

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université SAAD DAHLAB DE BLIDA**

**Faculté Des Sciences Agro -Vétérinaires  
Département de sciences agronomiques**

**MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION  
DU DIPLOME MASTER ACADEMIQUE EN SCIENCES DE LA NATURE  
ET LA VIE  
Option: Sciences Alimentaires**

**Thème :**

**ETUDE DE QUELQUES PARAMETRES  
PHYSICOCHIMIQUES ET DE LA FLORE  
MICROBIENNE D'UN JUS D'ORANGE A BASE DE  
CONCENTRE**

**Présenté par :  
BENAOUADJ FELLA  
MERIEM FETHIA**

Devant le jury compose de :

<b>Mm BOUTEKRABT L</b>	<b>MCA</b>	<b>USDB</b>	<b>Présidente</b>
<b>Mr AMALOU DJ</b>	<b>MAA</b>	<b>USDB</b>	<b>Promoteur</b>
<b>Mm DOUMANDJI A</b>	<b>MCA</b>	<b>USDB</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>Mr HADJ SADOUK T</b>	<b>MCA</b>	<b>USDB</b>	<b>Examineur</b>

**ANNEE UNIVERSITAIRE:2011-2012**

# Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Allah de nous avoir donné la santé, le courage, la volonté et la patience pour mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur Dr. AMALOU, pour sa disponibilité, ses conseils judicieux et ses encouragements.

Nous remercions Mm BOUTEKRABT, d'avoir accepté de présider ce jury, Mm DOMENDJI et Mr HADJ SADOUK d'avoir aimablement accepté d'examiner ce travail.

Tous le corps enseignant de la faculté d'agrovétérinaire et biologie, qui nous' ont encadré durant toutes les années d'études.

Nos remerciements sont également adressés aux personnels du laboratoire de l'unité Vita jus de la wilaya de Blida, et surtout à monsieur A. Adel le directeur commercial de l'unité.

Nous remercions encore tous ceux qui nous ont aidées de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Merci à tous.

*Fella Et fethia*





# Dédicace

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance envers:

- ❖ Ma mère qui a beaucoup sacrifiée pour moi et pour l'affection qui ma toujours portée.
- ❖ Mon père qui m'a tout donné pour que j'atteigne mon but dans son sens spirituel.
- ❖ A mes chers frères Abderraouf, Fayçal et Sofiane.
- ❖ A toute ma famille.
- ❖ A mon cher binôme Fathia et à sa famille.
- ❖ A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'élaboration de ce travail.
- ❖ A mes meilleurs amis de l'USDB et à tous les étudiants de la section science alimentaire 2011.
- ❖ Toute personne qui a contribué de près ou de loin à ma réussite.
- ❖ Tous ceux que j'aime.



*Fella.*

# Dédicace

Je dédie ce travail le fruit de dix huit ans d'études :

A mes chers parents qui m'ont aidé et partagé avec moi les souffrances Durant tous mes études

A mes frères et mes chère sœurs (HASSNA, NACERA, FOUZIA) qui étaient souvent à cotés de moi.

A mes deux belles sœurs et à toute ma famille

Je le dédie également à notre promoteur Dr: AMALOU qui a voulu diriger ce travail et qui nous a guides.

A mon binôme Fella et à sa famille.

A mes chères amies Hind et WAFAAAAAAAAAAA sans oublié Hanane et ff.

A tous ceux qui m'ont aidé de prés ou de loin surtout Imene .

A ceux qui ont fait prévue de la vraie amitié, et à tous mes collègues de Master 2 science alimentaire, sans oublier tous les agronomes.

*MERJEM FF*

## **Résumé**

Notre projet porte sur l'étude de quelques paramètres physico-chimique (pH, TH, TA, TAC, acidité et degré de brix) et de la flore microbiologique (germes mésophiles, coliformes, streptocoques, staphylocoques, clostridium, levures et moisissures) au cours des différentes étapes de fabrications du jus d'orange à base de concentré au niveau de l'unité Vita-Jus de Blida. Et d'établir une relation entre ces paramètres et la qualité de produit.

Les résultats obtenus ont montré que les valeurs de ces paramètres physico-chimiques ( pH : 9-9,41/ acidité :3,92-4,06/ brix :11,5-11,6) et microbiologiques observés sur la matière première, le produit semi fini et le produit fini sont conformes aux normes de l'entreprise.ces résultats indiquent que les traitements appliqués sur la matière première et le produit semi fini sont efficaces, et que l'entreprises Vita-Jus respecte bien les conditions de stockage et de conservation et applique le bonne pratique d'hygiène.

**Mots clés** : jus d'orange, concentré, constantes physico-chimique, flore microbiologique, vitajus.

## **Abstract**

Our project relates to the study of some parameters physicochemical and of the microbiological flora (pH, TH, TA, TAC, acidity and brix) during the various stages of manufacture of the orange juice containing concentrate manufactures by the unit Vita-Juice of Blida. And to establish a relation between these parameters and the quality of product.

The results obtained showed that the values of these physicochemical ( pH : 9-9 ,41/ acidity :3,92-4,06/ brix :11,5-11,6) and microbiological parameters observed on the raw material, the finished semi product and the end product are in conformity with the standards of the entreprise.ces results indicate that the treatments applied to the raw material and the finished semi product are effective, and that the companies Vita-Juice observes well the conditions of storage and conservation and applies the good practice of hygiene.

**Key words:** juice of orange, concentrate, parameters physicol-chemical, the microbiologic flora, vitajus.

## ملخص:

مشروعنا يعتمد على دراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية خلال مختلف مراحل صناعة عصير البرتقال المركز المنتج من طرف مؤسسة فيتا جو بالبليدة، و وضع العلاقة بين المعايير و نوعية المنتج.

إن النتائج المتحصل عليها أثبتت أن قيم هذه المعايير لفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية الملاحظة على المادة الأولية و المنتج نصف المصنع و المنتج النهائي مطابقة للمعايير المتبعة من طرف الشركة.

هذه النتائج تشير إلى أن المعالجات المطبقة على المادة الأولية و المنتج نصف المصنع و المنتج النهائي فعالة، مما يبرهن على أن شركة. تحترم فعليا شروط التخزين و الحفظ و تتحكم في معايير النظافة فيتا جو

**الكلمات المفتاح :** تحليل ، فيزيوكيميائي ، ميكروبيولوجي ، جودة ، مركز البرتقال ، عصير البرتقال.

## **Liste des abréviations :**

**abs : absence**

**BCPL : bouillon lactosé au bromocrésol pourpe**

**ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteurs**

**CF : coliformes fécaux**

**Con : concentré**

**Cm<sup>3</sup> : centimètre cube**

**CT : coliformes totaux**

**Ech : échantillons**

**EDTA : éthylène diamino tétra acétique**

**F° : degré français**

**J. O. R. A n°35/27Mai 1998 : Journal officiel de la république algérienne (1998) : N°35/27 Mai 1998**

**g : gramme**

**GAMT : germes aérobies mésophiles totaux**

**kg : kilogramme**

**Pf : produit fini**

**Psf : produit semi fini**

**Pup : pulpe**

**SF : streptocoques fécaux**

**Suc : sucre**

**T° : température**

**TGEA : tryptone glucose à extrait de levure agar**



## **Liste des tableaux :**

<b>Tableau I : Calendrier de production des principales variétés d'orange .....</b>	<b>annexe 3</b>
<b>Tableau II : les principaux pays producteurs des agrumes.....</b>	<b>7</b>
<b>Tableau III : Les caractéristiques physicochimiques d'un jus d'orange .....</b>	<b>12</b>
<b>Tableau IV : la composition chimique moyenne du jus d'orange .....</b>	<b>13</b>
<b>Tableau V : les résultats physicochimiques d'eau de bache.....</b>	<b>65</b>
<b>Tableau V I: les résultats physicochimiques d eau de process.....</b>	<b>67</b>
<b>Tableau VII: les résultats physicochimiques de concentré.....</b>	<b>68</b>
<b>Tableau VIII : les résultats physicochimiques de pulpe.....</b>	<b>69</b>
<b>Tableau IX : les résultats physicochimiques de sucre.....</b>	<b>69</b>
<b>Tableau X: les résultats physicochimiques de produit semi fini .....</b>	<b>70</b>
<b>Tableau XI: les résultats physicochimiques de produit fini.....</b>	<b>71</b>
<b>Tableau XII: résultat de la concentration de peroxyde d'hydrogène.....</b>	<b>72</b>
<b>Tableau XIII: les résultats microbiologiques de l'eau.....</b>	<b>73</b>
<b>Tableau XIII : les résultats microbiologiques de la matière première, produit semi fini et fini...74</b>	

## **Liste des figures :**

<b>Figure1 : Production mondiale d'agrumes totale ainsi que par catégorie de produit de 1961 à 2004 en tonnes.....</b>	<b>5</b>
<b>Figure2 : Répartition géographique de la production d'agrumes destinés au marché frais.....</b>	<b>6</b>
<b>Figure 3 : principaux produits issus de la transformation des agrumes .....</b>	<b>8</b>
<b>Figure 4 : coupe longitudinale et schéma descriptif de l'orange.....</b>	<b>10</b>
<b>Figure 5 : processus de fabrication du concentré d'orange.....</b>	<b>25</b>
<b>Figure 6 : principe du circuit de traitement des eaux .....</b>	<b>annexe 2</b>
<b>Figure 7 : processus de fabrication d'un jus d'orange.....</b>	<b>32</b>
<b>Figure 8 : différentes couches de l'emballage Tétra Brik aseptique .....</b>	<b>annexe 2</b>
<b>Figure 9 : Recherche des germes aérobies mésophiles totaux à 37C° et 22C° .....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 10: Recherche et dénombrement des coliformes.....</b>	<b>43</b>
<b>Figure11 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux .....</b>	<b>46</b>
<b>Figure12 : Recherche et dénombrement des spores de Clostridium.....</b>	<b>49</b>
<b>Figure13 : préparation des dilutions.....</b>	<b>50</b>
<b>Figure14 : Recherche et dénombrement des germes aérobie mésophiles totaux.....</b>	<b>52</b>
<b>Figure15 : Recherches et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux.....</b>	<b>55</b>
<b>Figure16 : Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs.....</b>	<b>59</b>
<b>Figure17 : Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure18 : Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....</b>	<b>63</b>

# Sommaire

## Introduction1

<b>Chapitre I : Données bibliographiques</b> .....	3
<b>I-1- Définition des agrumes</b> .....	4
<b>I-1-1- Classification des agrumes</b> .....	4
<b>I-1-2- Production d'agrumes</b> .....	5
<b>I-1-3- les principaux produits issu de la transformation des agrumes</b> .....	8
<b>I-2- Définition de l'orange</b> .....	9
<b>I-2-1- Structure morphologique de l'orange</b> .....	9
<b>I-2-2- Variétés des oranges</b> .....	10
<b>I-3- Définition du jus de fruit</b> .....	11
<b>I-4- Définition d'un jus d'orange</b> .....	11
<b>I-4-1- Différents types d'un jus</b> .....	11
<b>I-4-2- Caractéristiques physicochimiques d'un jus d'orange</b> .....	12
<b>I-4-3- Composition chimique du jus d'orange</b> .....	12
<b>I-5- Caractères de la qualité d'un jus</b> .....	15
<b>I-5-1- Qualité de fruit</b> .....	15
<b>I-5-2- Qualité alimentaire</b> .....	15
<b>I-6- Intérêt alimentaire du jus d'orange</b> .....	16
<b>I-7- Altérations du jus</b> .....	17

<b>I-7-1-</b> Altérations microbiennes.....	17
<b>I-7-2-</b> Altérations physicochimiques.....	18
<b>I-8-</b> processus de fabrication du concentré d'orange .....	21
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b> .....	26
<b>II-1-</b> présentation de l'unité Vita jus.....	27
<b>II-2-</b> objectif de travail.....	27
<b>II-3-</b> Matériel.....	27
<b>II-3-1-</b> Matériel biologique.....	27
<b>II-3-2-</b> Matériel non biologique.....	28
<b>II-4-</b> Echantillonnage.....	28
<b>II-5-</b> Traitement de l'eau.....	28
<b>II-6-</b> présentation de la chaîne de production (Vita-jus) de jus d'orange .....	29
<b>II-7-</b> L'emballage du jus .....	33
<b>II-8-</b> Méthodes d'analyses de prélèvement.....	33
<b>II-8-1-</b> analyses physicochimiques.....	33
<b>II-8-1-1-</b> analyses physicochimiques d'eau de process.....	33
<b>II-8-1-2-</b> analyses physicochimiques pour le concentré, pulpe, sucre, produit semi fini et produit fini...36	
<b>II-8-2-</b> les analyses microbiologiques .....	39
<b>II-8-2-1-</b> les analyses microbiologiques d'eau de process.....	39
<b>II-8-2-2-</b> les analyses microbiologiques pour le concentré, pulpe, sucre, produit semi fini et produit fini.....	50
<b>Chapitre III : Résultats et discussions</b> .....	64
<b>III-1-</b> Résultats et interprétations.....	65
<b>III-1-1-</b> Les résultats des analyses physicochimiques .....	65
<b>III-1-1-1-</b> L'eau.....	65

<b>III-1-1-2-</b> La matière première.....	68
<b>III-1-1-3-</b> Le produit semi- fini et fini .....	70
<b>III-1-1-4-</b> Le peroxyde d'hydrogène .....	72
<b>III-1-2-</b> Les résultats des analyses microbiologiques.....	72
<b>III-1-2-1-</b> L'eau .....	72
<b>III-1-2-2-</b> matière première, produit semi fini et fini.....	74
<b>III-2-</b> Discussion .....	77
<b>Conclusion</b> .....	<b>80</b>
Références bibliographiques	
Annexes	

# ***Introduction***

Le besoin de boire correspond à un phénomène physiologique impératif naturel. Pour assouvir cette soif, L'homme utilise le plus souvent l'eau et les diverses boissons.

En Algérie la fabrication de jus à base de concentré s'est développée considérablement ces dernières années. Les fruits utilisés pour la fabrication du concentrée sont variés, les agrumes sont les plus utilisés.

En 1998 la consommation mondiale du jus de fruit atteignait 33 milliard de litre (Alain Born, 1999).

Parmi les jus les plus consommée se trouve celle de l'orange qui sont des jus renferment les vitamines C, B1, les sels minéraux les acides organique agissent parallèlement sur la digestion et la pression sanguine d'une manière favorable. il sont utiles pour l'organisme en croissance. (Benamara et Agougou 2003).

La qualité d'un jus est directement liée à la matière première entrent dans sa composition, au procédé de fabrication et au traitements thermiques appliqués et surtout par l'application d'hygiène.

Et pour mieux connaitre si les industries de fabrication des jus algériennes produisent des produits de bonne qualité on à intéressé à l'une de ces industries qui est la société Vita jus de Blida.

On s'est présente au sein du leur laboratoire d'analyse et on à fait une étude de quelque paramètres physicochimique et microbiologique du jus d'orange à base du concentré, afin d'établir l'impact de ces paramètres sur la qualité du jus ; cette étude est effectuée au cours des différentes étapes de fabrication du jus d'orange. Ainsi nous pourrons apprécier la valeur nutritionnelle du jus fabriquée, et surtout d'offrir au consommateur un produit sain et sans danger sur la santé.

# **Chapitre : I**

## ***Donnés bibliographiques***



**I-1-Définition des agrumes :**

Les agrumes sont des arbres fruitiers des régions chaudes méditerranéennes et tropicales. Ils produisent des fruits à la peau épaisse gorgée d'huile essentielle et très parfumée (**Anonyme, 2007**).

Le mot agrume signifie "acide" vient de l'italien, qui dérive du mot latin acrumen. En effet, les agrumes ont pour la plupart une pulpe acidulée, ou même franchement acide (**Anonyme, 2007**).

Le terme agrume correspond à trois genres botaniques : *citrus*, *fortonella* et *poncirus* (**lousert, 1989**)

Le genre *citrus* constitue avec ces 145 espèces dénombrées le genre le plus important (**Loussert, 1989**).

**I-1-1-Classification des agrumes :**

Ils comprennent les trois genres suivants (**Anonyme, 2003**) :

-Genre *Poncirus* : il renferme une seule espèce, *poncirus trifoliata*, elle est essentiellement utilisée en agrumiculture comme porte greffe, ses fruits ne sont pas comestibles.

-Genre *Fortunella* : Comprend six espèces, dont deux seulement font l'objet de quelques cultures, il s'agit de *Fortunella japonica* et de *Fortunella margarita* ; les fruits produits par ces espèces sont réservés à la fabrication de fruits confits.

-Genre *Citrus* : comporte 145 espèces dénombrées, dont les principales espèces cultivées sont :

\*Les oranges *Citrus sinensis*.

\*Les mandarines *Citrus reticulata*.

\*Le citron *Citrus limon*.

\*Les pomelos *Citrus paradisi*.

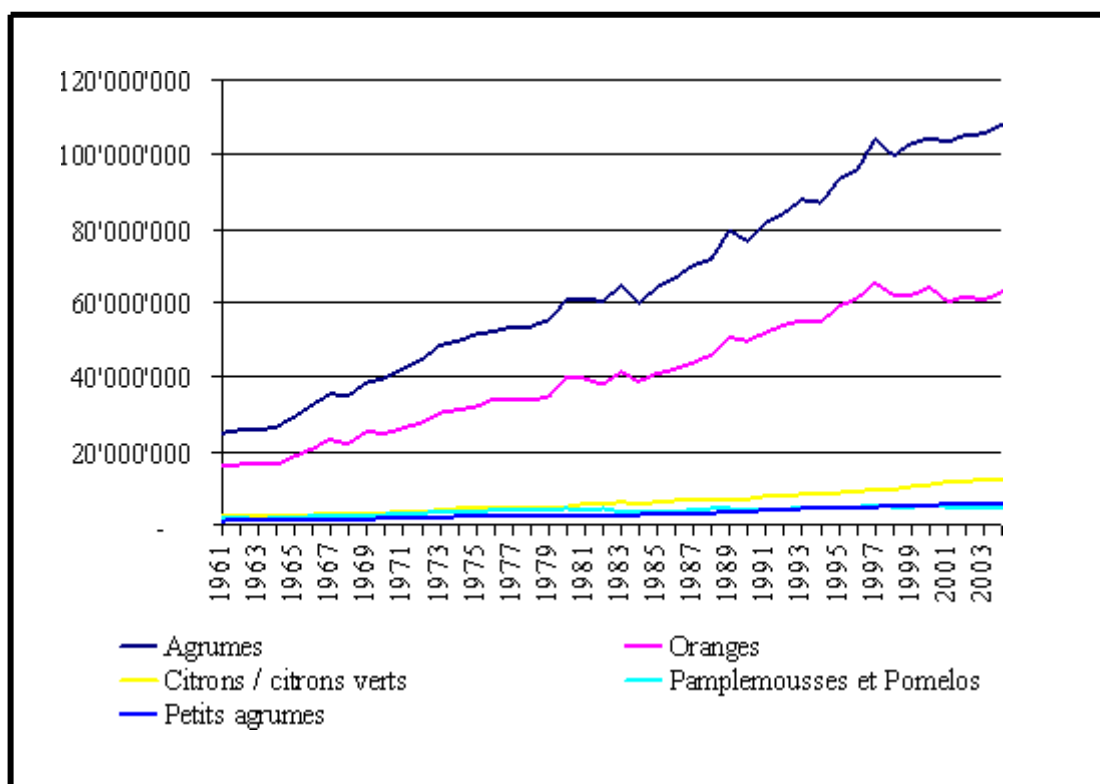
\*Les cédratiers *Citrus citrus medica*.

\*Les bigaradiers *Citrus aurantium*.

\*Les clémentines *Citrus climentii*

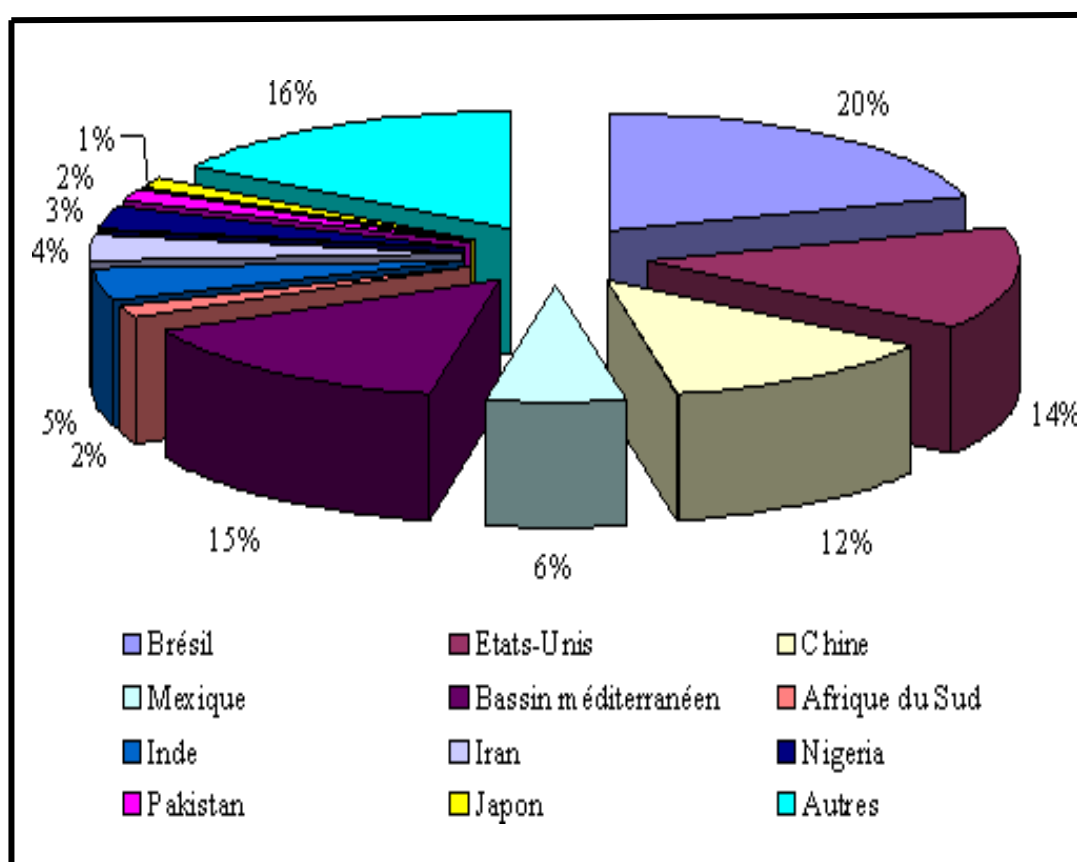
### 1-1-2- La production d'agrumes :

La production annuelle totale d'agrumes s'est élevée à plus de 105 millions de tonnes sur la période 2000-2004. Les oranges constituent la majeure partie de la production d'agrumes avec plus de (58%) de 2004. L'amélioration de la production est principalement due à la croissance des terres cultivées consacrées aux agrumes, mais également à un changement de comportement de la part des consommateurs dont le revenu progresse et dont les préférences s'orientent de plus en plus vers des produits sains et pratiques. La figure suivante présente l'évolution de la production mondiale d'agrumes totale ainsi que par produit.



**Figure1 : Production mondiale d'agrumes totale ainsi que par catégorie de produit de 1961 à 2004 en tonnes (anonyme, 2005)**

La production d'agrumes est très répandue autour du globe. Selon les données statistiques de la FAO, en 2004, plus de 140 pays produisaient des agrumes. Cependant, la majeure partie de la production se concentre dans certaines zones géographiques ; Hémisphère Nord, comptant pour environ 70% de la production totale. Les principaux pays producteurs d'agrumes sont le Brésil, les pays du bassin méditerranéen, la Chine et les États-Unis (où les agrumes principalement cultivés pour leur commercialisation sur le marché frais sont produits en Californie, en Arizona et au Texas, alors que ceux destinés à la fabrication de jus d'orange sont produits en Floride). Ces États comptent pour plus des deux tiers de la production totale d'agrumes.



**Figure2 : Répartition géographique de la production d'agrumes destinés au marché frais**  
(Anonyme, 2005)

Pour les différents types d'agrumes, les principaux pays producteurs sont les suivants (classement par rapport aux données statistiques de la FAO de 2005).

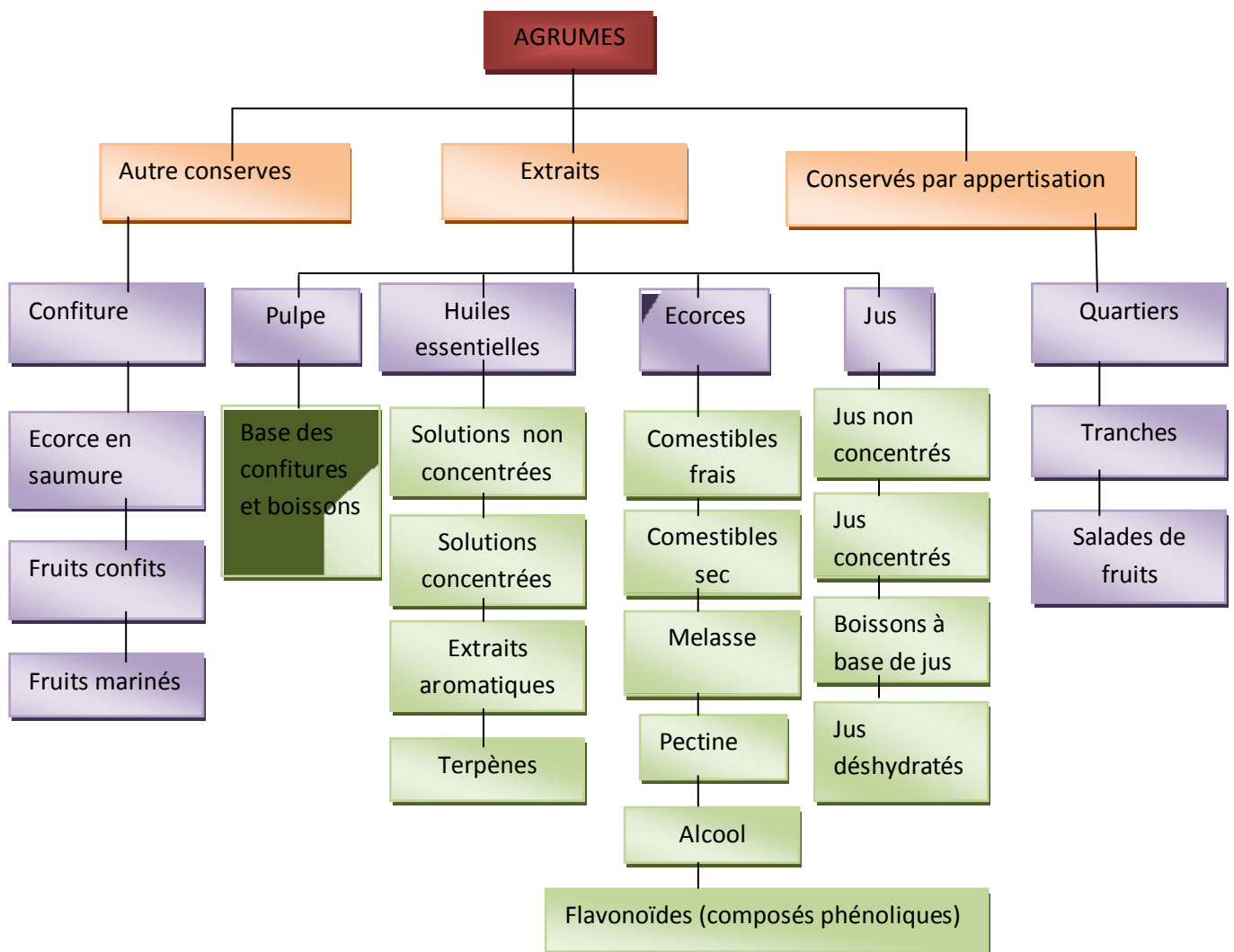
**Tableau II** : les principaux pays producteurs des agrumes

<b>Oranges</b>	<b>Brésil, Etats-Unis, Mexique, Inde, Espagne, Chine, Iran, Italie, Egypte, Indonésie.</b>
<b>Petits agrumes</b>	<b>Nigeria, Chine, Syrie, Guinée, Japon, Arabie Saoudite, Inde, Sierra Leone, Angola, Tunisie.</b>
<b>Citrons et citrons verts</b>	<b>Mexique, Inde, Iran, Espagne, Argentine, Brésil, Etats-Unis, Chine, Italie, Turquie.</b>
<b>Pamplemousses</b>	<b>Etats-Unis, Chine, Afrique du Sud, Mexique, Israël, Cuba, Argentine, Inde, Turquie, Tunisie.</b>

(Anonyme, 2005)

**I-1-3-les principaux produits issu de la transformation des agrumes :**

La figure ci-dessous montre les principaux produits issus de la transformation d'agrumes



**Figure 3: les principaux produits issus de la transformation des agrumes (Linden et Lorient, 1994).**

## **I-2-Définition de l'orange :**

L'orange est comme son nom l'indique est de couleur orange. Elle possède une peau épaisse et assez rugueuse. C'est un fruit juteux, sucré, excitant et il contient de la vitamine C. Les oranges se conservent 1 à 5 mois à des températures de 0 à 5°C et une humidité de 80 à 85% (**Massaid, 2008**).

Le fruit, de forme sensiblement sphérique ou ovoïde (kumquat), et revêtu d'une peau composée d'une pellicule colorée ou "flavedo" et d'une partie interne blanche ou "albédo". La partie interne du fruit est divisée en tranches revêtues de fine membrane et contenant généralement des pépins (**Espiard, 2002**).

### **I-2-1-Structure morphologique de l'orange :**

Elle est constituée de l'extérieur vers l'intérieur de :

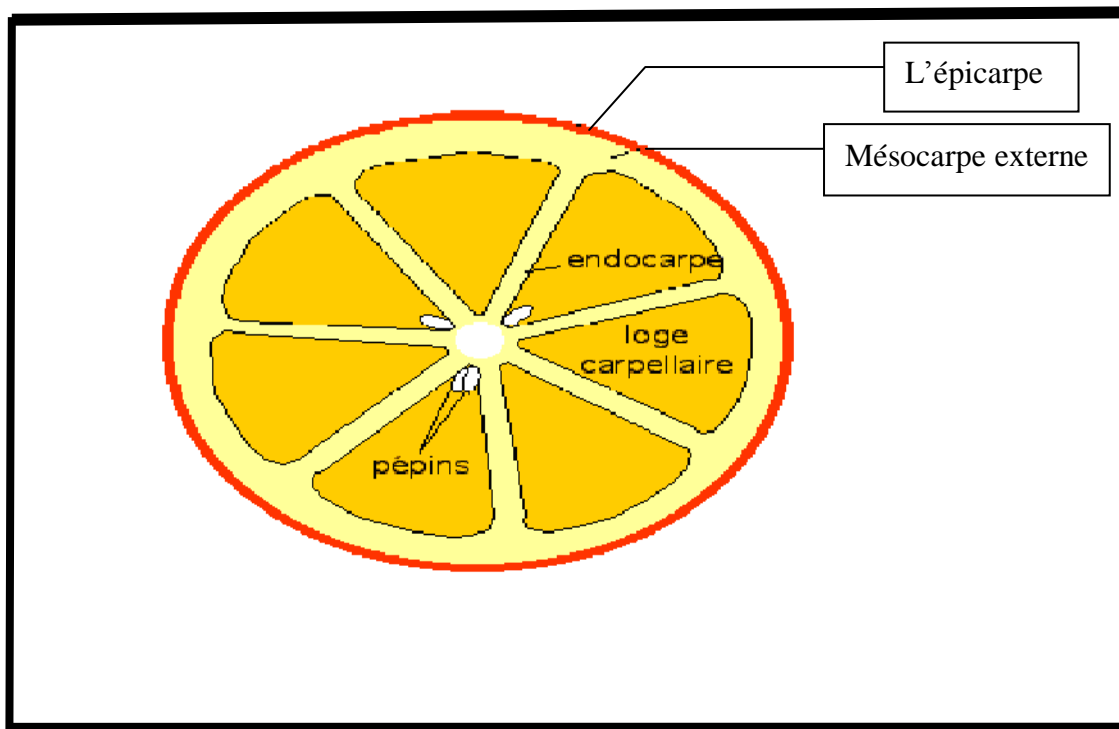
- L'écorce : constituée de deux parties :

1- l'épicarpe : c'est la partie colorée appelée « flavedo ». Elle représente 8 à 10 % du fruit, contient des glandes à huiles essentielles, des pigments caroténoïdes, des vitamines etc.

2- Le mésocarpe : le mésocarpe interne est appelé « albedo ». Il représente 12 à 30 % du fruit, de couleur blanchâtre, il contient de la cellulose, des sucres solubles, des acides aminés, des vitamines et de la pectine.

- La pulpe : c'est la partie comestible représentant 50 à 80 % du fruit, elle est formée par l'endocarpe, constitué de vésicules renfermant le jus, celles –ci sont séparées par des quartiers dont le nombre varie de 9 à 11.

- Les pépins : ils représentent 0 à 4 % du fruit et ont une teneur élevée en huile (**Robert, et al, 1999**).



**Figure 4 : coupe longitudinale et schéma descriptif de l'orange  
(Beton et *al.*, 1993)**

### **I-2-2-Variétés des oranges :**

Selon Loussert (1987) on peut distinguer trois groupes d'oranges différentes :

- Les Navels

Ces oranges « blondes » leur chair est orange clair, avec peu ou pas de pépins, parfumées et juteuses. Oranges à jus par excellence.

- Les Valencia

Bien colorée, juteuse et acidulée, elle est très consommée comme orange « tardive ».

- Les sanguines

Ces oranges « sanguines » leur pulpe est rouge parfois de saveur légèrement musquée.

**I-3-Définition du jus de fruit :**

C'est un jus obtenu à partir des fruits par des procédés mécaniques, fermentescibles, mais non fermenté. Les jus possèdent la couleur, l'arôme et le goût caractéristique des fruits dont ils proviennent (**Vierling, 1998**).

**I-4-Définition d'un jus d'orange :**

Le jus d'orange est défini comme un jus non fermenté mais fermentescible destiné à la consommation directe. Il est obtenu par un procédé mécanique à partir de l'endocarpe des oranges saines et mures. Il est conservé exclusivement par un procédé physique. Le jus doit être traité à la chaleur afin de réduire substantiellement son activité enzymatique et le nombre de microorganismes (**Anonyme, 1999**).

**I-4-1-Différents types d'un jus :**

Le jus d'orange est caractérisé par une très grande diversité de part la nature des fruits utilisés (un seul fruit, plusieurs fruits ou autre) et du procédé de fabrication (**Benamara et Agougou, 2003**).

On peut les classer en :

**\*pur jus de fruit (100%pur jus) :**

Ce sont des jus obtenus à partir des fruits frais, pressés. Ces jus ne sont additionnés ni de colorants ni de conservateurs, aucune adjonction de sucre n'est effectuée. Ils restent riches en vitamine C (**Benamara et Agougou, 2003**).

**\*jus à base de concentré :**

Ils sont obtenus à partir de jus de fruits dont on a extrait une partie de l'eau (ils peuvent être concentrés de 50 à 70%). Au moment de la consommation, il faut le reconstituer avec la même quantité d'eau préalablement retirée. La concentration facilite le stockage et la conservation. Lorsque ces jus sont déjà reconstitués, la mention "à base de concentré" doit figurer sur l'emballage (**Benamara et Agougou, 2003**).

**\*nectars (jus pulpeux):**

Ils sont obtenus par un mélange dans un rapport déterminé de la purée des fruits et de sirop ou de sucre. Ils renferment 25 à 50% de pulpe (**Benamara Agougou, 2003**).



**\*jus de fruit :**

Ils sont préparés à partir de 2 à 4 fruits différents avec addition de sirop de sucre à une faible concentration. La masse fruitière compte pour 30-50% (Benamara et Agougou, 2003).

**\*jus gazéifiés :**

Ce sont des jus saturés par le gaz carbonique qui augmente leurs propriétés rafraichissantes (Benamara et Agougou, 2003).

**I-4-2-Caractéristiques physicochimiques d'un jus d'orange :**

Les caractéristiques physicochimiques d'un jus d'orange sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau III: Les caractéristiques physicochimiques d'un jus d'orange**

caractéristiques physico-chimiques	Valeur
<b>PH</b>	<b>3,2-3,5</b>
<b>Densité</b>	<b>1050-1060</b>
<b>Acidité</b>	<b>13-15 g/l</b>
<b>Teneur en sucre</b>	<b>10-120 g/l</b>
<b>Rapport sucre acide</b>	<b>6,5-9,5</b>
<b>Teneur en acide ascorbique</b>	<b>50mg/100g</b>
<b>Huiles essentielles</b>	<b>0,3-0,5ml/l</b>

(Anonyme, 1999)

**I-4-3-Composition chimique du jus d'orange :**

La composition chimique du jus est fonction de la composition chimique de la matière végétale qui va déterminé sa valeur alimentaire, ses caractéristiques et sa stabilité lors de la conservation(Benamara et Agougou, 2003).

**Le tableau IV:** représente la composition chimique moyenne du jus d'orange :

<b>Constituants</b>	<b>Teneur (g/l)</b>
<b>Eau</b>	<b>87-92</b>
<b>Cendres</b>	<b>0,25-0,48</b>
<b>Protéines</b>	<b>0,58-1,29</b>
<b>Glucides</b>	<b>10-12</b>
<b>Lipides</b>	<b>0-0,56</b>
<b>Flavonoïdes</b>	<b>0,08-0,11</b>
<b>Composés volatiles</b>	<b>0,03-0,11</b>

(Hendrix et Reed, 1995)

● **Eau :**

L'orange contient 85 % d'eau dans la quelle les principaux éléments nutritifs se trouvent à l'état dissous (Suschet, 1996).

● **Les glucides**

La teneur en sucres peut varier selon la variété, mais elle est de 8,5 à 12 % dans les fruits matures, les glucides sont représentés par le saccharose (40 %), le fructose et le glucose, ce sont des sucres assimilés qui fournissent rapidement de l'énergie à l'organisme (Beton et al. 1993).

● **Protéines :**

Elles apportent une petite quantité de protéine, de l'ordre de 0,65%. Ce taux se trouve à 70% sous forme d'acide aminés (Tressler, 1971)

● **Les acides organiques :**

Ils représentent 1,2 %, c'est essentiellement de l'acide citrique et un peu d'acide malique qui apportent à l'orange sa saveur acidulée (Beton et al. 1993).

- **Les vitamines :**

Le profil vitaminique de l'orange est dominé par une teneur notable en vitamine C, l'activité vitaminique est renforcée par la présence de substances dites « Vitamines P » (flavonoïdes et anthocyanes). Ces substances potentialisent l'effet antiscorbutique de la vitamine C, et ont par ailleurs une action protectrice sur les capillaires sanguins. On trouve aussi de la vitamine B (en particulier la B12 et B9) et de la vitamine A et E (**Beton et al, 1993**).

- **Les minéraux :**

Très diversifiés ; le calcium occupe une place privilégiée par son abondance (40 mg /100 g) et de sa forme particulièrement assimilable lorsqu'il est apporté par l'orange. Il ya aussi le Fer à 0,3 mg, Cuivre, Zinc, Manganèse, Nickel, Iode et traces de Bore et de Sélénium (**Boileau, et al, 1998**).

- **Les fibres :**

Elles sont bien présentes dans le fruit avec une teneur de 2,4 % en moyenne, elles ont l'originalité d'être riches en pectines (50 %) particulièrement bien tolérées, elles jouent un rôle régulateur dans le transit intestinal (**Boileau et al, 1998**).

- **La flore mésophile :**

L'orange contient naturellement une flore mésophile composée de levures et de lactobacillus, indispensables à sa bonne digestion (les lactobacillus font d'ailleurs partie de la flore digestive intestinale) (**Larpent, 1985**).

- **Les substances aromatiques :**

Elles participent à la formation du goût et du parfum de L'orange, ce sont des composés complexes caractéristiques de ce fruit (cithares, liméniens ; aldéhydes, esters), les essences odorantes sont concentrées dans les cellules sécrétrices de la peau et sont employées en alimentation, parfumerie et pharmacie (**Messaid, 2008**).

- **Les pigments :**

Ils donnent à la pulpe sa couleur plus ou moins marquées, jaune à orangé pour les flavonoïdes et caroténoïdes, jaune pour les xanthophylles, rouge pour les anthocyanes ou les violoxantines (**Messaid, 2008**).

**• Les huiles essentielles :**

Ce sont des substances volatiles qui donnent à chaque fruit son odeur particulière. Les huiles essentielles sont renfermées dans de petites poches, appelées glandes à essences, visibles à l'œil nu sur l'écorce d'orange (**Beton et al, 1993**).

**• Les enzymes :**

Il existe différents types d'enzymes :

- Les enzymes hydrolytiques : les estérases et protéases.
- Les enzymes oxydases, les peroxydases et la catalase.
- Les enzymes de fermentation (**Beton et al, 1993**).

**I-5- Caractères de la qualité d'un jus :**

La qualité d'un jus dépend de la qualité du fruit et de la qualité alimentaire du jus

**I-5-1- Qualité du fruit :** varie en fonction de :

- **Condition de culture :** les oranges tardives qui sont encore sur les arbres au printemps peuvent reverdir. Le sol, l'irrigation et les traitements jouent un rôle très important sur la qualité des fruits (**Multon, 1994**).
- **Etat de maturité :** au moment de la récolte, les fruits doivent être lisses et bien fermes, l'écorce ne doit être ni sèche ni ridée. La présence d'un pédoncule bien vert dénote la fraîcheur du fruit (**Veret, 2000**).
- **Méthode de récolte et de transport :** les agrumes supportent le transport sur une longue distance. Par ailleurs, il est important d'éliminer dès la récolte les fruits endommagés et ceux atteints par les moisissures (**Multon, 1994**).

**I-5-2- Qualité alimentaire :** les composants de la qualité alimentaire d'un jus sont :**\* Qualité organoleptique :** représentées par :

- **La couleur :** elle varie du jaune au jaune orangé.
- **La saveur :** il faut chercher notamment l'arôme et l'absence de goût désagréable.
- **L'absence de défauts :** lié au soin apporté à la fabrication. Elle se traduit par l'absence de fragment d'écorce, d'albédo, de membrane inter capillaire, de pépins et d'autres matières étrangères.

\* **Qualité nutritionnelle** : le jus d'orange est caractérisé par une teneur relativement élevée en sucre facilement assimilables (glucose, fructose, saccharose).

\* **Qualité hygiénique** : le jus ne doit comporter aucun élément toxique pour le consommateur **(Multon.1994)**.

\***Qualité technologique ou marchande** : intéresse beaucoup plus l'opérateur industriel que le consommateur. Cet opérateur cherche les matières premières ou des produits intermédiaires. Ces derniers s'adaptent à un processus de fabrication, conservation, présentation **(Multon.1994)**. C'est également le rapport qualité/ prix donc la qualité technologique est un ensemble complexe allant de la culture à la distribution du produit fini **(Vierling, 1998)**.

### **I-6-Intérêt alimentaire du jus d'orange**

-Les jus de fruits constituent un véritable aliment liquide. Leur apport hydrique permet à l'organisme d'assurer le maintien de la turgescence des tissus ; ainsi que la régulation thermique **(Messaid, 2008)**.

-Ils apportent à l'organisme des sucres facilement assimilables donc une production d'énergie rapide **(Messaid, 2008)**.

-Sa teneur élevée en vitamine C fait du jus un élément important dans le métabolisme du collagène, d'une part, et d'autre part intervient dans la synthèse de l'adrénaline, comme autre vertu, elle a la capacité d'empêcher la réaction entre les nitrites et les amines pour éviter la formation de nitrosamines qui sont des substances cancérigènes **(Messaid, 2008)**.

-L'acide citrique, constitue le principal acide organique des jus de fruits, il peut se substituer avant la digestion à l'acide chlorhydrique gastrique surtout si ce dernier n'est pas sécrété en quantité suffisante. Les citrates peuvent aussi après une oxydation dans les tissus acquérir un caractère basique, ils participent aussi au maintien de la réserve alcaline, toutefois nous estimons que l'un des rôles les plus importants des citrates serait l'activation de la vitamine C **(Messaid, 2008)**.

-Les jus de fruits constituent une source appréciable de sels minéraux constituant l'apport des matériaux des os et des nerfs, avec une proportion abondante en potassium qui améliore le tonus musculaire et représente un stimulant du myocarde **(Messaid, 2008)**.

## **I-7- Altérations du jus**

### **I-7-1-Altérations microbiennes :**

L'altération de la qualité du jus met en danger la santé du consommateur. Le produit altéré conduit à des intoxications alimentaires de gravité diverse selon le type de germes.

#### **-Origine de la flore d'altération :**

Les aliments sont riches en éléments nutritifs et peuvent être le siège d'une prolifération microbienne et de transformation qu'elle entraîne. C'est pour cela qu'il faut diminuer sensiblement la prolifération microbienne et identifier sa provenance. Ainsi on peut distinguer plusieurs sources de contamination possibles (**Guiraud, 2003**).

#### **\*Matériel industriel :**

Le matériel industriel est une source de contamination, en particulier les surfaces poreuses, les outils et machines, de même que les sols et les murs (**Joffin et al., 2000**).

#### **\*Manipulateurs :**

Les manipulateurs peuvent apporter eux aussi de nombreux micro-organismes par les l'intermédiaire :

- La peau ( $10^{+2}$  à  $10^{+3}$  germes/cm<sup>2</sup>), cheveux et autres pilosités, sont aussi très riches en micro-organismes.
- Aérosol (toux, éternuements).
- Vêtements (**Guiraud, 2003**).

#### **\*Environnement :**

L'air et surtout le sol sont riches en micro-organismes. L'air contient des poussières chargées de spores et conidies fongiques, de spores bactériennes (bacilles) et de formes bactériennes non sporulées (micro coques). Le sol contient un très grand nombre d'espèces microbiennes de type très divers (bacilles, clostridium, spores et conidies de penicillium, aspergillus) (**Guiraud, 2003**).

**-Modifications microbiennes des jus de fruits :**

L'action microbienne sur les jus est variée. Elle affecte les caractères physico-chimiques, nutritifs et organoleptiques (**Guiraud, 2003**).

**\*Modification de l'odeur et du goût :**

De nombreux métabolites d'origine microbienne, volatils ou non, sont susceptibles d'engendrer des modifications d'odeur et de goût. Ces altérations primaires apparaissent à partir d'une population microbienne de l'ordre  $10^{+6}$  à  $10^{+7}$  germes/g (**Guiraud, 2003**).

**\*Modification de l'aspect :**

Ces modifications apparaissent dans la plupart des cas, plus tardivement car elles supposent une prolifération abondante :

-apparition d'une opalescence ou d'un trouble dans les boissons limpides (levures dans les boissons à base d'extrait, levures ou bactéries lactiques dans les boissons ou les jus de fruits).

-Formation d'un anneau surtout dans les sirops (levures osmotolérantes).

-Apparition d'un dépôt (levures).

-Augmentation de la viscosité ou de la gélification (bactéries lactiques).

-Diminution du trouble dans les boissons naturellement troubles (organismes pectinolytiques)

-Décoloration des boissons aux colorants naturels (levures ou bactéries).

**\*Augmentation de la pression dans les récipients :**

Elle a différentes conséquences, tel que le bombage du contenant non rigide, éclatement dû aux levures fermentantes et parfois aux bactéries lactiques hétéro fermentaires (**Bouregois et al, 1996**).

**I-7-2-Altérations physico-chimiques :****-Dégradation de la vitamine C :**

La dégradation de la vitamine C des jus de fruits est le résultat d'un processus technologique mal conduit, de l'emballage utilisé et des conditions de stockage. Les produits de dégradation de la vitamine C sont considérés comme composés responsable de la détérioration de la

flaveur et de la couleur des boissons fruitées, en raison de leur participation aux différentes réactions du brunissement non enzymatiques (**Kacem et al, 1987**).

- **L'oxygène**

Selon **Robertson et al, (1986)** la dégradation de l'acide ascorbique est proportionnelle à la concentration initiale en oxygène dans les jus d'agrumes.

**Johnson et Toledo (1975)**, ont conclu que la présence d'oxygène dans l'espace libre des boîtes de concentré d'orange, conduit à un brunissement enzymatique et à une dégradation très rapide de l'acide ascorbique. Ces phénomènes peuvent être ralentis par la réduction du volume d'espace libre.

- **La température :**

Selon la durée de stockage la température est responsable de l'altération de la vitamine C (**Nagy, 1980**).

- **La lumière :**

La lumière, en présence d'O<sub>2</sub> dans le jus et dans l'espace libre accélère l'oxydation de l'acide ascorbique (**Robertson et Sibly, 1974**). La vitamine C est peu photosensible par rapport à d'autres vitamines comme la riboflavine(B<sub>2</sub>) (**Leroux et al, 1999**).

- **Les enzymes :**

Les enzymes responsables de la destruction de la vitamine C sont : L'acide ascorbique oxydase, la peroxydase, le cytochrome oxydase et le phénolate (**Harris et Karmas, 1975**).

- **Le pH :**

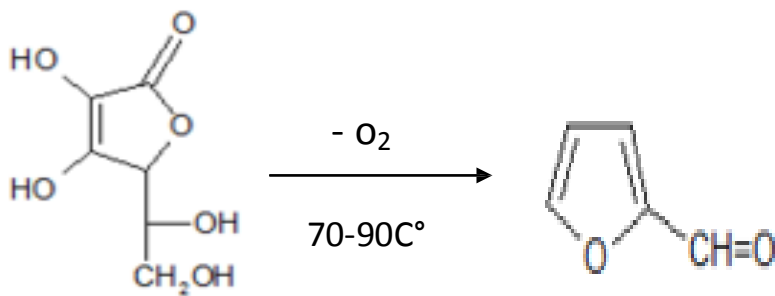
L'acide ascorbique est plus stable en milieu acide qu'en milieu alcalin (**Cheftel et Cheftel, 1978**).

- **Les sels minéraux :**

Plusieurs chercheurs ont montré que la dégradation de l'acide ascorbique est accélérée par la présence de catalyseurs métalliques tels que le fer et le cuivre, même lorsqu'ils sont présents à l'état de trace (**Cheftel et al, 1977**).



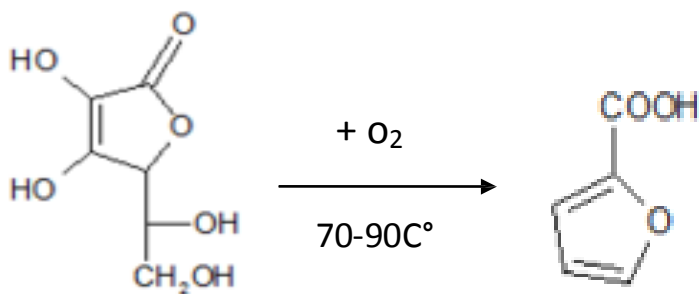
Donc en anaérobiose, en milieu acide (pH=3) et sous l'action de température (70-90C°) la vitamine C se dégrade selon le schéma suivant :



Acide ascorbique

Furfural

En aérobie, en milieu acide et sous l'action de la température, la vitamine C se dégrade selon le schéma réactionnel suivant :



Acide ascorbique

Acide furoïque + éthyl glyoxal

(Anonyme, 2007)

**- Brunissement non enzymatique :**

Le Brunissement non enzymatique désigne un ensemble très complexe de réactions entre le sucre et les acides aminés. Cette série de réactions appelée réaction de Maillard, aboutit à la formation de composés qui modifient la couleur typique en une couleur atypique (brune ou noire) (Bailcy ,1983).IL est à noter que les composés phénoliques peuvent subir une oxydation non enzymatique pour donner des pigments bruns (**Colliersant et Singleton, 1989**).

La réaction de Maillard à des conséquences néfastes sur la qualité nutritionnelle. Elle entraine la destruction de la molécule du sucre et surtout le blocage de la fonction aminée des protéines et acides aminées libres (**Petit, 1984**).

Cette réaction peut être évitée par l'élimination de la quantité d'acides aminés par une résine échangeuse d'ions (Norman, 1990).

**- Brunissement enzymatique :**

Le Brunissement enzymatique est la transformation des composés phénoliques incolores en polymères colorés par la polyphénoloxydase (p.o.p).Le moyen de prévention contre ce brunissement est l'utilisation d'agents anti-brunissement ou anti-oxydant tel que la vitamine C ou l'acide citrique. A cet effet, la pasteurisation permet d'inhiber les enzymes responsables de ce brunissement (**Norman ,1990**).

**I-8- processus de fabrication du concentré d'orange :****\*Réception :**

Selon **Benaïche (2001)**, la réception des fruits s'effectue par pesage et analyse, le service de laboratoire prend des échantillons pour déterminer les indices qualitatifs de la matière première tel que :

- Maturité
- Acidité
- Pourcentage en matière sèche.

**\*Stockage :**

Se fait à l'air libre, sous l'abri du soleil et de la pluie. La température doit être égale à celle du milieu ambiant sous une bonne aération.

La durée de stockage pour les oranges ne doit pas dépasser les 72 heures (**Benaïche, 2001**).

**\*prélavage :**

Les caisses des oranges sont vidées dans un bac rempli d'eau potable afin de nettoyer la surface des oranges des microorganismes et d'éliminer les impuretés et les matières végétales étrangères (feuilles, tiges...) (**Benaïche, 2001**).

**\*Triage :**

Il est effectué sur une table d'inspection à rouleaux, les déchets et les matières étrangères sont enlevés et déposés sur un convoyeur à déchets.

Le but de cette opération est d'éliminer la matière première non conditionnée (**Benaïche, 2001**).

**\*Lavage :**

Le lavage est assuré en moyen d'un tapis métallique grillagé et incliné pour éliminer effectivement tous les résidus, pesticides et les différentes souillures.

Ensuite en procède au traitement de surface par un brossage en vue d'éliminer toutes les particules étrangères (**Benaïche, 2001**).

**\*Calibrage :**

Selon Benaïche (2001) cette opération permet la séparation des fruits selon leurs calibres et assure un rendement maximal en jus de très bonne qualité, il existe trois calibres :

- Petit : diamètre est de 60 à 76mm.
- Moyen : diamètre est de 76 à 101mm.
- Grand : diamètre est de 101 à 127mm.

**\*Extraction du jus :**

L'extracteur le plus utilisé est de type "inline", le principe consiste à introduire une canule dans le fruit puis presser celui-ci entre deux mâchoires. Pendant l'extraction les oranges sont divisées en trois parties essentielles :

- Le jus et la pulpe sont transportés par un collecteur de jus vers le finisseur
- Les peaux et les pépins sont déchargés à travers des goulettes et transportés dans des silos de déchets.
- Les huiles récupérées des extracteurs se présentent sous forme d'une suspension composée de particules d'écorce et d'eau, cette suspension est dirigée vers le finisseur à vis afin de la presser en récupérant l'émulsion et en rejetant les solides d'écorces (**Benaïche, 2001**).

**\*Raffinage :**

Cette opération vise à donner au produit ses caractères définitifs en éliminant du jus les éléments indésirables : pépins, fragments des membranes cellulaires et les gouttelettes des huiles essentielles (**Benaïche, 2001**).

Selon **Johnson (2001)** le raffinage du jus se fait en deux étapes :

\*Finition : dans une finisseuses afin de séparer le jus des sacs de jus.

\*Centrifugation : pour réduire le niveau de pulpe et de résidus.

**\*Concentration :**

L'opération de concentration consiste à éliminer environ 80% de l'eau contenue dans le jus. Les jus d'orange subissent souvent une concentration par évaporation, soit que l'on recherche la minimalisation des volumes et des coûts de transport et de stockage, soit que l'on veuille les commercialiser directement sous cette forme pour la reconstitution industrielle de jus non concentré (**Benaïche, 2001**).

Les industries utilisent surtout l'évaporateur TASTE (thermally accelerated short time evaporator), qui permet d'évacuer l'eau du jus sous forme de vapeur en un temps très court, ainsi la récupération des composants aqueux et les arômes huileux qui sont enlevés avec la vapeur (**Johnson, 2001**).

**\*Refroidissement :**

D'après **Benaïche (2001)**, cette étape doit être conduite de manière à abaisser le plus rapidement possible la température des récipients afin d'obtenir au cœur du produit une température comprise entre 5<sup>0</sup>C et 10<sup>0</sup>C, cette étape est réalisée pour éviter :

- La dégradation des qualités organoleptiques et nutritionnelles des produits.
- Développement des microorganismes thermophiles.
- Corrosion des récipients.

**\*Remplissage :**

Après le refroidissement, le concentré est remplie dans des cuves appelées ferme-cuve (*tank farm*) de capacité de 250 litres, l'utilisation de ces cuves est la norme pour l'industrie, ainsi que le transport et la distribution en vrac sur les marchés. Autres industries utilisent des tonneaux en acier recouverts de polyéthylène (**Johnson, 2001**).

Lors de cette étape il faut respecter un espace libre qui doit être au minimum de 7% du volume total de récipient pour limiter les phénomènes d'oxydation (**Benaïche, 2001**).

**\*stockage :**

Les récipients du concentré doivent être stocké dans des chambres froides à une température comprise entre -10°C et -18°C .Ces conditions de température doivent être respecté même lors du transport, de la distribution et lors de la commercialisation (**Benaïche, 2001**).

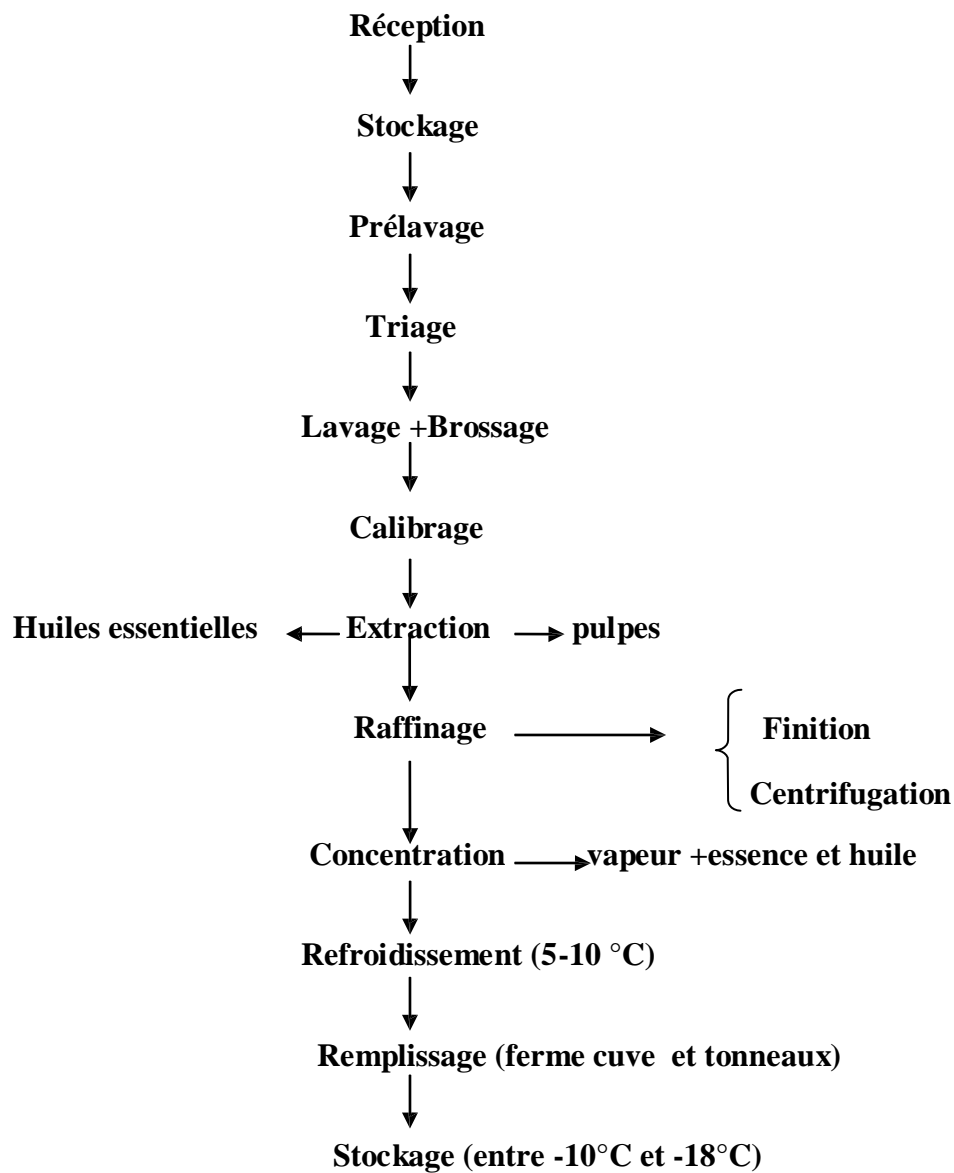


Figure 5: processus de fabrication du concentré d'orange (Johnson, 2001).

# **Chapitre : II**

## ***Matériel et méthodes***

## II-1-présentation de l'unité Vita jus :

Vita jus est une jeune entreprise algérienne privée créée en octobre 2000 par les frères Belfar certifiée ISO 9001 version 2000, depuis mai 2001, la Sarl Vita jus est dotée de deux unités modernes de production répondant aux normes internationales, exploitées par un personnel qualifié et bénéficiant d'une formation continue.

La Sarl Vita-jus de Blida produit quotidiennement plus de 50 000 boîtes variées de nectar, de jus et de la boisson à base de fruits.

## II-2-objectif de travail :

Notre étude a été réalisée au niveau de laboratoire de la société Vita jus de Blida pendant deux mois (avril et mai). Elle porte sur l'étude de quelques paramètres physicochimiques (acidité, brix, TH, TA/TAC, pH) et la qualité microbiologique d'un jus d'orange à base de concentré pour établir une relation entre ces paramètres et la qualité de produit. Donc de déterminer et de limiter et de mettre aux normes les points critiques qui peuvent être une source de danger ou de risque d'altération sur la chaîne de production.

Durant cette période d'étude on a effectué trois prélèvements de la matière première, de produit semi fini et de produit fini (le premier prélèvement est effectué le 3/4/2011, le deuxième est le 18/4/2011 alors que le dernier prélèvement est effectué le 9/5/2011).

## II-3- Matériel

### II-3-1- Matériel biologique :

- Eau : c'est une eau de process traitée prélevée à partir d'une citerne de 25 000 litres, sur laquelle sont effectuées les analyses physicochimiques et microbiologiques.
- Le concentré et la pulpe d'orange sont d'origine Brésilien, stockés dans des fûts en plastiques de 200 à 250 kg et transportés dans des conteneurs frigorifiques à -18° C. et avant leur utilisation on ils sont décongelés dans une chambre froide à 5° C.
- Sucre : contenue dans des emballages plus, stocké dans des magasins à température ambiante.
- Produit semi fini : un produit obtenu avant la pasteurisation, il est contenu dans des citernes de 25 000 litres.
- Produit fini : conditionné dans des packs de 20ml.



### II-3-2- Matériel non biologique :

Le matériel présent dans cette étude et qui utilise pour la réalisation des analyses physicochimiques et microbiologiques sont représentés par :

\*Verreries et appareillages (annexe I).

\*Réactifs et milieux de culture (annexe I).

### II-4-échantillonnage :

Durant notre étude on a prélevé trois échantillons à partir de :

- Concentré d'orange : après la décongélation du concentré d'orange, on prélève une quantité de 200g juste après l'ouverture des fûts, cette quantité est versée dans des boîtes de pétri à l'aide d'une spatule.
- L'eau : est prélevée à partir de la citerne de 25 000 litres dans des flacons stériles de 250 ml ; et avant le prélèvement il faut nettoyer et désinfecter le robinet à l'aide d'une flamme et laisser l'eau à analyser couler pendant quelques minutes.
- Pulpe d'orange : Après la décongélation de la pulpe d'orange, on prélève une quantité de 200g juste après l'ouverture des fûts puis on la verse dans des boîtes de pétri à l'aide d'une spatule.
- Sucre : à partir des trois sacs choisis au hasard on prélève une quantité de 10g.
- Le produit semi fini est prélevé à partir de la citerne de stockage.
- Le produit fini : on prend trois packs de 20 ml au hasard à partir de tapis roulant juste à la fin de la chaîne de fabrication.

### II-5- Traitement de l'eau : (fig. 6)

L'eau de process doit satisfaire les exigences d'une eau potable qui est une eau possédant de bonnes qualités chimiques, microbiologiques et organoleptiques qui la rendent apte à la

consommation humaine. Pour égaler ces qualités, l'eau souterraine ou de surface doit subir un traitement.

Ce traitement est en fonction de l'origine de l'eau, de sa composition et de la nature exacte des produits, des spécifications particulières imposent souvent un traitement plus poussé. Les traitements les plus utilisés pour clarifier et obtenir une eau de bonne qualité sont (Rodier; 1996):

**\*La filtration:**

La filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des matières en suspensions en les faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire. Selon le type de filtre utilisé, il existe plusieurs types de filtration. La méthode la plus utilisée est: La filtration par le sable, l'une des méthodes de traitement de l'eau les plus anciennes, elle permet de produire une eau de bonne qualité. Le filtre à sable est constitué par des couches de sable à travers lesquelles circule l'eau à une vitesse relativement faible. (Unité Vita-jus)

**\*La désinfection:**

Ce traitement permet d'améliorer la qualité microbiologique de l'eau, en diminuant la charge microbienne qui peut exister dans cette eau. Elle se fait par l'ajout de l'hypochlorite de sodium (Na OCl), ensuite l'eau subit une déchloration (filtre à charbon). (Unité Vita-jus)

**\*L'adoucissement:**

Il a pour objectif de réduire la dureté de l'eau, en d'autres termes de réduire la quantité de calcaire et de magnésium contenue dans cette eau pour ne pas avoir un goût désagréable au niveau du produit fini. Pour cela, on utilise des résines échangeuses d'ions capable de retenir le calcaire. (Unité Vita-jus)

**II-6-présentation de la chaîne de production (Vita-jus) de jus d'orange analysé :**

Basé sur La reconstitution de la boisson qu'il se fait comme suite:

**\* Remplissage de l'eau:**

Cette opération, consiste à remplir un volume bien défini d'eau traitée dans une cuve spécialisée au cours de préparation des boissons (Unité Vita jus).

**\*Dosage du concentré de jus d'orange et les additifs:**

Avant de doser le concentré, il est nécessaire de doser les autres additifs. Tout en agitant le mélange, une quantité précise de concentré est dosée et acheminée jusqu'à la cuve de préparation des boissons, par l'intermédiaire d'une pompe.

Le mélange est laissé en agitation pendant 30 minutes (Unité Vita-jus).

**\* Correction de la boisson:**

Après l'agitation du mélange, on obtient un jus d'orange semi-fini. Ce dernier va subir des mesures d'acidité et de Brix, afin d'être corrigé selon les normes de l'unité (Unité Vita-jus).

**\*Préchauffage :**

Est effectué à une température de 50 °C pour faciliter la désaération et préparer le produit à l'étape de la pasteurisation.

**\*Désaération :**

Cette étape consiste à l'élimination de l'air dissout dans le produit et plus particulièrement l'oxygène, qui représente 20% de la composition de l'air.

Cette présence est la cause d'un certain nombre de dégradation dans le produit tel que la perte de la vitamine C. L'oxygène agit aussi sur les tannins et les composants oxydables des huiles essentielles, provoquant ainsi des modifications de saveur et de couleur (Johnson, 2001).

**\* Traitement thermique (Pasteurisation):**

La pasteurisation, dont le but est d'éliminer les microorganismes viables ainsi que toute activité enzymatique, est effectuée avec des pasteurisateurs à plaques ou tubulaires où le jus est soumis à une température élevée pendant quelques secondes (92 à 94 °C pendant 15 à 40 s, selon le pH du jus) (Rangana et al, 1984).

Après le traitement thermique, le produit est acheminé à la section de refroidissement des échangeurs de chaleur où sa température est abaissée à 25° C (MCFarlin; 1997).

Au niveau de l'entreprise Vita-jus, la pasteurisation est effectuée après la reconstitution de la boisson à 96-97 °C pendant 30secondes, permettant de ce fait d'atteindre les objectifs fixés qui

sont: la destruction de tous les germes susceptibles de vivre dans les boissons, ainsi que les enzymes.

**\* Conditionnement:**

**-Remplissage:**

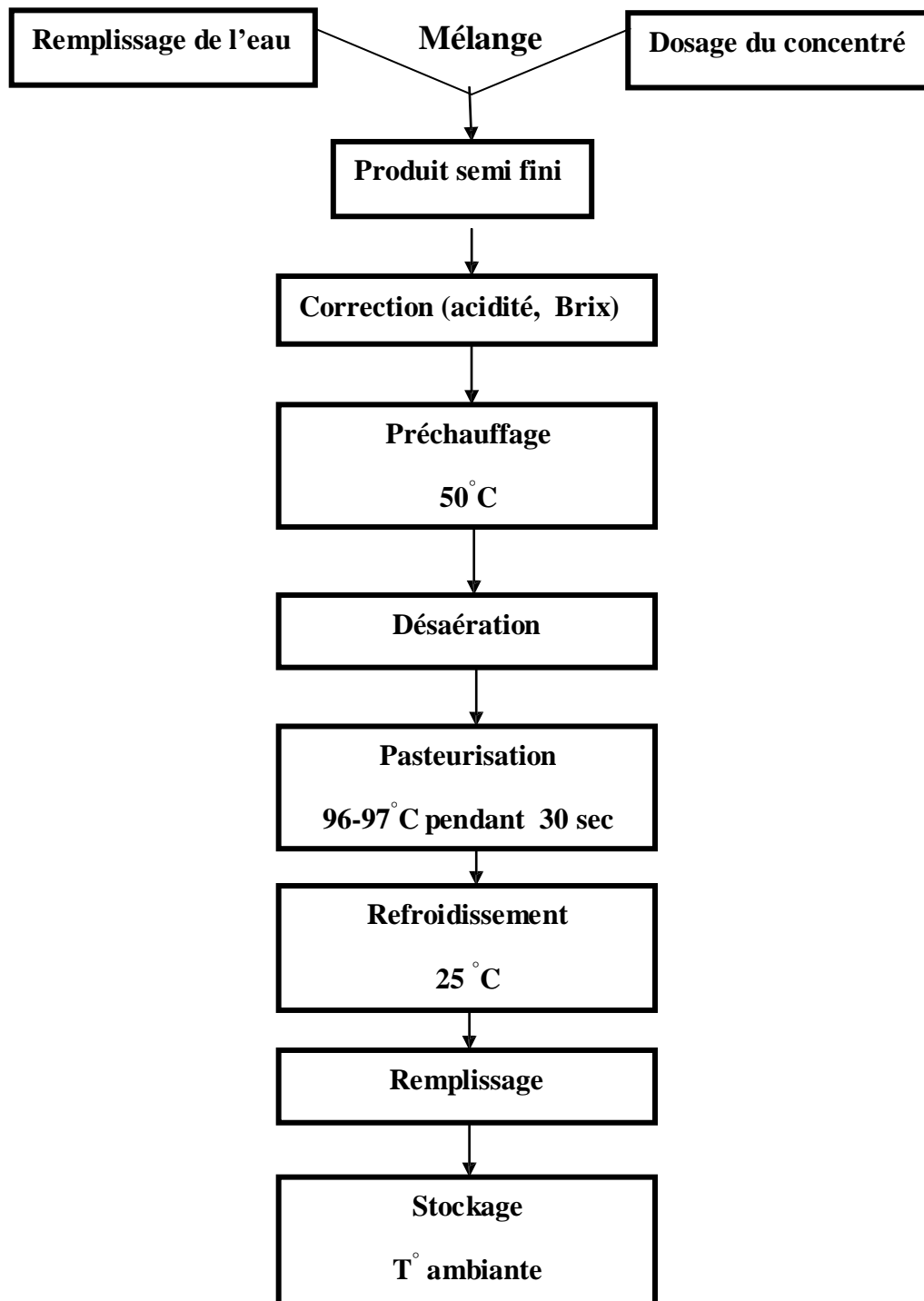
Le produit fini est rempli à une température de 25°C dans des packs d'un litre ou de 20 cl, qui sont ensuite hermétiquement fermés. (Unité Vita-jus)

**-Suremballage:**

L'application des capsules et des pailles est suivie de l'encartonnage et du sur filmage (Unité Vita-jus).

**-Stockage :**

Après l'opération d'emballage, les packs sont envoyés vers un dépôt de stockage à la température ambiante (Unité Vita-jus).



**Figure 7: processus de fabrication d'un jus d'orange (Unité Vita-jus).**

### **II-7-L'emballage du jus : (fig.8)**

L'emballage et le conditionnement sont les dernières opérations de la fabrication des produits alimentaires ; ils sont indissociables du produit, et doivent contribuer à préserver les qualités hygiéniques, sensorielles et nutritionnelles de l'aliment, répondre aux contraintes de la logistique et de la distribution et satisfaire les attentes des consommateurs en matière d'usage ; l'emballage est en outre un support d'information et de communication qui peut véhiculer des images, des symboles qui constituent la composante immatérielle de l'aliment mais dont l'impact sur la perception du produit et l'acte d'achat est parfois très important (Jeantet et al, 2007).

L'unité Vita jus utilise comme emballage pour le conditionnement des jus soit des bouteilles en verre de un litre ou des packs en carton de 1L ou 20 ml.

Les packs sont fabriqués à partir d'un complexe composé de carton (75% qui confère sa rigidité à l'emballage), de polyéthylène (présente 20% assure l'imperméabilité aux liquides) et de l'aluminium (5% assure l'imperméabilité à l'air, aux odeurs et à la lumière pour garantir une parfaite protection contre les bactéries des produits conditionnés). Il faut noter que la seule matière en contact avec le contenu (jus) est toujours le polyéthylène de qualité alimentaire.

La matière des packs se trouve sous forme des bobines avant le conditionnement imprégnées dans le peroxyde d'hydrogène qui est un désinfectant sa capacité varie selon sa concentration qui doit être entre 30 et 50% (Unité Vita-jus).

### **II-8- Méthodes d'analyses de prélèvement :**

#### **II-8-1-Analyses physicochimiques :**

Les analyses physicochimiques sont effectuées au niveau de laboratoire de l'unité Vita jus.

**II-8-1-1- Analyses physicochimiques d'eau de process :****➤ Mesure de pH (J. O. R. A n°35/27Mai 1998) :**

- **Principe** : Le pH est mesuré directement à l'aide d'un pH-mètre.

**- Mode opératoire :**

- \* Mise sous tension du pH-mètre
- \* Mettre l'appareil sur pH.
- \* Introduire l'électrode dans la solution à contrôler.
- \* Laisser la valeur indiquée se stabilisée.
- \* Faire la lecture du pH directement sur l'écran.
- \* Rincer l'électrode par eau distillée après chaque utilisation.

**- Résultats**

- \* Lecture directe de la valeur pH sur le pH-mètre.

**➤ Titre hydrotimétrique (TH) (J. O. R. A n°35/27Mai 1998) :**

-**Principe** : La dureté totale ou titre hydrométrique d'une eau Correspond à la somme des concentrations en Cations métalliques. Dans la plupart des cas elle est surtout due aux ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$

**- Méthode par complexométrie**

- \* Mettre 100ml d'eau dans un erlen de 250ml
- \* Ajouter quelques gouttes de noir d'ériochrome (15gouttes).
- \* Ajouter 2 ml de la solution de tampon pH=10 (Ammoniacal).
- \* Si la solution obtenue est bleu, donc TH= 0.
- \* si la solution obtenue est violette, procéder au titrage par la Solution de E.D.T.A 0,02 N jusqu'à virage bleu.

**-Résultats**

$$\text{TH (}^\circ\text{F)} = \text{V1}$$

V1 : Volume en ml de la solution E.D.T.A

➤ **Titre alcalimétrique (TA/TAC) (J. O. R. A n°35/27Mai 1998) :**

**-Principe :** On évalue une alcalinité d'une eau par le dosage acidimétrique des carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$  et des hydrogénocarbonates  $\text{HCO}_3^-$  qui s'y trouvent présents.

**\*\* Détermination du titre alcali métrique (TA) :**

- \* Prélever 50ml d'eau dans un Erlen de 250ml.
- \* Ajouter quelques gouttes de phénol phtaléine.
- \* Titrer par le  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 N jusqu'à l'obtention d'une solution incolore (A).

**- Expression des résultats**

$$\text{TA} = \text{V1} \cdot 10^\circ\text{F}$$

V 1 : volume de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  utilisé pour la titration.

**\*\*Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC):**

- \* Ajouter à la solution (A) quelque gouttes de méthyl-orange .
- \* Continuer de titrer par  $\text{H}_2\text{SO}_4$  jusqu'au virage à l'orange.
- \* soit  $\text{V}_2$  le volume de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  versé.

**-Expression des résultats**

$$\text{TAC} = \text{V} \cdot 10^\circ\text{F}$$

V : volume  $\text{H}_2\text{SO}_4$  versé dans la solution  $\text{V}_2 + \text{V}_1$



➤ **Chlorure (Cl<sup>-</sup>)** (J. O. R. A n°35/27Mai 1998) :

**-Principe** : Les chlorures sont dosés par une solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium.

La réaction est indiquée par l'apparition de teinte rouge Caractéristique de Ag Cl.

**- Mode opératoire (Méthode de MOHR)**

\* Prélever 10 ml d'eau à analyser dans un Erlen

\* Ajouter quelques gouttes de K<sub>2</sub>Cr<sub>4</sub> à 10%.

\* Titrer avec une solution d'AgNO<sub>3</sub> 0,03N jusqu'à apparition d'un Précipité rougeâtre.

**-Résultats**

$$\text{(Cl}^{-}\text{)} = V \cdot 100 \text{ mg/l}$$

V : volume AgNO<sub>3</sub> versé.

**II-8-1-2- Analyses physicochimiques pour le concentré, pulpe, sucre, produit semi fini et produit fini :**

**\*L'acidité (concentré et pulpes d'orange)** (J. O. R. A n°35/27Mai 1998) :

**Principe :**

Par la méthode titrimétrique à l'aide d'une base à normalité connue

**Mode opératoire :**

-dans un Erlen de 250ml peser 5g de pulpe ou de concentré.

-ajouter 70ml d'eau distillée.

-mélanger avec un agitateur magnétique.

- ajouter quelques gouttes de phénol phtaléine.

-titrer avec la soude 1fois normale (1N) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante.

**Expression des résultats :**

En acide citrique mono hydraté :

$$\text{Acidité} = V \cdot 14 \text{g/Kg}$$

V : volume de NaoH versé.

14 : facteur d'acidité (acide citrique mono hydraté).

**\*L'acidité (produit fini et semi fini)** (J. O. R. A n°35/27Mai 1998) :

Par méthode titrimétrique à l'aide d'une base à normalité connue

### **Mode opératoire:**

- Dans un Erlen de 250ml, prélever 100ml de jus,
- Ajouter quelques gouttes de phénol phtaléine,
- Titrer avec la soude 1 fois normale (1N) jusqu'au virage rose.

### **Expression des résultats:**

En acide citrique mono hydraté:

$$\text{Acidité} = V \cdot 0,7 \text{ g/kg}$$

V : volume de NaoH versé.

0,7 : facteur d'acidité (acide citrique mono hydraté).

**\*Densité :** (J. O. R. A n°35/27Mai 1998)

### **Principe:**

Détermination de la densité et de la température correspondante du produit à contrôler par lecture numérique directe sur le densimètre à l'échelle 1100-1200.

### **Mode opératoire:**

- Mettre l'appareil en marche,

- Injecter le produit à tester à l'aide d'une seringue par l'orifice d'entrée situé en bas de l'appareil,
- S'assurer qu'il n'y a pas de bulles d'air dans la cellule de mesure,
- La densité est directement lue sur l'écran de l'appareil ainsi que la température correspondante,
- Après chaque utilisation, rincer la cellule de mesure à l'eau distillée.

**\*Brix (Indice de réfraction)** (J. O. R. A n°35/27Mai 1998) :

**Principe:**

Détermination de la teneur des matières sèches solubles exprimé en degré Brix.

**Mode opératoire:**

- Appliquer une petite prise d'essai sur le prisme du Réfractomètre en veillant à ce que les prismes soient pressés l'un contre l'autre,
- La prise d'essai doit couvrir uniformément la surface du verre,
- Effectuer la mesure conformément aux instructions opératoires de l'appareil utilisé.
- Lecture directe sur le réfractomètre,
- Prendre comme résultats la moyenne arithmétique de deux déterminations.

**\*Humidité du sucre**

**Principe:**

La teneur en humidité du sucre est obtenue par dessiccation du sucre à l'étuve

à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 03 heures.

**Mode opératoire**

- Dans une capsule séchée et tarée, introduire 5g de sucre à l'aide d'une spatule.
- Placer la capsule dans l'étuve pendant trois heures après refroidissement dans un dessiccateur, peser la capsule.

**Expression des résultats:**

La teneur en humidité est donnée par les résultats suivants :

$$H (\%) = 100 - \text{matière sèche en } \%$$

$$\text{matière sèche en } \% = \left( \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \right) * 100$$

$m_0$  : est la masse en gramme de la capsule vide sèche

$m_1$  : est la masse en gramme de la capsule avec son contenu

$m_2$  : est la masse en gramme de la capsule avec son contenu après dessiccation

**\*Concentration de peroxyde d'hydrogène (J. O. R. A n°35/27Mai 1998) :**

**Mode opératoire:**

- Verser une quantité de 80 ml du peroxyde d'hydrogène dans une Éprouvette graduée de 100ml.
- Plonger l'aréomètre dans l'éprouvette en s'assurant qu'elle Contient suffisamment de liquide pour faire flotter l'aréomètre.
- Si des bulles d'air adhèrent à l'aréomètre, remué doucement Pour les éliminer.
- Lire simultanément la densité au niveau du liquide sur L'aréomètre et la température.

**Résultats:**

Avec une règle, joindre la valeur de la densité de l'échantillon (sur l'échelle de densité) à la valeur de la température (sur L'échelle de température).

La concentration de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en terme de % du poids peut être lue sur l'abaque

**II-8-2- Analyses microbiologiques : (J. O. R. A n°35/27Mai 1998)**

**II-8-2-1- Analyses microbiologiques d'eau de process :**

**❖ Recherche des Germes revivifiables à 22°C et à 30°C: (fig.9)**

La recherche et le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux se fait sur gélose Tryptone Glucose à Extrait de levure Agar (TGEA) et à deux températures différentes, afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles à 22°C, et les germes mésophiles à 30°C (Figure9).

**• Mode opératoire:**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées comme l'indique la figure 9.

Compléter ensuite chacune des boites avec environ 20 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à  $45\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.

Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses et création de l'anaérobiose.

**• Incubation:**

La première boite sera incubée, couvercle en bas à  $22^{\circ}\text{C}$  et la seconde sera incubée couvercle en bas à  $37^{\circ}\text{C}$ , pendant 72 heures avec une:

Première lecture après 24 heures, et une Deuxième lecture à 48 heures, et une Troisième lecture à 72 heures.

**• Lecture:**

Les germes revivifiables se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

**• Dénombrement:**

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte des deux remarques suivantes:

- Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies,
- Le résultat sera exprimé par millilitre d'eau à analyser à  $22^{\circ}$  et à  $30^{\circ}\text{C}$ .

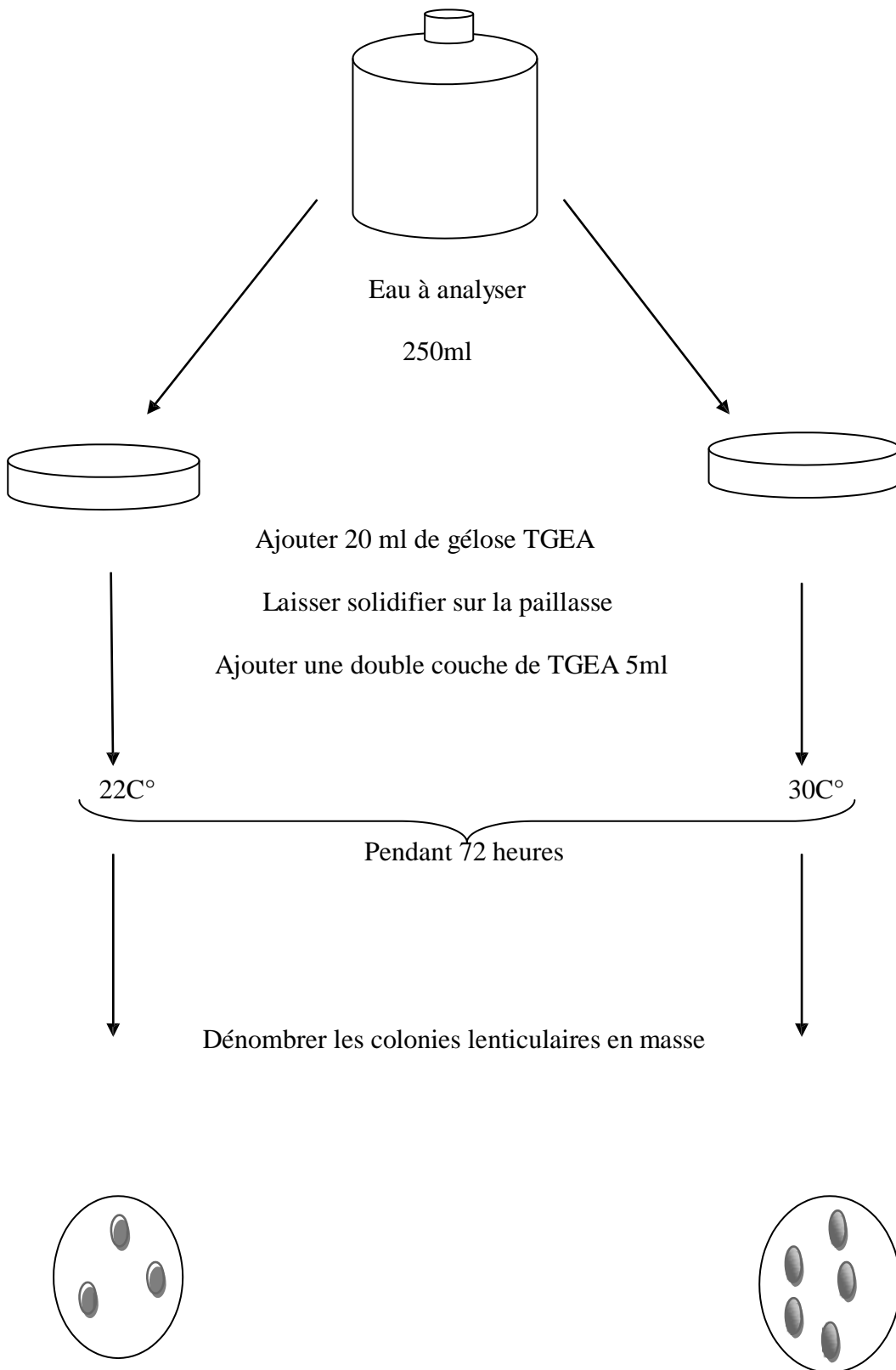


Figure 9: Recherche des germes aérobies mésophiles totaux à 37C° et 22C°(Original).

### ❖ Recherche et dénombrement des coliformes : (fig.10)

La recherche et le dénombrement des coliformes en milieu liquide se fait en deux étapes :

- **Test présomptive (Fig.10/a):** pour la recherche des coliformes totaux

Porte aseptiquement, à partir de l'eau à analyser :

- 50ml dans un flacon contenant 50ml de milieu **BCPL D/C** + une cloche de **Durham**.
- 5 fois 10ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu **BCPL D/C** + une cloche de **Durham**.
- 5 fois 1ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu **BCPL S/C** + une cloche de **Durham**.

—→ L'incubation se fait dans une étuve à la température de 37°C pendant 24 à 48 heures.

- Lecture : les tubes positifs sont ceux qui présentent à la fois :

\* Dégagement gazeux (supérieure à 1/10 de la hauteur de la cloche)

\* Virage de la couleur du milieu vers le jaune c'est le résultat de la fermentation du lactose présent dans le milieu.

Il faut noter que le nombre des tubes positifs de chaque série se reporte à la table de **Mac GRAD(NPP)** (annexe 3) pour déterminer le nombre des coliformes totaux.

- **Test confirmative (Fig.10/b) :** pour la recherche des coliformes fécaux

Chaque tube de **BCPL** positif lors de test présomptif fera l'objet d'un repiquage sur milieu **Schubert** muni d'une cloche de **Durham**. Puis on mélange le milieu et l'inoculum pour que le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham soit chassé.

—→ L'incubation se fait une à la température de 44°C pendant 24 heures.

- Lecture : les tubes positifs sont ceux qui présentent à la fois :

\* Dégagement gazeux (supérieure à 1/10 de la hauteur de la cloche)

\* Réaction indole positive : formation d'un anneau rouge après l'addition de quelques gouttes de réactif **Kovacs** (*Escherichia coli* qui produit de l'indole à partir de tryptophane à 44°C).

Il faut que le nombre des tubes positifs de chaque série se reporte à la table NPP (annexe 3) pour obtenir le nombre des coliformes fécaux.

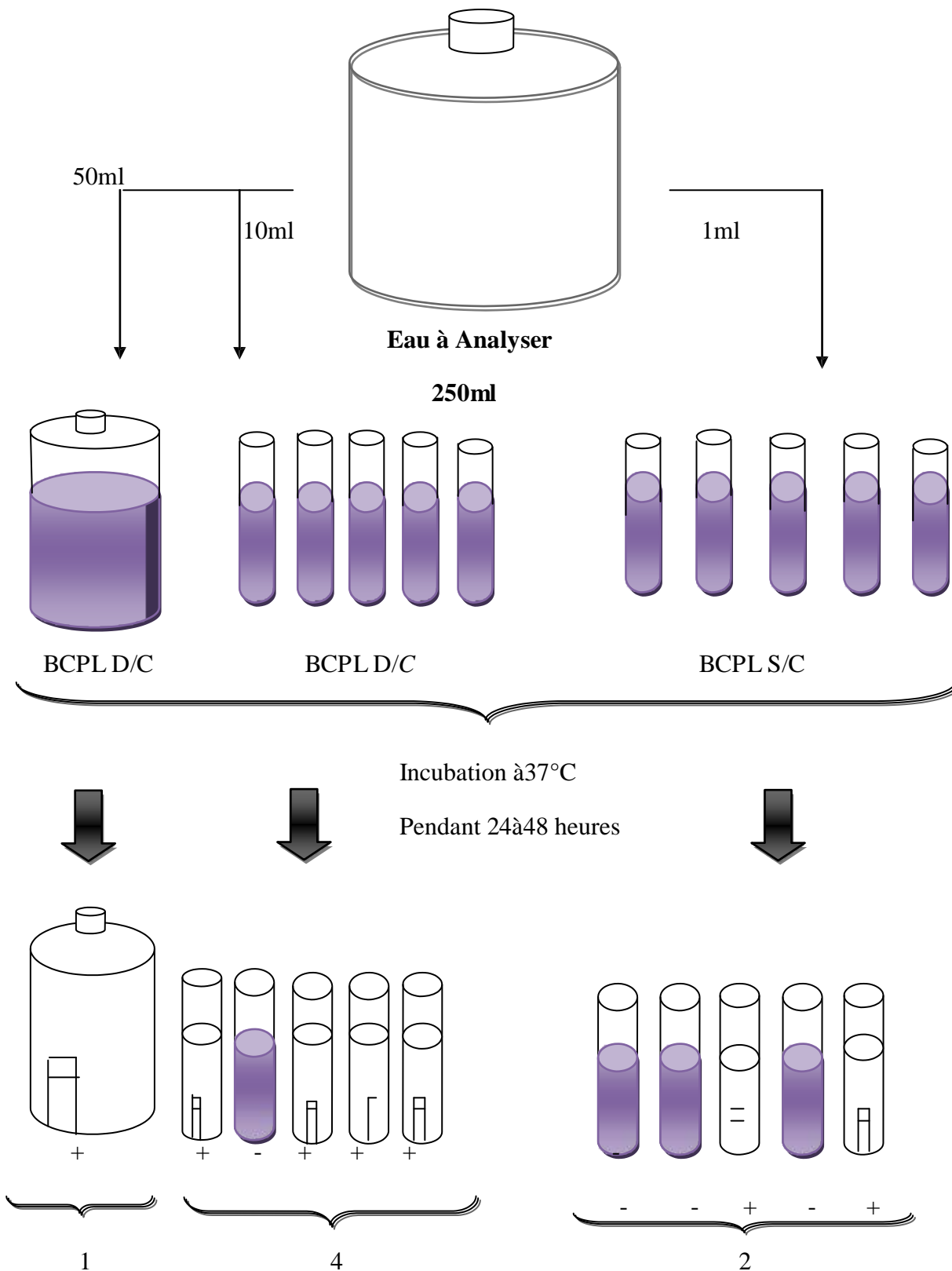
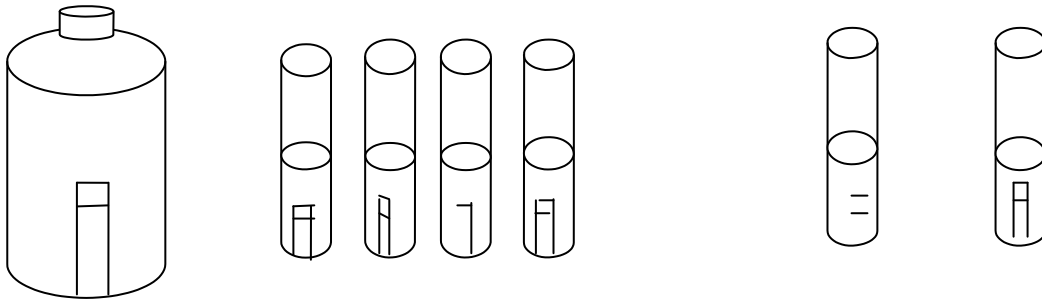


Figure 10/a - Test présomptive

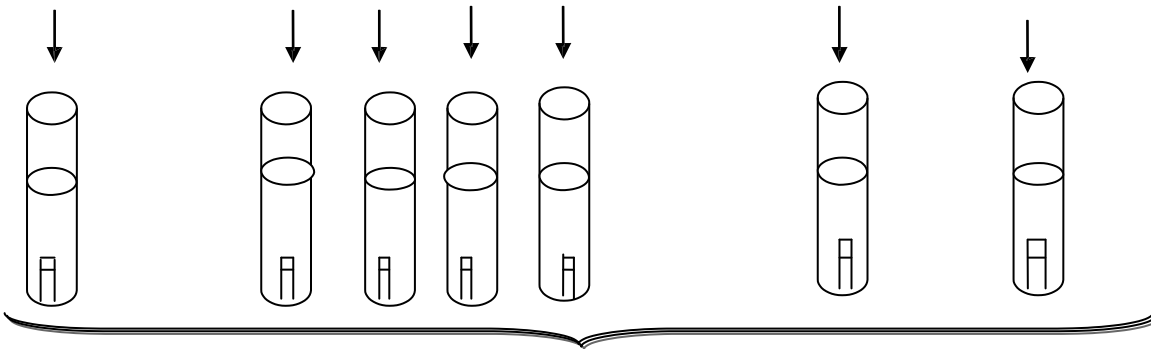




Repiquage à partir des tubes positifs



Repiquage sur milieu Schubert + cloche Durham



Incubation à 44°C Pendant 24 heures

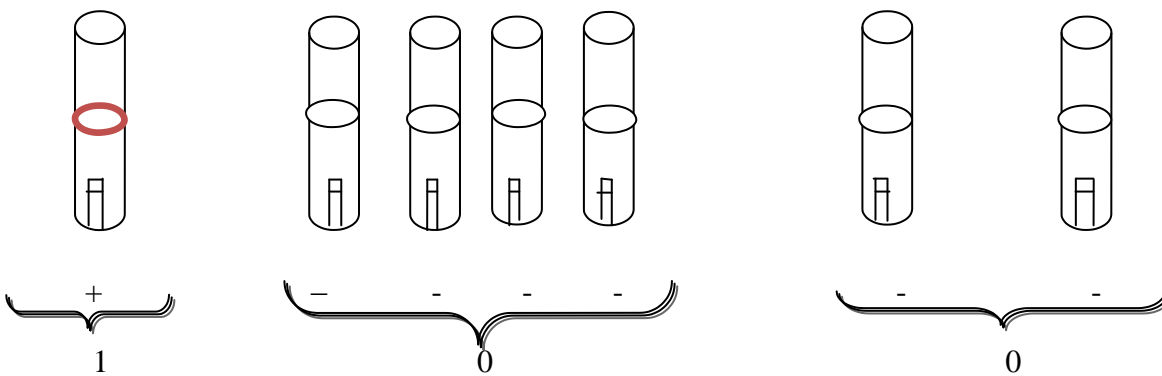


Figure 10/b - Test confirmative

### ❖ Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux : (fig.11)

La recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide se fait en deux étapes :

#### - Test de présomption (Fig.11/a)

Porté aseptiquement, à partir de l'eau à analyser :

- 50ml dans un flacon contenant 50ml de milieu **Rothe D/C**.
- 5 fois 10ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu **Rothe D/C**.
- 5 fois 1ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu **Rothe S/C**.

→ L'incubation se fait dans une étuve à température de 37°C pendant 24 à 48 heures.

-Lecture : les tubes positifs sont ceux qui présentent un trouble microbien.

#### - Test de confirmation (Fig.11/b)

Confirme la présence des streptocoques fécaux sur milieu **Eva Litsky**.

Chaque tube de **Rothe** trouvé positif lors de test présomptif fera l'objet d'un repiquage sur milieu **Eva Litsky**, puis on mélange le milieu.

→ L'incubation se fait à la température de 37°C pendant 24 heures.

-Lecture : les tubes positifs présentent :

Un trouble microbien ou une pastille violacée au fond des tubes.

Le nombre des tubes positifs de chaque série se reporte à la table NPP (annexe III) pour obtenir le nombre des streptocoques fécaux dans 100ml d'eau.

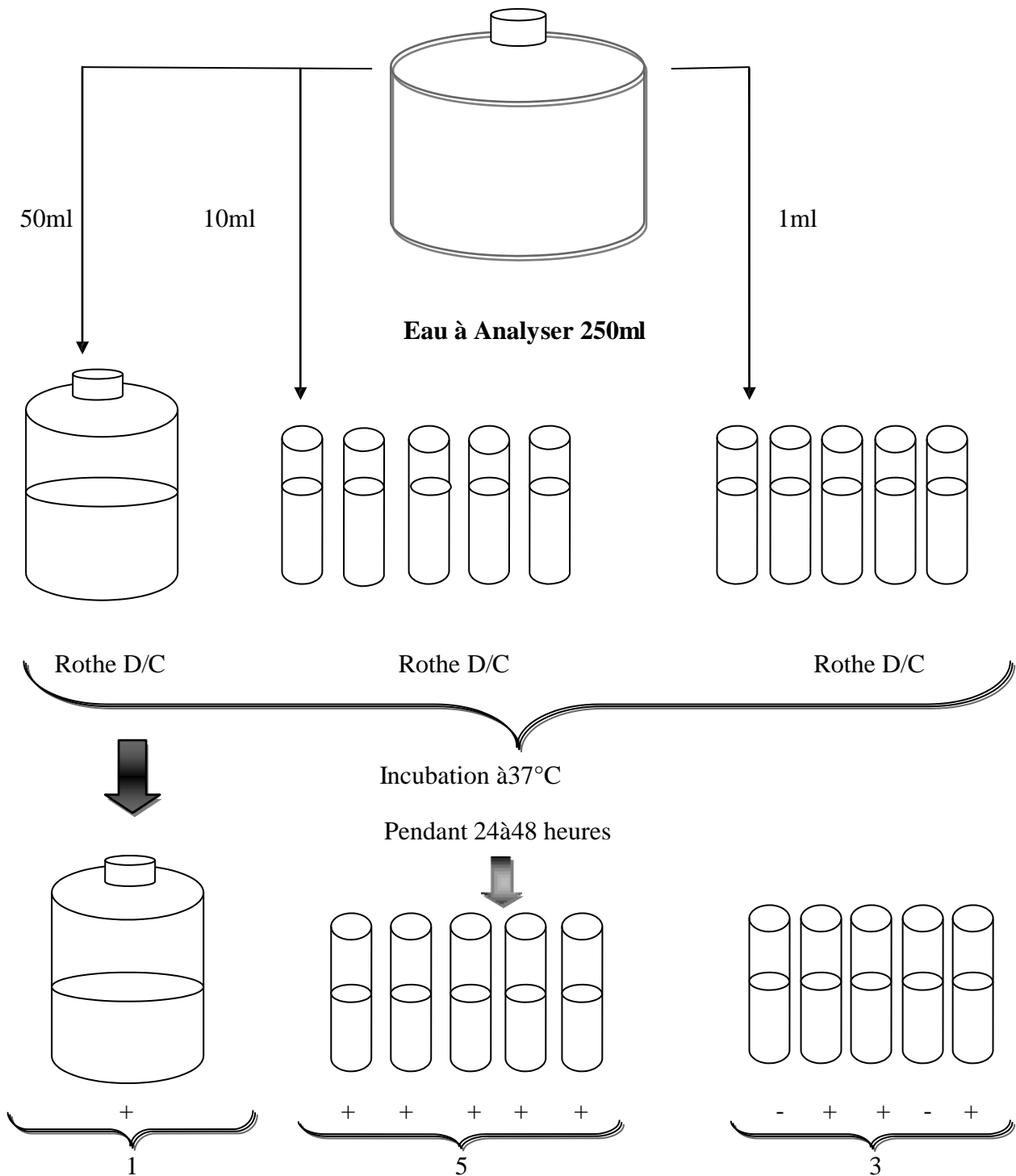


Figure 11/a- Test présomptive

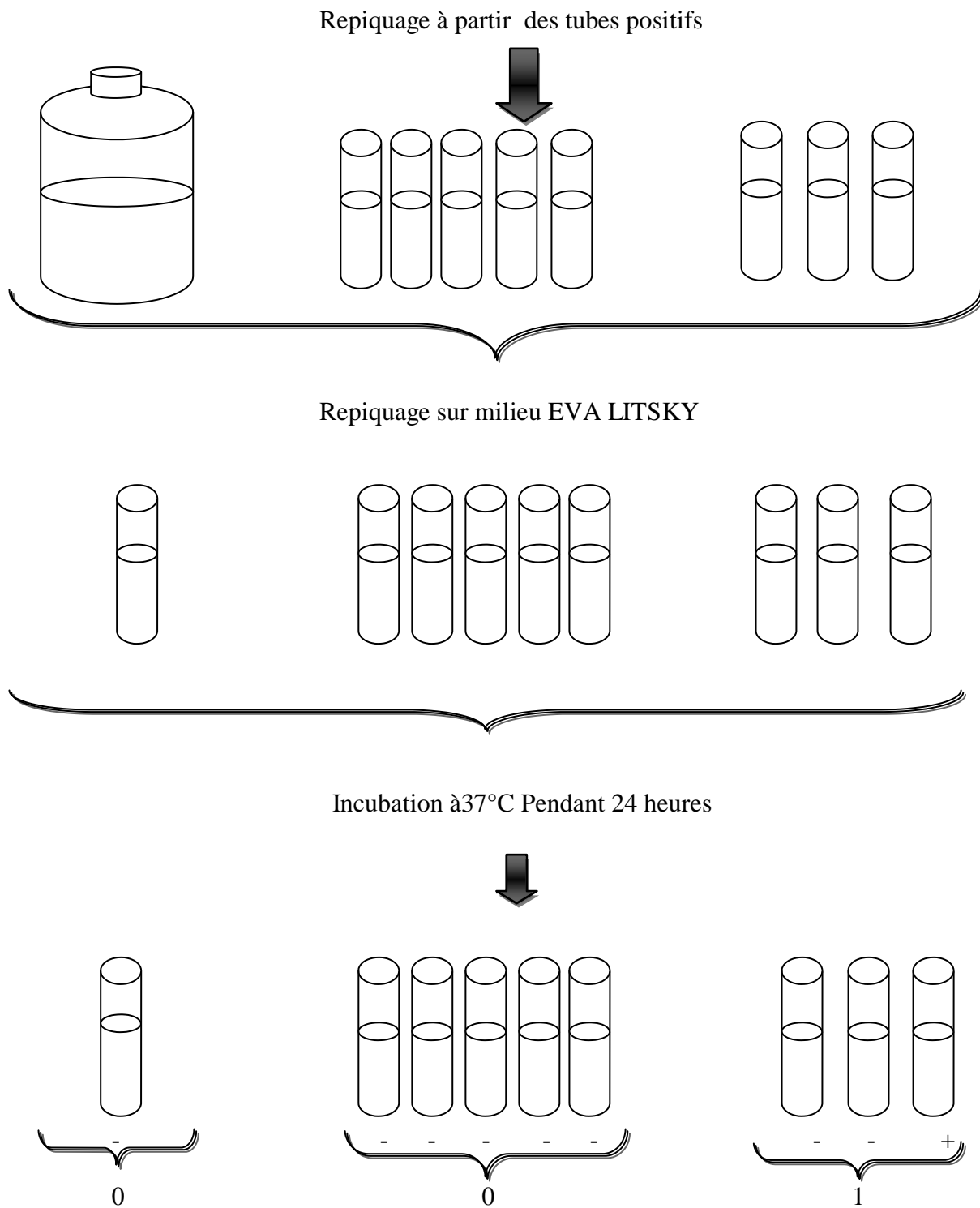


Figure 11/b - Test confirmative

### ❖ Recherche et dénombrement des spores de Clostridium : (fig.12)

La recherche et le dénombrement de clostridium sulfito-réducteurs ou leur forme sporulée sont faites selon la méthode suivante (Fig.12) :

- Prendre 25ml d'eau à analyser après agitation dans un tube stérile, le porter pendant 10minutes à 80°C pour détruire la forme végétative et préserver la forme sporulée.
- Refroidir rapidement sous l'eau de robinet.
- Répartir l'eau dans 4 tubes stériles à raison de 5ml pour chaque tube ; ajouter 20ml de gélose viande foie qui a été au préalable fondue au bain marie et additionnée d'une ampoule d'alun de fer et d'une ampoule de sulfate de sodium.
- Mélanger et éviter l'introduction de l'air.
- Laisser solidifier sur la paillasse pendant environ 30 minutes
- Incuber à 37°C pendant 18 heures, après la première lecture incuber à nouveau jusqu'à 24 heures et éventuellement 48heures.

Il faut noter que les colonies caractéristiques sont celles entourées d'un halo noir.

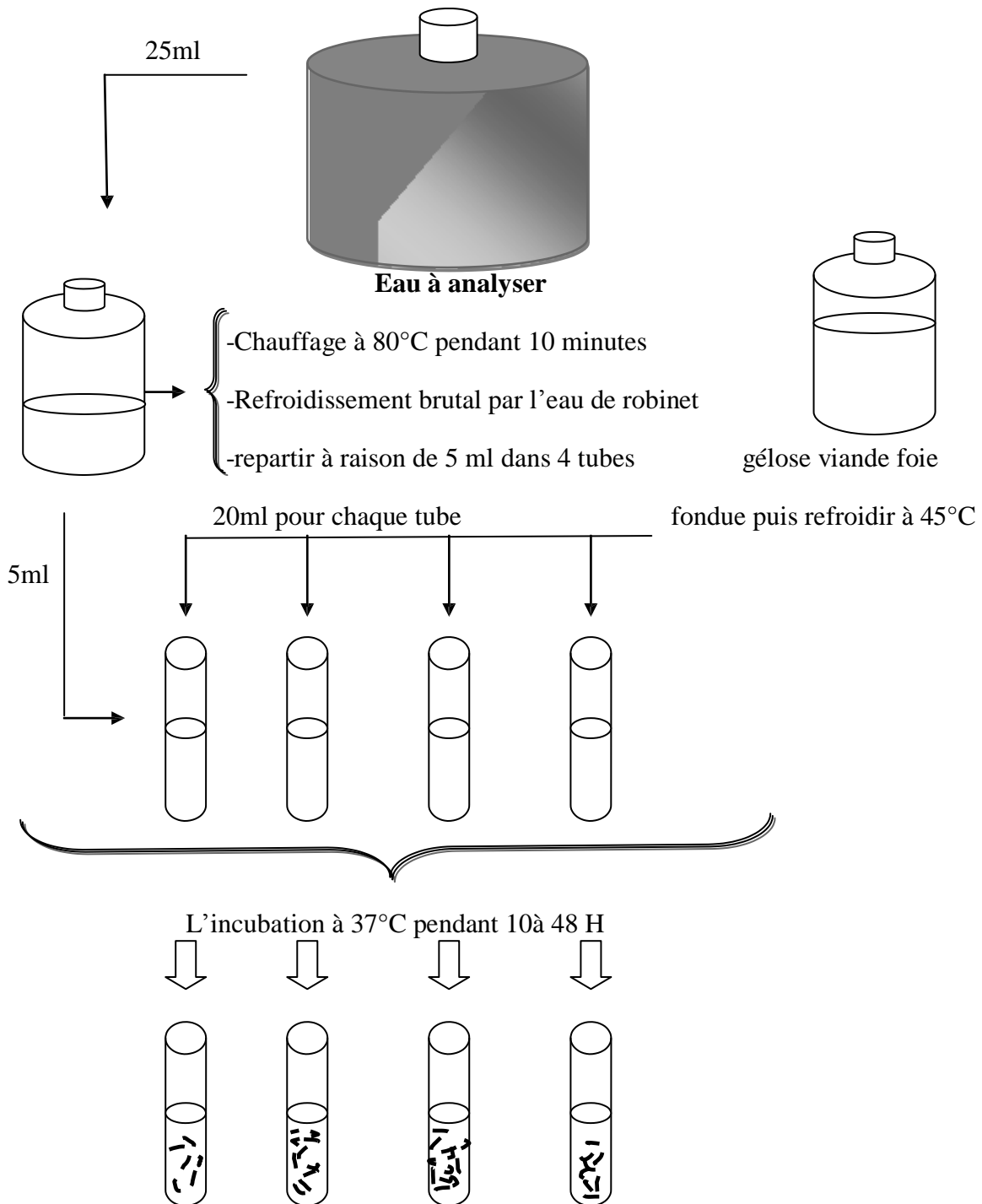


Figure 12 - Recherche et dénombrement des spores de Clostridium

### II-8-2-2-Analyses microbiologiques du concentré, de pulpe, de sucre, de produit semi fini et du produit fini :

#### ❖ préparation des dilutions (Fig.13) :

##### \*Solution mère :

On prélève 25ml de l'échantillon (25g dans le cas de sucre) qu'on mélange à 225ml de diluant TSE dans un flacon stérile pour obtenir la solution mère (SM) de 250ml qui est la dilution  $10^{-1}$ . Le contenu du flacon est homogénéisé manuellement.

##### Les dilutions $10^{-2}$ :

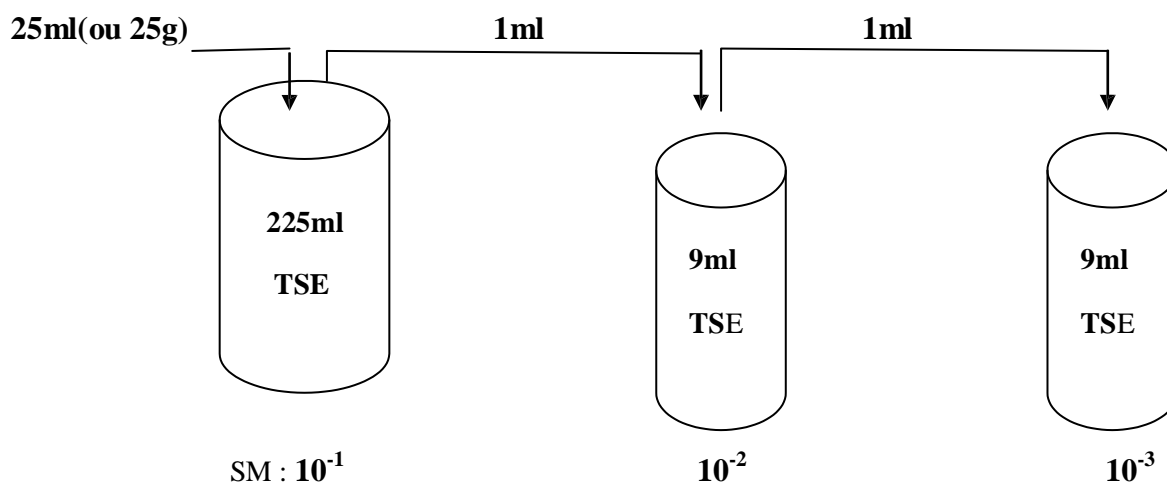
Dans un tube à essai contenant 9ml de diluant TSE, on introduit aseptiquement 1ml de la suspension mère (SM), afin de réaliser une suspension diluée en 1/100 homogénéisée.

##### Les dilutions $10^{-3}$ :

La dilution 1/1000 s'effectue de la même manière à partir de la dilution 1/100 en utilisant le même diluant. (Figure 13)

##### Remarque:

**Au moment de la réalisation des dilutions décimales, il est impératif de changer de pipette entre chaque dilution. Contrairement à cela, lors de l'ensemencement, il est recommandé de commencer par la plus haute dilution, dans le but de ne pas changer de pipette.**



**Figure 13: préparation des dilutions décimales****❖ Recherche et dénombrement des germes aérobie mésophiles totaux: (fig.14)****• Mode opératoire:**

A partir des dilutions décimales allant de  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage et numérotée,

Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA ou TDYM fondue puis refroidie à  $45 \pm 1$  C° (le choix des milieux dépend de la nature des denrées à analyser).

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de «8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.

Laisser solidifier sur pailleasse, puis rajouter une deuxième couche d 'environ 5ml de la même gélose. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses. (Fig.14)

**• Incubation:**

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures avec une:

- première lecture à 24 heures,
- deuxième lecture à 48 heures,
- troisième lecture à 72 heures.

**• Lecture:**

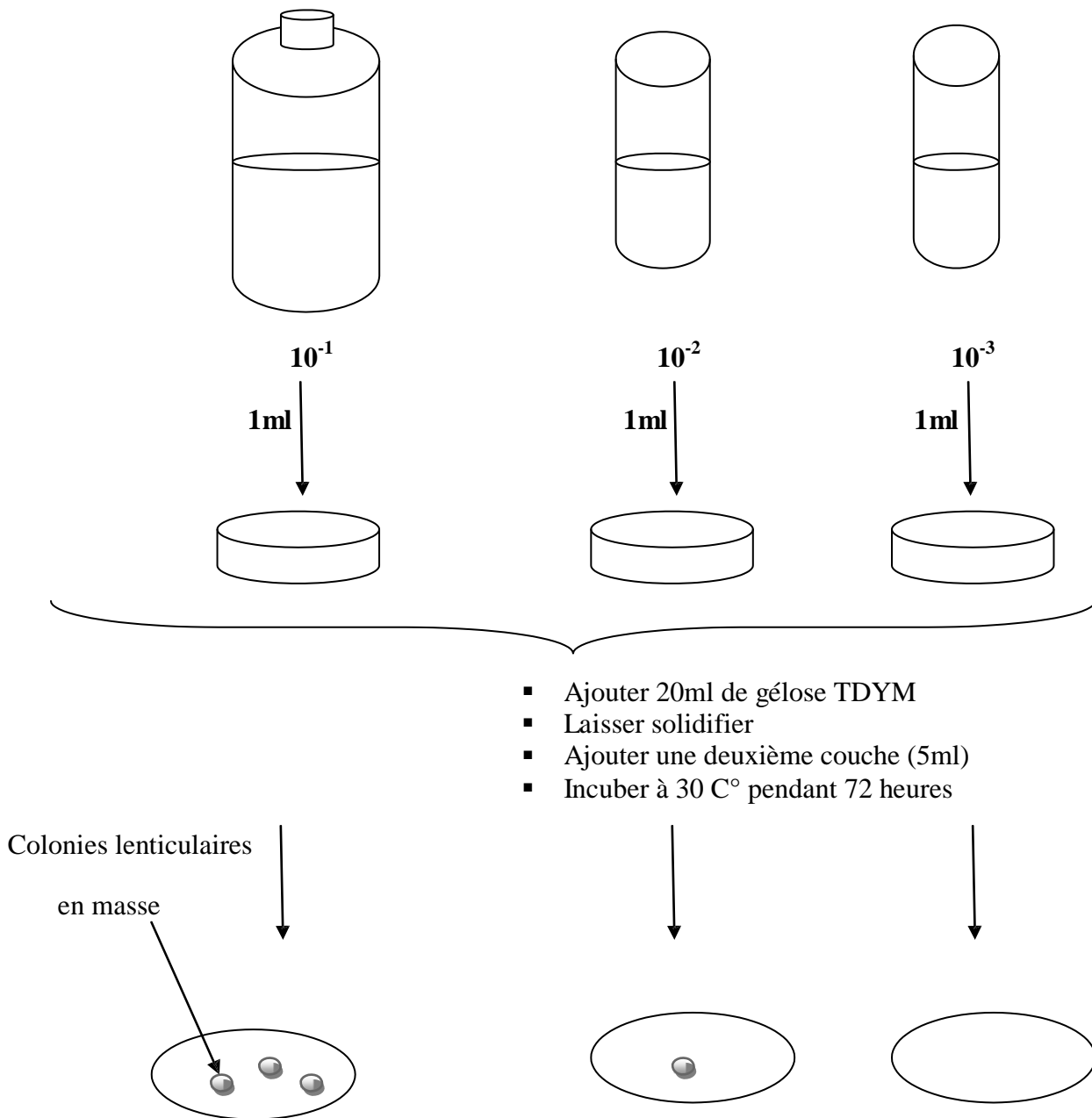
Les colonies des GAMT se présentent sous forme lenticulaire poussant en masse.

**• Dénombrement:**

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants

- ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies,
- multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution,
- faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.





**Figure14 : recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux**

**❖ Recherches et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux:****• Mode opératoire: (fig.15)**

Cette technique fait appel à deux tests consécutifs à savoir:

- Le test de présomption : réservé à la recherche des Coliformes totaux.
- Le test de confirmation : appelé encore test de Mac Kenzie, réservé à la recherche des Coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption

**\*Test de présomption (Fig. 15/a)**

Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif (VBL) + cloche de Durham à raison de trois tubes par dilution.

A partir des dilutions décimales  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , porter aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution (figure 14/a)

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham, et bien mélangé le milieu et l'inoculum.

**• Incubation:**

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

**• Lecture:**

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois:

- un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche),
- un trouble microbien (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady (annexe)

**\* Test de confirmation (Mac Kenzie): (Fig.15/b)**

Les tubes de VBL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée (spatule) dans, à la fois:

- un tube de VBL muni d'une cloche de Durham.
- un tube d'eau peptonée exempte d'indole.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

• **Incubation:**

L'incubation se fait cette fois-ci au bain marie à 44°C pendant 24 heures.

• **Lecture:**

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois

- un dégagement gazeux dans les tubes de VBL,
- un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs dans le tube d'eau peptonée exempte d'indole.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady en tenant compte du fait qu'*Escherichia Coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44°C.

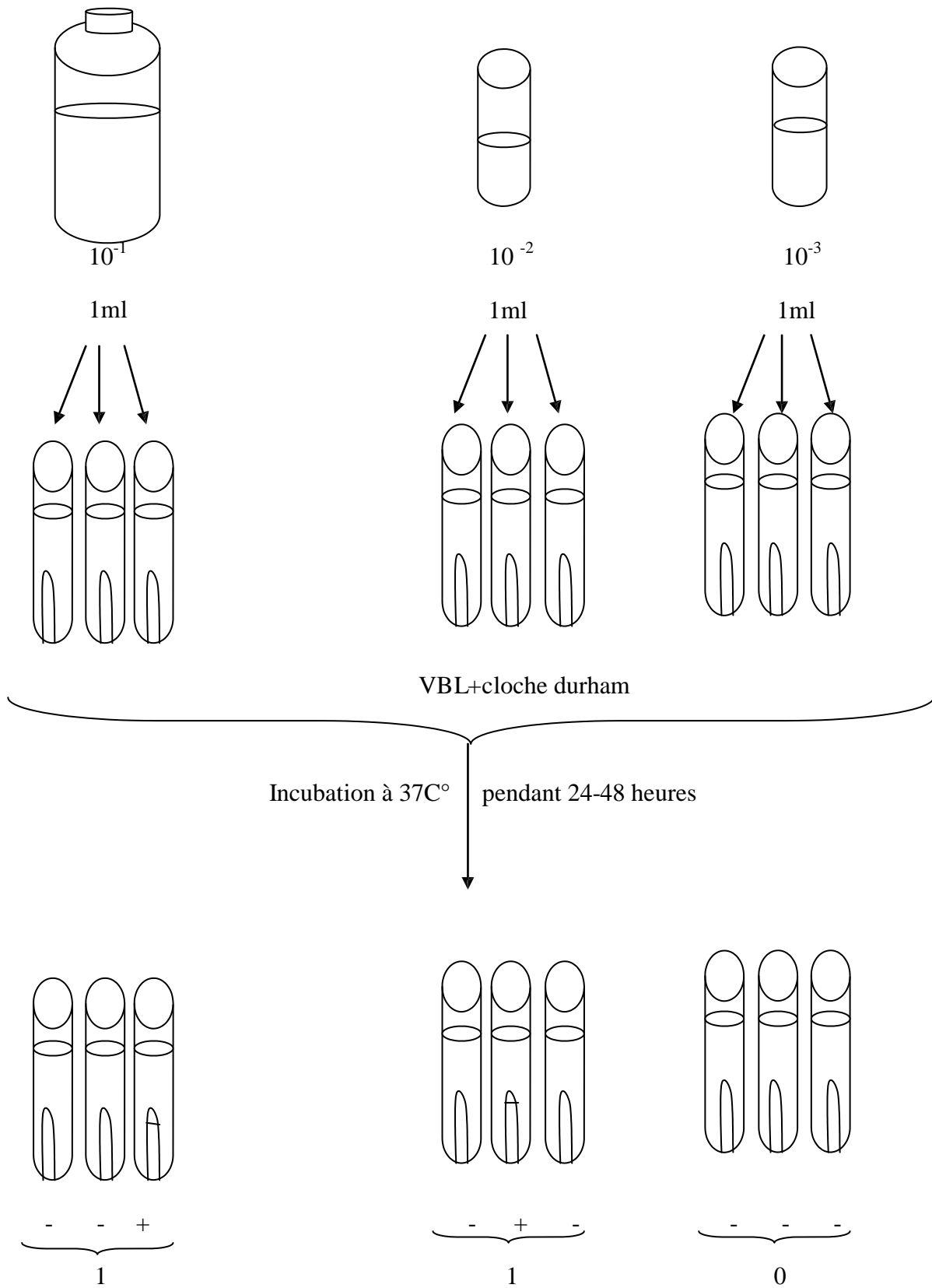
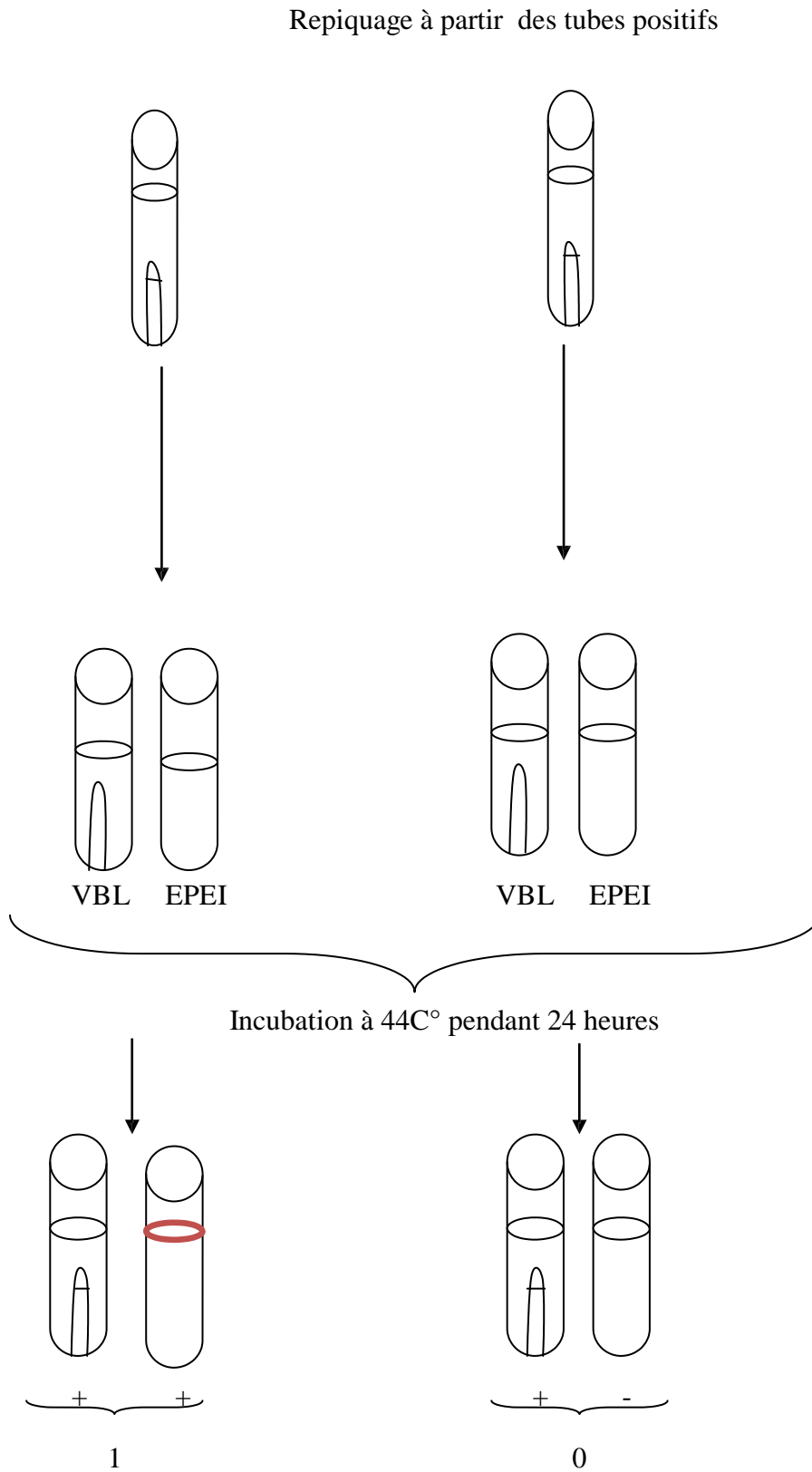


Figure 15/a: Test présomptive



**Figure15/b : teste confirmatif****❖ Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs: (fig.16)****• Mode opératoire:****Préparation du milieu:**

-Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose Viande foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis ajouter une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de sulfite de sodium.

-Mélanger soigneusement et aseptiquement.

-Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation. (fig.16)

**• Ensemencement:**

Les tubes contenant les dilutions  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$  seront soumis d'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes, puis à un refroidissement immédiat sous l'eau du robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles, puis ajouter environ 15 ml de gélose Viande Foie prête à l'emploi, dans chaque tube comme l'indique la figure 15. Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes.

**• Incubation:**

Ces tubes seront incubés à 46°C pendant 16, 24 ou 48 heures.

**• Lecture:**

La première lecture doit se faire impérativement après 16 heures, car:

- d'une part les colonies de Clostridium Sulfito-Réducteurs sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors la lecture difficile voire impossible et l'analyse est à refaire.

- d'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm.

Dans le cas où il n'y a pas de colonie caractéristique ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture après de 24 heures voire 48 heures.

**Expression des résultats:**

Il est donc impératif de repérer toute colonie noire, puis procéder à son identification biochimique.

Certains auteurs préconisent de casser le tube à l'aide d'une lime métallique à 1cm au dessus de la colonie suspecte et de prendre le centre de la dite colonie, car très souvent il y a développement de colonies de Staphylocoques et de Bacilles, qu'on prendrait à tort pour des colonies de Clostridium sulfito-réducteurs.

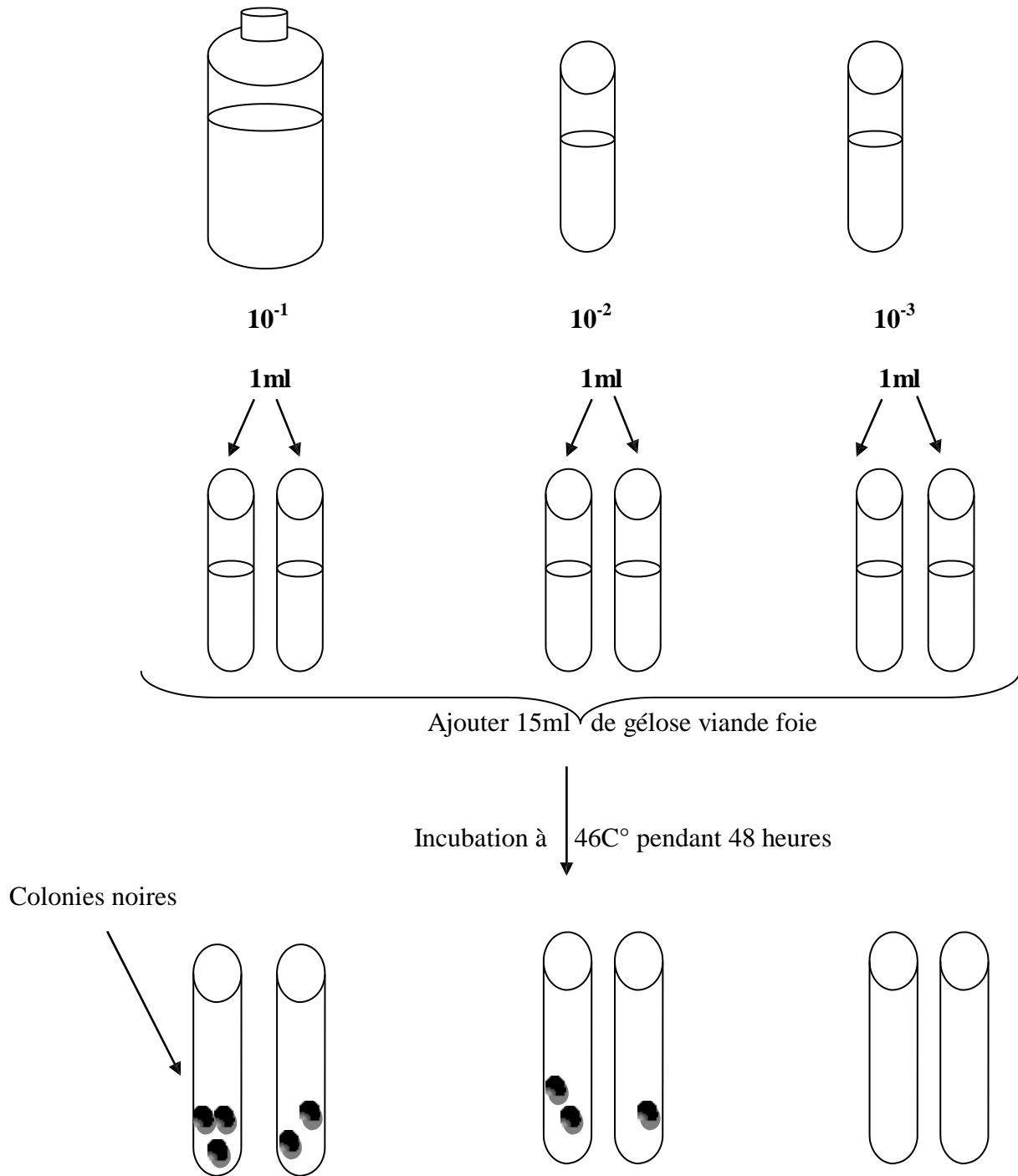


Figure16 : recherche et dénombrement des clostridiiums sulfito-réducteurs



**❖ Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*: (fig.17)****• Enrichissement:**

Au moment de l'emploi, on ouvre aseptiquement le flacon contenant le milieu de GIOLLITI CANTONII pour y ajouter 15 ml d'une solution de Tellurite de potassium. On mélange soigneusement, le milieu est alors prêt à l'emploi.

**• Ensemencement:**

A partir des dilutions décimales  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , on porte aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube à vis stérile, on ajoute par la suite environ 15 ml du milieu d'enrichissement et on le mélange avec l'inoculum.

**• Incubation:**

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

**• Première lecture:**

Seront considérés comme positifs, les tubes de couleur brune jaunâtre ayant viré au noir sous forme d'un dépôt ou trouble. Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement des *Staphylococcus aureus*.

**• Isolement:**

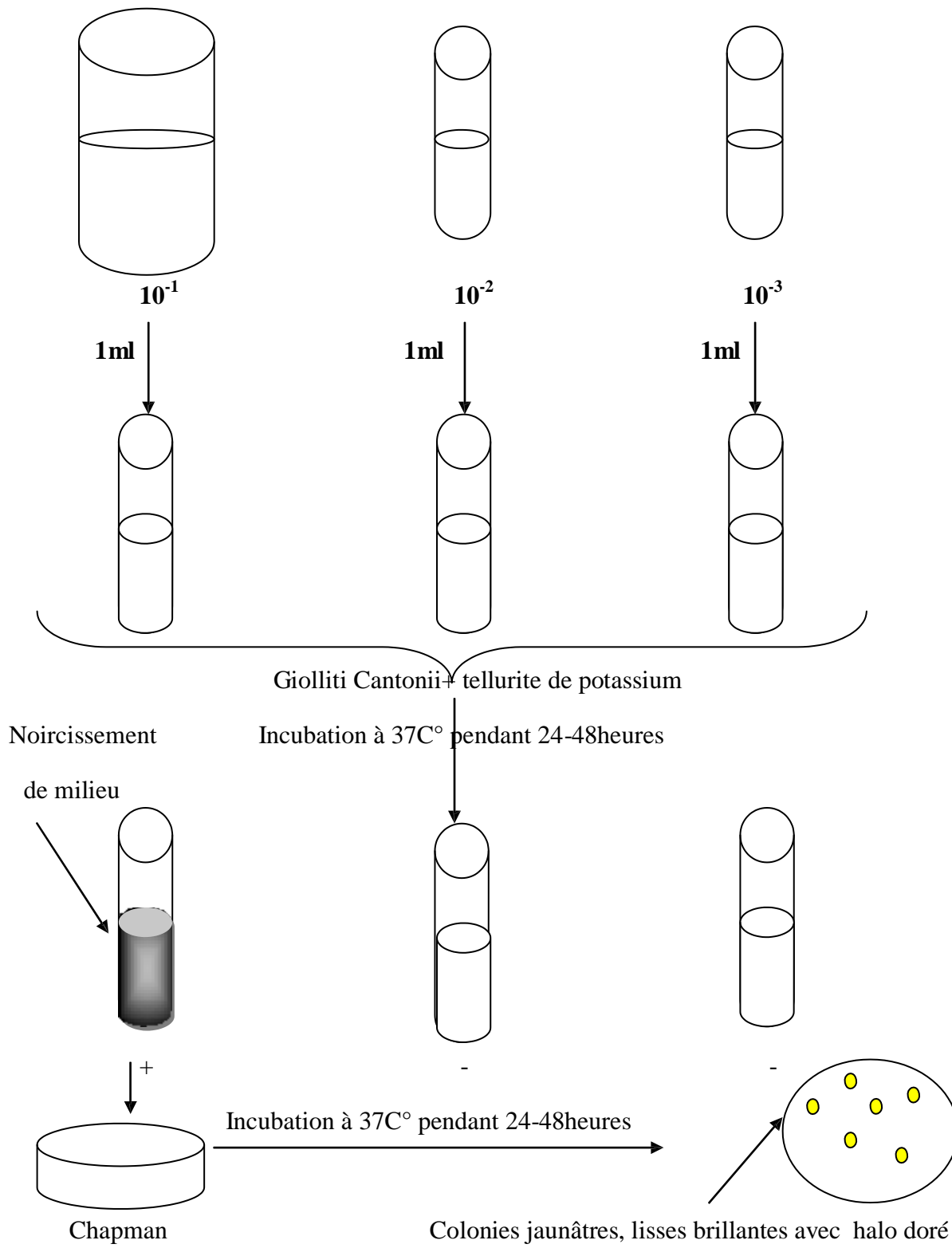
Ces tubes feront l'objet d'un isolement sur gélose CHAPMAN préalablement fondue, coulée en boîtes de pétri et bien séchées.

Les boîtes de CHAPMAN ainsi ensemencées par la technique d'étalement en râteau seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures.

**• Deuxième lecture:**

Les colonies suspectes sont des colonies jaunâtres de taille moyenne, lisses, brillantes et entourées d'halo doré.

Le nombre des colonies caractéristiques est multiplié par l'inverse de la dilution.



**Figure17 : Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus****❖ Recherche et dénombrement des levures et moisissures (fig.18)****• Mode opératoire:**

A partir des dilutions décimales  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , porter aseptiquement 0,2 ml de la matière à analyser dans une boîte de pétri contenant de la gélose OGA (+ antibiotique) ou Sabouraud au Chloramphénicol, comme l'indique la figure 18.

L'étaler à l'aide d'un râteau stérile, puis incuber à 22°C pendant 5 jours.

Dans le souci de ne pas se trouver en face de boîtes envahies soit par les Levures soit par les Moisissures, on doit effectuer des lectures et des dénombrements tous les jours.

-Opérer de la même façon et dans les mêmes conditions, avec le diluant (TSE), c'est-à-dire qu'il faut prendre 0,2 ml du diluant, l'étaler avec un râteau à part et l'incuber dans le même endroit que les boîtes tests, cette boîte constitue le témoin diluant.

- Incuber telle quelle, une boîte du milieu utilisé à savoir OGA ou Sabouraud, cette dernière sera incubée également telle quelle dans le même endroit et dans les mêmes conditions de température, elle constitue le témoin du milieu.

-Au moment de la lecture, commencer obligatoirement par les deux boîtes témoin milieu et diluant, si l'une d'entre elles est contaminée, l'analyse est ininterprétable, donc à refaire.

**• expression des résultats:**

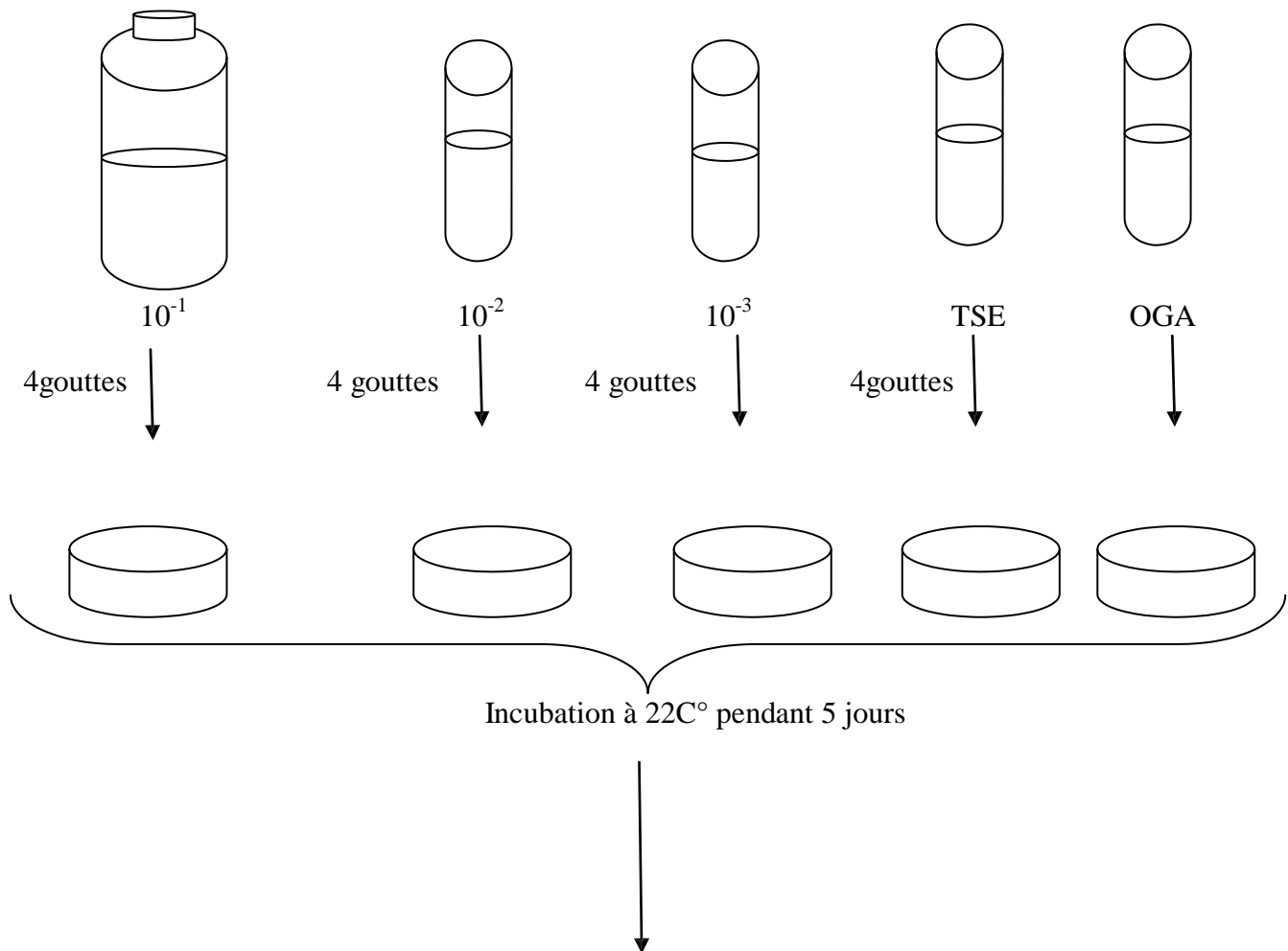
\* Etant donné qu'on a pris 0,2 ml des dilutions décimales, pour revenir à 1 ml, il faut multiplier le nombre trouvé par 5.

\*Par ailleurs, étant donné qu'on a travaillé avec des dilutions décimales, on doit multiplier le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante, faire ensuite la moyenne arithmétique, puis exprimer le résultat final par ml ou par gramme de produit à analyser.

**• Colonies caractéristiques**

Les colonies des levures sont brillantes rondes et pigmentées, arrondies et régulières vers l'extérieure ou plates et souvent opaques.

Les colonies des moisissures sont épaisses, filamenteuses, pigmentées ou avec un aspect velouté.



-Les colonies des levures sont brillantes rondes et pigmentées, arrondies et régulières vers l'extérieur ou plates et souvent opaques.

-Les colonies des moisissures sont épaisses, filamenteuses, pigmentées ou avec un aspect velouté.

**Figure 18: Recherche et dénombrement des levures et moisissures**

# **Chapitre : III**

## ***Résultats et discussion***

### III-1-Résultats et interprétations :

Dans ce chapitre on a présenté les résultats et l'interprétation des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau, de la matière première, du produit semi fini et du produit fini.

#### III-1-1- Les résultats des analyses physicochimiques :

Les résultats des analyses physicochimiques des trois échantillons sont représentés par le pH, le TH, le TA, le TAC et les chlorures (Cl<sup>-</sup>) de l'eau et par le pH, l'acidité, la densité et le degré de brix pour la matière première, le produit semi fini et d'autre part le produit fini.

##### III-1-1-1- L'eau :

###### \*L'eau de bêche :

L'eau de bêche, est une eau d'alimentation de la chaudière et des autres équipements (pasteurisateur, refroidissement, lavage ...).

**Tableau V : les résultats physico-chimiques de l'eau de bêche**

Echantillons		pH	TH (°F)	TA (°F)	TAC (°F)
Ech1	3/4/2011	9	0	0	25
Ech2	18/4/2011	8,98	6.3	0,3	34
Ech3	9/5/2011	9,41	3	0	26
Moyenne		9,13	3,1	0,1	28,33
Normes		8,5-10	0-5	/	/

- Le pH ou le potentiel hydrogène: est le nombre d'ions hydrogène (H<sup>+</sup>) qui se trouvent dans la solution à mesurer, que l'on évalue plus ou moins précisément. Donc, C'est une valeur comprise entre 0 et 14, qui traduit l'acidité (ou la basicité) d'une solution.
- Les résultats de pH sont situés entre 9 et 9,41, indique une conformité par rapport aux Normes de Vita-jus.

- Le titre hydrométrique TH (dureté) : est un titre qui correspond à la charge en calcium et en magnésium, Ces deux substances sont utiles pour la santé et susceptibles de donner meilleur goût à l'eau.

La valeur du TH permet de savoir si une eau est douce ou dure.

- Une eau est dite douce si le TH est inférieur à 6°F.
- Une eau est dite moyenne si le TH est compris entre 6 et 20°F.
- Une eau est dite dure si le TH est compris entre 20 et 35°F.
- Une eau est dite très dure si le TH est supérieur à 35°F.

- Les résultats de TH de premier et de troisième échantillon sont conformes aux normes du Vita-jus, par contre le TH de deuxième échantillon est supérieur c'est le risque de la formation d'un dépôt de calcaire (tartre) au niveau de la bêche, à cause de la forte teneur en calcium et en magnésium, cette valeur peut entraîner certains risques ou donner un goût déplaisant à l'eau, donc il faut établir un deuxième adoucissement par la régénération de la résine échangeuse de cation.

Et en fin on peut dire que les traitements des eaux est nécessaire pour réduire ou éliminer les substances indésirable.

- Le titre alcalimétrique TA qui dose la totalité des hydroxydes et la moitié des carbonates.

- Les valeurs du TA notées dans le tableau (V) sont conformes aux normes de Vita-jus.

-Si les valeurs de TA sont plus élevées, elles réveillent la présence d'un dépôt de calcaire qui bouche les conduites des machines, pour éviter ce problème il faut augmenter les purges.

- Le titre alcalimétrique complet TAC, correspond à la totalité des bicarbonates et des carbonates.

- La valeur du TAC indique la capacité d'une eau à amortir les grandes variations de pH de l'eau (effet tampon).

- Les résultats obtenus concernant le TAC sont toujours dans les normes de Vita-Jus.

**\*L'eau de process :**

La qualité physico- chimique du l'eau de process est très importante, car elle agit directement sur la qualité du produit fini.

**Tableau VI : les résultats physico-chimiques de l'eau de process**

Echantillons		pH	TH (F°)	Cl <sup>-</sup> (mg)
<b>Ech1</b>	<b>3/4/2011</b>	8,19	6,3	50
<b>Ech2</b>	<b>18/4/2011</b>	7,56	5	40
<b>Ech3</b>	<b>9/5/2011</b>	8,09	11	40
<b>Moyenne</b>		7,94	7,43	43,33
<b>Normes</b>		<b>7-8,5</b>	<b>0-5</b>	<b>Max40</b>

- Le pH dans les trois échantillons analysés présente une conformité avec la norme de Vita-Jus.
- le TH : est un titre qui correspond à la charge en calcium et en magnésium ; il présente une conformité avec les normes et absente pour le premier et le troisième échantillon ce qui indique une forte concentration en Mg<sup>++</sup> et en Ca<sup>++</sup> c'est que veut dire que la résine échangeuse des cations n'arrivent plus à capter ces derniers ;donc il faut renouveler ce résine.
- Les chlorures (Cl<sup>-</sup>) sont largement répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl); ils représentent environ 0,05 % de la lithosphère. Ce sont les océans qui contiennent de loin la plus grande quantité de chlorures.

-Les valeurs des chlorures trouvées dans le deuxième et le troisième échantillon sont conformes aux normes de Vita-Jus, par contre au premier échantillon est supérieur à 40, indiquant une forte teneur en chlorures due principalement à l'eau de javel utiliser pour la désinfection, Et à cette concentration les chlorures donne un mauvais goût à l'eau et aux boissons préparés à partir de cet eau. Ils peuvent provoques une corrosion du réseau de distributions.



-Dans le cas de la présence des chlorures en concentrations élevées dans l'eau contenant une teneur élevé en sodium donne un goût salé. Pour diminuer cette forte concentration il faut ajouter de l'eau pure.

### III-1-1-2-La matière première :

\*Le concentré d'orange :

Tableau VII : les résultats physicochimiques de concentré

Echantillons		Acidité (g/kg)	Brix
Ech1	3/4/2011	64,4	65
Ech2	18/4/2011	65,5	65
Ech3	9/5/2011	65,5	65
Moyenne		65,13	65
Normes		<b>67±2</b>	<b>65±0,5</b>

- Le brix est un paramètre très important qui détermine la quantité de la matière sèche soluble.

-Si le brix est inférieur à la norme ( $65 \pm 0,5$ ), il peut influencer négativement sur le goût et la texture du produit fini.

-Les résultats des analyses du brix et de l'acidité mentionnées dans le tableau (VII) sont conformes aux normes de Vita-Jus pour les trois échantillons prélevés, ce qui donne au jus d'orange un goût acide et permet sa bonne conservation.

\*La pulpe d'orange :

Tableau VIII: les résultats physicochimiques de la pulpe d'orange.

Echantillons		Acidité (g/kg)	Brix
Ech1	3/4/2011	11,3	12,2
Ech2	18/4/2011	11,2	12,3
Ech3	9/5/2011	11,3	12,3
Moyenne		11,26	12,26
Normes		<b>9,8±2</b>	<b>11,2±0,5</b>

Les trois échantillons présentent une acidité conforme aux normes de l'entreprise par contre le degré brix est légèrement supérieur à la norme établie, cela se traduit par une forte teneur en sucre. Ce problème doit être réglé lors de la préparation du mélange.

\*Le sucre :

Tableau IX: les résultats physicochimiques de sucre

Echantillons		Humidité (%)	Aspect	Stabilité
Ech1	3/4/2011	0,1	Blanc cristallisé	Bonne
Ech2	18/4/2011	0,2	Blanc cristallisé	Bonne
Ech3	9/5/2011	0,15	Blanc cristallisé	Bonne
Normes		<b>0,1-0,2</b>	/	/

L'eau est un constituant majeur dans les produits alimentaires même à l'état de traces comme c'est le cas pour le sucre cristallisé. Les interactions entre l'eau et le sucre ont une importance du point de vue des propriétés structurales du sucre mais également sur les propriétés mécaniques de ce dernier (densité, compressibilité, écoulement). Le stockage du sucre en silo dépend essentiellement de la qualité de l'air insufflé, notamment de la constance de son humidité relative et de sa température.

Le tableau IX montre que les trois échantillons de sucre présentent une bonne stabilité et un aspect blanc cristallisé, alors que l'humidité varie entre 0,1 et 0,2. Ces valeurs sont conformes aux normes de Vita-Jus ; cela reflète les bonnes conditions de stockage, donc l'absence de risque d'altération du sucre.

Généralement l'unité Vita-Jus n'a pas trouvé de problème concernant les analyses physico-chimique du sucre, de concentré et de la pulpe d'orange, ce qui indique que les conditions de conservation sont satisfaisantes.

### III-1-1-3-Le produit semi- fini et fini :

#### \* Le produit semi fini :

Le but de cette analyse est d'assurer que l'application de la formule du produit à fabriquer à grande échelle est respectée ; ainsi que le dosage de tous les ingrédients, une correction est effectuée en cas où les résultats ne répondent pas aux normes.

**Tableau X : les résultats physicochimiques de produit semi fini**

Echantillons		pH à 25°C	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Acidité (g/kg)	Brix
Ech1	3/4/2011	3,26	1,047	5,00	12,9
Ech2	18/4/2011	3,29	1,046	3,00	10,9
Ech3	9/5/2011	3,27	1,048	4,06	12
Moyenne		3,27	1,047	4,02	11,93
Normes		2,80-3,50	1,041-1,048	3,70-4,20	11,4-12,0

Le contrôle des paramètres physico-chimiques du produit semi- fini a une très grande importance, il permet d'évaluer le dosage des ingrédients, détecte et corrige une éventuelle anomalie avant de passer aux étapes suivantes afin d'éviter les pertes.

D'après les résultats mentionnés dans le tableau , quatre paramètres on été ciblés

- le pH et la densité des trois échantillons sont conformes aux normes de l'entreprise.
- l'acidité et le degré de brix de troisième échantillon présentent une conformité para port aux normes de Vita-jus, alors que ces valeurs sont supérieur aux normes pour le premier échantillon et inférieur aux normes pour le deuxième échantillon.

Ces valeurs peuvent influencer sur la qualité du jus. Pour stabiliser ces deux paramètres dans les normes on ajoute de l'eau traité dans le ca où ils sont supérieur .par contre quand le degré de brix et l'acidité sont inférieures à la norme on ajoute du sucre et de l'acide citrique respectivement.

**\* Le produit fini :**

**Tableau XI : les résultats physicochimiques de produit fini**

Echantillons		pH à 25°C	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Acidité (g/kg)	Brix
Ech1	3/4/2011	3,26	1,045	4,06	11,6
Ech2	18/4/2011	3,29	1,045	3,92	11,5
Ech3	9/5/2011	3,28	1,045	3,92	11,5
Moyenne		3,27	1,045	3,96	11,53
Normes		<b>2,80-3,50</b>	<b>1,041-1,048</b>	<b>3,70-4,20</b>	<b>11,4-12,0</b>

-Les résultats des analyses physicochimiques du produit fini pour les trois échantillons montrent que le pH, la densité, l'acidité et le degré brix sont toujours conformes aux normes de Vita-Jus.

-D'après les résultats indiqués dans le tableau précédent, on constate qu'ils sont dans l'intervalle de la norme, il n'ya pas d'écart important entre les trois productions contrôlées.

-Dans le cas où le pH du produit fini est inférieur à 2,80 ; l'acidité du jus d'orange dépasse le 4,20 pour ces conditions, il y a le risque de la multiplication de la flore banale acidophile qui peut entraîner une certaine altération malgré le traitement de stabilisation ; le goût du jus est plus acide.

#### III-1-1-4-Le peroxyde d'hydrogène :

Le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) est une solution utilisée pour stériliser les boîtes du jus lors de l'emballage. Sa concentration optimale doit être entre (30-50%).

**Tableau XII: résultat de la concentration de peroxyde d'hydrogène**

Echantillons	T °C	Densité	Concentration (%)
Ech1	64	1,100	35,5
Ech2	63	1,091	33
Ech3	59	1,104	35,5
Normes	/	/	<b>30-50</b>

D'après les résultats obtenus nous remarquons que la concentration de peroxyde d'hydrogène pour les trois échantillons, présente une conformité par rapport à la norme de Vita Jus (tab. XII).

#### III-1-2-Les résultats des analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques sont représentés par les GAMT (à 37 et 22°C), CT, CF, SF, ASR, levures, moisissures dans l'eau, la matière première, le produit semi fini et le produit fini sont mentionnés dans les tableaux suivants :

## III-1-2-1-L'eau :

L'eau est un élément très important en agroalimentaire, sa qualité microbiologique agit directement sur la qualité microbiologique du produit fini.

Tableau XIII : résultats des analyses microbiologiques de l'eau

Echantillons		GAMT à 30°C	GAMT à 22°C	CT	CF	SF	ASR
Ech1	3/4/2011	17	28	abs	abs	abs	abs
Ech2	18/4/2011	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Ech3	9/5/2011	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Normes		<20	<10 <sup>2</sup> /ml	<10/100ml	abs	abs	<5

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau (tab.XIII) révèlent :

- Présence des GAMT dans l'échantillon (1) avec une population conforme aux normes ; il s'agit d' une contamination de l'eau potable par le sol ou à un séjour trop long dans les conduites.
- Absence totale de tous les germes dans tous les échantillons, donc l'eau est de bonne qualité microbiologique, ces résultats montrent que les traitements de l'eau ont été réalisés de façon correcte.

La présence de coliformes fécaux et des streptocoques fécaux dans l'eau de process indique une pollution fécale, ce type de bactéries est pathogène et des bons indicateurs de l'hygiène, On les trouve dans les eaux usées et le sol.

III-1-2-2-matière première, produit semi fini et fini :

Tableau XIII : les résultats microbiologiques de la matière première, produit semi fini et fini

Germes		GAMT	CT	CF	Staph	ASR	Levures	Moisissures
Ech	Ech1	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech2	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech3	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Con	Ech1	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech2	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech3	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Plp	Ech1	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech2	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech3	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Suc	Ech1	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech2	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech3	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Psf	Ech1	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech2	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech3	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Pf	Ech1	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech2	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	Ech3	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Normes		abs	abs	abs	abs	abs	<20	10

**L'interprétation de tableau XIII :**

## ◆ Le concentré D'orange :

Le concentré d'orange possède une grande teneur en matière sèche. Cette concentration réduit considérablement le nombre d'espèce susceptible de se multiplier. Aussi, l'acidité du milieu est un paramètre qui limite le développement de la majorité des bactéries.

D'après les résultats obtenus, on remarque une absence totale des germes pathogènes comme les anaérobies sulfito-réducteur, absence de la flore aérobie mésophile indicatrice de la qualité d'hygiène générale et une absence des coliformes totaux et fécaux indice de contamination fécale. Cette absence est due au bon respect des règles d'hygiènes, et que le concentré est conditionné dans des sacs aseptiques et stériles.

## ◆ La pulpe d'orange :

Les résultats obtenus concernant la pulpe d'orange indiquent une absence totale de tous les germes recherchés qui est la conséquence des bonnes pratiques d'hygiènes.

Lorsque le concentré et la pulpe d'orange sont stockés dans des conditions défavorables, il y'a le risque de la multiplication de la flore osmophile (ex : *Aspergillus*).

## ◆ Le sucre :

D'après les résultats microbiologiques de sucre regroupés dans le tableau XIII, nous constatons l'absence totale de tous les germes recherchés, ce qui prouve que le sucre est de bonne qualité alimentaire et hygiéniques.les conditions de stockage sont favorable à sa stabilité.

Dans les cellules de stockage du sucre, l'eau présente autour du cristal doit être évacuée afin d'éviter les problèmes courants tels que l'agglomération des cristaux, la croissance de micro-organismes ou encore les migrations d'eau.

## ◆ Le produit semi fini.

A partir des résultats regroupés dans le tableau XIII, concernant le produit semi- fini (avant la pasteurisation), on note l'absence totale de tous les germes recherchés pour les trois productions, indiquant la bonne qualité microbiologique des ingrédients ainsi l'absence de toute contamination



au cours de la préparation. C'est le résultat de bonnes conditions hygiéniques appliquées par l'entreprise.

Lorsque l'entreprise ne respect pas les conditions d'hygiène, des germes les plus souvent les levures et les moisissures peuvent se multiplier alors :

La contamination du jus d'orange par les levures est le plus souvent attribuée au genre *Saccharomyces* ; il provoque une fermentation alcoolique du jus. Cette fermentation alcoolique peut s'accompagner d'une production importante d'acide volatils, de la formation de troubles ou de dépôts ainsi que l'apparition d'odeur et de goûts alcoolisé anormaux et surtout par intense dégagement gazeux qui rend le jus pétillante et peut faire gonfler et l'éclatement de l'emballage.

La présence de moisissures dans le jus d'orange donne des troubles, des flocons, et provoque aussi le brunissement de jus.

Donc après chaque manipulation, il faut bien nettoyer le matériel afin d'éviter le risque d'une contamination par les levures et moisissures et par les autres micro-organismes.

◆ Le produit fini :

D'après le tableau précédent, on note l'absence totale de tous les germes recherchés pour toutes les productions. Ces résultats confirment l'efficacité du traitement thermique pratiqué sur le jus de fruits étudié.

Des risques de contaminations microbiologiques peuvent être provoqués après la pasteurisation tel que la chute de température des pasteurisateurs ou la mauvaise fermeture des capsules, mais des dispositifs techniques sont installés afin d'éviter ces incidents comme : les détecteurs de vide pour la fermeture des capsules et un détecteur de la température qui stabilise la pasteurisation à  $90 \pm 1 \text{C}^\circ$ .

Dans le cas où le jus d'orange est mal ou pas pasteurisé ; il provoque des maladies gastro-intestinales. Le plus souvent, ces maladies sont dues aux bactéries *Escherichia coli*. Les symptômes observés regroupent les crampes d'estomac, les vomissements, la fièvre et une diarrhée sanglante. Chez un petit pourcentage de personnes, l'infection peut entraîner de graves problèmes rénaux et même la mort dans certains cas. Les enfants, les personnes âgées et les sujets immunodéprimés sont les plus vulnérables. Ils ne devraient consommer que des produits pasteurisés.

### III-2- Discussion :

Notre étude effectuée sur un jus d'orange fabriqué à partir de l'eau, du concentré d'orange, de la pulpe et du sucre. Il faut rappeler que les fruits ont un rôle important dans l'alimentation humaine à cause de leur apport important en vitamines, en sucre, et en sels minéraux et (Espiard, 2002).

Les industries dite alimentaire fabriquent des produits plus élaborés, tel que les boissons gazeuse, les jus de fruits ainsi que les produits spécifique tel que les crèmes de fruits, compotes, vinaigres et celle de la valorisation des sous produits tel que la peau, les huiles essentielles, les pépins et les autres (Espiard, 2002).

Selon la réglementation française une boisson à base de fruit est celle contenant un mélange de jus, pulpe et d'eau. Donc elle peut contenir 20à60% de jus et de pulpe selon le type fruit (25% pour le cas d'orange) (Espiard, 2002).

L'eau est souvent le principal souci des industriels, elle est en effet nécessaire pour le transport hydraulique et le lavage, pour la fabrication des sirops, la production de vapeur, la pasteurisation aseptique et le refroidissement des produits conditionnés (Espiard, 2002).

L'eau utilisée pour la préparation des sirops, les sirops de fruit, et les boissons fruitées doit être toujours potable (Espiard, 2002).

La quantité d'eau nécessaire doit être calculée selon la formule du produit à fabriquer (Espiard, 2002).

D'après Espiard (2002), le concentré d'orange ne sont que très rarement destinés à la consommation direct, Plus généralement, ils sont destinés aux transformations industriels et sont donc conditionnés dans des fûts de 200-250kg soit en aseptique soit en congelé. Alors Une pulpe de fruit est le produit fermentescible mais non fermenté obtenu par tamisage de la partie comestible des fruits entiers ou épluchés sans élimination de jus (Espiard, 2002).

Les paramètres physicochimiques étudiés pour l'eau, le concentré, la pulpe et le sucre sont variables mais globalement restent toujours conformes aux normes.

Selon Lavoisier (2006) le pH d'une eau destinée à la fabrication d'une boisson doit être compris entre 6,5-09.

La teneur élevée en calcium et en magnésium dans l'eau à une répercutions sur la qualité organoleptique du jus, il rend le jus de fruit faiblement amère, et dégrade sa couleur, sans oublier l'effet sur la santé humaine en cas de consommation régulière (vilagines, 2002).

Le degré de brix est un indice de qualité, il représente la matière sèche soluble du jus, il est proportionnel à sa richesse en sucre et en sels divers (Meste et al, 2001).

Les boissons riches en sucre acquièrent au moment du chauffage une couleur sombre et un goût amer, c'est le résultat des modifications internes des sucres (Benamara et Agougou, 2003).

Les proportions de sucre et l'acidité déterminent au finale les normes de qualité des jus, ainsi que le goût et la couleur (Benamara et Agougou, 2003).

Les analyses microbiologiques mises en évidence dans cette présente étude ont révélé une absence totale de tous les germes dans l'eau, dans la matière première, dans le produit semi fini et dans le produit fini, donc la présence d'une bonne qualité microbiologique du jus. Benamara et Agougou (2003) ont montré que dans une boisson les sources principale de la microflore sont la matière première, eau, les équipements, l'emballage, l'air et le personnel.

Il faut rappeler que les analyses microbiologiques des eaux permettent d'apprécier le risque du aux microorganismes pathogènes susceptibles d'être trouvés dans les eaux utilisées par l'homme et de ce fait, de provoquer des maladies (Rodier *et al.* 2005). Il est impossible de contrôler dans l'eau de boisson tous les microorganismes pathogènes susceptibles d'engendrer des infections d'origine hydrique (Potelon et Zysman, 1998).

L'eau destinée à la consommation humaine ne doit pas contenir des microorganismes pathogènes (Rodier *et al.* 2005).

D'après Potelon et Zysman (2001) les bactéries qui se développent dans l'eau ont été éliminé par désinfection au chlore.

Tous les microorganismes ne réagissent pas de la même façon à l'élévation de température : certains sont thermosensibles et leur destruction commence dès 40°C, d'autres thermorésistant est supportent pendant un certain temps des températures supérieure à 80°C, les facteurs

environnementaux influencent la sensibilité des microorganismes à la chaleur, ils sont plus résistants aux pH élevés, en présence de trouble ou lorsque la teneur en sucre est plus élevée

(Albagnac et *al*, 2002).

Les coliformes et les bactéries sulfite réductrices y compris les spores qui sont considérées comme des indicateurs de qualité, témoins du bon fonctionnement des installations, ils font l'objet d'une référence de qualité du produit. Pour les eaux, la recherche des coliformes fécaux associée à celle des streptocoques fécaux constitue un bon test de contamination par les matières fécales (Potelon et Zysman, 1998).

Les salmonelles sont responsables d'une multitude de syndromes (fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, salmonelloses...) fréquemment responsables d'intoxications alimentaires, elles sont aussi présentes dans les eaux (Potelon et Zysman, 1998).

Selon Guiraud (1998) la présence des levures et des moisissures dans les jus de fruit et les autres boissons non alcoolisées proviennent en grande partie des sucres et des sirops sucrés.

Les moisissures sont en majorité des organismes aérobies, ces contaminants apparaissent lorsque la boisson a perdu ses propriétés sélectives, en particulier en cas de fuite d'emballage. Dans ce cas, des moisissures qui sont généralement inhibées par l'anaérobiose pourront se développer également (*aspergillus*, *pénicillium*...) (Bourgeois et Leveau, 1991).

En fin, il est recommandé que le jus de fruits et de légumes doivent être exempt de microorganismes capables de se développer dans des conditions normales l'entreposage ; ils ne doivent contenir aucune substance provenant des microorganismes, en quantité pouvant présenter un risque pour la santé (anonyme 1992).

# *Conclusion*

## Conclusion :

Le contrôle microbiologique et physico-chimique des produits alimentaires est très important, il permet d'éviter les risques d'altérations du produit et garantir sa qualité sanitaire et nutritionnelle, et par conséquent une meilleure valeur commerciale.

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau utilisée pour la fabrication du jus ont révélé la présence d'une population conforme aux normes des germes aérobies mésophiles totaux; l'absence des coliformes fécaux et totaux; les streptocoques fécaux, et les germes aérobies sulfite-réducteurs; L'eau ainsi présente une qualité microbiologique satisfaisante. En parallèle, l'analyse microbiologique de l'autre matière première telle que le sucre, le concentré et la pulpe d'orange n'a révélé aucune flore microbienne indésirable; cette matière première est dépourvue de toute flore fongique et de tous les germes aérobies sulfite-réducteurs capable d'endommager le produit fini.

Concernant les résultats des analyses physico-chimiques on peut noter que l'eau de process présente un pH entre (7.56-8.19), un TH de (5,6F°-3F°- 11F°) respectivement pour les trois échantillons, et une concentration en chlorures située entre (40mg et 50mg), par ailleurs les valeurs de l'acidité et du degré Brix du concentré et de pulpe d'orange sont dans les normes; ces valeurs sont respectivement pour le concentré et la pulpe d'orange [acidité entre(64.4g/kg et 65.5g/kg),degré Brix (65)], [acidité entre (11.2g/kg et 11.3g/kg),degré Brix (12.3)].

En fin Les valeurs obtenues pour le pH, le degré Brix, acidité et la densité du produit fini sont relativement stable [pH (3,26-3,28), degré Brix (11,5-11,7), acidité (3,92g/kg-4,06g/kg) et densité (1,045g/cm<sup>3</sup>)]. D'autre part, les résultats des analyses microbiologiques du produit fini indiquent l'absence des germes aérobies mésophiles totaux, des coliformes totaux et fécaux, des staphylocoques, des aérobies sulfite-réducteur et même les levures et les moisissures; cela s'explique par la bonne pratique d'hygiène et par l'effet de la pasteurisation

Pour conclure, on peut dire que le produit analysé est de bonne qualité microbiologique et physico-chimique, il est conseillé de s'équiper en moyen de transport adéquat pour préserver le consommateur.

En perspective, il est intéressant d'effectuer plusieurs prélèvements du jus pendant une longue durée et à partir aussi de l'équipement, les manipulateurs et l'environnement; cela pour le but d'étudier la stabilité du jus d'une part et d'autre part avoir une idée sur l'état d'hygiène dans l'unité vit jus.

*Références*  
*bibliographiques*

## Références bibliographiques

- **Albagnac G ; Varoquaux P ; Montigand J.C. ; 2002** : technologies de transformation des fruits. Edition tec et doc Lavoisier Paris PP 288-360.
- **Anonyme ; 2007** : les agrumes au Maroc, institut de la recherche agronomique. Rabat.
- **Anonyme ; 2005** : Secrétariat de la CNUCED d'après les données statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **Anonyme ; 2003** : documentation de l'unité Vitajus, mode opératoire et mode de fabrication.
- **Anonyme ; 1992** :.....
- **Anonyme ; 1999** : www.FAO.org.
- **Bailey M.E; 1983**: the maillard reaction and meat flavor, in " the maillard reaction in food and nutrition". Edition GR Walar and MS Feather, Accsymp. Series215, Am. Chem. Soc. Washington. PP153-154.
- **BENAICHE. JP, 2001** : Jus d'orange concentré, extraction et conservation (société CULIITA .SA)
- **BENAMARA S. et AGOUGOU A.; 2003**: Production des jus alimentaires. Edition: Office des Publication Universitaires.
- **BETON J.C, BROCHARD G ; 1993** : l'aventure de l'orange. Paris PP 19-45.
- **BOILEAU C.H, GIORDAN L ; 1980** : la culture des agrumes. Rd tecussel Marseille.
- **BOURGEOIS CM et LEVEAU JM, 1991**: "Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires, le contrôle microbiologique". Ed : Technique et documentation Lavoisier, 2eme édition, tome 3, page: 338 et 448.
- **BOURGEOIS C.M., MESCLE J. F et ZUCCA J.; 1996** : Microbiologie alimentaire Tome I. Aspect réglementaire de la sécurité et de la qualité des aliments. Paris. PP39-672.
- **CHEFTEL H. et CIEFTEL J.C.; 1976**: Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Vol. 1. Edition technique et documentation, LAVOISIER. P12.
- **CHEFTEL J.C., CIEFTEL N., BESNCON P.; 1977**: Introduction à la biochimie et à la chronologie des aliments.Vol 2. Edition technique et documentation. Lavoisier. P : 4.
- **COLLIERSANT et SINGLETON; 1989** : Cité par Saoudit. Yattou. .M. INA ELHarrach (1994). P: 95



- **ESPIARD E.; 2002:** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Edition tac et doc Lavoisier, Paris PP1-267.
- **FAO/OMS, 1992 :** codex alimentarius. Vol 6. Jus de fruits et produits dérivés. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Organisation mondiale de la santé. Codex Stan. 45-1981, P 3-6.
- **GUIRAUD (J.P); 1998:** "Microbiologie alimentaires" Paris Dunod, 1998 PP 419-652
- **GUIRAUD J.P; 2003:** Microbiologie Alimentaire. Nouvelle édition DUNOD-Ria, Paris. PP 419-652.
- **HARRIS S. R. et KARMAS E.; 1975:** Nutritional evaluation of food processing. AVL publishing company INC.
- **HENDRIX C.M. et REDD J.B. (1995):** Chemistry and Technology of Citrus Juices and By-Products. In: Ashurst, P.R. (Ed.) 1995. Production and Packaging of Non-Carbonated Juices and Fruit Beverages. Blackie Academic & Professional, PP 53-87.
- **JEANTET R; GROGUENNEC T ; SCHUCK P ; BRULE G. ; 2007:** science des aliments. Edition tec et doc Lavoisier Paris P413
- **JOHNSON T.M. ; 2001:** la production de jus d'agrumes et l'application des technologies au marché des agrumes frais. Direction régionale Asie-Pacifique FMC food tech. Citrus système lakeland, Floride Etats unis PP 83-90.
- **JOFFIN C et JOFFIN J.N; 2000 :** Microbiologie Alimentaire. Cinquième édition, collection biologie technique. C.R.D.P. d'Aquitaine. PP33-324.
- **JOHNSON R.L. et TOLEDO R.T.; 1975:** Juice concentrate aseptically packaged in plastic and glass containers. J. Food Sci. Vol. 40. Cité par ROBERTSON et SAMANIEGO (1986).
- **Journal officiel de la république algérienne (1998) :** N°35/27 Mai 1998
- **KACEM B., CORNELL J.A et MATTHEWS R.F.; 1987:** Non enzymatic brewing in aseptically packaged orange drinks. Effects of ascorbic acid, amino acid and J. Food Sci, Vol.25, n°06 P 1289.
- **LARPENT S, GOURGARD P; 1985:** élément de microbiologie, collection enseignement des sciences. Edition Harmann PP 78-80.
- **LAVOISIER; 2006:** Connaissance des aliments. Base alimentaires et nutritionnelles de la diététique-7508 Paris.

- **LEROUX H., BRILOUEZ H et RAGOU I.; 1999** : Etude de la teneur en vitamine C des jus d'orange en fonction du procédé de fabrication, de la durée de conservation et de l'emballage. Institut national agronomique. Paris Grignon, nov. 1999
- **LOUSSERT R, 1987** : Les agrumes; Arboriculture; édition scientifique universitaire; Lavoisier ; Paris. PP 189-205.
- **LOUSSERT, 1989** : Les agrumes Vol 1 et 2 (Arboriculture et production). PP 25-59.
- **MC FARLIN G.P; 1997: Storage and Shipment of NFC-juice in Aseptic Bag-in Bin Containers.** Fruit processing 7.PP 225-235.
- **MESTE M, COLAS B; 1990:** L'eau dans les procédés de transformation et de conservation des aliments.les cahiers de l'ENS BANA n°7. Edition tec et doc P 270.
- **MULTON J.L.; 1994** : La qualité des produits alimentaires : politiques, incitations, gestion et Contrôle: 2eme édition, Paris PP 92-144.
- **NAGY L.; 1980:** Vitamin C, content of citrus fruit and their products. Vol. 28n°1 P 203.
- **NORMAN SI.; 1990:** Juice enhancement by exchange and absorbent technology. In: production and packaging of non-carbonated fruit juice and fruit beverages. Edition DHICKS New York.
- **PARALORAN.; 1971:** les agrumes. Edition maison neuve et la rose Paris PP 148-150.
- **PETIT L.; 1984:** La réaction de Maillard dans les industries de l'alimentation. Revue des industries alimentaires et agricoles.
- **POTELON J.L. et ZYSMEN K., 1998** : Guide d'analyse des eaux potables. Édition de la lettre du cadre territorial PP 3 – 215.
- **RANGANA S., GOVINDARAJAN V.J et RAMANA K.V.R; 1984:** Citrus Fruits-Varieties. Chemistry, Technology, and Quality Evaluation, Part II: Chemistry, Technology and Quality Evaluation. A: Chemistry. Critical Reviews in Food Science and Nutrition PP 313-386.
- **ROBERT J, BRADDOK A; 1999:** Handbook of citrus by products and processing technology PP 103-105.
- **ROBERTSON G.L., SAMANIEGO M.L.; 1986:** Effect of initial dissolved oxygen levels on the degradation of ascorbic acid and the brewing of lemon juice during storage. J.O. science.
- **RODIER J; 1996** : "L'analyse de l'eau" 8eme édition ; Dunod, Paris P 668.
- **RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J.P., CHAMBON P., CHAOPSAURH. et RODI L., 2005-** L'analyse de l'eau ; eaux naturelles, résiduares, eau de mer. Ed. Dunod, Paris, 800 p.
- **SIMON D ; 1980** : boisson et nutrition. Revue" bois" Vol 11n°10 PP 40-44.

- **SUSCHET M, ASTORG P ; 1996 :** vitamine A, caroténoïdes et cancer. In : Riboli E et *al* ; alimentation et cancer. Edition tec et doc Lavoisier PP 315-330.
- **VERETC.;2000:** Réfractométrie et interférométrie en analyses chimiques Traité analyse et caractérisation. Vol 1; 200. p: 500.
- **VIERLING E.; 1998:** “Aliment et boisson, filières et produit” Science des aliments. Edition Doin, 1998 : PP 11- 33.

# *Annexes*

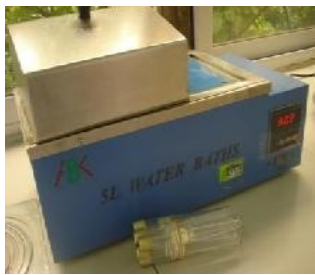
✚ Matériels de laboratoire utilisés lors de notre étude :



**Balance(SARTORIUS Basic)**



**Agitateur(VELP Scientifica)**



**Bain Marie (5L Wat)**



**Eprouvette graduée**



**pH mètre (HANNA HI 8424)**



**Bec bunsen**



**Erlenmeyers**



**burette**



**Réfractomètre visuel**



**Réfractomètre Digital (OPTECH, OPTICALE)**



Etuve(memmert)



Réfrigérateur(Condor)



Dissicateur (Dry,SEAL)



Etuve de séchage(memmert T430(30C°-250C°))



Autoclave (PRINCETON INSTRUMENS)



acidimètre



Densimètre



thermomètre



**Boites de pétri**



**pipetes pasteur**



**portoir**



**Pince**



**Spatule**



**Capsule en matériau inaltérable**



**Pissette**



**Bécher (100ml ,200ml ,500ml)**



**Flacon stérile, tubes à essais**

**Pipette graduée**



**La recherche des coliformes et streptoques dans l'eau**



**Le résultat de la recherche d'anaérobis sulfito- Réducteurs**



**Le concentré d'orange**



**La pulpe d'orange**



**Les réactifs et les milieux de culture utilisés au cours de notre étude :**

**Analyses physicochimiques :**

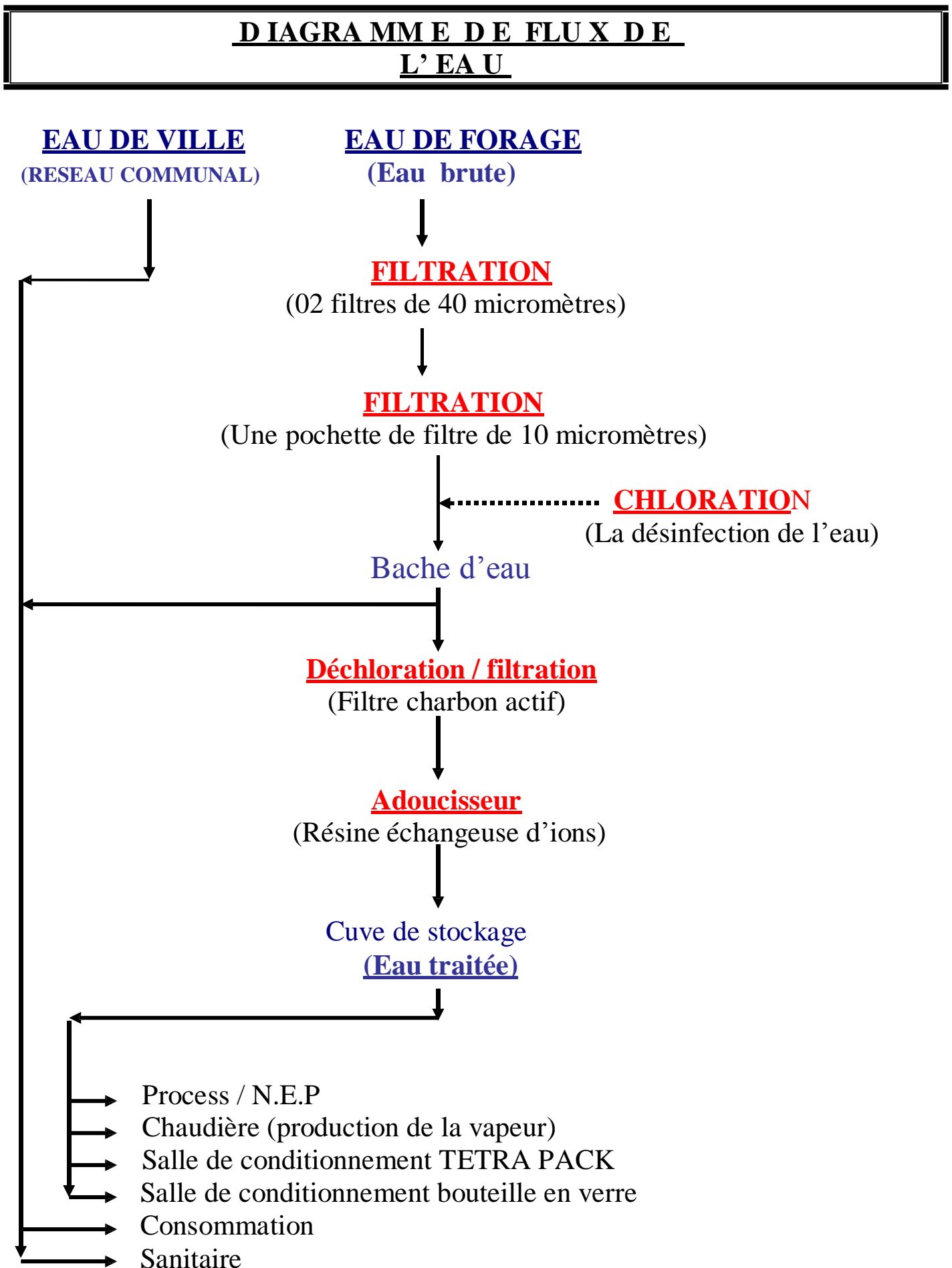
- Noir d'ériochrome (indicateur coloré).
- Phénol phtaléine (indicateur coloré).
- Méthylorange (indicateur coloré).
- Solution de tampon pH=10 (ammoniacale).
- La soude(NAOH).
- E.D.T.A : éthylène diamino tétra acétique
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : acide sulfurique
- Ag Cl : nitrate d'argent

**Analyses microbiologiques :**

- Gélose OGA :
- Gélose TGEA : Tryptone Glucose à Extrait de levure Agar
- Milieu BCPL : bouillon lactosé au bromocrésol pourpre
- Réactif de Kovacs
- Milieu de culture Rothe
- Milieu de culture Eva Litsky
- VF : gélose viande foie + additif (Alun de fer, sulfate de sodium)
- Gélose PCA/ TDYM :
- Milieu VBL
- Milieu de culture GIOLLITI CANTONII :
- Additif Téliurite de potassium
- Gélose CHAPMAN



Figure 6 :



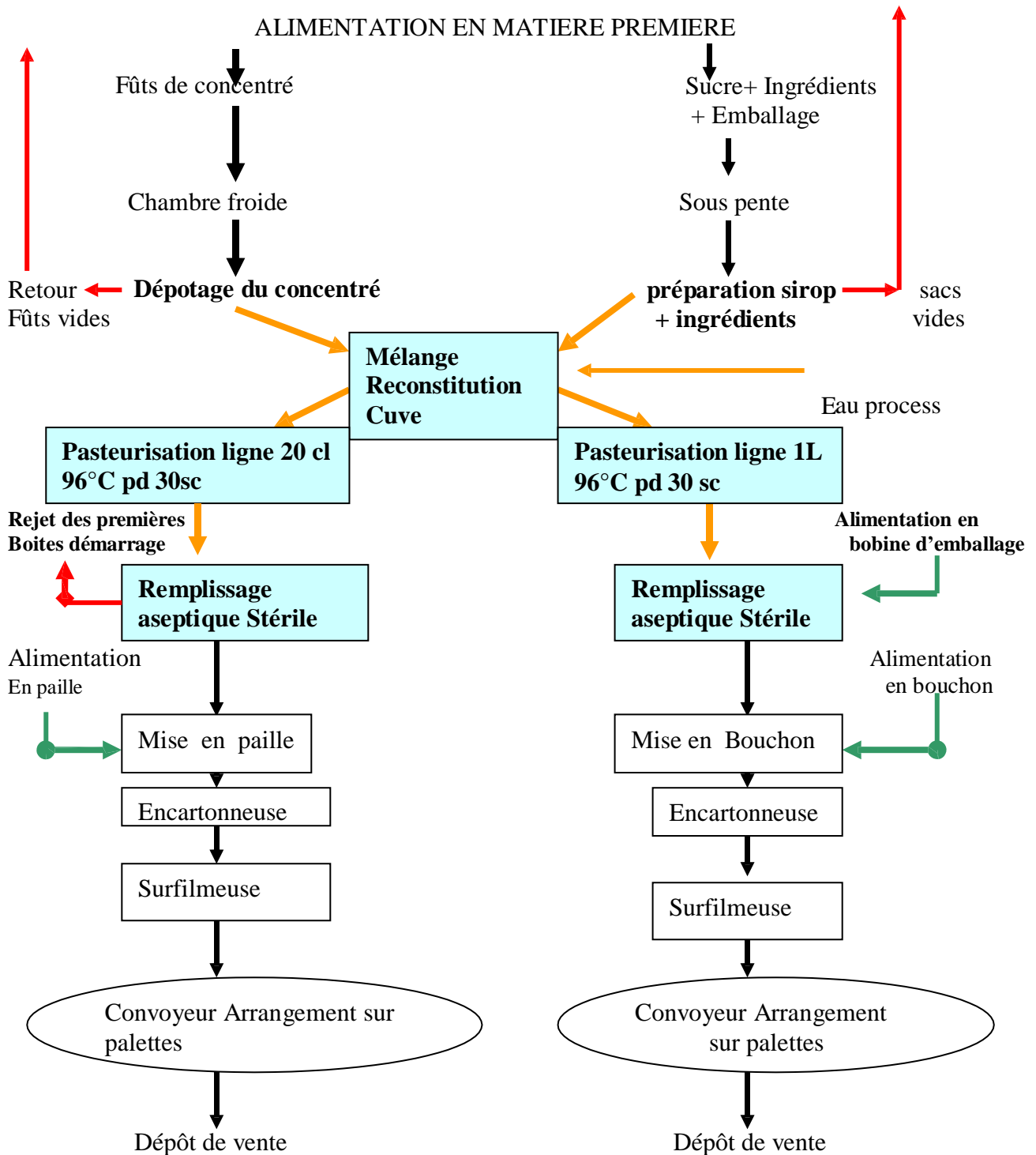


Diagramme de flux Process Ligne TETRA PACK

\*/emballage

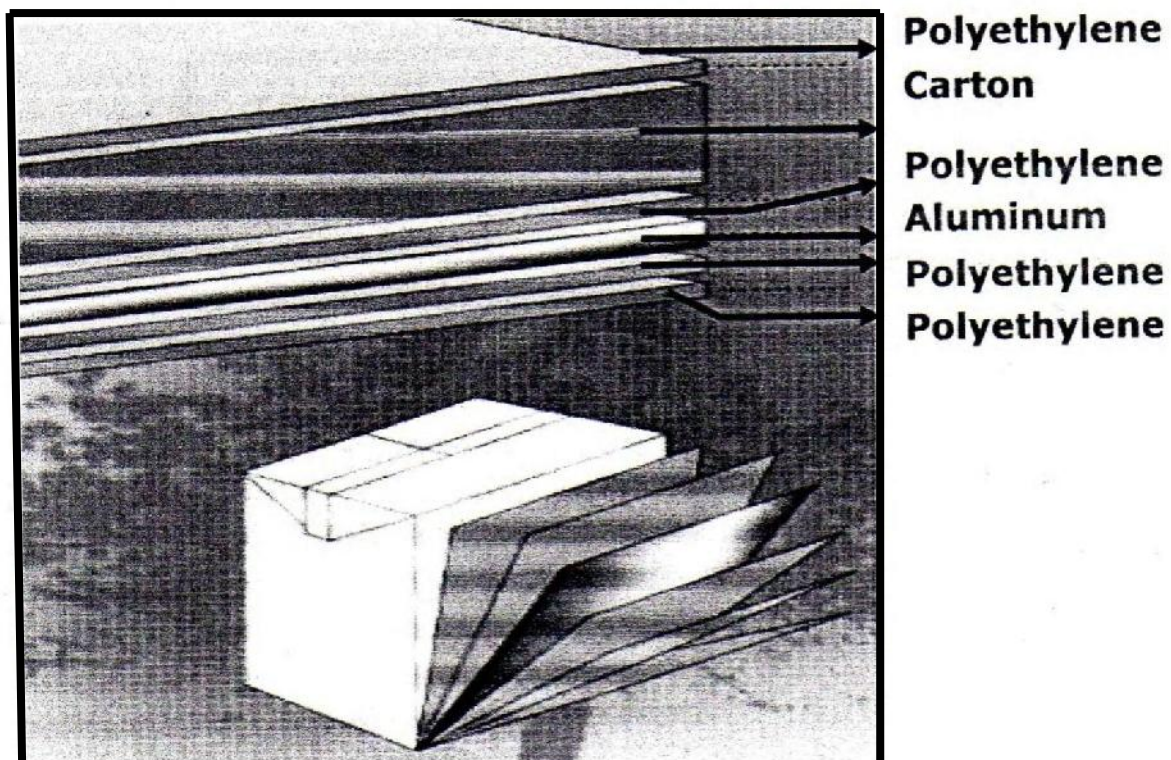


Figure 8 : différentes couches de l'emballage Tétra Brik aseptique.

**\*Boisson à l'Orange** - 20% jus de fruits

**INGREDIENTS :**

Eau, Sucre, Concentré de jus d'orange, Pulpe d'orange, Vitamine C, E330, E412.

**CONDITIONNEMENT :**

Stérile, pack Tetra Pak de 1L.

**ÉTIQUETAGE :**

Composition, date de fabrication et date limite de consommation.

**INSTRUCTION D'UTILISATION :**

A consommé frais de préférence.

**INFORMATIONS NUTRITIONNELLES :**

Valeur moyenne pour 100 ml de produit fini

Valeur énergétique	195 Kj (46 Kcal)
Protéines	< 0.1 gr
Glucides	11.1 gr
Lipides	< 0.1 gr

**CARACTÉRISTIQUES DU PRODUIT :**

**1) Organoleptique.**

Aspect : liquide, couleur jaune.

**Physico-chimiques**

Acidité	4,08 g/l	± 5 %	ACM
Degré Brix	12,00	±	3 %
Densité d 20/20	1,044	±	0,003

**Micro-Biologies**

Germes Aérobie Mésophile totaux	Absence dans 1 ml
Anaérobies Sulfito-Reducteur	Absence dans 10 ml
Test de stabilité	Négatif

**Tableau I : Calendrier de production des principales variétés d'orange**

Variétés	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui
Thomson		+	+	+	+	+				
Navelina			+	+	+	+	+			
Washington			+	+	+	+	+			
Navel late			+	+	+	+	+			
Saltiana			+	+	+	+	+	+		
Hamelin				+	+					
Cadénéra				+	+	+				
Double fine					+	+				
Maltaise					+	+	+			
Valencia late							+	+		
Vernia						+	+	+		

(Anonyme, 2001)

a/Eau

**Table NPP**

1 X 50 ml	5 X 10 ml	5 X 1 ml	Nombre caractéristique	Limites de confiance	
				Inférieure	Supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0,5	4
0	0	2	2	<0,5	6
0	1	0	1	<0,5	4
0	1	1	2	<0,5	6
0	1	2	3	<0,5	8
0	2	0	2	<0,5	6
0	2	1	3	<0,5	8
0	2	2	4	<0,5	11
0	3	0	3	<0,5	8
0	3	1	5	<0,5	13
0	4	0	5	<0,5	13
1	0	0	1	<0,5	4
1	0	1	3	<0,5	8
1	0	2	4	<0,5	11
1	0	3	6	<0,5	15
1	1	0	3	<0,5	8
1	1	1	5	<0,5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0,5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	100
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	100
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	>240		



b/Les aliments

**TABLE DE MAC - GRADY**

Nombre Caractéristique	Nombre de Micro-organismes
000	0,0
001	0,3
010	0,3
011	0,6
020	0,6
100	0,4
101	0,7
102	1,1
110	0,7
111	1,1
120	1,1
121	1,5
130	1,6
200	0,9
201	1,4
202	2,0
210	1,5
211	2,0
212	3,0
220	2,0
221	3,0
222	3,5
223	4,0
230	3,0
231	3,5
232	4,0
300	2,5
301	4,0
302	6,5
310	4,5
311	7,5
312	11,5
313	16,0
320	9,5
321	15,0
322	20,0
323	30,0
330	25,0
331	45,0
332	110,0
333	140,0