

N° d'ordre.....

**BURKINA FASO**

\*\*\*\*\*

**Unité – Progrès - Justice**

\*\*\*\*\*

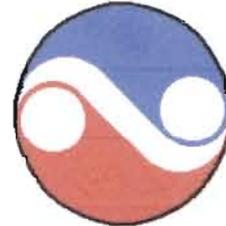
**MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR**



**UNIVERSITE POLYTECHNIQUE  
DE BOBO-DIOULASSO**

-----  
**UNITE DE FORMATION ET DE  
RECHERCHE EN SCIENCE ET  
TECHNIQUE**

-----  
**FILIERE : GENIE BIOLOGIQUE**



**BRASSERIE DU BURKINA (BRAKINA)**

-----  
**LABORATOIRE DE MICROBIOLOGIE**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**POUR L'OBTENTION DE LA LICENCE PROFESSIONNELLE  
EN AGRO-ALIMENTAIRE**

**THEME:**

**SUIVI DE L'EVOLUTION DE LA  
POPULATION LEVURIENNE AU COURS DE  
LA FERMENTATION DE LA BIÈRE.**

**Présenté et soutenu par: KABRE Wendpanga Pierre**

**Maître de stage :  
M<sup>me</sup> Jessica ZONGO  
(BRAKINA)**

**Directeur de mémoire :  
Dr Salifou OUEDRAOGO  
(UPB/UFR-ST)**

**Mai 2014**

## TABLE DES MATIERES

DEDICACES .....	i
SIGLES ET ABBREVIATIONS .....	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	iii
LISTE DES FIGURES.....	iii
REMERCIEMENTS .....	iv
RESUME .....	vi
INTRODUCTION .....	1
OBJECTIFS .....	2
PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
<b>I. PRESENTATION DE LA BRAKINA .....</b>	<b>3</b>
1. L'historique de la BRAKINA .....	3
2- La situation géographique de la BRAKINA /Ouagadougou .....	4
3- Les activités de la BRAKINA/Ouagadougou .....	4
4- Les objectifs socio-économiques de la BRAKINA/Ouagadougou .....	5
5- Les domaines d'activités de la BRAKINA/Ouagadougou .....	5
<b>II. LA BIERE ET LES MATIERES PREMIERES.....</b>	<b>6</b>
1. La bière .....	6
2. Les matières premières.....	6
2.1. L'eau .....	6
2.2. Le malt .....	6
2.3. Les succédanés .....	6
2.4. Le houblon.....	7
2.5. Les levures .....	7
<b>III. PROCESSUS DE FABRICATION DE LA BIERE.....</b>	<b>7</b>
1. Le maltage .....	7
2. Le brassage .....	8
3. La fermentation .....	8
4. La filtration de la bière.....	8
5. Le conditionnement ou le soutirage de la bière et Pasteurisation .....	8
<b>IV. LEVURE ET FERMENTATION.....</b>	<b>11</b>
1. Généralités sur la levure .....	11
1.1. Le genre de levure.....	11

1.2.	<b>Le groupe de levure</b>	11
1.2.1.	<b>La levure haute</b>	11
1.2.2.	<b>La levure basse</b>	11
1.3.	<b>Le mode de multiplication de la levure</b>	12
1.4.	<b>L'importance de la levure</b>	13
1.5.	<b>Le cycle de vie de Saccharomyces</b>	13
2.	<b>La fermentation</b>	14
2.1.	<b>La fermentation haute qui a lieu entre 15-25°C</b>	14
2.2.	<b>La fermentation basse qui a lieu entre 8-10°C</b>	14
2.3.	<b>Les nouveaux produits dans le moût pendant la fermentation</b>	15
2.4.	<b>Les causes des anomalies lors de la fermentation</b>	15
<b>DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES</b>		15
<b>I.</b>	<b>MATERIELS</b>	<b>16</b>
1.	<b>Matériel Biologique</b>	16
2.	<b>Matériel de prélèvement</b>	16
3.	<b>Matériel de laboratoire</b>	16
4.	<b>Fiche d'enregistrement</b>	17
<b>II.</b>	<b>METHODES</b>	<b>17</b>
1.	<b>La numération</b>	17
1.1.	<b>But</b>	17
1.2.	<b>Principe</b>	17
1.3.	<b>Mode opératoire</b>	17
2.	<b>La mesure de la densité du moût</b>	19
2.1.	<b>But</b>	19
2.2.	<b>Principe</b>	19
2.3.	<b>Mode opératoire</b>	19
3.	<b>Le potentiel Hydrogène (pH)</b>	20
3.1.	<b>But</b>	20
3.2.	<b>Principe</b>	20
3.3.	<b>Mode opératoire</b>	20
4.	<b>La température</b>	21
4.1.	<b>But</b>	21
4.2.	<b>Principe</b>	21

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS .....	22
<b>I.    RESULTATS</b> .....	22
<b>1.    Le nombre de levure en million par ml</b> .....	22
<b>2.    La concentration du sucre (°P) dans le moût en fermentation</b> .....	23
<b>3.    Le potentiel hydrogène (pH)</b> .....	24
<b>4.    La température</b> .....	25
<b>II.    DISCUSSIONS</b> .....	26
<b>1.    Le nombre de levure en million par ml</b> .....	26
<b>2.    La concentration du sucre dans le moût en °P</b> .....	26
<b>3.    Le potentiel Hydrogène (pH)</b> .....	27
<b>4.    La température</b> .....	28
CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....	29
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	30
ANNEXES .....	31

## **DEDICACES**

**A MON PERE, MA MERE et mes frères,**

pour leur présence sans rupture à mes côtés. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma reconnaissance et de mon plus grand attachement.

## **SIGLES ET ABBREVIATIONS**

- ✚ **BRAKINA** : Brasserie du Burkina
- ✚ **DMA** : Densimètre
- ✚ **MPC** : Matières Premières Consommables
- ✚ **ONEA** : Office Nationale de L'Eau et de l'Assainissement
- ✚ **pH** : potentiel d'Hydronium
- ✚ **PET** : Polyéthylène Téréphtalate
- ✚ **SONABEL** : Société Nationale d'Electricité du Burkina
- ✚ **SOSUCO** : Société Sucrière de la Comoé
- ✚ **TOD**: Tank Out Door
- ✚ **RHV**: République de la Haute Volta
- ✚ **DG**: Directeur Général
- ✚ **DRH**: Directeur des Ressources Humaines
- ✚ **SODIBO**: Société de Distribution des Boissons
- ✚ **°P** : degré Plato
- ✚ **°C** : degré Celsius
- ✚ **DL** : Densité Limite
- ✚ **Densité** : taux de sucre
- ✚ **Maïsche** : moût + drèche

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau I: Les bières brassées à la BRAKINA/Ouagadougou.....</b>	<b>4</b>
<b>Tableau II : Les boissons gazeuses produites à la BRAKINA/Ouagadougou.....</b>	<b>5</b>

## **LISTE DES FIGURES**

<b>Figure I : schéma de production de la bière.....</b>	<b>9</b>
<b>Figure II: bourgeonnement de la levure formulé par Mitscherlich.....</b>	<b>11</b>
<b>Figure III : levure vieilles et levure rajeunies.....</b>	<b>11</b>
<b>Figure IV : cycle de vie de la levure.....</b>	<b>12</b>
<b>Figure V : cellule de Thomas.....</b>	<b>18</b>
<b>Figure VI : courbe montrant l'évolution du nombre de levure en million/ml durant 14 jours.....</b>	<b>22</b>
<b>Figure VII : courbe montrant l'évolution de la quantité de sucre dans le moût en °P durant 14 jours.....</b>	<b>23</b>
<b>Figure VIII : courbe montrant l'évolution du pH du moût durant 14 jours.....</b>	<b>24</b>
<b>Figure IX : courbe montrant l'évolution de la température en °C durant 14 jours.....</b>	<b>25</b>

## REMERCIEMENTS

Nous témoignons notre profonde gratitude à toutes les personnes qui nous ont permis d'effectuer ledit stage, celles qui nous ont prêté attention au cours de son déroulement et qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements vont particulièrement à Monsieur **M. POZMETIER**, Directeur Général de la BRAKINA pour nous avoir acceptés dans son entreprise.

Nous exprimons notre profonde gratitude aux :

- ❖ **Pr Georges Anicet OUEDRAOGO**, président de l'Université Polytechnique de Bobo Dioulasso (UPB) et Co-géniteur de la filière Génie Biologique pour leur initiative.
- ❖ **Pr Sado TRAORE**, Directeur de l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Techniques (UFR/ST),
- ❖ **Dr Salifou OUEDRAOGO**, notre Directeur de Mémoire pour ses conseils, son encadrement, et d'avoir consacré son temps pour lire et parfaire et donner une qualité scientifique à notre document.
- ❖ **Dr Lassina OUATTARA**, coordonateur de la filière Génie Biologique qui nous a suivis tout au long de notre stage.

Nous tenons à adresser nos sincères remerciement à:

- ❖ **Madame Pauline SAM**, Directrice des Ressources Humaine (DRH) de BRAKINA/OUAGA
- ❖ **Monsieur Simplicie SOME**, Directeur des usines (DU) de la BRAKINA/OUAGA
- ❖ **Madame Jessica ZONGO** responsable qualité de l'entreprise, mon maître de stage, qui n'a ménagé aucun effort pour nous guider, nous conseiller et nous accompagner sur tous les plants durant le stage.
- ❖ **Monsieur Moussa SANOGO**, chef des laboratoires de la BRAKINA/OUAGA, pour son encadrement technique toujours renouvelé, au cours de ces six (6) mois de stage. Vous m'avez transmis le goût de travail bien fait, à temps, dans un souci de perfection.

De même nos remerciements au :

❖ **Pr Gustave B. KABRE**, Conseiller Technique du Ministre des Enseignements Secondaire et Supérieur (MESS) pour ses conseils, et pour avoir accepté de lire et corriger ce travail,

L'ensemble des enseignants de la filière génie biologique notamment :

❖ **Le Dr Imaël H. BASSOLE**, le **Dr Aly SAVADOGO**, le **Dr Leguet GANOU**, le **Dr Hagrétou SAWADOGO/LINGANI**, **M. Oussen PALENFO**, **M. Salif GUEL** ; pour la qualité de l'enseignement.

A tous les responsables des laboratoires de la BRAKINA/Ouagadougou tels que :

❖ **Monsieur KABORE Benjamin ; Monsieur DIALLO Mamadou** pour les différents conseils et encouragements.

Nous remercions tous les Techniciens de laboratoire pour leurs soutiens de toutes sortes au cours de notre stage, ainsi que les techniciens des autres services pour l'amitié partagée, nous remercions les camarades de Génie Biologique pour la franche collaboration durant les trois ans d'étude. Nous ne saurons clore cette partie sans présenter nos excuses à tous ceux et toutes celles que, par inadvertance, nous avons eu à blesser de quelques manières que ce soit.

## RESUME

L'action de la levure dans la production de l'alcool contenu dans la bière est d'une importance capitale. La présente étude avait pour objectif d'apprécier l'évolution de la population levurienne utilisée dans la production de la bière à la BRAKINA /Ouagadougou. Elle a consisté en la numération des levures à l'aide d'un microscope chaque 24 heures, pendant les deux semaines nécessaires pour la fermentation. En plus, les paramètres suivants ont été mesurés : l'évolution de la densité du moût, l'évolution du pH du milieu, et l'évolution de la température.

Les résultats montrent que tous les paramètres évoluent normalement avec au départ le nombre de levure compris entre 15 à 20 millions par ml, avec une densité proche de 17°P, un pH autour de 5 et une température de 10°C et à la fin de la fermentation un nombre de levure qui diminue énormément (environ 4millions /ml), une densité faible tendant vers la densité limite ( $\approx 3^{\circ}\text{P}$ ), un pH peu bas et une température extrêmement basse de  $-0,2^{\circ}\text{P}$ .

En définitive nous pouvons dire qu'il n'y a aucun problème lors de la fermentation, tous les paramètres évoluent normalement, ce qui témoigne la qualité de la bière de la BRAKINA.

## INTRODUCTION

L'histoire des aliments est aussi longue et riche que celle de l'homme lui-même, surtout celle des boissons car l'acte de boire répond à des besoins non seulement physiologique, mais aussi psychologiques et sociologiques, en particulier lorsqu'il s'agit des boissons alcoolisées. Dissiper la fatigue et la dépression, procurer l'évasion hors du quotidien et conduire à l'euphorie, faciliter la communication et créer la fête, voilà, semble-t-il ce que l'homme a de tout temps demandé à la boisson. Avec l'évolution des sciences et des techniques, la bière a évoluée jusqu'aujourd'hui où, tout en maintenant la qualité et augmentant la productivité, elle est devenue la boisson la plus consommée dans le monde après l'eau. La bière de malt est la plus consommée de toutes les bières de céréales. Cependant, le consommateur souhaite des bières de haute qualité au niveau organoleptique. La BRAKINA/Ouagadougou, industrie agroalimentaire doit répondre aux préoccupations et exigences des consommateurs. Pour cela, elle cherche à améliorer la qualité de la matière première tout en utilisant un procédé et un conditionnement qui préserve cette qualité, le rendu sensoriel est la résultante de ces différentes étapes, allant du procédé de fabrication jusqu'à l'évolution du produit au cours du stockage.

A la BRAKINA /Ouagadougou, deux Tanks de 800hl environ (TOD 40 et 41) ont été installé et les responsables constataient parfois des valeurs anormales du nombre de levures après comptage pendant la fermentation, d'ou le thème du présent mémoire intitulé : « **suivi de l'évolution de la population levurienne au cours de la fermentation de la bière** ».

Le présent mémoire s'articule autour de trois grandes parties : la première étant consacrée à l'étude bibliographique, la deuxième aux matériels et méthodes utilisées et la troisième présente nos résultats et discussions, et une conclusion suivie de perspective termine le document.

## **OBJECTIFS**

L'objectif général de la présente étude est de contrôler la qualité de la bière en fermentation, surtout nous rassurer de la meilleure valeur organoleptique de la bière en fin de fermentation, afin de mettre sur le marché International les produits (boissons) de la BRAKINA/Ouagadougou.

L'objectif spécifique de cette étude est de connaître chaque jour la quantité de levure dans le tank en fermentation, ainsi que la concentration des sucres dans le moût, la valeur du pH et la température jusqu' à la fin de la fermentation.



**PREMIERE PARTIE :**  
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

# **I. PRESENTATION DE LA BRAKINA**

## **1. L'historique de la BRAKINA**

La BRAKINA (ex Brasserie de la Volta : BRAVOLTA) dont la naissance remonte au **04 Juillet 1960** n'était pendant 4 ans qu'un atelier d'embouteillage de la bière provenant de la BRACODI (une brasserie de la Cote d'Ivoire) et une structure de fabrication des boissons gazeuses et de glace alimentaire.

La BRAKINA (ex BRAVOLTA) fut créé en **1962** par BRACODI en tant que une Société à Responsabilité Limité (SARL).

En **1964**, une amélioration est faite au sein de l'usine, avec l'apport de matériel de fabrication afin de faire face à une demande de plus en plus croissante et à une démographie galopante ; l'atelier d'embouteillage fut transformé en brasserie proprement dite avec une direction à Bobo-Dioulasso.

En **1975**, fut crée la SOVOBRA par la Société de Gestion des Produits Alimentaires (SOGEPAL) avec des actions BRAVOLTA et des actionnaires voltaïque.

En **1980** ; un changement intervient dans le statut avec une prolongation de 3 ans.

En **1984** SOGEPAL opère une fusion avec les BGI. Aussi BRAVOLTA et SOVOBRA épousent les noms BRAKINA & SOBBRA.

En **1987** mise en place d'une unité de production d'eau minérale LAFI au sein de la BRAKINA/ Bobo.

En **1990** le Groupe Castel achète les BGI ; les nouveaux propriétaires (le Groupe Castel) investi à SOBBRA pour moderniser l'appareil de production, de caisseuse et encaisseuse (RABOT), cela a entraîné la fermeture du hall d'embouteillage SOBBRA et du centre de distribution de BRAKINA/ KOUDOUGOU en Mai – Juin 1990, ensuite fermeture du hall d'embouteillage BRAKINA/OUAGA.

Le **27 /05/1991**, fabrication croisée des marques (SOBBRA à BRAKINA et BRAKINA à SOBBRA).

En **juillet 1991** fusion des deux sociétés sous la dénomination: BRAKINA avec siège à OUAGADOUGOU.

Le 1er juillet **1994**, SODIBO (la Société de Distribution des Boisson) fut créée. Depuis lors on assiste aune évolution du capital qui est passé de 200 millions en 1960 à 825 millions en 1983, on passe à un milliard soixante-trois millions six cent vingt-cinq milles franc (1063625000 FCF) en 1988 ; puis actuellement le capital social est de deux milliards cinq cent trente millions vingt mille francs (2530020000 FCFA), avec un total de 10000 actions.

La BRAKINA est une société anonyme spécialisée dans la fabrication de la bière et des boissons gazeuses. Elle est constituée de deux usines; l'une à Bobo, crée en 1954, l'autre à Ouagadougou crée en 1977. Auparavant séparées, elles furent fusionnées par le groupe castel BGI en1990 avec pour siège sociale, Ouagadougou.

## **2- La situation géographique de la BRAKINA /Ouagadougou**

La BRAKINA de Ouagadougou est spécialisée dans la production de bière et des boissons gazeuses. Elle est située au Nord-est de Ouagadougou dans la zone industrielle de Kossodo.

## **3- Les activités de la BRAKINA/Ouagadougou**

La BRAKINA de Ouagadougou produit deux types de boisson représentant environ 650 000 hl par an et répartie de la façon suivante :

- Bières embouteillées = 450 000 hl soit 70% de la production totale
- Boissons gazeuses = 200 000 hl soit 30% de la production totale

Les tableaux I et II montrent les gammes de bières et de boissons gazeuses produites à la BRAKINA de Ouagadougou

**Tableau I: Les bières brassées à la BRAKINA/Ouagadougou**

<b>Type de bière</b>	<b>Bières locales en bouteille (verre)</b>	<b>Bières spéciales en bouteille (verre)</b>
33 Cl conditionné	-	Castel beer, Flag, Guinness,Beaufort,"33"Export
65 Cl conditionné	BRAKINA	Castel beer, flag, Guinness Beaufort,"33"Export
Pression fût	-	Flag

**Tableau II : Les boissons gazeuses produites à la BRAKINA /Ouagadougou**

<b>Type de produit</b>	<b>Gamme Youki en bouteille (verre et PET)</b>	<b>Gamme Coca cola en bouteille (verre et PET)</b>
30 Cl conditionné	Youki (pamplemousse, Moka café, cocktail, ananas, pomme, Tonic)	Fanta cocktail, coca cola, sprite, fanta citron, fanta orange, Fanta mandarine
50 Cl conditionné	Youki (pamplemousse, ananas, pomme, Moka café, cocktail, Tonic)	Fanta cocktail, coca cola, Fanta citron, Fanta orange, Fanta mandarine

#### **4- Les objectifs socio-économiques de la BRAKINA/Ouagadougou**

La BRAKINA participe énormément aux activités socio-économiques du Burkina-Faso.

Sa création répond aux objectifs suivants :

- réduire les importations de bière, de boissons gazeuses et d'eau minérale,
- réaliser une économie de devise par la mise en valeur d'une matière locale : le maïs,
- fournir une activité rémunératrice à une fraction de population.

#### **5- Les domaines d'activités de la BRAKINA/Ouagadougou**

Pour la bonne marche de l'usine et l'obtention des produits de bonnes qualités, la BRAKINA

a reparti la tâche en quatre sections :

- La section administrative,
- La section de production,
- La section de contrôle de la qualité qui comprend trois laboratoires qui sont le laboratoire d'analyse de la bière, le laboratoire de boissons gazeuses et le laboratoire de traitement des eaux et MPC,
- La section commerciale.

## **II. LA BIÈRE ET LES MATIÈRES PREMIÈRES**

### **1. La bière**

La bière est une boisson légèrement alcoolisée de 4,2‰, obtenue par une fermentation du sucre de l'orge germé, sous l'action de la levure et parfumé avec du houblon (DUBOIS et al; 1988). L'école supérieure de brasserie de Nancy (France) donne une définition plus détaillée qui est la suivante : « la bière est le produit de la fermentation du moût de bière, liquide sucré qu'on obtient en faisant macérer dans l'eau et à une température convenable, de la farine de malt (ou orge germé) en faisant bouillir ce liquide avec du houblon. La fermentation de ce moût de bière est provoquée par l'addition d'un levain constitué par un organisme vivant microscopique appelé levure de bière ». Les matières premières classiques utilisées dans la fabrication de la bière sont : l'eau, le malt, les succédanés, le houblon et la levure de bière.

### **2. Les matières premières**

#### **2.1.L'eau**

L'eau joue un rôle très important dans la fabrication de la bière. Elle contribue à plus de 90% à la composition de la bière, et représente le milieu dans lequel les différentes réactions biochimiques ont lieu. La composition minérale de l'eau de brassage a une influence sur les différentes réactions diastasiques et colloïdales tout au long de la fabrication (VENE et LE CORVAISIER, 1967).

#### **2.2.Le malt**

Le malt représente la matière première essentielle pour la fabrication de la bière. Le malt est le produit de la transformation de l'orge en orge germée. L'orge est une céréale riche en amidon et en sucres fermentescibles et appartient à la famille des graminées.

#### **2.3.Les succédanés**

La plupart des bières (90%) produites dans le monde renferment en plus du malt, des matières amylacées. Ces succédanés au malt peuvent être :

- des matières amylacées solides qui sont le maïs (gritz), le riz, le blé, le sucre (betterave, canne),

- des matières amylacées liquides : les sirops d'amidon, les sirops de caramel (PITROIPA, 2010).

#### **2.4.Le houblon**

Le houblon utilisé en brasserie depuis le 12<sup>e</sup> siècle transmet à la bière un arôme caractéristique de son goût amer et la protège contre des microorganismes pathogènes. En brasserie, on entend par houblon, les fleurs femelles dont les inflorescences contiennent une substance résineuse aromatique appelée lupuline. Cette dernière secrète des résines amères et des huiles essentielles qui joueront le rôle d'arômes dans la bière (PITROIPA, 2010).

#### **2.5.Les levures**

Les levures utilisées pour la fermentation du moût sont des champignons unicellulaires, de forme ovale ou sphérique. Les levures jouent un rôle primordial dans la préparation des boissons fermentées car elles interviennent dans la conversion du sucre en alcool. Il existe deux espèces de levure de bière : *Saccharomyces carlsbergensis* ou levure de fermentation basse, *Saccharomyces cerevisiae* ou levure de fermentation haute.

### **III. PROCESSUS DE FABRICATION DE LA BIÈRE**

D'une manière générale, la fabrication de la bière comporte essentiellement cinq(5) étapes qui sont :

- ✓ Le maltage,
- ✓ Le brassage,
- ✓ La fermentation,
- ✓ La filtration,
- ✓ Le soutirage.

#### **1. Le maltage**

Cette opération est indépendante de la brasserie proprement dite. Il se fait dans les malteries spécialisées (hors des brasseries). Elle n'est pas faite à la BRAKINA/Ouagadougou, car elle importe l'orge germée (malt).

Le maltage a pour buts :

- ✓ de développer dans l'orge toutes les enzymes (les diastases) nécessaires pour le brassage ultérieur,
- ✓ de donner aux grains sa friabilité pour permettre la transformation de l'amidon en glucose,
- ✓ de donner à l'orge un arôme plus élevé.

## **2. Le brassage**

Le brassage ou la macération a pour but d'obtenir à partir de matière première (eau, malt, maïs et houblon) un mout sucré et aromatique susceptible de subir la fermentation alcoolique par la levure de bière; de saccharifier l'amidon ; d'hydrolyser les protéines, les  $\beta$ -glucans et bien d'autres constituants du malt et des adjuvants afin de produire, en fin de brassage, une maïserie qui donnera après filtration un moût parfaitement fermentescible.

## **3. La fermentation**

La fermentation est une des étapes de la fabrication de la bière. Elle consiste à ensemercer le moût avec une certaine quantité de levure (levain) afin que ces levures transforment les sucres présents en alcool et en CO<sub>2</sub>. Suivant le type de levure utilisé, la fermentation est dite haute ou basse. Le type de fermentation utilisé à la BRAKINA/ OUAGA est la fermentation basse.

- ✓ la fermentation haute à des températures de 15 à 25°C.
- ✓ la fermentation basse à des températures qui se situent autour de 8 °C (DJIMADOUMNGAR, 1991).

## **4. La filtration de la bière**

La filtration de la bière est l'étape finale de la fabrication de la bière, elle a pour but de clarifier la bière par élimination de la levure et du trouble non décanté durant la fermentation pour produire une bière stable et de bonne qualité.

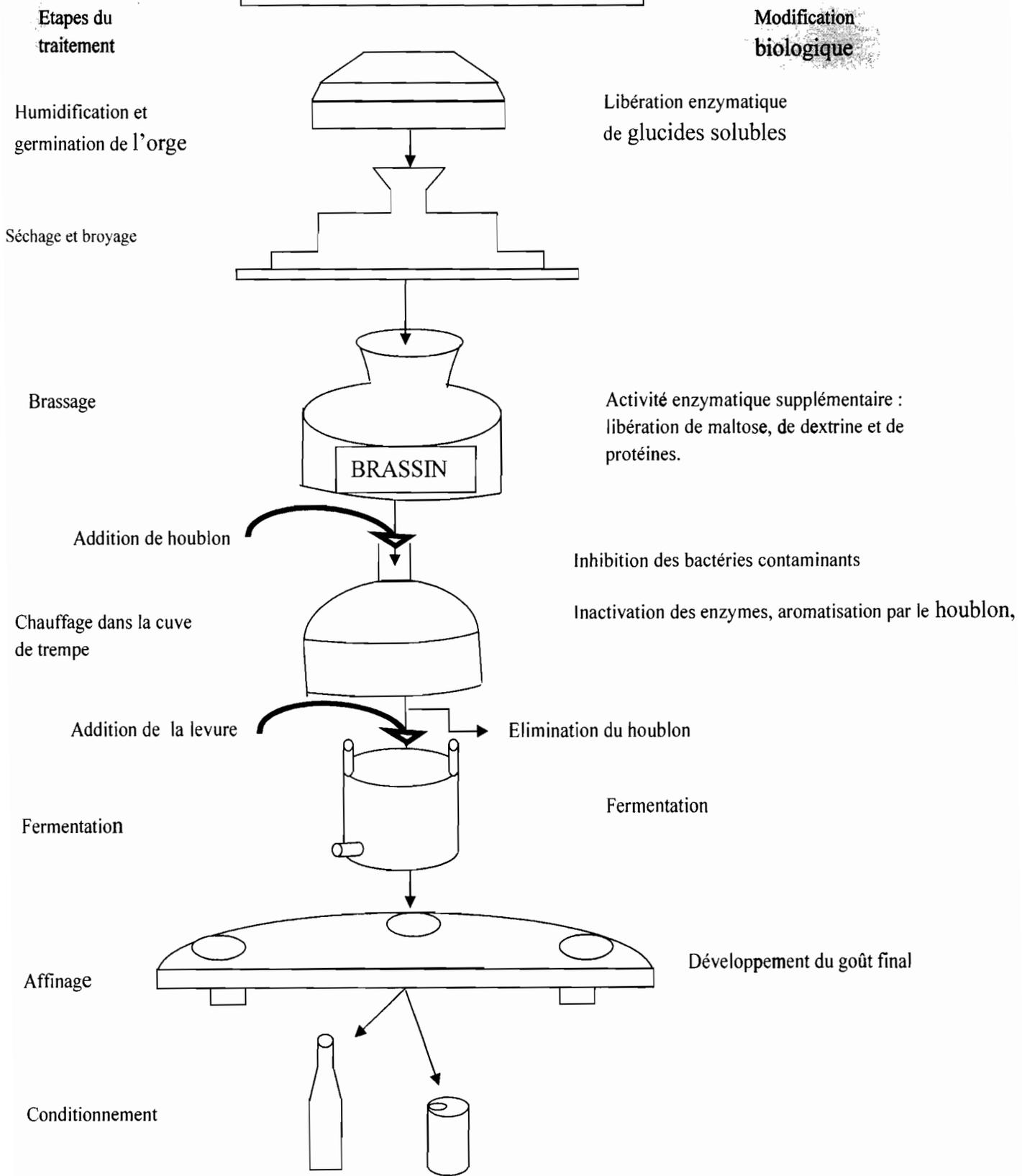
La filtration est parfois aidée par la centrifugation dans des centrifugeuses afin de favoriser le dépôt de la levure.

## **5. Le conditionnement ou le soutirage de la bière et Pasteurisation**

Le conditionnement de la bière se fait en bouteilles (cas de la BRAKINA/Ouagadougou), en fûts ou en boîtes ou canettes. Il est conseillé de bien filtrer la bière pour se débarrasser des

bactéries et des levures. Pour s'assurer de cela, on procède souvent à la pasteurisation de la bière avant ou après sa mise en bouteille. La pasteurisation en vrac, avant la mise en bouteille, se fait à 72°C pendant 30 secondes dans les échangeurs de chaleur. En bouteille, la bière est préalablement pasteurisée à 60°C pendant 20 mn. Pour cela on procède : au décaissage des bouteilles, au lavage des bouteilles, au soutirage, à la pasteurisation, au bouchage, à l'emballage et à l'encaissage des bouteilles (PITROIPA, 2010).

# Schéma de production de la bière



(Source : Prescott, Harley, Klein, et Wiley, 2010)

**Figure I : Schéma de production de la bière**

## **IV. LEVURE ET FERMENTATION**

### **1. Généralités sur la levure**

Les levures font parties des mycètes qui désignent les microorganismes Eucaryotes, porteurs de spores, dont la nutrition se fait par absorption, qui sont dépourvus de chlorophylle et qui se reproduisent de façon sexuée et asexuée (Prescott. Harley. Klein et Wiley, 2010)

#### **1.1.Le genre de levure**

Le terme genre de levure désigne généralement le genre *Saccharomyces*, levure de bière ou de boulangerie. Elle est de morphologie variable selon l'espèce. Elles peuvent être de formes sphériques, ovoïde, en bouteille, triangulaire ou apicule. La forme ovale est la plus rencontrée. Elles peuvent accomplir des sporulations dans le but de dispersions et aussi dans le cas où le milieu est défavorable (Prescott. Harley. Klein et Wiley, 2010).

Il existe beaucoup d'autres genres de levures :

- *les Ascomycètes*
- *les Basidiomycètes.*
- *des Candidas possédant un pouvoir pathogène responsable des mycoses (candidose).*

#### **1.2.Le groupe de levure**

En brasserie, on divise les levures en deux groupes et chaque groupe répond à une fabrication spéciale (BAKHELLA, 1999).

##### **1.2.1. La levure haute**

Elle ne fermente que très péniblement à la température de 8-10<sup>0</sup>C, par contre, elle donne toute son énergie vers 15-18 <sup>0</sup> C ; on obtient une bière plate parce que les malto-dextrines sont complètement décomposés, elle a la propriété de remonter à la surface des liquides qu'elle a fait fermenter.

##### **1.2.2. La levure basse**

Elle se développe très bien à la température de 3-4<sup>0</sup>C ; par contre, elle pousse très mal en donnant un produit désagréable au goût à une température supérieure à 10-12 <sup>0</sup> C. Les levures basses se déposent au fond du liquide qu'elles ont fait fermenter.

### 1.3. Le mode de multiplication de la levure

Les levures ont la capacité de se multiplier selon deux modes différents :

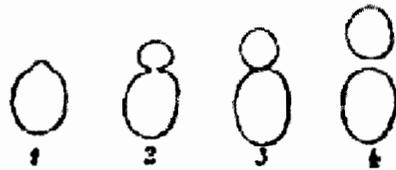
- ❖ le mode sexué, la reproduction se fait dans un asque résultant de la transformation de la cellule après méiose.

Exemple : *les Ascomycètes*

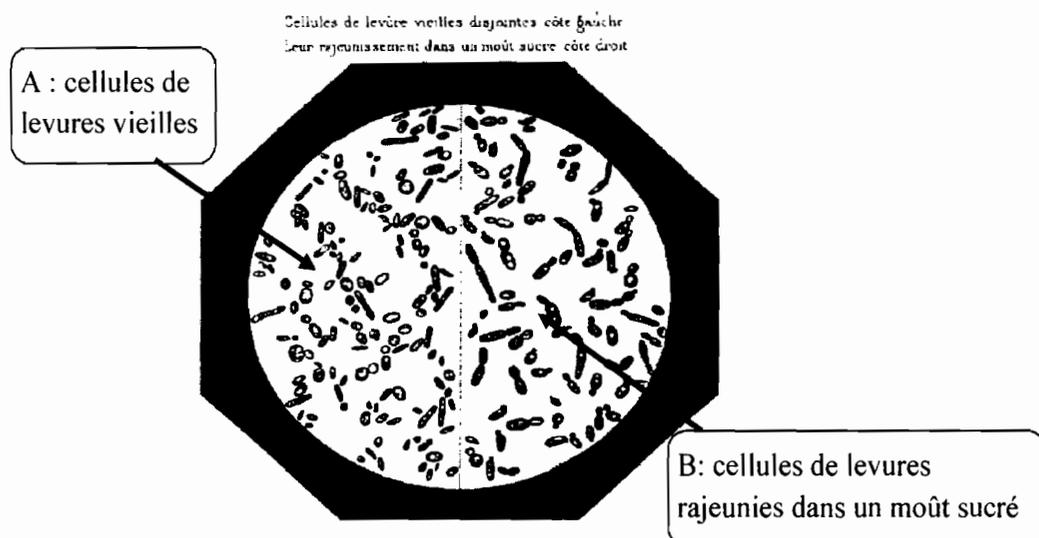
- ❖ le mode asexué ou mitotique, c'est le mode de multiplication de la plupart des levures, elle se fait par bourgeonnement ou par scission.

Exemple : *les Saccharomyces, les Schizosaccharomyces*

Les levures se développent mieux dans des habitats sombres et humides surtout liquides. La plupart des mycètes comme les levures sont saprophytes, et se nourrissent de matières organiques. Le glycogène est le polysaccharide de réserve principal des levures, elle utilise des glucides (glucose ou maltose). Les levures de la bière sont des anaérobies facultatifs qui obtiennent de l'énergie par la fermentation.



**Figure II : bourgeonnement de la levure formulée par Mitscherlich**  
(Source : [www.http : biere.bbfr.net/t7004-09](http://www.http://biere.bbfr.net/t7004-09)).



**Figure III : levure vieilles (A) et levure rajeunies (B) (multiplié par le grossissement)**  
(Source : [www.http : biere.bbfr.net/t7004-09](http://www.http://biere.bbfr.net/t7004-09)).

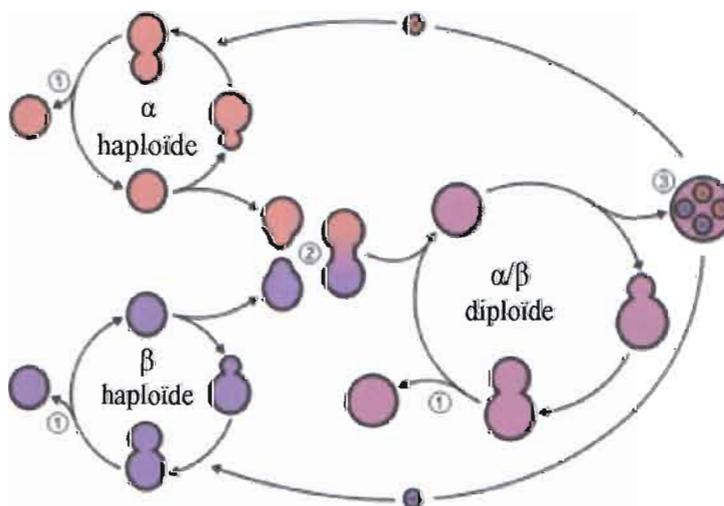
#### 1.4.L'importance de la levure

Les levures sont importantes pour l'humanité tant par leurs effets bénéfiques que nuisibles ; elles sont essentielles à de nombreux procédés industriels impliquant une fermentation comme la fabrication du pain, du vin, et de la bière.

#### 1.5.Le cycle de vie de Saccharomyces

Les *Saccharomyces cerevisiae* ont un cycle biologique particulier. Il a la possibilité de se multiplier sous deux formes ; une forme haploïde  $n= 16$  chromosomes et une forme diploïde ( $2n= 32$  chromosomes), le mode de multiplication est le bourgeonnement. Les cellules haploïdes se multiplient en bourgeonnant : la cellule mère se divise en donnant une petite fille (mitose) ayant la même information génétique. Il existe des cellules haploïdes «  $\alpha$  » et des cellules haploïdes «  $\beta$  » qui correspondent à des signes sexuels distincts. Ces deux types de cellules ne se distinguent pas morphologiquement mais par la phéromone qu'elles produisent : MAT  $\alpha$  ou MAT  $\beta$ . Les phéromones libérées, permettent l'amorce du processus de fécondation en se liant à un récepteur spécifique. Ensuite c'est la fusion entre une cellule «  $\alpha$  » et une «  $\beta$  » qui donne naissance à une cellule diploïde «  $\alpha/\beta$  ». Tant que les conditions sont favorables, le diploïde se multiplie par bourgeonnement.

Si les nutriments viennent à manquer, la cellule repose en phase haploïde par un processus de méiose. On obtient ainsi quatre (04) noyaux haploïdes qui sont inclus dans les spores contenues dans un sac appelé asque. L'asque se rompt à maturité et libère alors deux cellules «  $\alpha$  » et deux cellules «  $\beta$  » qui peuvent recommencer le cycle.



(Source <http://fr.wikipedia.org/wiki/Levure>, 2014).

**Figure I V: Cycle de vie de la levure**

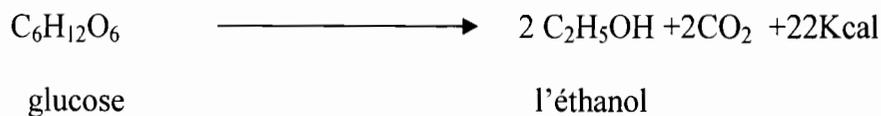
## 2. La fermentation

La fermentation est une réaction biochimique consistant à libérer de l'énergie à partir de sucre. La fermentation du moût nécessite un ensemencement avec de la levure qui va transformer le glucose en alcool et en gaz carbonique (OUEDRAOGO, 2008).

Ainsi en présence de l'oxygène, la levure transforme le sucre en gaz carbonique, de l'eau et de l'énergie nécessaire à son développement : c'est la fermentation principale.



Au cours de la fermentation de la bière, il ya dégagement de l'éthanol, elle est dite éthylique : c'est la fermentation secondaire.



On distingue deux principaux types de fermentation :

### 2.1. La fermentation haute qui a lieu entre 15-25°C

La fermentation haute nécessite l'adjonction dans le moût de levure dite « haute », la levure haute couramment utilisée est *Saccharomyces cerevisiae*. La fermentation à lieu durant 3 à 8 jours à une température de 15 à 25°C. Lorsque la levure a épuisé le glucose, elle remonte à la surface de la bière. Elle était la méthode de brassage la plus répandue avant que ne fut inventer le réfrigérateur (BAKHELLA, 1999). La bière ainsi produite se conserve moins longtemps que celle obtenue en fermentation basse. Dans ce type de fermentation :

- ✓ les levures flocculent vers le haut à la fin de la fermentation,
- ✓ la multiplication cellulaire démarre rapidement,
- ✓ l'élimination de la mousse à lieu 1 à 3 fois durant la fermentation en fonction de la souche de levure utilisée et du type de bière.

### 2.2. La fermentation basse qui a lieu entre 8-10°C

La fermentation basse nécessite l'adjonction dans le moût la levure dite basse. Les bières obtenues par fermentation basse ont un goût de houblon et de malt. Elles sont en moyenne fruitées et moins alcoolisées que les bières de fermentation haute, mais plus chargée en

dioxyde de carbone. Elle se consomme fraîche, généralement entre 4 et 7°C. La levure la plus fréquemment employée est *Saccharomyces uvarum* (*Saccharomyces carlsbergensis*). Au cours de la fermentation, la levure sédimente, d'où l'appellation de « basse » (BAKHELLA M. 1999).

Ce type de fermentation a les particularités suivantes :

- ✓ la concentration des levures est supérieure à celle de la fermentation haute,
- ✓ la mousse blanche apparaît au-dessus après 8 à 16 heures de fermentation et après ensemencement,
- ✓ Les levures flocculent vers le bas à la fin de la fermentation.

**Remarque :** Au cours du processus de garde on fait subir parfois à la bière une opération de « schilling » (refroidissement rapide à 0°C) pour encourager la formation du trouble au froid et bien clarifier ainsi la bière. On stationne après la bière pendant deux jours avant de l'envoyer au poste de filtration.

### **2.3. Les nouveaux produits dans le moût pendant la fermentation**

D'après BAKHELLA (1999), certains produits désagréables peuvent être retrouvés dans le moût pendant la fermentation. Ces quelques produits sont :

- ❖ L'acidité
- ❖ Les alcools supérieurs
- ❖ Les aldéhydes et leurs dérivés
- ❖ Les esters complexes

### **2.4. Les causes des anomalies lors de la fermentation**

En fermentation principale on constate parfois des anomalies dont les causes sont :

- ❖ l'insuffisance des matières premières,
- ❖ la mauvaise qualité des levures d'ensemencement,
- ❖ une fermentation lente due au fait que le moût ne blanchit pas au bout de 24 heures,
- ❖ la faible dose de levure,
- ❖ la faible température de fermentation (BAKHELLA, 1999).

DEUXIEME PARTIE :  
MATERIELS ET METHODES

# **I. MATERIELS**

## **1. Matériel Biologique**

- Le malt
- Les succédanés
- Le houblon
- Levure (*Saccharomyces uvarum*)

## **2. Matériel de prélèvement**

- un panier pour mettre les bidons
- bidon PET, ils permettent de faire le prélèvement au niveau des tanks
- un seau permettant de recueillir la bière purgée

## **3. Matériel de laboratoire**

- une blouse blanche servant de protection de toute contamination
- une coiffe
- un cache nez
- une chaussure de sécurité
- un bécher pour renverser l'échantillon
- un pH-mètre pour mesurer le pH
- un densimètre pour mesurer la densité
- une micropipette ou une pipette pour prélever
- des tubes pour renverser l'échantillon prélevé
- un portoir de tubes
- un microscope permettant le comptage
- une cellule de Thomas
- des lamelles
- une seringue pour introduire l'échantillon dans le densimètre
- un filtre café pour filtrer les solutions
- un entonnoir
- des flocons
- un papier Joseph

#### **4. Fiche d'enregistrement**

Pour avoir une idée sur la population, la densité, le pH, la température, durant tout le temps de la fermentation, nous avons une fiche dans laquelle nous enregistrons les différentes valeurs, ainsi deux fiches sont établies pour enregistrer les résultats d'analyse.

## **II. METHODES**

### **1. La numération**

#### **1.1. But**

L'objectif de la numération ou comptage de la levure est de déterminer la concentration ou le nombre de levures par millilitre d'échantillon. En effet avoir une idée sur le nombre de levure permet de suivre de près l'évolution de la fermentation.

#### **1.2. Principe**

Le principe de la numération consiste à compter les levures qui se trouvent sur la zone de comptage. En milieu glucosé et anaérobie, les levures consomment le glucose et libèrent de l'alcool, du CO<sub>2</sub> et de l'énergie. Lorsqu'elles vont consommer tout le sucre fermentescible (glucose, maltose, dextrine) les levures meurent par manque de nutriment.

#### **1.3. Mode opératoire**

Il se fait selon la procédure suivante :

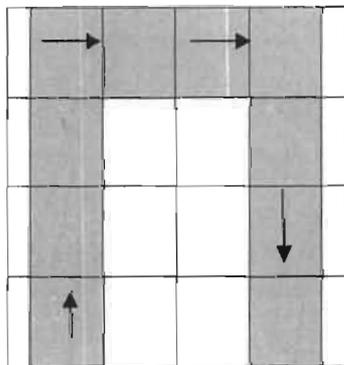
- homogénéiser l'échantillon dans le bidon,
- prélever à l'aide d'une micropipette, 1ml de l'échantillon dans un tube,
- ajouter 3ml d'eau distillée pour faciliter le comptage.
- homogénéiser à nouveau l'échantillon dans le tube, avec une micropipette ou une pipette Pasteur,
- déposer une goutte de l'homogénat à l'aide de la pipette sur le quadrillage de la cellule de Thomas,
- superposer la lamelle à l'hématimètre de Thomas.

### **Observation :**

L'hématimètre de Thomas recouvert de la lamelle et observée au microscope à un grossissement 40, nous visionnons le quadrillage de la cellule et comptons les levures selon une réglementation générale.

#### ➤ **Le comptage des cellules**

La zone de comptage de la cellule ou l'hématimètre de la cellule de Thomas se compose de dix (10) zones unitaires contenues dans dix (10) carrés moyens situées au périphérique du quadrillage. Dans chaque zone unitaire on compte les cellules situées à l'intérieur et sur les limites à droites et inférieures des petits carrés situés à sa périphérie. Poursuivre la numération sur toutes les dix (10) zones unitaires; noter les résultats N1 à N10 et déterminer la moyenne arithmétique de comptage.



**Figure V : Cellule de Thomas (la partie colorée est la zone de lecture)**

#### ➤ **Expression des résultats**

La population est exprimée en million de levure par millilitre et est déterminée par calcul selon la formule suivante :

$$P = \frac{F \times N}{D}$$

Avec :

D = dilution

N = moyenne arithmétique de comptage

F= 0,4 est le facteur de la cellule de Thomas utilisée

P = population en million de cellule (levure) par ml.

## **2. La mesure de la densité du moût**

### **2.1. But**

La mesure de la densité du moût a pour objectif de déterminer la concentration des sucres dans la solution (le moût). Elle permet aux responsables de fabrication de savoir si les sucres fermentescibles sont consommés par les levures, et de suivre la progression de la fermentation ; si la fermentation semble diminuer de par la courbe qui se redresse, à une densité ne se rapprochant pas de la fin de la fermentation, ils seront capables de prendre des actions afin de remettre la fermentation sur son cours normal.

### **2.2. Principe**

Idéalement, le personnel doit au moins prendre une fois par jour la densité de la bière en fermentation. Pour mesurer la densité du moût en fermentation, le DMA (densimètre) doit être rincé à l'eau distillée, puis introduire deux (2) à trois (3) fois dans le DMA l'échantillon tout en évitant des bulles d'air avant de laisser à la lecture de l'appareil.

### **2.3. Mode opératoire**

La mesure de la densité du moût en fermentation se fait de la façon suivante :

- Filtrer l'échantillon avec un papier filtre à café dans un tube pour retenir la levure et impuretés,
- prélever à l'aide d'une seringue l'échantillon filtré que l'on introduit dans le DMA tout en évitant les bulles d'air,
- activer l'appareil par le bouton arrière du DMA,
- attendre la lecture.

#### ***Observation :***

Après le démarrage de l'appareil de mesure, nous observons sur un petit écran l'alternance de différentes valeurs (valeurs instables) ; la valeur exacte s'affiche sur une zone remplie en noire (valeur stable). Elle s'exprime en degré plato (°P).

### **3. Le potentiel Hydrogène (pH)**

#### **3.1. But**

La mesure du pH permet de suivre continuellement l'acidité du milieu de fermentation, il a une grande importance pour les réactions chimiques et les micro-organismes (levures). Il est important de connaître le pH du moût avant, pendant et après la fermentation.

#### **3.2. Principe**

Le pH est déterminé par potentiomètre à l'aide d'un pH-mètre. Le pH du moûtensemencé de levures avant la fermentation devrait se trouver autour de 5,00; ce pH diminuera 24h après car la reproduction des levures sera entamée et, la levure transforme les molécules de glucose en molécules d'acide; elle fera descendre le pH du moût. Par la suite, durant la fermentation le pH chutera encore, mais de façon moins drastique. Vers la fin de la fermentation, le pH aura tendance à se stabiliser et même augmentera un peu car les levures flocleront au fond du fermenteur ; moins de levures en suspension feront en sorte que le pH augmentera un peu.

En générale, du début jusqu' à la fin de la fermentation, le pH devrait chuter autour de 1,00 au total (environ 4,00).

#### **3.3. Mode opératoire**

- étalonner le pH mètre avant de commencer les mesures, avec les tampons de 4 et 7.
- Prélever environ quarante (40) ml de l'échantillon dans un bécher de 100ml,
- Nettoyer l'électrode du pH-mètre avec de l'eau distillée et prolonger dans le liquide,
- activer l'appareil par le bouton OK,
- lire la valeur du pH sur l'écran du pH-mètre.

#### ***Observation :***

Après avoir activé l'appareil, on a sur l'écran du pH-mètre, la valeur clignotant, variant, approchant le pH exact de l'échantillon. Lorsque la valeur se stabilise, on retient cette dernière.

NB : Un pH final un peu élevé peut vouloir signifier qu'une quantité insuffisante de levures a étéensemencé au début. Une bière ayant un pH de 4,4 et plus aura tendance à être exposé d'avantage à la contamination bactérienne qu'une bière en dessous.

#### **4. La température**

##### **4.1. But**

Elle permet d'augmenter ou de réduire le temps de fermentation, de conserver le goût souhaité. Une bière de type fermentée vers les 12-16°C sera plus fidèle à ses ingrédients au goût qu'une bière fermentée à 22°C ou 24°C, ou les ester seront plus présent, conférant ainsi à la bière un goût plus fruité (BAKHELLA, 1999).

##### **4.2. Principe**

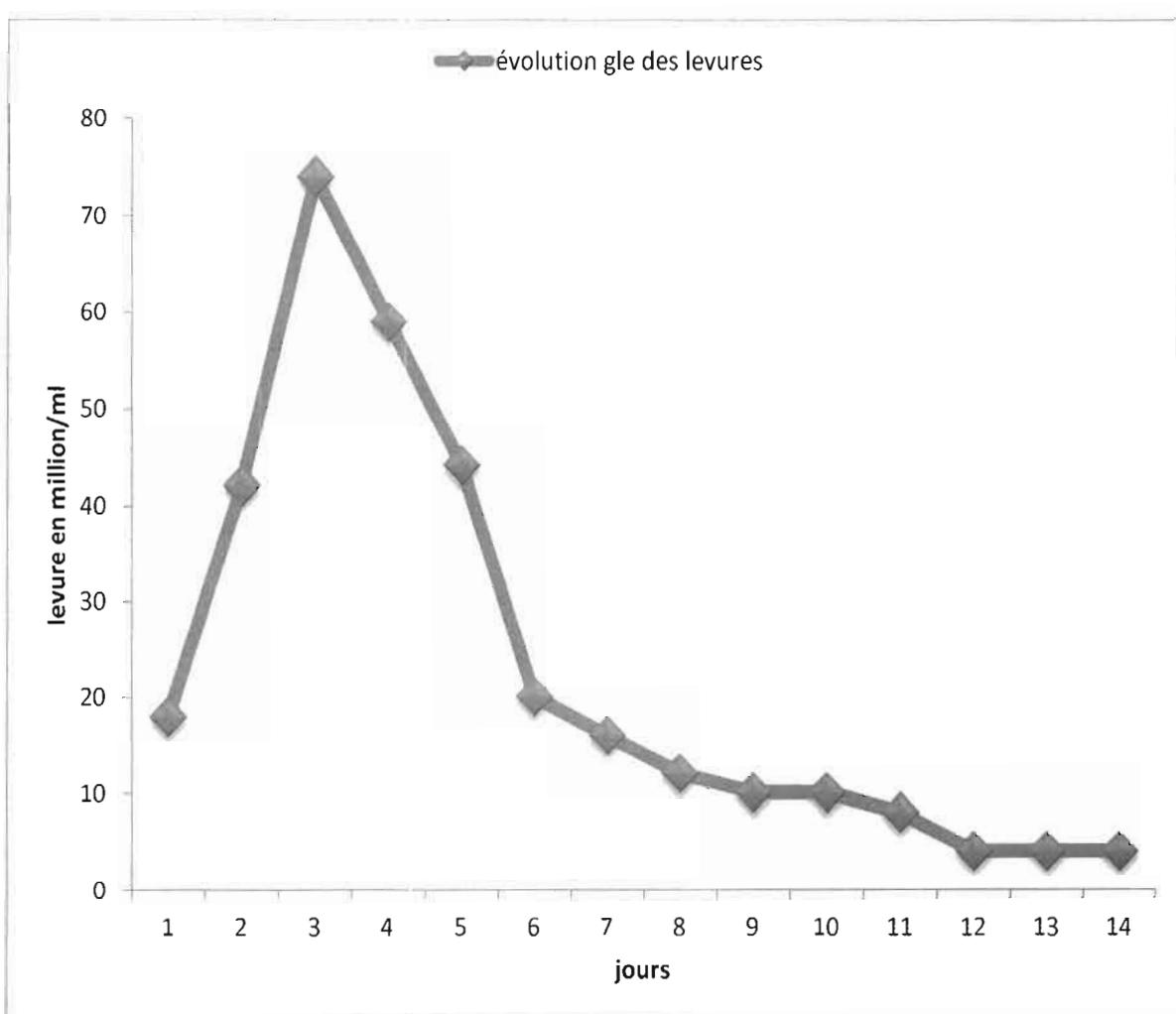
Le contrôleur doit suivre la température de la bière en fermentation. A la BRAKINA, le système de suivi de la température est automatique ; la température s'affiche sur un tableau ; et le technicien peut contrôler et jouer la température de la bière dans le TOD.

**TROISIEME PARTIE :**  
**RESULTATS ET DISCUSSIONS**

## I. RESULTATS

Au terme de notre travail, nous avons obtenu plusieurs résultats similaires sur l'évolution de la quantité de levure, la quantité du sucre, l'évolution du pH et de la température, que nous avons fait la moyenne pour montrer l'évolution générale de ces paramètres.

### 1. Le nombre de levure en million par ml



**Figure VI : courbe montrant l'évolution du nombre de levure en million/ml durant 14 jours**

Cette courbe évolue en trois (3) principales parties :

✦ une partie croissante, du 1<sup>er</sup> au 3<sup>ème</sup> jour,

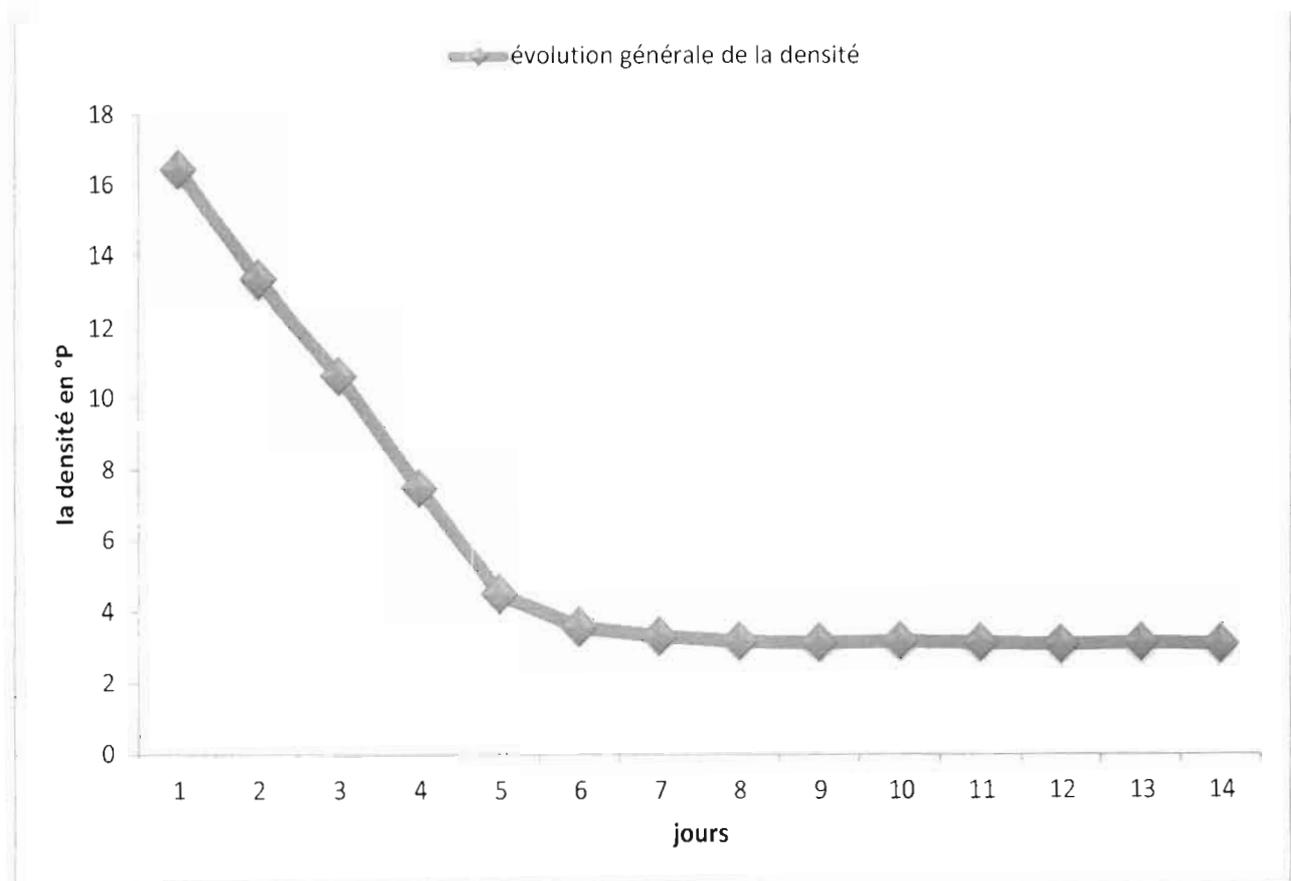
La courbe commence vers 18 millions de levure par ml dès le 1<sup>er</sup> jour, et atteint 74 millions de levures par ml le 3<sup>ème</sup> jour.

↳ une partie décroissante

Dès le 4<sup>ème</sup> jour après la formation d'un pic, la courbe chute brusquement jusqu'au 7<sup>ème</sup> jour, puis progressivement à partir du 8<sup>ème</sup> jour jusqu'au 11<sup>ème</sup> jour.

↳ une dernière partie qui est relativement constante du 12<sup>ème</sup> au 14<sup>ème</sup> jour.

## 2. La concentration du sucre (°P) dans le moût en fermentation



**Figure VII : courbe montrant l'évolution de la quantité de sucre dans le moût durant 14 jours**

L'allure générale de la courbe d'évolution de la densité du moût, révèle deux principales parties :

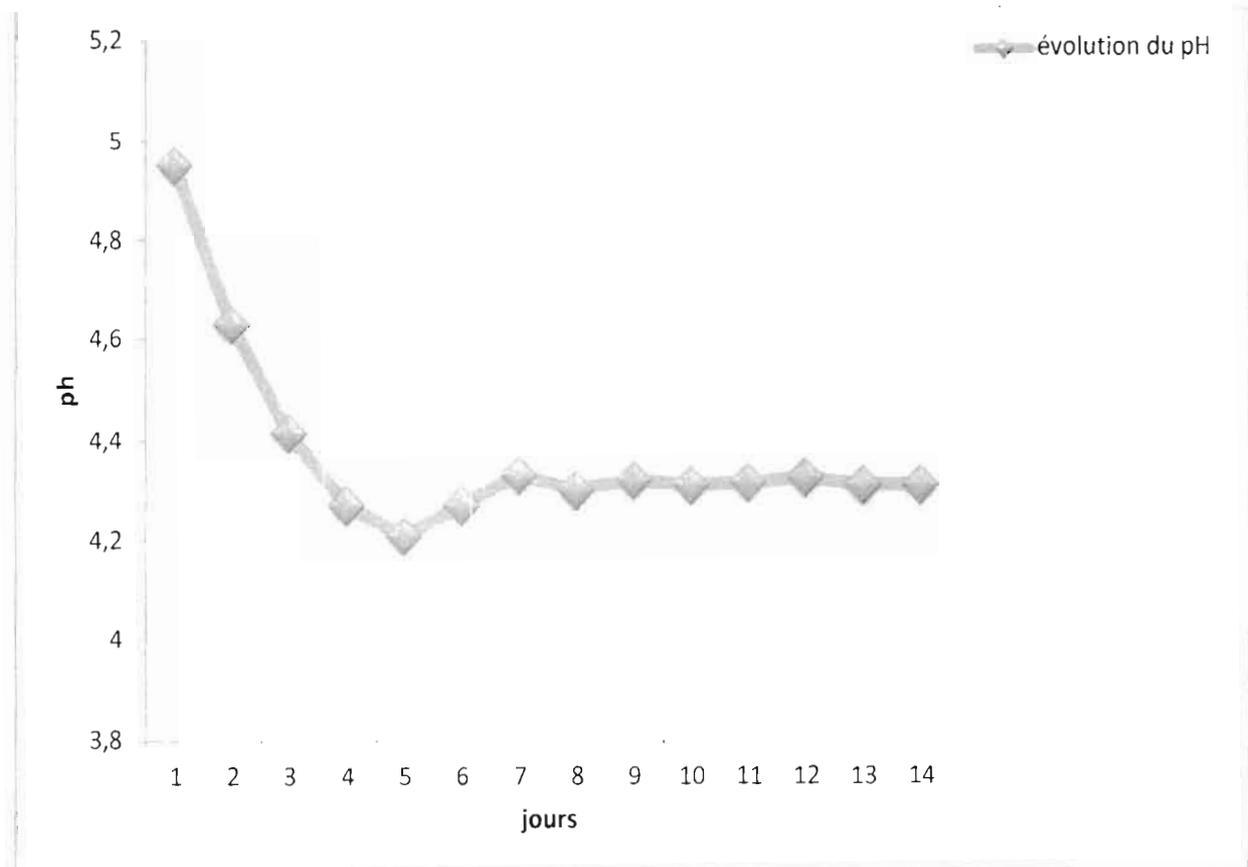
↳ une partie décroissante du 1<sup>er</sup> jour au 7<sup>ème</sup> jour.

La courbe au départ est à un niveau élevé, au cours du temps elle chute puis baisse progressivement avec des valeurs extrêmes de 16,6 °P le 1<sup>er</sup> jour et de 3,1 °P le 7<sup>ème</sup> jour.

⊕ une deuxième partie de la courbe est apparemment constante du 7<sup>ème</sup> jour au dernier (14<sup>ème</sup>) jour.

La concentration du sucre globalement tourne au autour de 3 °P, la courbe reste plus ou moins constante avec des valeurs extrême de 3°P au 8<sup>ème</sup> jour et de 2,8°P au 14<sup>ème</sup> jour.

### 3. Le potentiel hydrogène (pH)

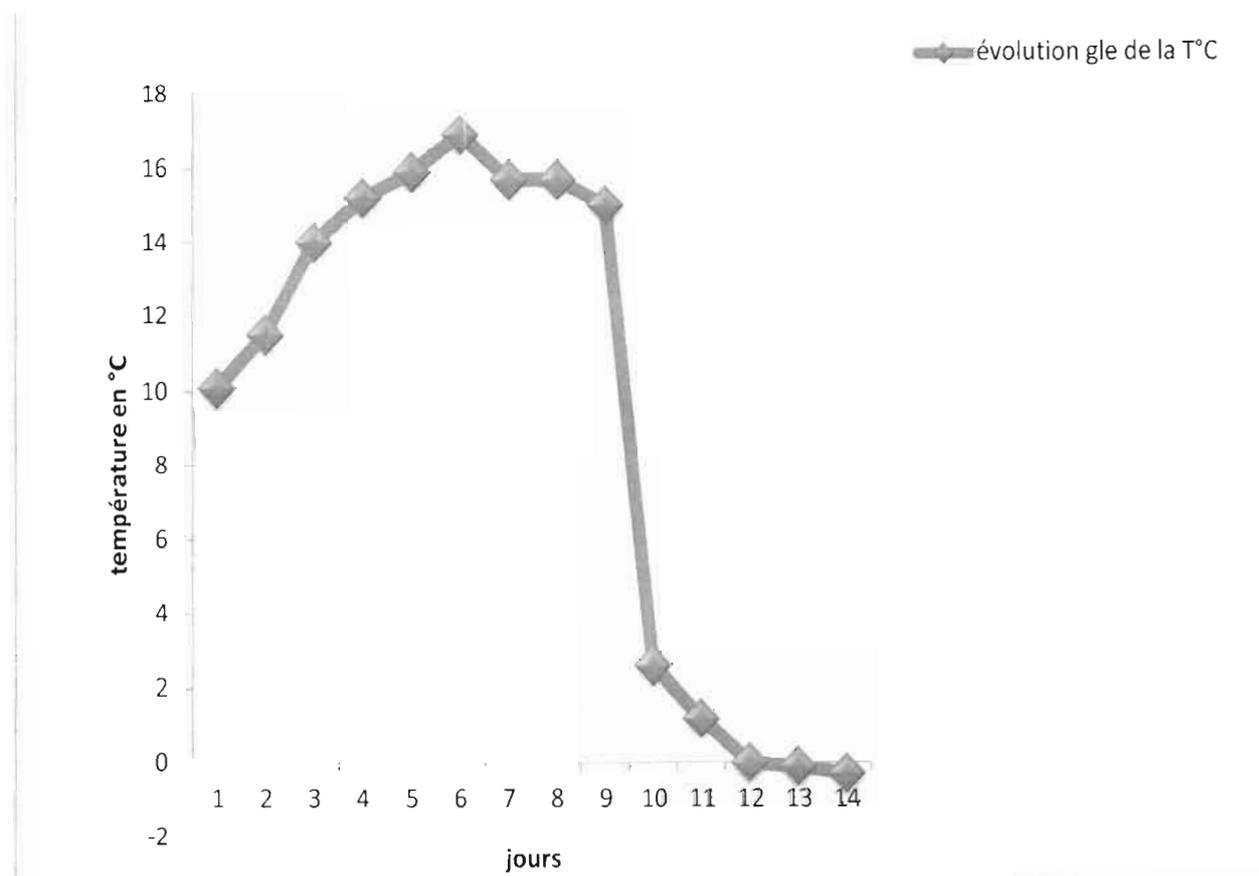


**Figure VIII : courbe montrant l'évolution du pH du moût durant 14 jours**

L'allure de la courbe du pH, se présente en trois parties :

- ⊕ une partie décroissante, où la courbe du pH chute dans un premier temps dès le premier jour de contrôle. La valeur du pH a évolué autour de 5 avec des valeurs extrêmes de 4,97 et 4,22.
- ⊕ une partie légèrement croissante où la courbe remonte un peu pendant deux jours même si cela n'est pas facilement percevable.
- ⊕ Une troisième partie à peu près constante où la courbe est presque constante, même si nous avons des valeurs qui ne sont pas stables.

## 4. La température



**Figure IX : courbe montrant l'évolution de la température en °C durant 14 jours**

La courbe montrant l'évolution de la température évolue en deux (2) principales parties :

- ✦ une partie croissante ; du 1er jour au 6ème jour, où la courbe de la température est croissante au départ et atteint un maximum avant de chuter avec des valeurs extrêmes de 10,1°C et 16,9°C.
- ✦ Une deuxième partie décroissante, du 7ème au 14ème jour, où la courbe de température chute progressivement dès le 7ème jour jusqu'au 9ème jour puis brusquement le 10ème jour et progressivement jusqu'au 14ème jour.

## **II. DISCUSSIONS**

### **1. Le nombre de levure en million par ml**

L'analyse de la figure VI confirme que tous les TOD en fermentation ont présenté un résultat satisfaisant. Car l'évolution de la population levurienne pendant la fermentation, obtenue dans notre étude, est similaire à celle trouvée par certaines études antérieures (confère <http://fr.wikipedia.org/wiki/levure>). La population levurienne de départ juste après le remplissage du TOD (tank) qui était de 18 millions de levure par ml est conforme aux normes de la BRAKINA/Ouagadougou (15 à 20 millions de levures par ml de moût en fermentation).

Conformément aux différentes phases de l'allure de la courbe dans la figure VI, nous pouvons dire que :

✚ La phase exponentielle (1<sup>er</sup> jour au 3<sup>ème</sup> jour), est caractérisée par une croissance rapide de jusqu'au pic, pourrait s'expliquer par le fait que les levures se multiplient énormément, et atteint une population maximale (74 millions de levure par ml) car le milieu est riche en sucres fermentescibles.

✚ La phase de ralentissement et de chute (4<sup>ème</sup> jour au 11<sup>ème</sup> jour) serait due à l'épuisement et à la mort des levures au fur et à mesure à cause de l'arrêt de synthèse des constituants cellulaires à des taux concordant. Cette réduction prouve que le milieu liquide devient de plus en plus pauvre en sucres fermentescibles et que les levures n'ont plus assez de nutriments. Les levures meurent en grand nombre, la concentration cellulaire et en biomasse chute suite à l'épuisement de leur réserve énergétique. C'est en ce moment que les brasseurs retirent la levure pour d'autres ensemencement ultérieurs.

✚ la phase finale (11<sup>ème</sup> jour au 14<sup>ème</sup> jour) constante signifierait qu'il n'y a plus assez de levures dans le TOD et le peu de levure est inactive. Nous pouvons alors dire que durant cette phase, les levures ne sont plus en activité; c'est la phase de la fin de fermentation, le technicien doit se préparer pour la filtration.

### **2. La concentration du sucre dans le moût en °P**

L'analyse de la courbe montre que la concentration du sucre (la densité) dans le moût en fermentation évolue normalement. Nous avons obtenu une valeur de 16,6°P; cette valeur est normale, car selon les normes utilisées par la BRAKINA, pour parvenir à une bonne fermentation, le moût refroidi après le brassage envoyé dans les TOD doit avoir une densité

environnant 17°P. De là, nous pouvons percevoir deux phases de l'évolution de la courbe représentant l'évolution de la densité du moût en fermentation.

✚ La phase décroissante, au niveau de la figure VII s'expliquerait par le fait que les levures consomment des sucres fermentescibles pour produire de l'alcool et du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>). Cette baisse significative de la densité du moût va s'arrêter autour du 7<sup>ème</sup> jour et rester constante car les levures n'en consomment plus les sucres.

✚ La phase constante indiquerait l'absence de sucres fermentescibles pour la consommation des levures, c'est pourquoi nous avons une concentration de sucre autour de 3° P. Les valeurs que nous avons obtenues indiquent le taux des sucres non fermentescibles, car la densité du moût tend vers la densité limite (OUEDRAOGO, 2008). En somme nous remarquons qu'il n'y a pas une différence significative de densité entre le 7<sup>ème</sup> jour et le 14<sup>ème</sup> jour. Cette constance est raisonnable car les levures sont inactives.

### **3. Le potentiel Hydrogène (pH)**

Au début de la fermentation, nous avons un pH qui est proche de 5 (4,97). Cette valeur est normale, car le moûtensemencé à un pH à environ 5. L'allure de la courbe du pH se voit en trois phases.

✚ La phase décroissante qui montrerait la faible acidité du milieu. Selon Louis Pasteur (1822-1895) sur les fermentations, lorsqu'onensemence les levures, elles se multiplient énormément et le pH du milieu devient de plus en plus acide. Cette acidité serait due à la présence du CO<sub>2</sub> et des acides organiques. Cette phase va jusqu'au 5<sup>ème</sup> jour ou nous avons un pH de 4,11.

✚ La phase peu croissante qui s'expliquerait par le fait que les levures flocculent et tombent au fond du Tank et d'autres en suspension. C'est pourquoi nous avons un pH variable.

✚ La dernière phase constante de notre courbe serait due au fait que les levures flocculées au fond du fermenteur sont retirées et aussi le liquide dans le TOD n'est pas stable, donc nous ne pouvons pas dans ce cas avoir des valeurs de pH invariables. Cela marque la fin de la fermentation secondaire ou nous avons de l'alcool et du CO<sub>2</sub>.

#### 4. La température

La BRAKINA de Ouagadougou utilise les levures basses (*Saccharomyces uvarum*) pour la fabrication de la bière. Elle se développe mieux à une température de 8°C. Notre figure IX, montre une évolution de la courbe de températures en deux phases.

✦ une phase croissante du 1<sup>er</sup> au 8<sup>ème</sup> jour qui traduit une augmentation de la température dès le début de la fermentation, cela pendant huit jours. La levure se développe mieux et au maximum à une température (10-12°C) durant cet intervalle la levure se multiplie dans le TOD en fermentation car les conditions de température lui sont favorables.

✦ une phase décroissante qui montre une baisse de la température : c'est la phase de refroidissement du moût. Le moût est refroidi pour garder la qualité de la bière surtout du côté organoleptique: la couleur, l'odeur, goût, car à une température supérieure très élevée, il se développe de produit désagréables.

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

Les objectifs que nous nous étions fixés au début de ce suivi étaient de comprendre qualitativement et quantitativement l'évolution de la population levurienne au cours de la fermentation alcoolique de moût de l'orge à la BRAKINA /Ouagadougou. Au terme de ce travail, pour toutes les fermentations que nous avons suivi, l'évolution de la population lévurienne a été la même, une croissance de la levure en début de fermentation concomitante avec la chute du pH, la consommation de la densité et une croissance de la température, puis une chute et une constance à la fin de la fermentation.

La densité et la température ont une influence sur l'évolution de la levure dans le moût, ainsi la diminution de la densité a montré que les levures consomment les sucres fermentescibles. L'élévation et la chute de la température montrent une maîtrise et une gestion sur le temps de fermentation. Il est souhaitable de l'augmenter et de la baisser afin d'éviter la production d'autres produits. Le suivi du pH permet de se rassurer de la bonne évolution de la levure tout au long de la fermentation. De cela, le brasseur doit avoir une vue régulière et instantanée de tous ces paramètres afin de savoir les phases de la fermentation et prendre les mesures possibles pour améliorer la qualité organoleptique de la bière filtrée.

En définitive, nous pouvons dire que le suivi des tanks de fermentation de la bière à la BRAKINA/Ouagadougou nous a permis de montrer que la levure suit son évolution normale, ainsi que la densité, le potentiel hydrogène et la température.

## **PERSPECTIVES**

Nous suggérons la connaissance de la vitesse de consommation des sucres totaux par les levures, cette valeur nous situera sur l'évolution de la population et permettra d'avoir une idée sur l'évolution de la fermentation. Aussi nous proposons la mise à jour de la règle de comptage des levures avec la cellule de Thomas car souvent nous avons des valeurs différentes avec un même échantillon.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ **BAHELLA M.**, 1999. Cours de malterie brasserie (Institut Agroalimentaire et Vétérinaire : département de technologie alimentaire de HASSAN II). p : 161-265.
- ❖ **DJIMADOUMNGAR D.**, 1991. Étude de l'évolution des taux de diacétyl et de l'oxygène dissous au cours de la fabrication de la bière à la BRAKINA. Mémoire de fin d'étude, Université de Ouagadougou, p 21-36.
- ❖ **DUBOIS C., PRUVOST J. et Micheline**, 1988. Petit Larousse illustré. Paris : édition Larousse, p1792.
- ❖ **OUEDRAOGO G.**, 2008. Etude des facteurs agissant sur la densité du sucre fermentescibles lors de la fabrication et conditionnement de la bière. (BRAKINA/Bobo). Mémoire de fin d'étude, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, p : 30-45.
- ❖ **PITROIPA N.F.**, 2010. Analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de Brassage utilisée à la BRAKINA (BRAKINA/Ouagadougou). Rapport de stage, Université de Ouagadougou, p : 4-6
- ❖ **PRESCOTT, HARLEY, KLEIN, et WILEY**, 2010. Livre de microbiologie éditeur DE BOECK isbn.9782804160128, p : 982 -985.
- ❖ **VE NE J. et LE CORVAISIER H.**, 1967. La bière et la brasserie : édition universitaire de France, 2ème édition, p126.
- ❖ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Levure>, 2014.
- ❖ [www.http : bière.bbfr.net/t7004-09-les levures alcooliques de l'origine de la levure.](http://www.bfr.net/t7004-09-les-levures-alcooliques-de-lorigine-de-la-levure)

## ANNEXES

### ANNEXE 1. Evolution générale de la levure, la densité du moût, pH et température

La levure (million/ml)	18	42	74	59	44	20	16	12	10	8	6	4	4	4
La densité du moût (°P)	16,5	13,3	10,6	7,5	4,5	3,6	3,3	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
pH	4,93	4,67	4,44	4,27	4,2	4,28	4,33	4,3	4,3	4,3	4,35	4,35	4,32	4,32
Température (°C)	10,1	11,5	14	15,2	15,9	16,9	15,7	15,7	15	2,6	1,2	0	-0,1	-0,3

### ANNEXE 2. L'évolution de la levure, de la densité du moût, du pH et de la température

