



**LICENCE**  
**Electronique Télécommunication et Informatique**  
**(ETI)**

**RAPPORT DE FIN D'ETUDES**

**Intitulé :**

**AUTOMATISATION D'UN**  
**FILTRE DE BOISSON**  
**FERMENTEE**

**Réalisé Par :**  
**GAMAL ABDELHAMID**

**Encadré par :**

**P<sup>f</sup> ECHATOUI Nor-Said (FST FES)**

**Soutenu le 12 Juin 2013 devant le jury**

**Pr LAMHAMDI Tijani (FST FES)**

**Pr LAMCHARFI Tajdine (FST FES)**

## *Remerciements*

Je remercie dans un premier temps mon encadrant Mr. *ECHATOUI* pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'il m'a apporté lors des différents suivis, et pour son orientation, sa disponibilité tout au long de la période de stage et durant la préparation à la soutenance.

Je tiens à remercier toute l'équipe pédagogique de la faculté des sciences et techniques de Fès et les intervenants professionnels responsables de la formation génie électrique qui ont contribué à notre formation, en particulier : Mr. LAMHAMDI et Mr. *LAMCHARFI* qui m'ont fait l'honneur d'avoir accepté d'être les membres du jury de cette soutenance . Veuillez agréer l'expression de ma sincère reconnaissance et mon respect.

Je tiens à remercier tout particulièrement et à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles m'ont fait vivre durant ces deux mois au sein de la société des brasseries du nord marocain de Fès:

- ❖ *Mr. FILALI le directeur* qui m'a donné l'opportunité de passer ce stage au sein de la Société.
- ❖ *Mr. KARMOUSSI le responsable de la maintenance au sein de la société .*
- ❖ *Mr. GUERROUMI le responsable de la filtration .*



Ainsi que l'ensemble du personnel de BRANOMA pour leur accueil sympathique et leur coopération professionnelle tout au long de ces deux mois.

Et finalement, je tiens à porter mes remerciements sincères à tous les membres de ma famille et tous mes amis qui m'ont aidé de près ou de loin pour arriver à ce stade.

## ***Table des matières***

---

Remerciement.....	2
Table des matières.....	4
Introduction.....	6
<i>Première partie : Présentation de la société.....</i>	<i>7</i>
<b>Chapitre 1 : contexte du projet.....</b>	<b>8</b>
1.1 Présentation de Branoma.....	8
1.2 Définition du produit.....	9
<b>Chapitre 2 :Processus de fabrication et de conditionnement.....</b>	<b>10</b>
2.1 Matières premières.....	10
2.1.1 L'orge.....	10
2.1.2 Le houblon.....	10
2.1.3 L'eau.....	12
2.1.4 La levure.....	12
2.2 Processus de fabrication du liquide.....	12
2.2.1 Le maltage.....	12
2.2.2 Le concassage.....	14
2.2.3 Le brassage.....	15
2.2.4 La fermentation.....	18
2.2.5 La filtration.....	19
2.3 Conditionnement.....	19
2.3.1 Processus de conditionnement.....	19
2.3.2 Embouteillage et sou tirage.....	20

---

*Deuxième partie :Automatisation du filtre de boisson fermentée....23*

**Chapitre 1 : Description du filtre.....24**

**Chapitre 2 :Processus du filtrage.....25**

**Chapitre 3 :L'intérêt de l'automatisation du filtre.....26**

**Chapitre 4 :L'automatisation di filtre.....28**

**Conclusion.....33**

## ***Introduction***

La filtration est l'une des étapes nécessaires exigée par le consommateur pour avoir un liquide clair et sans trouble colloïdal permanent, c'est pour cela qu'elle présente une place très importante, les problèmes évoqués à cette étape sont multiples et peuvent produire des pertes, ce qui infecte le rendement.

Dans le présent travail, nous emploierons dans un premier temps à présenter la société des brasseries du nord marocain en cernant tous les aspects de la société d'un point de vue général et organisationnel ; et je présenterai des généralités sur le liquide ; son historique, ses ingrédients, et les différentes étapes de sa fabrication au sein de BRANOMA.

La deuxième partie exposera le sujet demandé, qui implique en considération l'automatisation du filtre , l'intérêt de cette automatisation , les différentes étapes du filtrage et puis le GRAFCET 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> niveau .

**PREMIERE PARTIE :**  
***PRESENTATION DE LA SOCIETE***

**CHAPITRE 1 : CONTEXTE DU PROJET**

**1.1 Présentation de BRANOMA**

La société des Brasseries du Nord Marocain \* BRANOMA\* fait partie du groupe SBM (Société des Brasseries du Maroc) qui se trouve à Casablanca.

BRANOMA est une société anonyme composée de deux centres : un centre Fès qui a une grande importance par rapport au deuxième centre (celui d'Oujda) au niveau de la distribution, la gestion de la production, la prise de décision et il a des relations directes avec la direction générale du groupe à Casablanca.

En effet le centre de Fès s'est spécialisé dans la fabrication et la production du liquide.

En 1919, un groupe français « Castel » a créé la société BRANOMA, depuis le 02 / 09 / 1948 BRANOMA de Fès a commencé son activité par le lancement du premier brassin

**Plusieurs événements ont marqué la vie de BRANOMA :**

<b>Evénements Importants</b>	<b>Année</b>
<b>Date de création</b>	<b>1947</b>
<b>Licence Heineken accordé à BRANOMA</b>	<b>1979</b>
<b>Arrêt de production des boissons gazeuses</b>	<b>1982</b>
<b>Arrêt de production de la Heineken</b>	<b>1990</b>
<b>Déménagement à la nouvelle usine</b>	<b>Fin de 2004</b>

**A- Fiche signalétique :**

- ✓ Raison sociale : Brasserie du Nord Marocain.
- ✓ Statut juridique : société anonyme (S.A).
- ✓ Adresse : rue Ibn El khateb Sidi Brahim Quartier industriel FES BP : 2100
- ✓ Surface totale : 30 500 m<sup>2</sup>.
- ✓ Capital social : 50 MDA.
- ✓ Actionnariat : société des brasseries du Maroc et autres
- ✓ Date de mise en service : 1947.
- ✓ Effectifs : 151 personnes.
- ✓ Capacité de production : 200 000 HL/an.

**B- Domaine d'activité :**

Le domaine d'activité de la BRANOMA renferme la fabrication et le conditionnement (La spéciale, la stork)

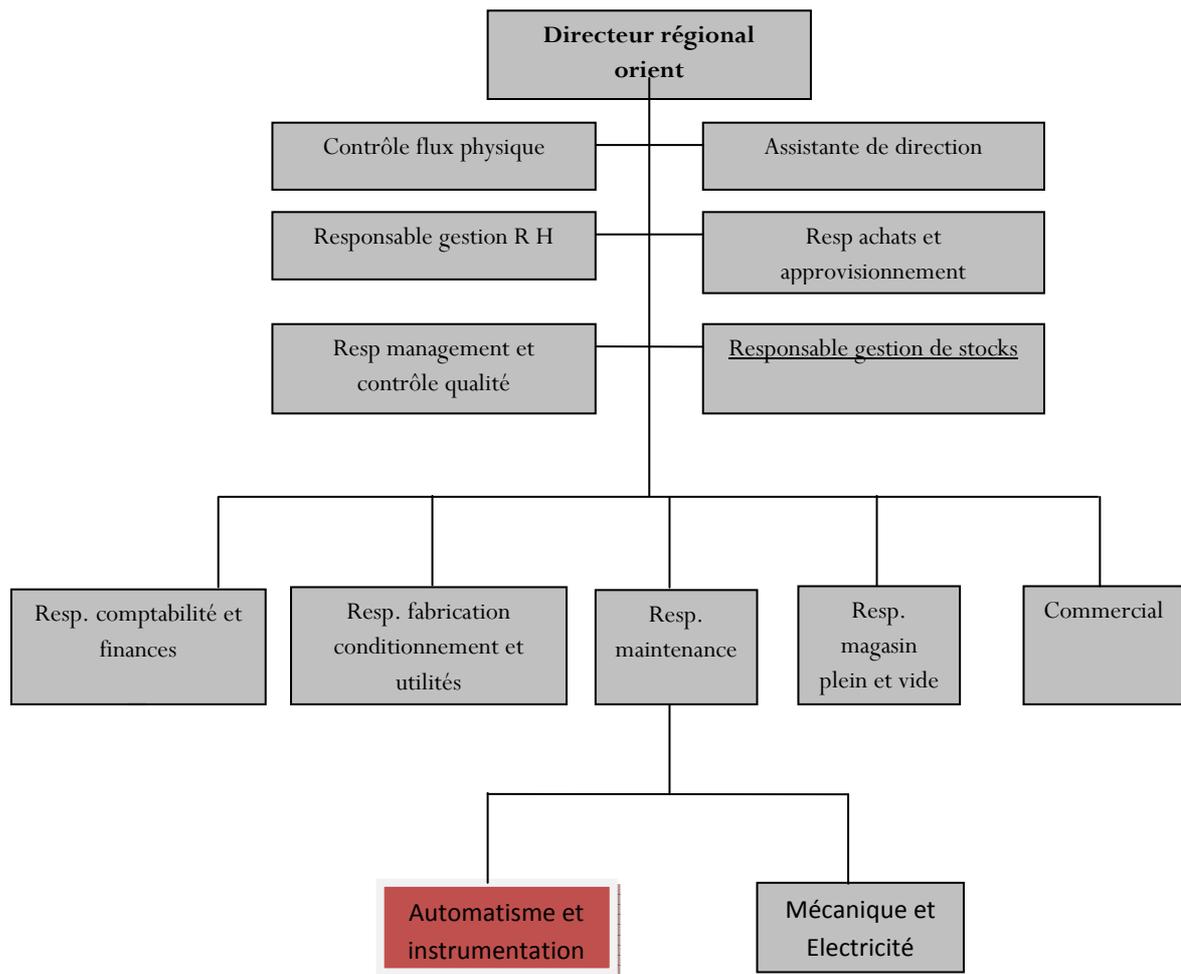
**C-Organigramme de BRANOMA**

## 1.2 Définition du produit

Boisson fermentée légèrement alcoolisée, préparée à partir de céréales germées, principalement de l'orge, et parfumée avec du houblon.

Elle contient 2 à 14% d'alcool, du gaz carbonique et des sucres en quantité variable. Elle est préparée dans les brasseries, à partir d'orge qui contient beaucoup d'amidon.

L'amidon est un polyholoside, glucide formé d'une très longue chaîne d'oses (sucres) associés.



La fermentation alcoolique de ces oses nécessite donc une décomposition enzymatique préalable de l'amidon en sucres simples grâce à l'amylase (enzyme provoquant l'hydrolyse des glucides) que l'on retrouve dans les embryons de grains d'orge.

## **CHAPITRE 2 : PROCESSUS DE FABRICATION ET CONDITIONNEMENT**

### **2.1 Matières premières**



### 2.1.1 L'orge

L'orge : est une céréale riche en amidon et en sucres fermentables. C'est le principal ingrédient du liquide. Il existe plusieurs variétés d'orge. L'orge à deux rangs convient le mieux à la fabrication du liquide. L'orge suit le procédé de maltage avant d'être exploité (voir les étapes de la fabrication).

### 2.1.2 Le houblon

Le houblon : est une plante vivace qui peut grimper jusqu'à 8 mètres. Seuls les cônes (fleurs femelles non-fécondées) sont utilisés. Cela donne de l'amertume, du parfum et des tanins qui permettent de conserver le liquide grâce à ces propriétés antiseptiques.

### 2.1.3 L'eau

L'eau : La qualité de l'eau est très importante. D'ailleurs les brasseries sont souvent installées à proximité d'une source. Sa pureté, sa dureté (pH) et sa composition minérale jouent sur le goût et la qualité du liquide. Les brasseries contrôlent la qualité de l'eau et la rectifient si nécessaire à l'aide de produits ou procédés chimiques.

### 2.1.4 La lavure

Les levures : Pendant longtemps les brasseurs ne comprenaient pas comment la levure transformait le mout en alcool. La levure est un ferment microscopique qui transforme les sucres en alcool et dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). La levure, propre à chaque produit, contribue à son goût final.

## 2.2 Processus de fabrication du liquide

## 2.2.1 Le maltage

Qu'est ce que le malt? Le malt est le produit de la transformation de l'orge en orge germée et torréfiée par les moyens industriels que nous allons décrire en les résumant au maximum. Pour la fabrication du liquide les brasseries ont besoin du malt tout préparé. Cette opération se fait en grand dans les malteries spécialisées (hors des brasseries).

Le maltage a pour but :

- de transformer l'amidon insoluble du grain d'orge en amidon soluble.
- de développer dans l'orge des enzymes qui agiront lors du brassage.
- de doter l'orge de l'arôme qui donnera son cachet au liquide.

Il y'a en pratique cinq opérations au niveau du maltage

### 2.2.1.1 La préparation du grain

Cette opération consiste à débarrasser l'orge des impuretés par le nettoyage (tamisage, ventilation, triage ...) et par le calibrage de l'orge en catégories de différentes grosseurs à l'aide des tamis

### 2.2.1.2 Le trempage

Il a pour rôle de fournir à la graine de l'orge de l'eau et de l'oxygène nécessaires à la germination mais aussi d'éliminer les inhibiteurs de la germination contenus dans les enveloppes de l'orge. Afin de ne pas asphyxier le grain, l'humidité doit être de 43 % de son poids

### 2.2.1.3 La germination

Le but de la germination est :

- De créer les enzymes qui vont permettre la solubilisation des matières de réserves du grain au brassage.
- Le développement de l'embryon aux dépens des réserves
- L'attaque des membranes cellulaires de l'amande du grain par les héli cellulases. Il y'a une action protéolytique sur les protéines du grain et le dédoublement d'amidon en sucre.

Pour bien conduire la germination le malteur doit avoir parfaitement en main trois facteurs: la température, L'humidité et l'aération du grain. Les techniques de germination varient d'une malterie à une autre.

#### **2.2.1.4 Le touraillage**

Le grain dont la germination est achevée porte le nom de "malt vert". L'arrêt complet de la germination et la transformation du malt vert en une marchandise stable et achevée est obtenue par le touraillage. C'est une dessiccation sous chaleur soit par des gaz chauds, soit par de l'air chaud circulant dans des tuyaux chauffés par les gaz. On distingue deux phases dans le touraillage:

- La phase de dessiccation pendant laquelle les dédoublements enzymatiques se poursuivent encore et qui peut être considérée comme une continuation de la germination.
- Le chauffage du malt sec pendant laquelle il ne se produit plus que des réactions chimiques et physico-chimiques entre les composantes du malt. Il se passe aussi la transformation des produits colorés appelés "mélanos-indiens". Ce sont des combinaisons de sucres et d'acide aminés (réactions de Maillard). Les mélanos-indiens ne jouent pas seulement le rôle de colorants et de porteurs d'arômes dans le liquide, elles protègent en outre le liquide contre les troubles par leurs pouvoirs réducteurs.

#### **2.2.1.5 Le Dégermage**

Le malt tournaillé doit être bien débarrassé de ses radicules, car celles-ci ne sont pas favorables à la qualité du liquide.

## 2.2.2 Le concassage

Le but de cette opération est de faire éclater les grains de malt, en évitant de faire de la farine. Les enveloppes des grains doivent rester entières, afin de constituer un lit filtrant pour l'opération de filtration. Toutefois, les particules internes doivent être assez fines pour offrir un maximum de surface d'attaque aux enzymes.

L'alimentation du moulin se fait par un élévateur à godet. Le malt passe par la suite dans un trieur permettant le tamisage du malt et l'élimination de la poussière. Après cette étape, le malt qui est lié à une balance de 50 kg par unité, est envoyé vers le concasseur. A la fin ces grains concassés tombent dans une trémie à mouture qui alimente la cuve de matière dans la salle de brassage.

## 2.2.3 Le brassage

L'objectif du brassage est d'obtenir une meilleure extraction solide-liquide et solubiliser la plus grande quantité de matières hydrolysables du malt et des grains crus appelés extrait, sans oublier la création des conditions favorables pour les enzymes telles que les amylases, maltase, et protéinases ayant la possibilité de rendre le mout fermentescible par la levure.

Les principales transformations au cours du brassage ont lieu au niveau des composés glucidiques puisqu'ils représentent environ 90% des solides du moût.

Plusieurs facteurs influencent la qualité et le rendement de brassage : la qualité du malt, la composition de l'eau de brassage, le rapport eau/ versement, le pH de la maiche, le diagramme de la température de la cuve matière et de la chaudière à trempe (cuve ébullition), l'efficacité de l'agitation (effet de cisaillement) etc.

### 2.2.3.1 Les caractéristiques de brassage à BRANOMA :

➤ Brassage à densité élevé pour des raisons d'augmentation de volume de production avec faible investissement.

➤ Méthode par infusion grâce à sa simplicité et son coût énergétique réduit par rapport aux méthodes par décoction, mais elle nécessite un malt désagrégé avec un potentiel enzymatique élevé.

### 2.2.3.2 La salle de brassage est équipée d' :

- ✓ Une cuve de matières.
- ✓ Un filtre presse.
- ✓ Une cuve d'ébullition.

Dans la salle de brassage, on réalise l'extraction solide-liquide toutes les substances de la matière première nécessitant du brasseur la surveillance.

### 2.2.3.3 Les étapes de brassage :

Le brassage comprend les étapes suivantes :

- L'empattage.
- La filtration.
- La cuisson et le houblonnage.

#### a. Empattage :

Cette opération a pour but la transformation de l'amidon des grains du malt en sucres fermentescibles, cette transformation s'effectue en favorisant l'action enzymatique du malt, en procurant à chaque enzyme les meilleures conditions de températures et d'acidité pour son action spécifique.

La salle de brassage à BRANOMA est équipée d'une cuve matière où se déroule l'empattage selon plusieurs étapes :

- ✓ La 1<sup>ère</sup> étape consiste à mélanger le malt avec 2 à 3 fois son volume d'eau chaude (maïs). L'empâtage se fait avec une maïs concentrée à 58°C pour tenir compte des enzymes protéolytiques. Avec un ajout d'acide chlorhydrique 33%, un mélange d'enzymes « filtrasses » chlorure de calcium (CaCl<sub>2</sub>) pour enrichir le liquide en calcium, et le chlorure de zinc (ZnCl<sub>2</sub>) qui joue un rôle à l'activation de la levure.
- ✓ La 2<sup>ème</sup> étape consiste à l'augmentation de la température à 63-65 °C pour avoir une activité optimale des β-amylases.
- ✓ La 3<sup>ème</sup> opération se déroule à 76 °C ; température d'activité optimale des α-amylases pour atteindre la saccharification.

### **b. Filtration et Lavage :**

La pâte réchauffée (maïches) est maintenant filtrée. La partie liquide se sépare de la partie plus ou moins solide (également appelée la drèche). Ce drèche est ensuite utilisé comme aliment pour le bétail.

Les objectifs attendus par cette opération sont :

- Obtenir un mout composé de premier bouillon et des lavages avec un extrait maximum.
- Avoir un mout avec une faible turbidité.

### **c. Cuisson et houblonnage :**

C'est la dernière étape du brassage et ces objectifs sont multiples. Toutes les opérations se déroulent simultanément dans la chaudière à houblonner.

Pour la cuve d'ébullition, elle est en acier inoxydable. Le système de chauffage dans la cuve d'ébullition est la vapeur circulante grâce à un serpentin centrale :  $T^{\circ}\text{C}=100^{\circ}\text{C}$ . Par contre, l'agitation est assurée par un système de « fontaine » en faisant passer le moût du bas en haut à travers le cuiseur.

Le moût ainsi filtré, remplit la chaudière jusqu'au volume désiré avant le début de l'ébullition de telle façon que sa densité soit inférieure à la densité voulue.

Les rôles de la cuisson et du houblonnage sont les suivantes :

- ✓ L'ébullition du moût permet l'ajustement de la densité et l'évaporation d'une partie des eaux de lavages.
- ✓ L'inactivation des enzymes (amylase, maltase...) qui ont fini de remplir leur rôle.
- ✓ L'inhibition du développement des bactéries qui pourraient interférer avec la levure lors de la fermentation.
- ✓ Elimination des volatiles nuisibles à la saveur du liquide.
- ✓ Formation des composés de la réaction de Maillard.

Dans la chaudière d'ébullition, le moût est porté à ébullition ( $100^{\circ}\text{C}$ ) pendant 90 minutes. On ajoute également le houblon et des arômes naturels dans le moût. C'est cette cuisson qui permet au brasseur de déterminer exactement la densité du liquide en moût primitif. Il y ajoute maintenant la quantité de houblon voulue, afin de conférer au liquide son arôme spécifique.

Les objectifs de l'ébullition sont multiples et toutes les opérations se déroulent simultanément dans la chaudière à houblonner :

- **Inactivation des enzymes :**

Cette opération est importante pour les enzymes bactériennes et fongiques ajoutées au cours du brassage (filtrage) qui parfois ont inactivées à des températures de  $95^{\circ}\text{C}$ .

- **Stérilisation du moût :**

L'ébullition du moût détruit les bactéries, levures et moisissures en provenance des matières premières, le moût n'est stérile qu'à la sortie de cuve d'ébullition.

- **Concentration du moût :**

L'ébullition du moût permet l'ajustement de la densité et l'évaporation d'une partie des eaux de lavages.

- **Coagulation des composés protéiques :**

On assiste à des phénomènes de la coagulation des composés protéiques, et leurs interactions avec les polyphénols, qui ont une relation directe avec la qualité finale du produit, car ils posent des problèmes de mousse lors de la fermentation, et des troubles dans les bouteilles du produit fini chez le consommateur.

La quantité de houblon dépend du type de houblon utilisé et du type de produit souhaité, elle varie de 200 à 800 grammes par hectolitre de moût.

## 2.2.4 La fermentation

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, elle se déroule donc en absence d'air (anaérobiose). Elle se distingue de la respiration qui nécessite de l'oxygène et se réalise en présence d'air (aérobiose) notamment par son faible rendement énergétique et la diversité des produits synthétisés.

## 2.2.5 La filtration

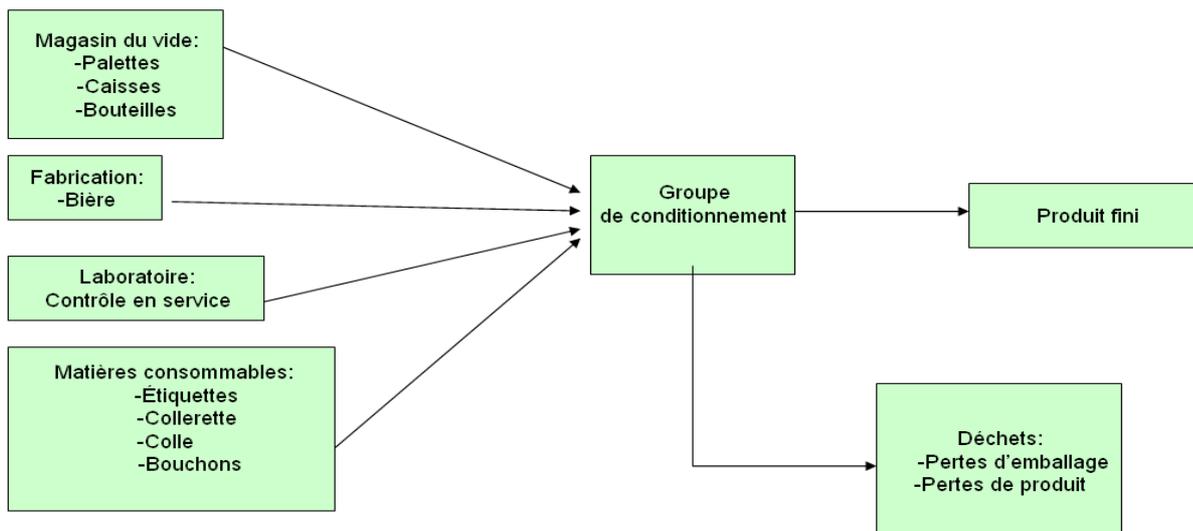
La filtration est l'opération qui est nécessaire pour éliminer la levure et les particules colloïdales et pour donner au liquide la limpidité et la brillance recherchées. En général, le produit n'est pas absolument débarrassée de toutes les cellules de levure.

La filtration n'est pas obligatoire mais elle est rendue nécessaire par les exigences des consommateurs qui veulent un liquide clair et limpide et qui accordent une très grande importance à la couleur du liquide. Cependant, nombreux sont les brasseurs qui estiment que le produit non filtrée est bien meilleure. L'amertume et le goût du malt ne sont plus aussi "fondus" : le cachet donné par la levure a disparu.

## 2.3 Conditionnement

A BRANOMA, on trouve une ligne d'embouteillage automatisée qui travaille à une cadence de 30 000 bouteilles/h.

### 2.3.1 Processus de conditionnement :



### 2.3.2 Embouteillage et soutirage :

Le liquide, saturée pour les fûts, est prête à être bue. Celle destinée à la mise en bouteille pas encore. Le temps où l'embouteillage se faisait manuellement est définitivement révolu. Désormais la capacité de nettoyage et d'embouteillage des chaînes modernes s'exprime en milliers de bouteilles à l'heure.

Les bouteilles sont mises sous pression, remplies et bouchées au moyen d'une capsule ou d'un bouchon.

Il ne s'agit pas simplement de remplir la bouteille, car cette dernière doit déborder pour éviter que le liquide qu'elle contient entre en contact avec l'air.

BRANOMA possède un groupe d'embouteillage, mécanisé dans une large mesure, se compose des éléments suivants :

➤ La décaisseuse :

Elle enlève des bouteilles vides et sales des caisses et les dépose sur la table d'accumulation à la laveuse.

➤ **La laveuse :**

Dans laquelle des bouteilles sont nettoyées avant d'aller à la sou tireuse.

➤ **La première inspectrice :**

Les bouteilles nettoyées sont ensuite inspectées et les bouteilles insuffisamment lavées ou ébréchées sont retirées.

➤ **La sou tireuse :**

Dans laquelle une quantité exacte du liquide et de CO<sub>2</sub> sont mis dans les bouteilles propres.

➤ **La boucheuse :**

Les bouteilles remplies sont entraînées sous les capsuleuses immédiatement après leur sortie de la sou tireuse.

➤ **La deuxième inspectrice :**

Les bouteilles remplies et bouchées sont contrôlées et comptées à nouveau. On fait très attention au niveau de remplissage et au bouchage.

➤ **Pasteurisateur :**

Dans laquelle le liquide en bouteille est chauffé pour tuer les cellules de levure restant et les autres microorganismes indésirables.

➤ **Etiqueteuse :**

Elle colle deux étiquettes sur chaque bouteille.

➤ **Imprimante :**

Chargée de marquer sur les bouchons les dates de fabrication et d'expiration (9mois après la fabrication).

➤ **Troisième inspectrice :**

Elle nous permet de faire un dernier contrôle avant la livraison. Elle contrôle le niveau de remplissage des bouteilles, l'état de fermeture des bouteilles et leur présentation générale.

➤ **Encaisseuse :**

Dans laquelle le nombre exact de bouteilles pleines est mis dans les caisses lavées

**2.3.2.1 Les étapes de l'embouteillage à BRANOMA sont :**

**a. L'avant soutirage : (laver - contrôler).**

Réception des bouteilles vides provenant des verriers (verre perdu) ou du circuit de distribution (verre consigné). Les bouteilles sont lavées et un contrôle au laser est effectué pour la propreté.

**b. Le soutirage : (pas d'oxygène).**

Le liquide arrive des T.B.F (Tank de Produit Filtrée) à une température proche de 0 °C. En fin de remplissage, un filet d'eau à haute pression va faire mousser le liquide de façon à évacuer l'air résiduel dans le col de la bouteille avant qu'elle ne soit bouchée par capsulage.

**c. La pasteurisation : (conservation prolongée).**

Elle permet de détruire les éventuelles levures qui se seraient 'glissées' au travers du filtre et qui peuvent troubler le liquide. Environ 15 UP ( 1 UP = 1 minute à 60° C) sont nécessaires pour effectuer cette opération qui se fait par un passage dans un tunnel.

**d. L'étiquetage : (l'habit de la bouteille et l'identité du liquide).**

L'habillage de la bouteille comporte une étiquette, une contre étiquette et une collerette. La mention de la date de soutirage et le groupe est inscrite au rayon laser sur l'étiquette.



#### **e. L'emballage : (séduction et praticité).**

Les bouteilles consignées sont remises dans des caisses qui sont également lavées. Les bouteilles perdues sont regroupées en packs, lesquels sont regroupés en fardeaux ou en cartons. Enfin, le tout est palettisé et rejoint le stock des liquides finis dans l'attente d'être chargé.

*Deuxième partie* : ***AUTOMATISATION DU  
FILTRE DE BOISSON  
FERMENTEE***

## Chapitre 1 : Description Du Filtre

L'ensemble du filtre se compose de trois parties :

- Le bac tampon : c'est le bac où on stock la levure qui arrive en premier lieu des cuves de fermentation.
- Le mélangeur : la partie du filtre où on mélange l'eau avec l'agent filtrant qui sert à collecter les particules et les coller sur les plaques du filtre
- Le bac filtre : contient des plaque horizontales sous forme de grilles, et sur ces derniers repose la poudre filtrante

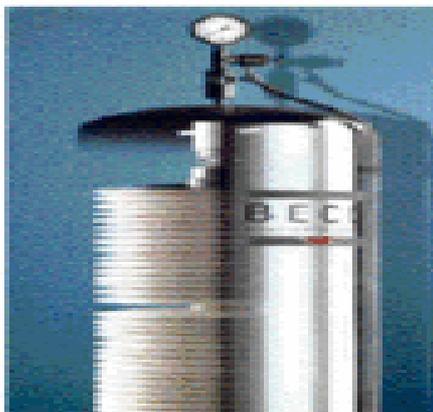


Photo: Agence



**Ci-dessus : module 16 pouces rempli de charbon actif (volume du gâteau retenu : environ 15 l).  
Ci-centre : détail du filtre des Beco Integra.**

## Chapitre 2 : Processus Du Filtrage

La filtration commence par le remplissage du bac filtre avec de l'eau, l'injection de l'agent filtrant puis l'activation du circuit fermé pour placer la 1<sup>ère</sup> couche sur les plaques , on refaits la tache pour placer la 2<sup>ème</sup> couche.

La filtration se fait en passant le liquide à travers les plaques sur lesquelles on a placé l'agent filtrant.

Le circuit fermé désigne la circulation du liquide en sortant par la partie basse du filtre entrant par la partie haute en traversant les plaques. La circulation est donc équivalente à un courant qui circule dans un circuit électrique .

L'étape suivante c'est de vider le bac filtre de l'eau avec un petit débit pour ne pas endommager les couches, en le rempliant par du CO<sub>2</sub> .

Le bac tampon est rempli avec la levure qui arrive la première des cuves de fermentation avant le remplissage du filtre avec le liquide .

On mélange une 3<sup>ème</sup> fois la poudre pour l'injecter avec le liquide dans le filtre pour bien filtrer les particules .

On vide le filtre en le rempliant par du CO<sub>2</sub> sous une pression .

Une fois le filtre est rempli on construit le circuit fermé pour laisser le liquide passer par les couches plusieurs fois pour bien filtrer les 1<sup>ère</sup> 40hl .

Le circuit fermé du filtre se fait juste la 1<sup>ère</sup> fois , ensuite on fait le passage direct au bac de stockage.

Dès la fin du stockage on passe directement vers la phase de nettoyage .

## **Chapitre 3 : L'intérêt De L'Automatisation Du Filtre**

L'automatisation du filtre permet de limiter les problèmes de filtration en éliminant les fautes qui peuvent avoir lieu par l'opérateur, augmenter le rendement, diminuer le coût et respecter d'une façon plus exacte les normes

### **FONCTION DES VANNES ET DES POMPES :**

<b>V1</b>	<b>TRANSMETTRE LE LIQUIDE OU L'EAU VERS L'ENSEMBLE DU FILTRE</b>	<b>V17</b>	<b>LAISSE PASSER LE LIQUIDE VERS LA P1</b>
<b>V2</b>	<b>DONNE LE CHOIX ENTRE LE BAC TAMPON OU LE REFROIDISSEUR</b>	<b>V19</b>	<b>LAISSE PASSER L'EAU POUR LE NETTOYAGE</b>
<b>V3</b>	<b>TRANSMETTRE AU BAC TAMPON</b>	<b>V20</b>	<b>VIDER LA BASSE PARTIE DU FILTRE</b>

<b>V4</b>	<b>TRANSMETTRE AU REFROIDISSEUR</b>	<b>V21</b>	<b>VIDER LE CONTENU DU FILTRE VERS LES ÉGOUTS</b>
<b>V5</b>	<b>TRANSMETTRE VERS LE HAUT DU BAC TAMPON EN FERMANT V2 ET V6</b>	<b>V22</b>	<b>LA SORTIE DU BAC FILTRE GRAND DÉBIT</b>
<b>V6</b>	<b>VERSER LA LEVURE AUX ÉGOUTS EN FERMANT V2 ET V5</b>	<b>V23</b>	<b>LA SORTIE DU BAC FILTRE PETIT DÉBIT</b>
<b>V7</b>	<b>TRANSMETTRE LA POUDRE FILTRANTE MÉLANGÉE AVEC L'EAU AU REFROIDISSEUR</b>	<b>V24</b>	<b>TRANSMETTRE DE L'AIR POUR AIDER À ENLEVER LA POUDRE DES PLAQUES AU NETTOYAGE</b>
<b>V10</b>	<b>LA SORTIE DE L'ENSEMBLE DU FILTRE ON LA FERME POUR LE CIRCUIT FERMÉ</b>	<b>V25</b>	<b>TRANSMETTRE L'EAU POUR NETTOYER LE FILTRE</b>
<b>V11</b>	<b>LA SORTIE CO<sub>2</sub> DU FILTRE</b>	<b>V26</b>	<b>VIDER LE BAC TAMPON VERS LES ÉGOUTS</b>
<b>V12</b>	<b>REEMPLIR LE FILTRE DU DESSOUS</b>	<b>V27</b>	<b>TRANSMETTRE L'EAU FACILITER LE MOUVEMENT DE ROTATION DES PLAQUES</b>
<b>V13</b>	<b>TRANSMETTRE LE LIQUIDE MÉLANGÉE AVEC L'AGENT FILTRANT VERS LE HAUT DU FILTRE</b>	<b>V30</b>	<b>TRANSMETTRE L'EAU POUR LE NETTOYAGE</b>
<b>V14</b>	<b>PURGE POUR VIDER LE FILTRE AVEC UN PETIT DÉBIT</b>	<b>V31</b>	<b>TRANSMETTRE CO<sub>2</sub></b>
<b>V16</b>	<b>TRANSMETTRE VERS LA VANNE 10</b>	<b>P1</b>	<b>CIRCULER LE LIQUIDE VERS LE FILTRE</b>
<b>P2</b>	<b>INJECTER L'AGENT FILTRANT LE TUBE DE L'ENTRÉE DU FILTRE</b>	<b>P.HY</b>	<b>TOURNER LES PLAQUES DU FILTRE POUR ENLEVER LA POUDRE AU NETTOYAGE</b>

## Chapitre 4 : L'automatisation Du Filtre

Le but principal de ce projet a été de construire les grafcet du 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> niveau qui fait l'automatisation de processus du filtrage .

### Explication des étapes du Grafcet

0. état initial tout le filtre est vide
  
1. s'active en appuyant sur le bouton poussoir Marche, elle consiste à remplir le bac filtre avec de l'eau.  
On sait que le filtre est plein si le liquide sort par le tube 11 son entrée est ouverte sur le sommet du filtre.
  
2. Si le filtre est plein et la pression est de deux bar on transmet l'agent filtrant vers le filtre .
  
3. Un voyant s'allume pour indiquer que l'agent filtrant est à un niveau minimum.
  
4. Le circuit fermé pour placer les couches.
  
5. Vider le filtre de l'eau et le remplir par du CO<sub>2</sub>.
  
6. Lancer pendant 10 min la levure qui arrive en premier lieu des cuves de fermentation vers le bac tampon.
  
7. Remplir le bac filtre avec le liquide fermenté
  
8. Lancer le circuit fermé pendant 30min pour bien filtrer les particules de levure.
  
9. Lancer le liquide vers le bac de stockage jusqu'à l'appui sur le bouton de fin de filtration .
  
10. Vider le contenu du filtre et faire tourner la pompe hydraulique pour se débarrasser de la poudre placée sur les plaques.

11. Remplir le bac filtre avec de l'eau de ville en ouvrant toute les conduites d'eau et injecter de l'air pour favoriser le nettoyage des plaques, la pompe hydraulique va rester alimenter pendant toute la période de nettoyage du bag filtre.
12. Vider le contenu du bag filtre.
13. Vider le contenu du bag tampon.
14. Remplir pendant 10min le bag tampon avec de l'eau.
15. Vider le contenu du bag tampon et les tube pendant 15 min puis le retour à l'état initial .

## LE GRAFCET 1<sup>ER</sup> NIVEAU

0 ETAT INITIAL

— APPUYER SUR LE BOUTON POUSSOIRE MARCHE

1 OUVRIR LES VANNES V1 V30 V2 V4 V17 V12 ET ALLIMENTER P1

— SI LA PRESSION EST DE 2 BAR ET LE LIQUIDE SORT PAR LE TUBE 11

2 OUVRIR LES VANNES V13 V22 V23 V16 V18 ALLIMENTER P1 ET P2

— LE CAPTEUR DU MELANGEUR AFFICHE UN NIVEAU MINIMUM

3 ALLIMENTER LE VOYAN L1 POUR INDIQUER QU'IL FAUT AJOUTER LA POUDRE AVEC DE L'EAU ET ARRETER TOUT LE TRAVAIL

— APRES L'AJOUT DE LA POUDRE L'OPERATEUR APPUIT SUR UN BOUTTON DE REDEMARRAGE

4 OUVRIR LES VANNES V16 V18 V13 V22 V23 ALLIMENTER P1

— APRES 30 MINUTES

5 OUVRIR LES VANNES V14 V31

— S'IL N'Y A PLUS DE LIQUIDE QUI PASSE PAR LE TUBE 14

6 OUVRIR LES VANNES V1 V2 V3

— APRES 10 MINUTES

7 OUVRIR LES VANNES V1 V2 V17 V12 V11 V4

— S'IL Y A UN DEBIT DU LIQUIDE QUI PASSE DANS LE TUBE 11

8 OUVRIR LES VANNES V16 V18 V13 V22 V23 ALLIMENTER P1

— UNE MACHINE DETECTE L'ABSENCE DES PARTICULES DANS LA BIERE

9 OUVRIR LES VANNES V1 V1 V4 V7 V17

— L'APPUIT SUR LE BOUTTON DE FIN DE FILTRAGE

10 OUVRIR LES VANNES V21 V27 V24 V20 ALLIMENTER PH1

— S'IL N'Y A PLUS DE LIQUIDE QUI PASSE DANS LE TUBE 21

11 OUVRIR LES VANNES V1 V2 V4 V30 V17 V13 V11 V25 V19 ALLIMENTER PH1 P1

— S'IL Y A UN LIQUIDE QUI PASSE DANS LE TUBE 11

12 OUVRIR LES VANNES V21 V20 V22 V23 V14 V27 ALLIMENTER PH1

— S'IL N'Y A PLUS DE LIQUIDE QUI PASSE DANS LE TUBE 21

13 OUVRIR LA VANNE V26

— S'IL N'Y A PLUS DE LIQUIDE QUI PASSE DANS LE TUBE 26

14 OUVRIR V1 V30 V5

— APRES 10 MINUTES

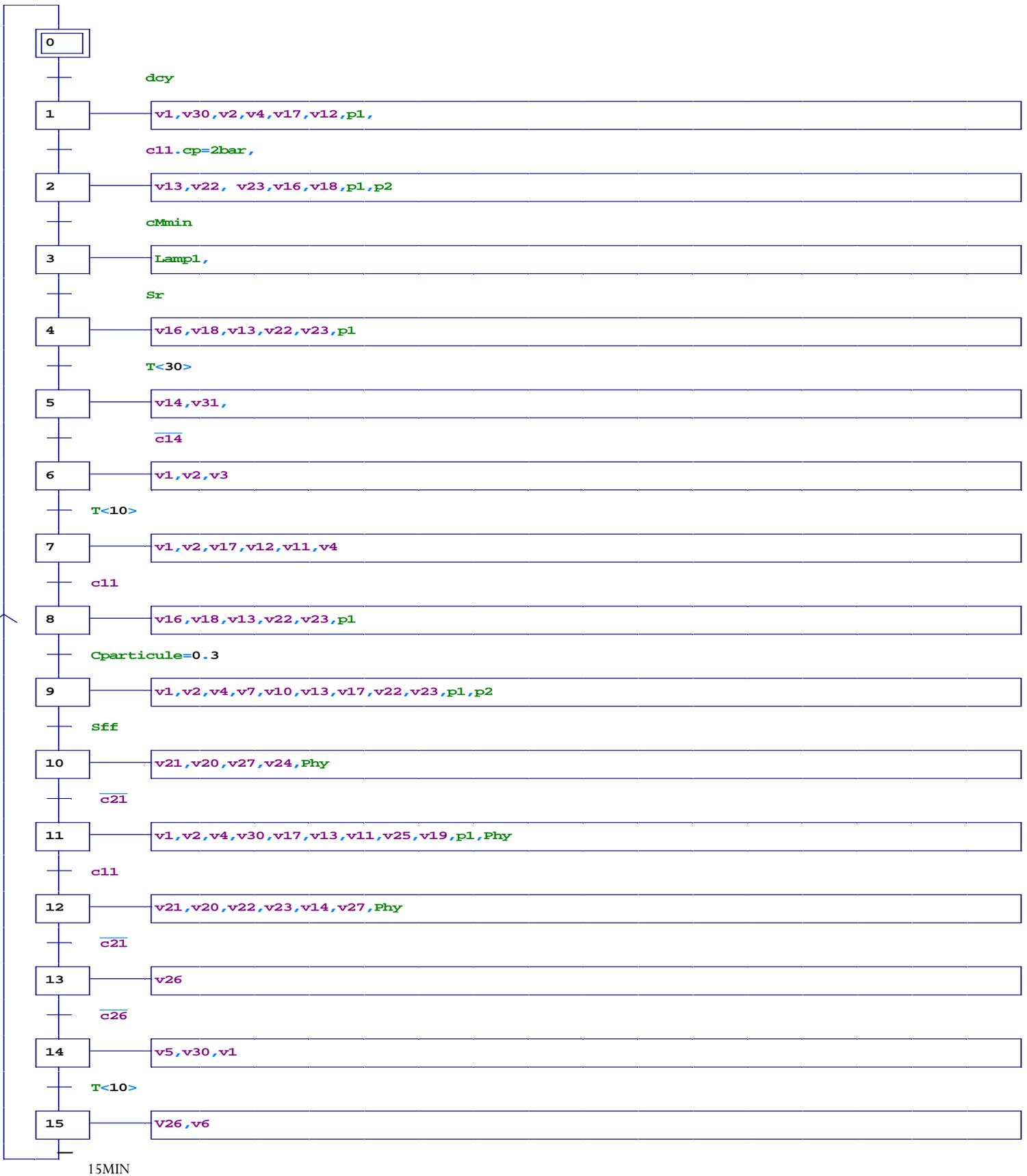
15 OUVRIR V6 V26

— 15 MINUTES

### Explication des notation des commandes et des capteurs

- Cx : capteur qui détecte la présence d'un liquide dans le tube x
- $\neg$  Cx : capteur qui marche lorsqu'il n'y a pas de liquide qui passe dans le tube x
- Cp : capteur sensible à la pression dans le filtre
- CM<sub>MIN</sub> : capteur qui détecte un niveau minimal dans le bac mélangeur
- Sr : bouton poussoir redémarrage
- SFF : bouton fin de filtration.
- T<x> temporisation x min
- DCY bouton marche

### LE GRAFCET 2<sup>Eme</sup> NIVEAU



## *Conclusion*

La période de stage était pour moi une très bonne occasion pour découvrir le monde du travail, vivre son expérience et m'engager dans ses lois, c'était un stage dont j'ai pu enrichir ma culture sur l'industrie de la production des boissons fermentées et surtout l'application des systèmes automatique dans la réalité

Il m'a permis de mettre en application mes connaissances théoriques au niveau pratique afin de faire une comparaison entre les deux. Et particulièrement dans le domaine de l'automatisation des machines.

Enfin cette période de stage m'a appris à être autonome, malgré les difficultés que j'ai rencontré durant cette période, j'ai pu m'en sortir grâce à la formation acquise au sein de notre faculté des sciences et techniques.