduée de 25 ml

d) Mode opératoire

- *crème de stockage et crème de filtre*
- 5 ml de l'échantillon à doser est prélevé et placé dans un erlenmeyer de 250ml. Nous complétons avec de l'eau distillée jusqu'à 100ml.
- Nous ajoutons six gouttes de solution de chromate équivalentes à 1ml (La solution est jaune).
- A la fin, nous additionnons la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition de la couleur rouge.

- *levure râpée et paquet*

Nous procédons de la même manière que précédemment, sauf cette fois-ci l'échantillon à doser est la levure râpée ou en paquet à raison de 30grammes.

e) Expression des résultats

Pour tous les échantillons analysés, la concentration de Na Cl est calculée par la formule suivante :

$$[\text{Na Cl}] = F_d (V \text{ AgNo}_3 * 10^{-2} * M / P_e)$$

*Fd = facteur de dilution.

*V AgNo3 = volume de AgNo3 versé.

*M = la masse molaire de Na Cl

*Pe = prise d'essai

2) Conductivité

a) Définition

La conductivité électrique d'une eau correspond à la conductance d'une solution comprise entre deux électrodes métalliques. Elle traduit la vitesse d'écoulement des ion entre les deux électrodes dans des conditions de température bien définies (25°).

b) Matériel

- = Conductimètre avec cellule de conductivité
- = Becher en plastique de 250 ml
- = L'eau distille

c) Mode opératoire

La mesure de la conductivité se fait pour la crème de stockage, la crème de filtre, la levure et les égouts comme suit :

- *échantillon pur pour la crème de stockage et la crème de filtre.
- *30 grammes dans 100 ml d'eau distillée pour les paquets et la levure râpée.
- *20 ml dans 100ml d'eau distillé pour la solution des égouts.

d) Expression des résultats

Les résultats sont affichés automatiquement par le conductimètre.

3) Détermination de la matière sèche

a) Principe

L'échantillon de levure est déshydraté dans une étuve à 105 plus ou moins 2°C. La perte de poids correspond à la quantité d'eau évaporée de l'échantillon.

b) Matériel

- Etuve à 105°+-2°C : étuve ventilée convenant mieux aux séchages de courte durée et donnant une meilleur régulation de la température.
- Etuve réservée au séchage de verreries (capsules et boites de Pétri).
- Dessiccateur avec silicagel et indicateur de saturation.
- Balance de précision.
- Spatule en inox.
- Pipette graduée.
- Capsules en verre d'un diamètre 50mm avec couvercle à rodage normalisé.

c) Mode opératoire

- Préparation des capsules et des boite de pétrie de pesée :

Pour cette manipulation, nous utilisons des capsules en verre d'un diamètre de 50mm avec couvercle à rodage normalisé pour la pesée de la levure et des boîtes de Pétri pour les crèmes de stockage et de filtre. Les capsules ou boîtes sont propres, séchées dans des étuves spéciales et refroidies 1h au moins au dessiccateur avant utilisation.

- Pesée

- Les capsules ou boîtes refroidies sont pesées. Le poids est exprimé en gramme: c'est le poids P1.

- Nous pesons 1.5 à 2mg de levure râpée ou en paquet que nous mettons dans les capsules. Pour la crème de stockage et le crème de filtre, un volume de 5 ml est prélevé, placé dans la boîte et pesé. C'est le poids P2

- Dessiccation

Les capsules ou boîtes sont placées dans l'étuve pendant une nuit.

- Pesée finale

A leur sortie de l'étuve, les capsules ou boîtes sont fermées et laissées refroidir au moins 1h, puis pesées pour avoir le poids du résidu sec qu'elles contiennent: c'est le poids P3.

d) Expression des résultats

Le pourcentage de la matière sèche est exprimé par la formule suivante:

$$\% MS = \frac{P1-P3}{P2}$$

4) Cellules mortes

a) Principe

- Le nombre de cellules mortes est déterminé en comptant le nombre de cellules qui ont absorbé le bleu de méthylène par rapport à 100 cellules. En effet après la mort de la cellule la paroi devient perméable ce qui fait pénétrer le bleu de méthylène.

b) Matériel

- Lame et lamelle
- Tubes à essai stériles
- Pipette pasteur stérile

- Agitateur
- Microscope optique
- Ensemenceur
- Bec benzène

c) Réactif

- Bleu de méthylène (pour colorer les cellules mortes).
- L'eau physiologique (pour garder l'équilibre osmotique de la cellule).

d) Mode opératoire

- Nous réalisons une dilution de l'échantillon à analyser dans des tubes contenant de l'eau physiologique de manière à avoir une lecture au microscope de 100 cellules par champ visuel.
- Après agitation du tube et à l'aide d'un ensemenceur stérile, nous prélevons une goutte que nous déposons sur la lame, puis nous ajoutons une goutte de bleu de méthylène et couvrons avec une lamelle.
- Nous comptons toutes les cellules du champ =CT et les cellules qui ont absorbé le bleu de méthylène ou les cellules mortes = CM
La préparation de la lame se fait devant le bec benzène.

c) Expression des résultats

$$\%CM = (\sum CM / \sum CT) * 100$$

5) **Absorbance**

a) Définition

La spectrophotométrie est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance ou la densité optique d'une substance chimique en solution. Plus la solution est concentrée, plus elle absorbe de la lumière.

La densité optique de la solution est déterminée par un spectrophotomètre préalablement étalonné sur la longueur d'onde d'absorption de la solution chimique à étudier (HENKEL. 1978).

b) Principe

Lorsqu'une lumière d'intensité I_0 passe à travers une solution, une partie de celle-ci est absorbée par le(s) soluté(s). L'intensité I de la lumière transmise est donc inférieure à I_0 . On définit l'absorbance de la solution comme :

$$A = \log_{10} \left(\frac{I_0}{I} \right)$$

c) mode opératoire

Le spectrophotomètre est allumé et réglé à une longueur d'onde de 420 nm, puis nous effectuons une dilution au 1/5, et mesurons l'absorbance.

d) Expression des résultats

A= facteur de dilution x la valeur affichée

6) La couleur

La couleur est un élément essentiel de l'aspect visuel de la levure. C'est pour cela, ce caractère est contrôlé chaque jour.

La mesure de couleur des paquets se fait à l'aide d'un appareil appelé « colorimètre ».



partie N°4:

Résultats et discussions

l) Suivi de la concentration de Na Cl dans la crème de stockage

1) Présentation des résultats

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 2 et dans les figures 5, 6 et 7

Tableau 2 : Mesure de la concentration de Na Cl, la conductivité et la matière sèche pour la crème de stockage

	conductivité			Na Cl (*10)			MS		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
22-avr	14,4	14,4	14,4	9,3	9,3	9,7	19,0	19,1	19,3
26/04m	15,9	15,6	15,7	9,3	10,0	9,9	19,0	19,2	19,2
26/04 AM	14,3	13,6	16,1	9,6	9,2	11,0	20,2	20,1	20,8
29-avr	16,1	16,2	16,0	10,3	10,4	10,1	20,7	20,6	20,6
3/05/m	17,7	17,6	17,6	11,3	12,1	12,3	21,4	21,6	21,5
3/05/am	12,4	12,3	12,4	7,4	7,8	7,1	20,4	20,6	20,5
04-mai	12,2	12,2	12,4	7,5	7,5	7,7	20,5	20,5	20,5
05-mai	14,4	14,5	14,4	8,7	8,7	8,5	20,7	20,7	20,7
06-mai	15,0	15,0	15,3	8,7	8,6	9,5	20,1	20,2	20,2
07-mai	14,6	14,7	15,0	8,8	9,0	9,1	19,9	19,8	19,8
10-mai	14,0	14,0	14,0	8,6	8,5	8,4	19,8	19,8	19,6
11-mai	13,1	13,2	13,2	8,2	8,8	8,8	20,0	20,3	20,2
12-mai	14,0	13,2	13,3	8,6	8,0	8,7	19,0	18,9	18,8
13-mai	15,9	15,9	15,8	10,0	9,9	10,1	21,2	21,0	21,0
17-mai	13,7	13,7	13,7	9,9	9,3	9,3	20,3	20,5	20,7
19-mai	11,4	11,4	11,5	8,1	7,4	7,5	19,8	19,7	19,8
20-mai	15,3	15,3	15,4	10,8	10,8	10,4	20,1	19,7	19,8
21-mai	15,1	14,9	15,0	9,9	10,0	10,1	20,7	20,9	19,7
MAX	17,7	17,6	17,6	11,3	12,1	12,3	21,4	21,6	21,5
MIN	11,4	11,4	11,5	7,4	7,4	7,1	19,0	18,9	18,8
MOY	14,4	14,3	14,5	9,2	9,2	9,3	20,2	20,2	20,1
ECARE TYPE	1,5296	1,552	1,563	1,0669	1,20102	1,2928	0,6916	0,7151	0,7022

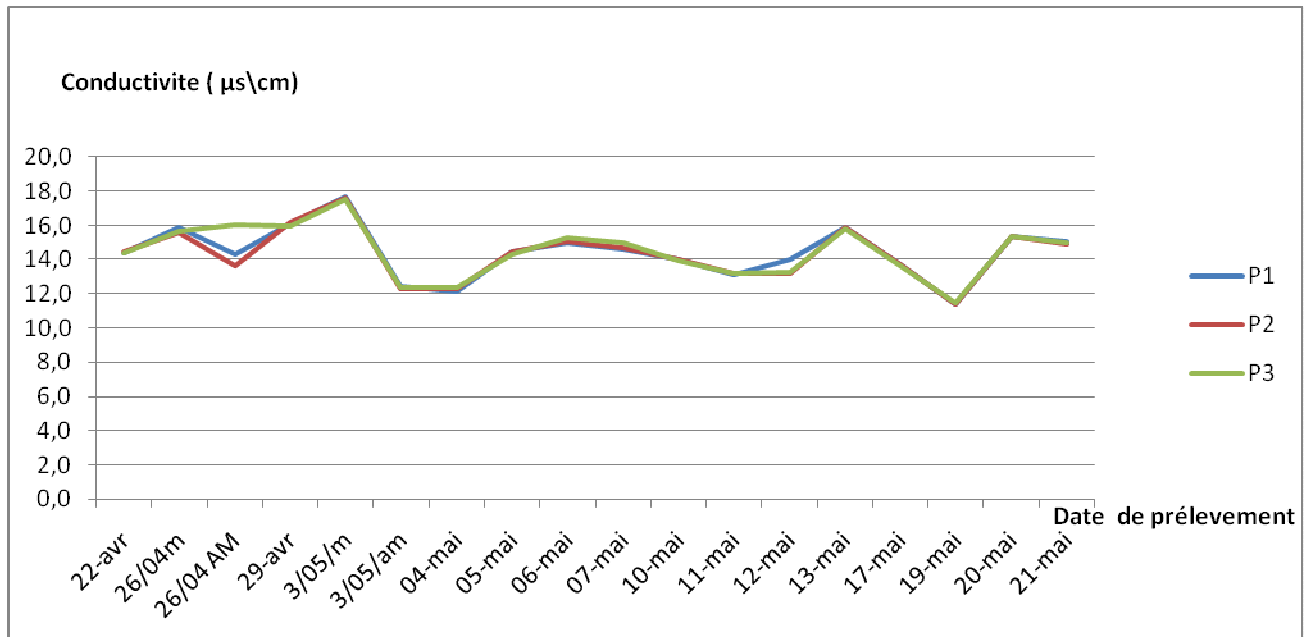


Figure 5 : Evolution de la conductivité de la crème de stockage dans les trois machines.

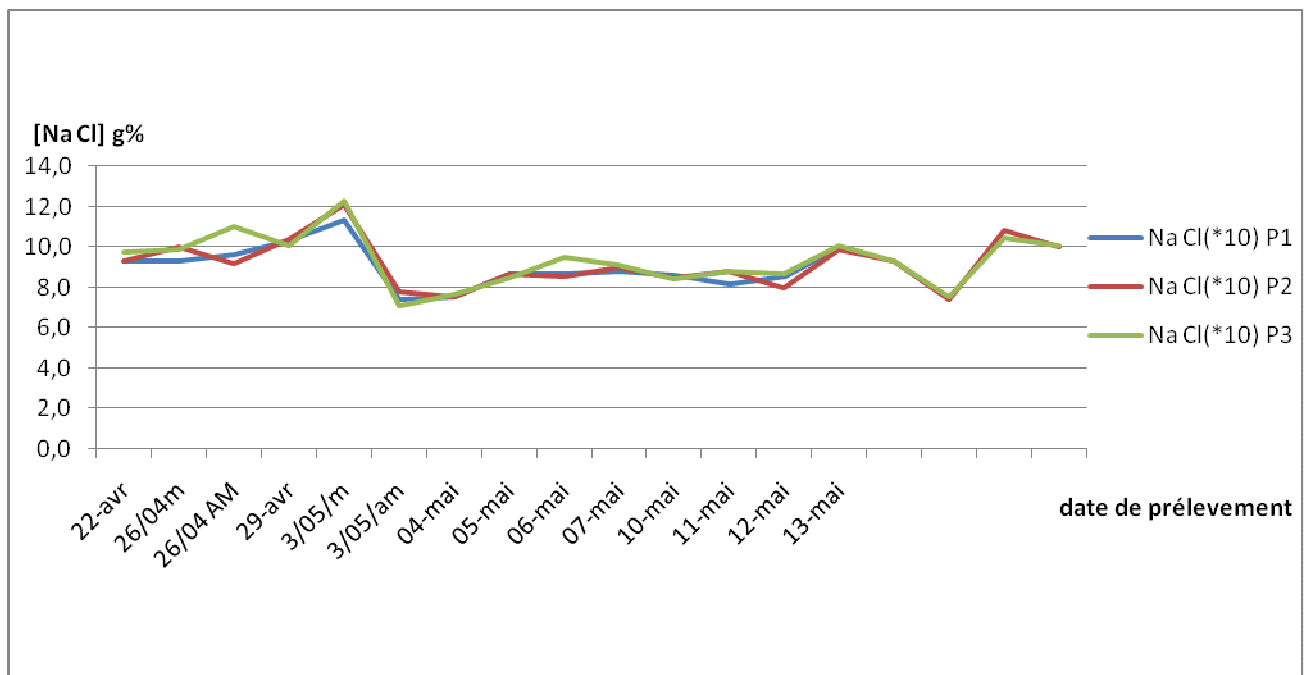


Figure 6 : Evolution de la concentration de Na Cl dans la crème de stockage.

(La concentration de Na Cl a été multipliée par 10)

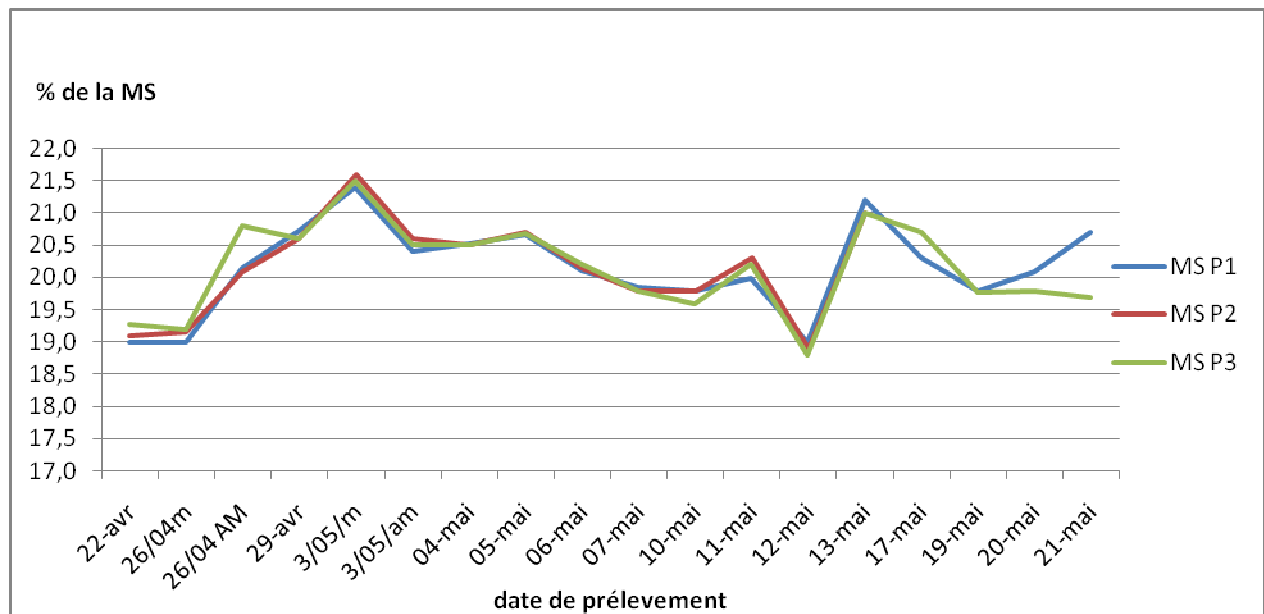


Figure 7 : Evolution de la matière sèche dans la crème de stockage.

2) Interprétation

- D'après les trois figures, on remarque qu'à chaque fois la concentration de Na Cl augmente, la conductivité et le pourcentage de matière sèche augmentent. Ceci est expliqué par le fait que les ions libérés par le chlorure de sodium ajouté à la crème, font augmenter la conductivité d'une part, d'autre part, l'augmentation de la concentration de Na Cl fait perdre à la cellule de l'eau ce qui aboutit à l'augmentation de la matière sèche.
- Pour les trois machines, nous avons obtenu les mêmes résultats car elles ont reçu la même crème de stockage avec le même ajout de Na Cl.

II) Suivi de la concentration de Na Cl dans la crème de filtre

1) Présentation des résultats

Les résultats sont résumés dans le tableau 3 et les figures 8,9 et 10.

Tableau 3 : Mesure de la concentration de Na Cl, la conductivité et la matière sèche pour la crème de filtre.

	conductivité			Na Cl(*10)			MS		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
22-avr	18,26	17,53	18,5	13,45	13,34	14	19,6	20,1	20,29
26/04m	20,4	17,77	14,04	14,26	12,76	11,6	19,27	19,8	19,12
26/04 AM	20,2	17,56	21	14,5	11,716	15,7	21,5	20,66	21,16
29-avr	18,75	16,16	17,52	11,95	10,55	12,06	20,7	20,8	20,8
3/05/m	18,44	16,666	17,22	12,8	10,788	11,8	20,2	20,44	20,8
3/05/am	18,34	18,61	17,88	12	12	12,6	20,9	20,6	21,09
04-mai	18,5	18,87	19,7	13,2	12,8	13,5	21,3	21,09	20,25
05-mai	16,67	16,46	17,43	11,6	10,4	12,6	19,66	19,4	19,92
06-mai	16,4	16,18	16,63	11,8	11,63	13,52	19,66	20,28	20,31
07-mai	16,96	17,47	17,5	10,7	12,1	13,2	20,2	20,6	20,8
10-mai	17,6	17,84	18,49	9,74	13,34	14,8	19,9	19,6	19,3
11-mai	17,4	18,77	17,56	11,37	12,88	11,83	19,9	20,8	19,3
12-mai	19,75	16,15	14,35	12,18	10,44	9,05	20	19	18,7
13-mai	18,33	16,79	16,32	12,64	11,13	10,56	21	20,3	21,2
17-mai	18,06	18,33	19,08	12,3	12,8	13,23	20,5	20,5	20,99
19-mai	18,52	16,43	16,55	13,2	13,1	12,58	19,5	20	19,9
20-mai	15,98	15,34	16,04	11,3	11,02	11,25	20,1	20,3	19,8
21-mai	16,88	18,63	16,97	12,06	14,5	11,94	19,8	20,5	19,6
max	20,4	18,87	21	14,5	14,5	15,7	21,5	21,09	21,2
min	15,98	15,34	14,04	9,74	10,4	9,05	19,27	19	18,7
moy	18,08	17,3086 7	17,3767	12,280 6	12,0718 9	12,5455 6	20,205	20,265	20,185
ecartyp e	1,24581	1,07580	1,69572	1,1878	1,19065	1,53999	0,64432	0,5358	0,77312

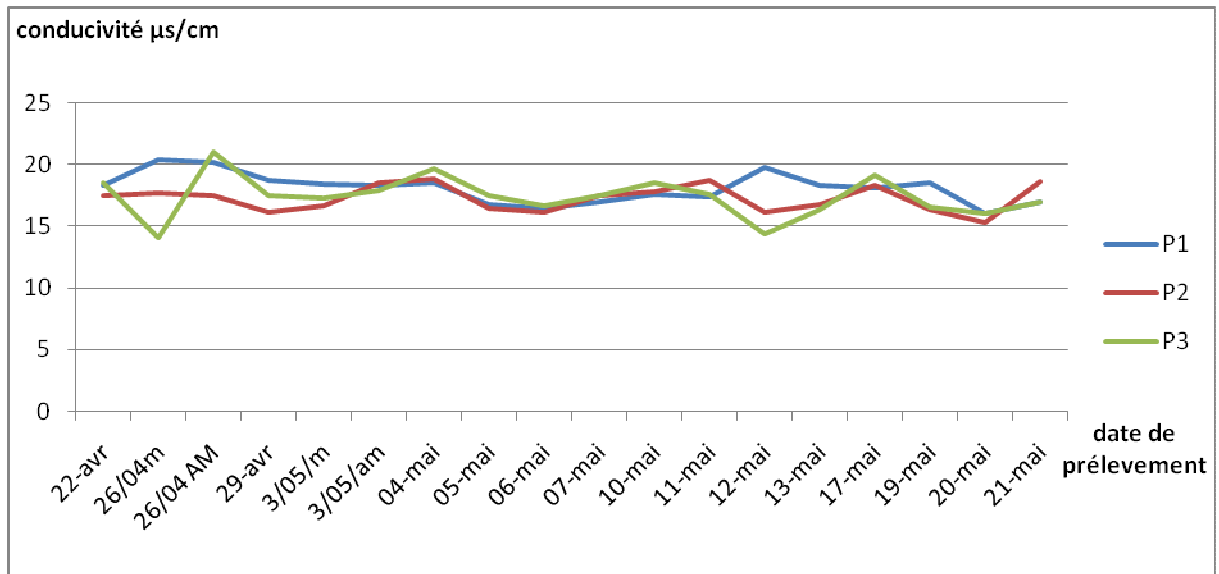


Figure 8 : Evolution de la conductivité dans la crème de filtre

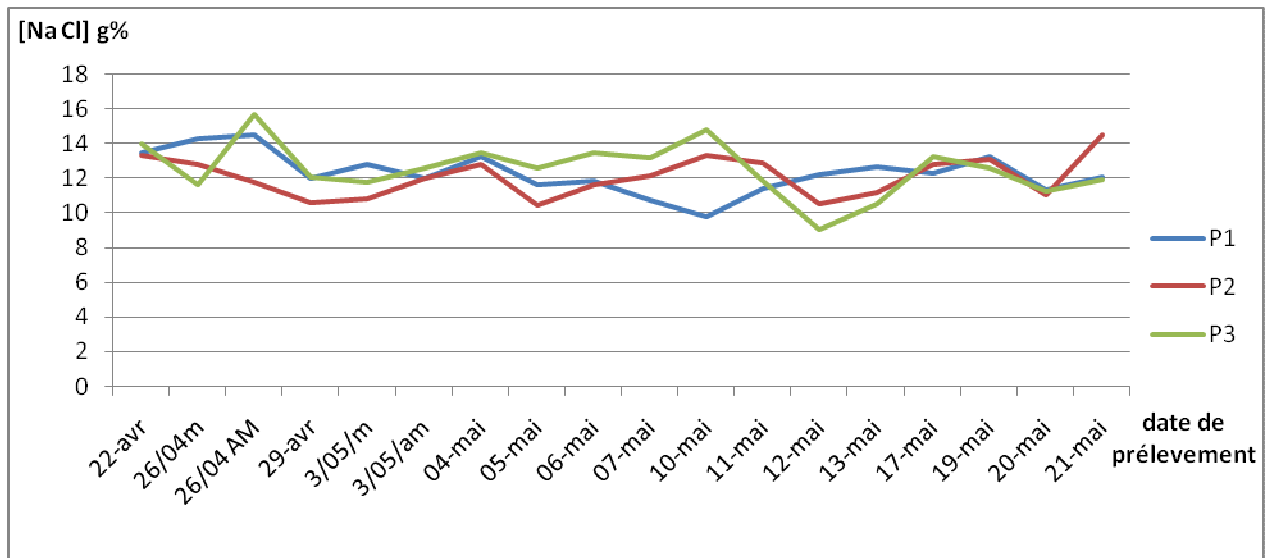


Figure 9 : Evolution de la concentration de Na Cl dans la crème filtre

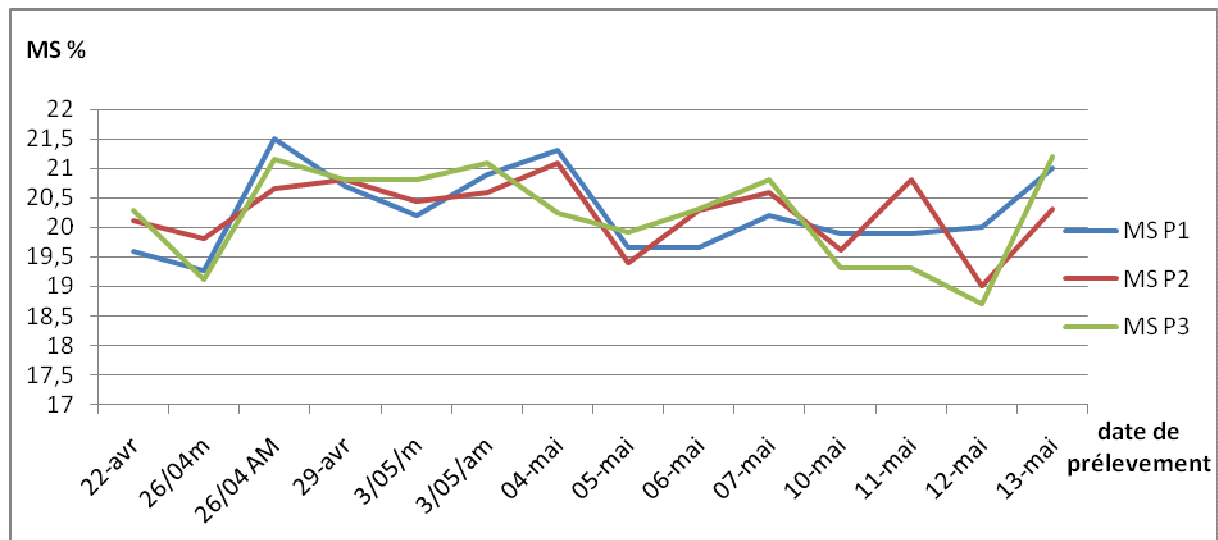


Figure 10 : Evolution de la matière sèche dans la crème de filtre.

2) Interprétation

- Les résultats présentés par les figures montrent que la conductivité et le pourcentage de la matière sèche augmentent avec la concentration de Na Cl.
- Aussi nous constatons qu'il ya apparition d'une légère variation entre les trois lignes. Ce ci est dû probablement au système d'ajout de Na Cl avant de passer à la filtration.

III) Suivi de la concentration de Na Cl dans la levure râpée

1) Présentation des résultats

Les résultats sont résumés dans le tableau 4 et les figures 11,12 et 13.

Tableau 4 : Mesure de la concentration de Na cl, la conductivité et la matière sèche pour la levure râpée

	conductivité			Na Cl(*100)			MS		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
22-avr	18,2	18,3	18,3	3,8	3,9	3,9	31,86	31,96	32
26/04m	28,3	21	22	6,1	4,5	4,6	33,8	32,66	32,32
26/04 AM	26,8	28	25,4	5,4	6,2	5,5	32,8	33,2	33,5
29-avr	15	13,09	19,2	3,46	3,46	5,1	33,05	32,9	34,28
3/05/m	15,4	15,9	18,5	4,5	4,5	5,3	33,71	33,6	34,12
3/05/am	13,42	12,94	17,7	4,5	4,2	4,61	33,4	33,4	33,8
04-mai	15,19	13,48	19,24	3,39	3,12	3,73	32,3	31,9	33,8
05-mai	12,06	12,21	13,1	2,5	2,5	2,9	33,2	33,4	33,9
06-mai	10,87	10,76	11,76	2,3	2,1	2,4	33,4	33,6	33,8
07-mai	25,1	29	29	3,86	4,61	5,15	32,4	32,1	32,8
10-mai	13,5	13,9	16,3	2,5	2,9	3,7	32,7	32,9	33,2
11-mai	13,54	13,98	16,3	2,5	2,9	3,7	32,7	32,9	33,2
12-mai	13,32	14,17	14,8	2,3	2,9	3,5	32,1	32,6	32,8
13-mai	12,99	11,31	16,04	1,7	1,5	2,9	33	32,7	33,2
17-mai	18	18,8	19,3	2,5	2,7	4,6	32,7	33,3	33,8
19-mai	10,03	10,65	12,61	1,5	1,6	2,2	32,7	32,5	33,4
20-mai	14,17	14,3	14,5	2,9	2,98	3,09	33,1	33	33,2
21-mai	13,5	14,8	15,2	3,86	4,8	5,22	33,7	33,3	34,2
max	28,3	29	29	6,1	6,2	5,5	33,8	33,6	34,28
min	10,03	10,65	11,76	1,5	1,5	2,2	31,86	31,9	32
moy	16,0772	15,9217	17,7361	3,3094	3,4094	4,0056	32,9233	32,8844	33,4067
ecartype	5,7789	5,8299	4,9437	1,3707	1,3568	1,0978	0,5982	0,5588	0,6916

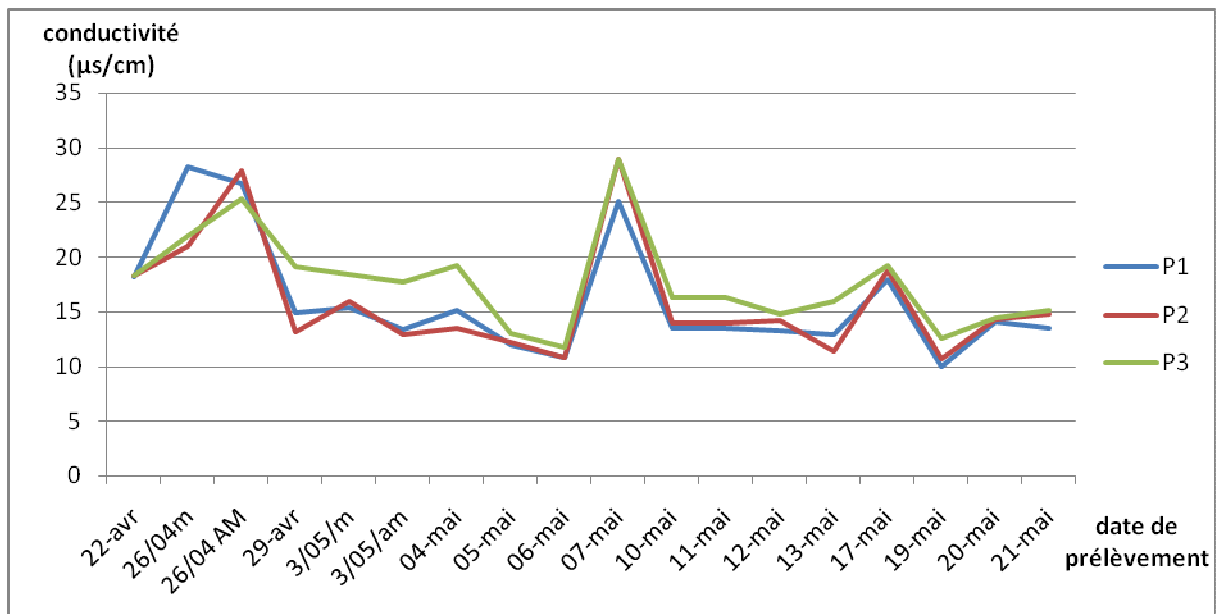


Figure 11: Evolution de la conductivité dans la levure râpée

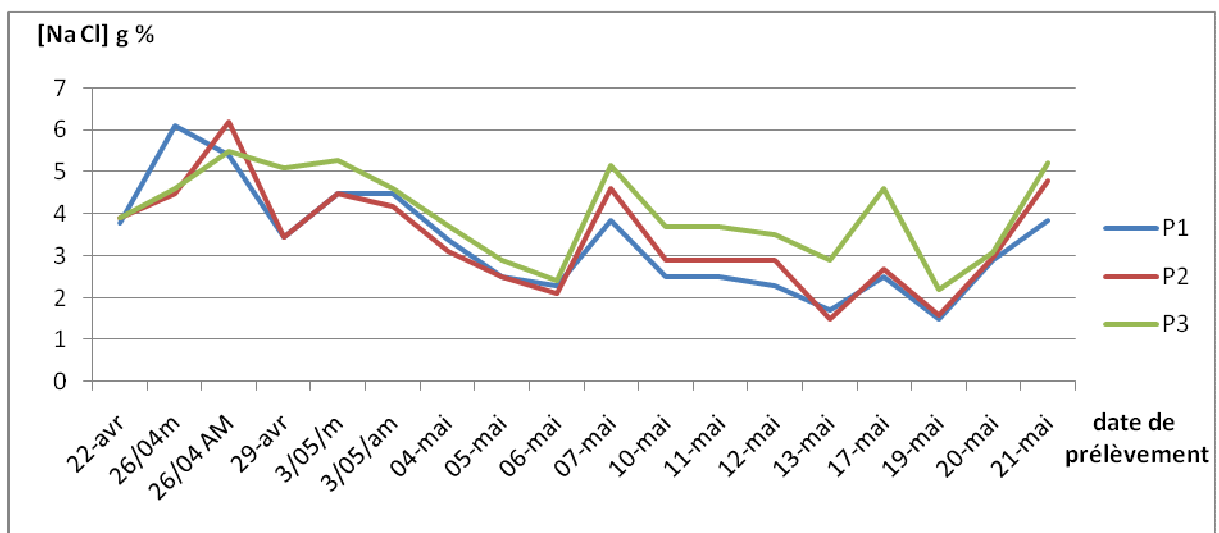


Figure 12 : Evolution de la concentration de Na Cl dans la levure râpée

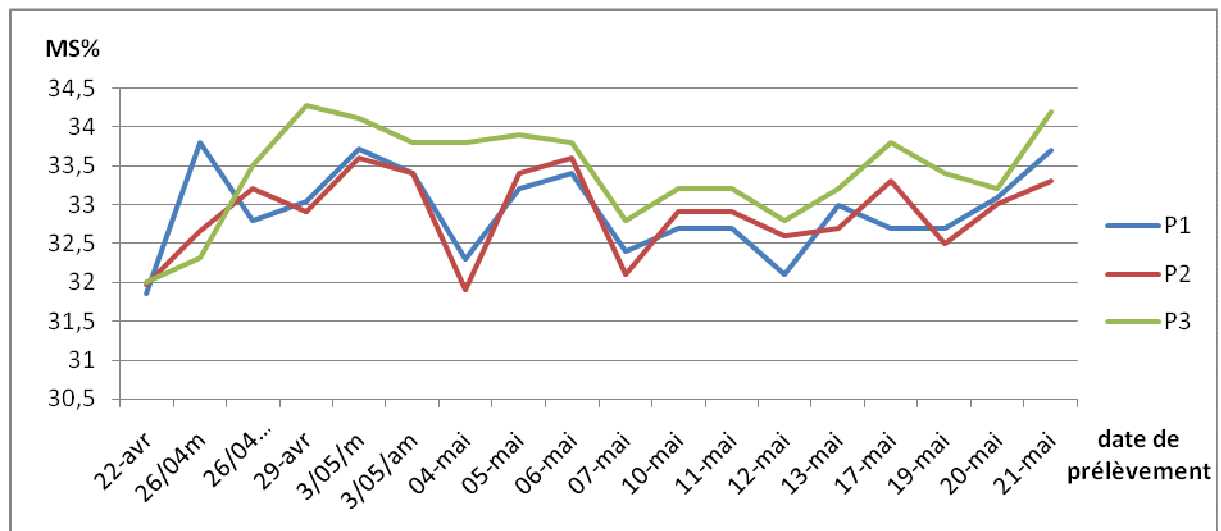


Figure 13 : Evolution de la matière sèche dans la levure râpée

2) Interprétation

- L'analyse de la levure râpée montre également que la conductivité et le pourcentage de matière sèche augmente avec la concentration de Na Cl.
- Pour la majorité des prélèvements effectués, la machine P3 est caractérisée par la concentration de Na Cl la plus élevée par rapport aux deux autres.

IV) Suivi de la concentration de Na Cl dans les paquets

1) présentation des résultats

Les résultats obtenus pour les paquets sont résumés dans le tableau 5 et les figures 14, 15, 16, 17 et 18

Tableau 5 : Mesure de la concentration de Na cl, la conductivité , la matière sèche, les cellules mortes et la couleur pour les paquets

	conductivité (/10)			Na Cl(*100)			MS		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
22-avr	14,9	16,2	18,8	3,2	3,7	4,5	31,7	32,6	33,4
26/04m	17,86	16,6	18,1	3,6	2,9	3,31	32,6	32	32,7
26/04 AM	17,5	16,7	19,2	3,7	3,31	3,77	33,7	33,2	34,1
29-avr	17,4	16,32	19,66	3,44	2,8	3,7	33,5	32,9	33,6
3/05/m	15,9	14,8	16,24	2,71	2,34	2,66	33	32,68	33,2
3/05/am	14,3	13,2	15,8	2,27	2,53	2,9	32,89	33,51	33,8
04-mai	15,55	13,56	19,8	3,5	2,9	4,29	34,14	33,5	34,45
05-mai	13,6	13,5	15,98	2,9	2,7	3,9	33,53	33,5	34,45
06-mai	13,96	13,87	18,7	3,12	3,2	3,7	33,9	33,8	34,3
07-mai	14,47	13,59	15,6	2,3	2,1	2,4	33,9	34	34,1
10-mai	16,98	16,4	16,78	2,7	2,9	3,3	34,1	33,9	34,5
11-mai	14,5	14,3	16,7	2,7	3,7	4,8	33	33,4	33,7
12-mai	14,63	13,9	18,34	3,4	3,7	4,8	32,9	32,8	33,3
13-mai	14,58	16,5	16,26	1,9	1,4	2,5	33,4	32,6	33,7
16-mai	13,58	15,8	16,26	1,9	1,4	2,5	33,4	32,6	33,7
17-mai	16	16,5	19,4	3	3,3	4,5	32,5	33	34,5
19-mai	15,9	13,83	16,75	3,48	3,3	4,8	32,7	32,5	33
20-mai	17,14	16,51	18,74	3,35	3,28	3,48	33,4	33,2	33,7
21-mai	15,78	15,9	16,6	3,67	3,56	4,5	33,4	32,6	33,4
MAX	17,86	16,7	19,8	3,7	3,7	4,8	34,14	34	34,5
MIN	13,58	13,2	15,6	1,9	1,4	2,4	31,7	32	32,7
MOYENNE	15,501579	15,1568	17,5637	2,99158	2,895789	3,7005	33,2453	33,0679	33,7684
ECARE TYPE	1,4324	1,3539	1,4955	0,6060	0,7426	0,8589	0,6911	0,5941	0,5677

Suite de tableau 5

les cellules mortes	couleur
---------------------	---------

	P1	P2	P3	P1	P2	P3
22-avr	2,3	3,3	5	64,4	65	63,6
26/04m	4,21	3,6	4,2	64,5	66	63,7
26/04 AM	4,2	3,74	6,38	66,7	65,2	62,4
29-avr	3,66	2,96	4,21			
3/05/m	3,43	2,48	3,12			
3/05/am	2,26	3,2	3,89	66,2	65	66,2
04-mai	4,44	2,8	3,6	67,3	68,4	66
05-mai	2,9	2,8	3,5	68,1	67,6	66
06-mai	3,12	3,2	4,21	68,2	69,5	67,1
07-mai	1,1	1,8	1,9	67,2	67,4	67,4
10-mai	1,65	1,89	3,24	67,5	67,8	67,5
11-mai	1,15	1,3	3,57	68,6	68,8	66,1
12-mai	1,25	1,14	3,9	65,8	67	61,7
13-mai	1,2	0,47	2,4	68,8	67,6	66,8
16-mai	1,2	0,47	2,4	68,8	67,6	66,8
17-mai	1,7	1,61	3,4	67,8	66,6	66
19-mai	1,33	0,83	1,03	65,8	65,4	65,4
20-mai	2,06	1,29	2,4	66,1	66,4	64,4
21-mai	2,08	1,9	2,9	66	67,6	65,7
MAX	4,44	3,74	6,38	68,8	69,5	67,5
MIN	1,1	0,47	1,03	64,4	65	61,7
MOYENNE	2,38105263	2,14631579	3,43421053	66,9294118	66,9941176	65,4588235
ECARE TYPE	1,1920	1,1026	1,3733	1,4677	1,4373	1,8557

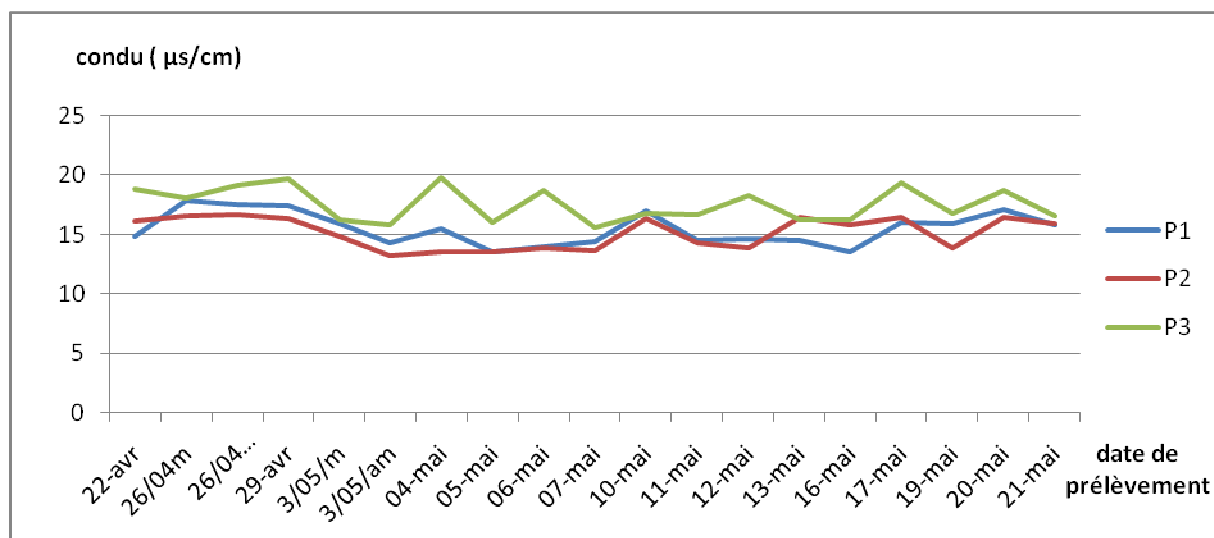


Figure 14 : Evolution de la conductivité dans les paquets

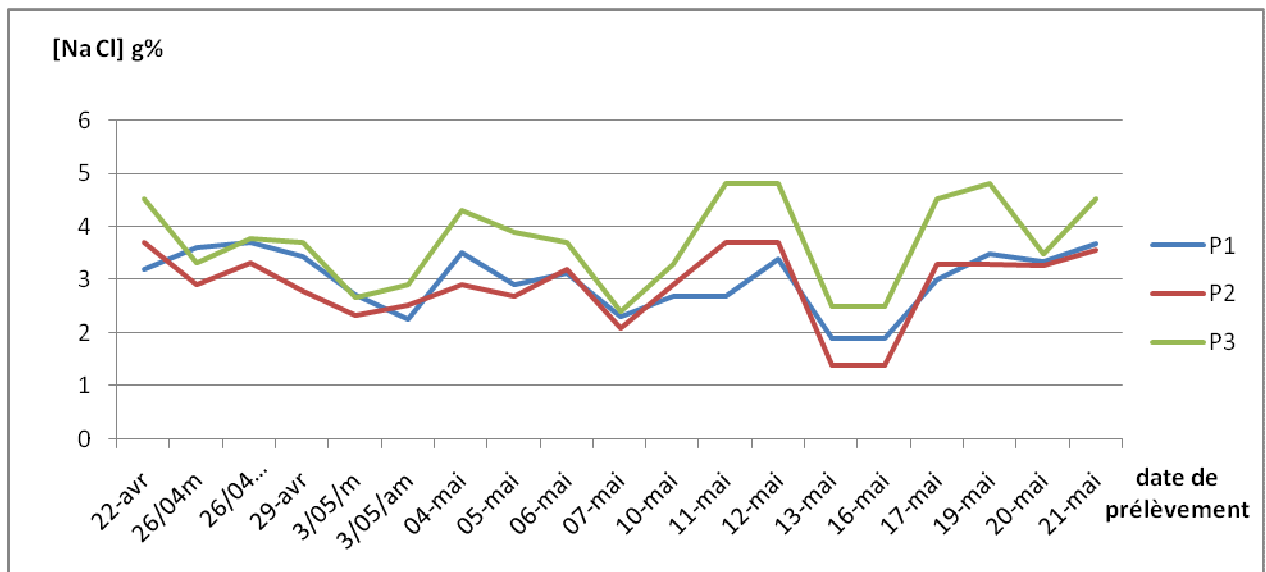


Figure 15 : Evolution de la concentration de Na Cl dans les paquets

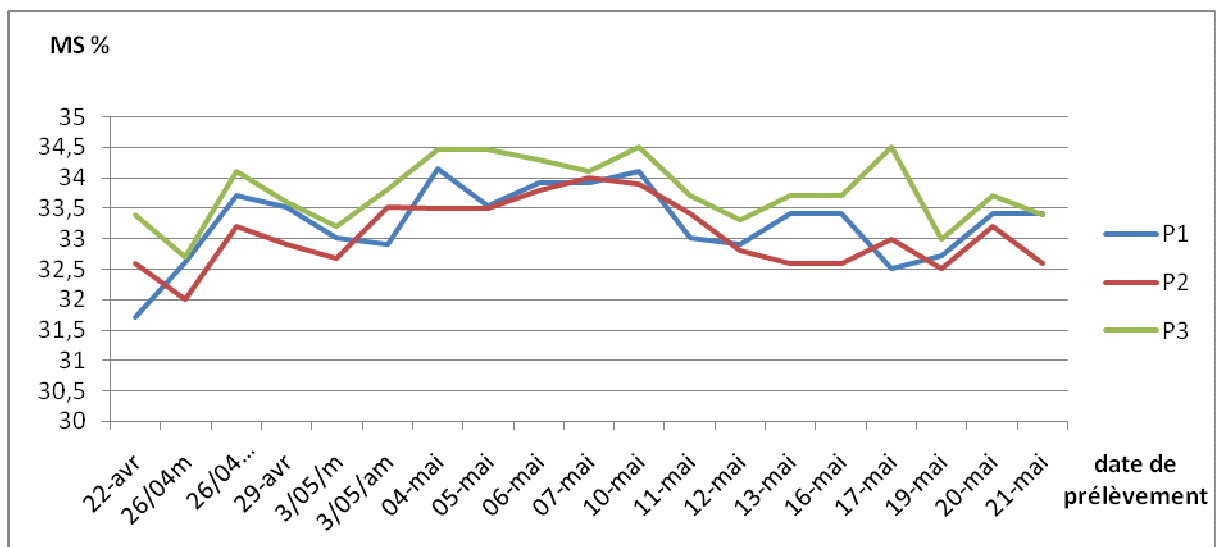


Figure 16: Evolution de la matière sèche dans les paquets.

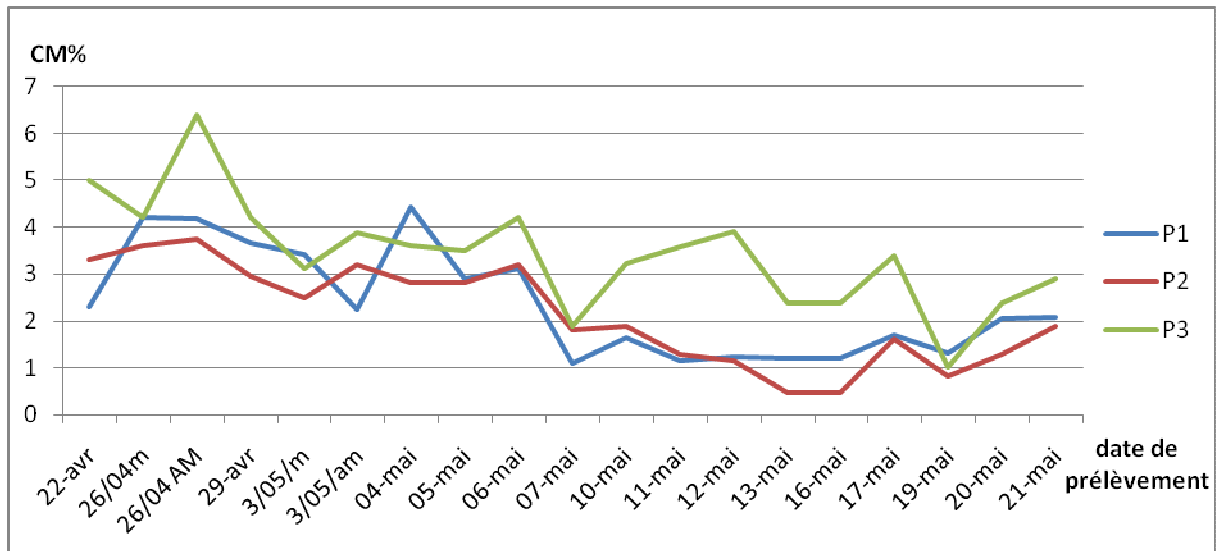


Figure 17 : Evolution du pourcentage des cellules mortes dans les paquets.

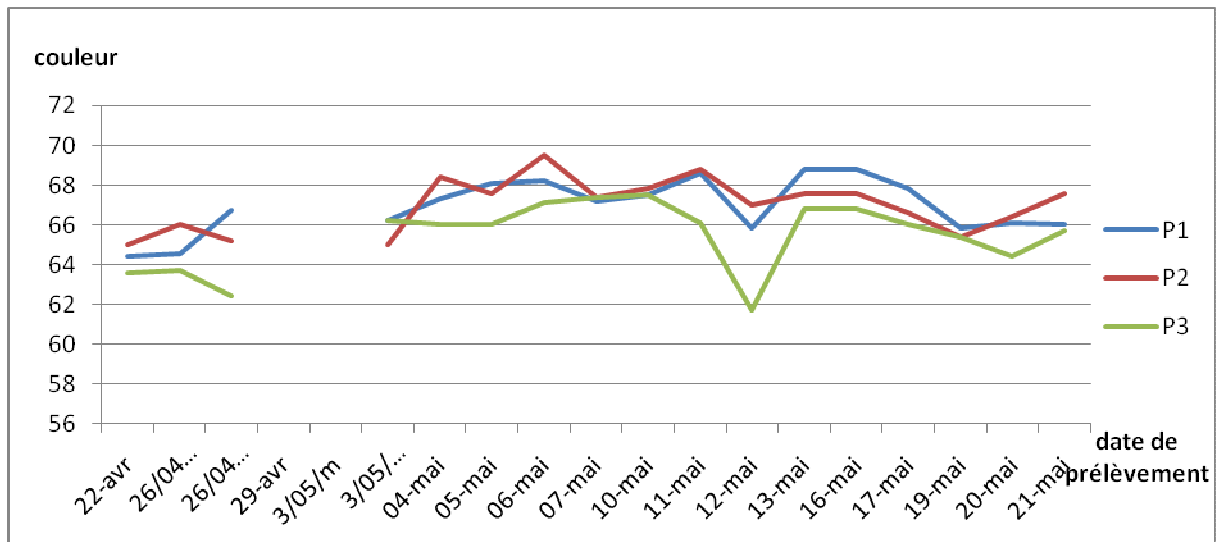


Figure 18 : Evolution de la couleur dans les paquets.

2) Interprétation

Les résultats obtenus montrent que le pourcentage de la matière sèche et celui des cellules mortes augmente avec l'augmentation de la concentration de Na

Cl. En effet cette dernière provoque une perte d'eau par la cellule, il ya diminution de l'activité d'eau voire celle des cellules. Par conséquent on obtient un pourcentage élevé de matière sèche et de cellules mortes.

Pour la couleur, l'augmentation de la concentration de Na Cl fait par contre diminuer celle-ci. Ce résultats est expliqué par le fait que quand l'eau sort de la cellule par phénomène d'osmose, il ya simultanément sortie des colorants de la mélasse ce qui fait diminuer la couleur de la levure.

Nos résultats montrent aussi que la machine P3 présente la concentration de Na Cl la plus élevée et le pourcentage des cellules mortes le plus fort par rapport aux deux autres.

V) Suivi de la concentration de Na Cl dans l'eau des égouts

1) Présentation des résultats

Les résultats obtenus pour l'eau des égouts sont résumés dans le tableau 6 et les figures 19, 20 et 21

Tableau 6 : Mesure de la conductivité, la concentration de Na Cl et l'absorbance pour l'eau des égouts

	conductivité		Na Cl		absorbance	
	P1	P3	P1	P3	P1	P3
22-avr	23,1	19,87	1,25	1,04	5,673	5,4
26/04m	23	20	1,16	1	6,1	5,536
26/04 AM	25,2	22,4	1,247	1,14	5,8	5,078
29-avr	25,1	23,3	1,305	1,12	5,54	5,4
3/05/m	24,7	23,4	1,16	1,16	5,603	5,751
3/05/am	25,2	19,7	1,45	0,812	5,645	4,21
04-mai	24,3	23,2	1,102	0,957	5,1	4,83
05-mai	27,5	19,5	1,45	0,87	5,87	3,735
06-mai	25,2	19,9	1,334	0,86	4,535	3,75
07-mai	23	22,6	1,392	1,305	5,75	5,7
10-mai	26	21,8	1,392	1,131	5,995	5,21
11-mai	23,9	19,04	1,38	1,115	6,05	5,4

12-mai	26,1	22,1	1,595	1,16	6,3	5,4
13_mai	28,7	22,8	1,392	1,45	6,6	5,38
17-mai	24,1	23,3	1,305	1,102	5,015	4,625
19-mai	23,8	20,8	1,305	0,725	5,015	3,978
20-mai	23,6	22,5	1,305	0,985	5,015	3,978
21-mai	23,8	20,7	0,928	0,841	3,35	4,24
MOY	24,7944444	21,495	1,30288889	1,04294444	5,49755556	4,86672222
MAX	28,7	23,4	1,595	1,45	6,6	5,751
MIN	23	19,04	0,928	0,725	3,35	3,735
ecartype	1,54480999	1,53446772	0,15088363	0,18226402	0,74870007	0,70623549

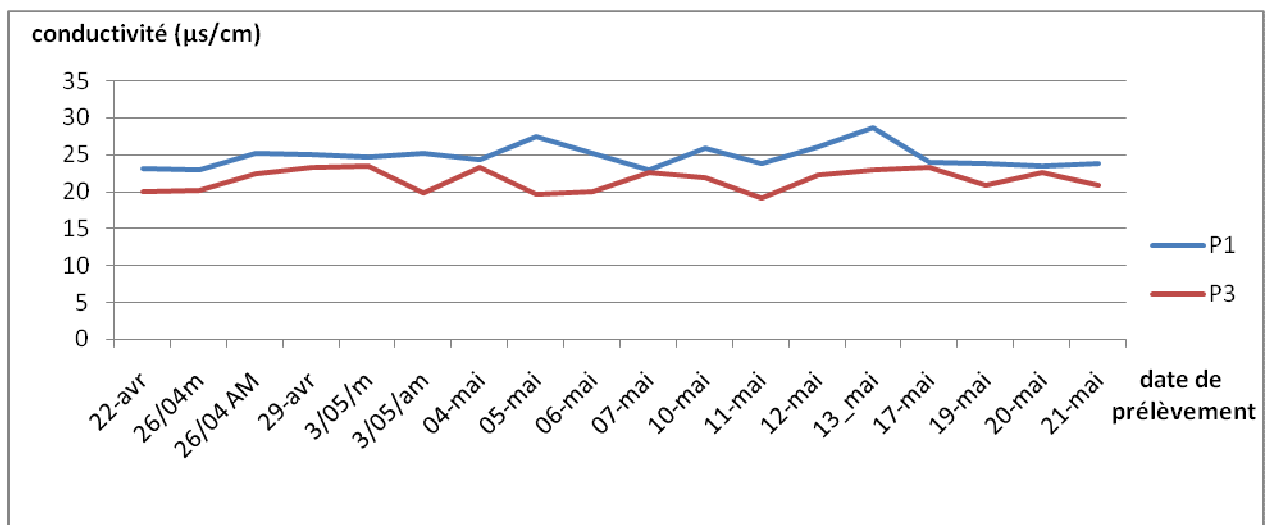


Figure 19 : Evolution la conductivité dans l'eau des égouts.

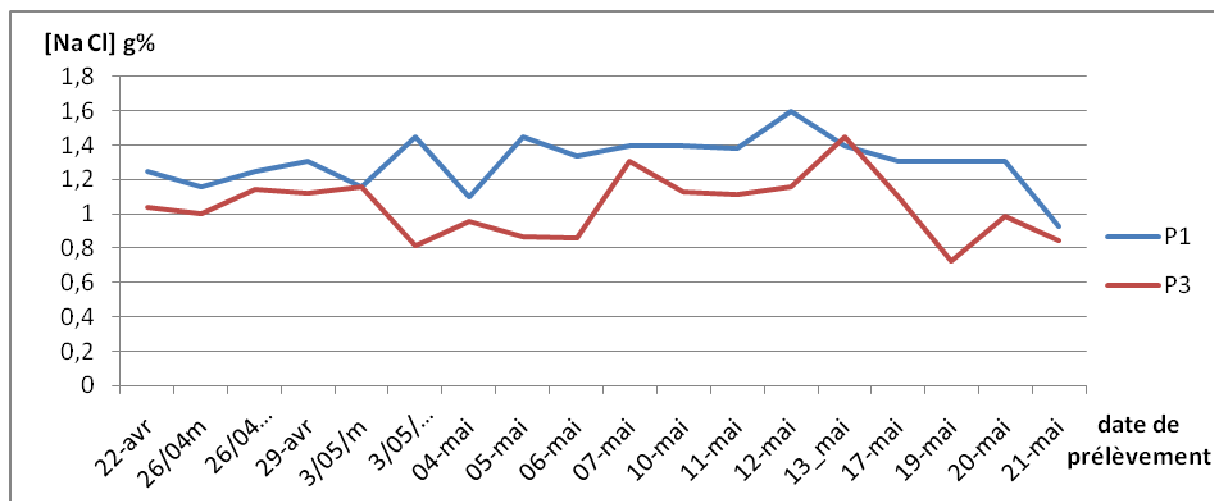


Figure 20 : Evolution la concentration de Na Cl dans l'eau des égouts.

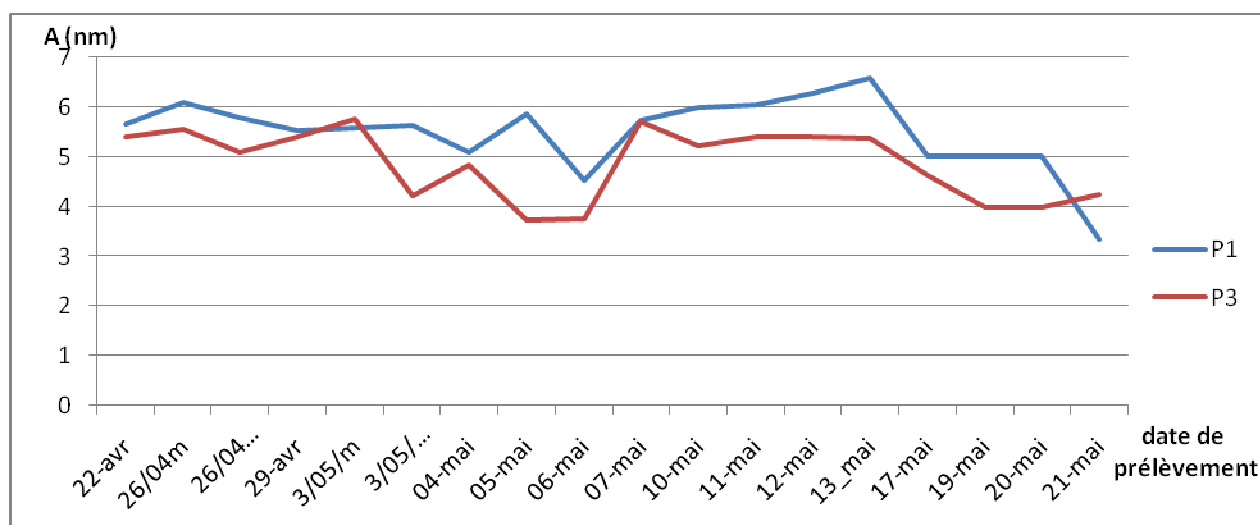


Figure 21 : Evolution l'absorbance de l'eau des égouts.

2) Interprétations

- Les figures 14,15 et 16 montrent que la conductivité et l'absorbance de l'eau des égouts augmentent parallèlement avec la concentration de Na Cl. Ceci est expliqué par le fait que plus on augmente la concentration du Na Cl dans le milieu intercellulaire plus la cellule perd de l'eau, celle-ci sort avec les colorants de la mélasse ce qui fait augmenter l'absorbance.
- Nos résultats rapportent aussi que l'eau des égouts de P1 présente la concentration de Na cl la plus élevée et P3 la concentration la plus faible. Si on compare ce dernier résultat avec celui obtenu pour le paquet on constate

que P3 présente la concentration en Na Cl la plus élevée. On déduit donc que pour la machine P3, une quantité de chlorure de sodium reste dans la levure après filtration.

VI) Etude statistique

1) Moyennes

Les moyennes représentent la somme des concentrations de Na Cl mesurées au cours des dix neuf prélèvements.

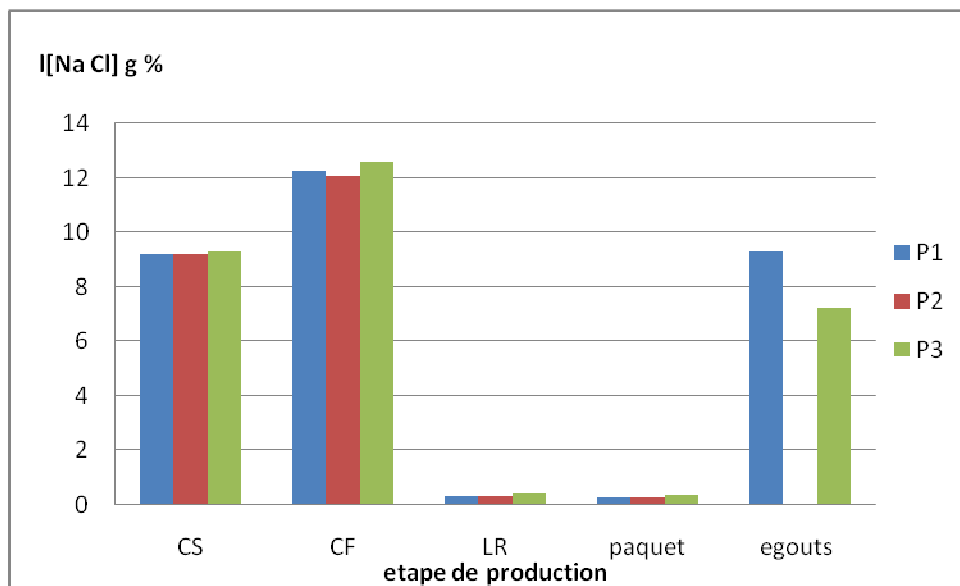


Figure 22 : Evolution des moyennes des concentrations de Na cl durant les étapes de la production de la levure

- D'après la figure 17, nous pouvons déduire que la concentration de Na Cl passe par plusieurs étapes pendant la production de la levure. Dans la crème de stockage, la concentration est la même pour les trois machines, dans la crème de filtre la concentration augmente grâce au système d'ajout de Na cl, après filtration la concentration chute dans la levure râpée et dans les paquets pour sortir en fin dans les égouts.

2) Ecartype

Un écartype est calculée pour les différents tests effectués sur les paquets pour les dix neuf prélèvements.

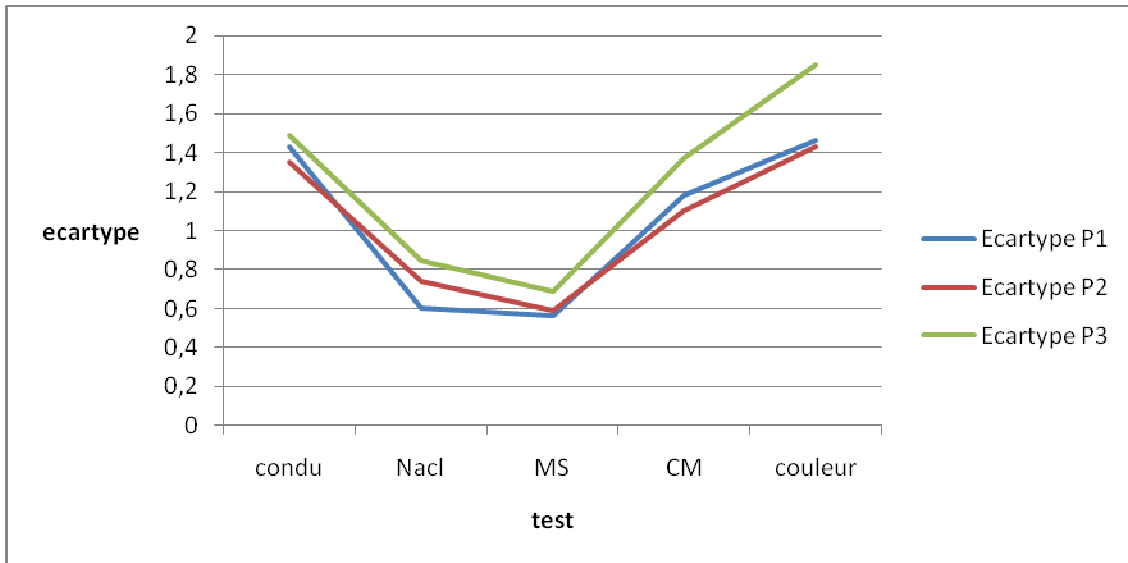


Figure 23: Ecartype des différents tests effectués sur les paquets

- On constate que les écartsypes calculés pour les différents tests effectués sur les paquets présentent la même évolution, avec une légère instabilité de la machine P3 car elle présente l'écartype le plus élevé par rapport aux deux autres.

VII) comparaison avec les résultats de la force

1) Principe de la force

L'activité fermentative ou « force » des levures est égale au volume de CO₂ dégagé durant un temps donné, par une quantité bien précise de levure incorporé dans une pâte de composition connue.

2) Présentation des résultats

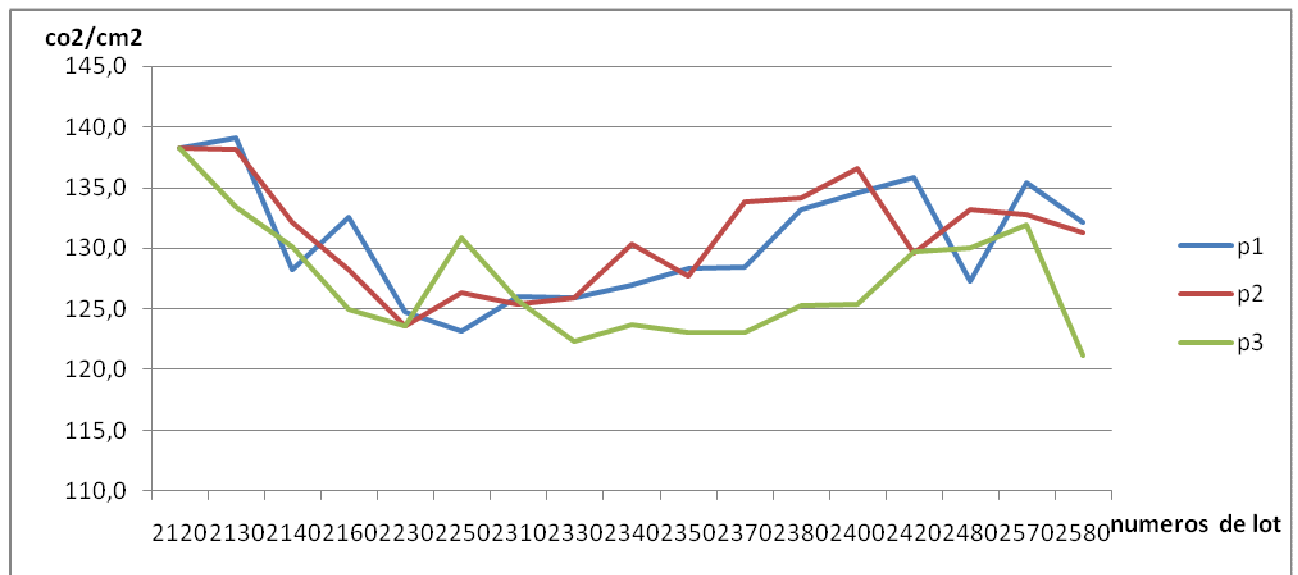


Figure 24: Evolution de la force des paquets pour les trois machines

D'après les résultats de la force, on constate que dans la majorité des cas la machine P3 présente une force inférieure à celle de P1 et P2, ceci est certainement dû à la forte concentration de Na Cl restante dans la machine

VIII) conclusion

Au terme de ce travail, on peut déduire les points suivants:

- Le chlorure de sodium joue un rôle important dans toutes les étapes de production de la levure
- Chaque étape de production est caractérisée par une concentration spéciale de chlorure de sodium selon les besoins et la localisation de l'étape dans la chaîne de production.
- La machine P3 présente la concentration la plus élevée en Na Cl, l'instabilité la plus forte ainsi que la force la plus faible. Cette machine a les mêmes caractéristiques que celles de P1 et P2 au niveau de la crème de stockage et la crème de filtre, mais

après filtration la concentration de Na cl s'élève dans la machine P3, on déduit donc qu'un problème survient pendant la filtration. Ce problème peut être :

- soit mécanique c'est à dire au niveau des machines utilisées dans la filtration comme la pompe à vide.
- soit au niveau du système de lavage de tambour de filtration : le débit n'est pas proportionnelle avec la vitesse de rotation de tambour.
- Soit au niveau du filtre rotatif.

Conclusion générale

Mon stage à la société LESAFFRE Maroc, bien qu'il soit de courte durée, m'a été indiscutablement profitable, puisqu'il m'a permis de m'initier aux techniques de maîtrise et de contrôle de la qualité des denrées alimentaires, notamment la levure.

Le but de ce stage a été de contrôler la concentration de Na Cl depuis le bac de préparation jusqu'à la sortie des égouts, ainsi que la comparaison entre les trois lignes de production.

D'après les résultats obtenus, on peut affirmer que:

- Chaque étape de production est caractérisée par une concentration spéciale de Na Cl.
- Les différents tests effectués varient en fonction des variations des concentrations de Na Cl
- La machine P3 présente la concentration la plus élevée de Na Cl ainsi que la force la plus faible et l'instabilité la plus élevée. Ce problème apparaît au niveau de la filtration.

Références

- Bouix M 1993

Livre de : « Microbiologie industrielle: les micro-organismes d'intérêt industriel et Sciences et techniques agro-alimentaires ».

- Larpent J.1991

Livre de : « Biotechnologie des levures ».

- Marlène. C 2006

Livre de : « Etudes physiologiques de l'adaptation et de la résistance de la levure *Saccharomyces cerevisiae* au cours de la production ».

- Mitterrand .d. 2001

Livre de : « La levure du pain ».

- Peter H, Raven, Ray Franklin Evert, Susan E. Eichhorn.,1994

Livre de : « Biologie végétale ».

- Springer .G 1991

Livre de : « Levure de panification ».

- Thuriaux P 1995

Livre de : « Les organismes modèles : La levure ».

-