

M. GC. 11111



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MARBAH OUARGLA

Faculté des Sciences et de la Technologie et Science de la matière  
Département d'Hydraulique et de Génie Civil

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Hydraulique  
Option : Hydraulique urbaine

*Présenté par :*

**BENAROUS Aïda**  
**SAYEH kheira**

*THEME*

**Impact de l'utilisation de l'huile de cade sur la qualité  
des eaux destinées à la consommation humaine**

Devant le jury:

|                                    |     |             |             |
|------------------------------------|-----|-------------|-------------|
| M <sup>lle</sup> .OUANOUGHY Samira | MAB | UKM Ouargla | Président   |
| Mr. BAOUIA Kais                    | MA  | UKM Ouargla | Examinateur |
| M <sup>lle</sup> Khadra MOKADEM    | MAB | UKM Ouargla | Examinateur |
| M r .BEBBA Ahmed Abdelhafid        | MCA | UKM Ouargla | Promoteur   |

**Année Universitaire 2010/2011**



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MARBAH OUARGLA

Faculté des Sciences et de la Technologie et Science de la matière

Département d'Hydraulique et de Génie Civil

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Hydraulique

Option : Hydraulique urbaine

*Présenté par :*

**BENAROUS Aïda**

**SAYEH kheira**

*THEME*

**Impact de l'utilisation de l'huile de cade sur la qualité  
des eaux destinées à la consommation humaine**

Devant le jury:

|                                    |     |             |           |
|------------------------------------|-----|-------------|-----------|
| M <sup>lle</sup> .OUANOUGHY Samira | MAB | UKM Ouargla | Président |
| Mr. BAOUIA Kais                    | MA  | UKM Ouargla | Examineur |
| M <sup>lle</sup> Khadra MOKADEM    | MAB | UKM Ouargla | Examineur |
| M r .BEBBA Ahmed Abdelhafid        | MCA | UKM Ouargla | Promoteur |

**Année Universitaire 2010/2011**

# *Remerciements*

*Au premier temps, nous tenons à remercier le bon Dieu, qui nous a donné la force et le courage pour effectuer ce mémoire de fin d'études.*

*Nous tenons à remercier profondément mon promoteur Mr. BEBBA Ahmed Abdelhafid, Maître de conférences à l'université de KASDI MERBAH Ouargla, qui nous a orienté et aidé, pour réaliser ce travail.*

*Nous adressons nos remerciements à :*

*Tous nos enseignants du Département d'Hydraulique et Génie civil ;*

*Mr. TABCHOUCH Ahmed, Chef de Département de Génie de Procède ;*

*M<sup>ll</sup> .MOKADEM Khadra, Maître assistante à l'université de KASDI MERBAH Ouargla ;*

*Tout les personnels de laboratoire de Chimie Générale et de Valorisation et promotion des Ressources Sahariennes ;*

*Et sans oublier :*

*Mr . SASSI Ali, Responsable de laboratoire de prévention de Gurarra;*

*Mr. BENHNIA Abdel Madjid , Directeur de la station d'épuration de Touggourt;*

*M<sup>ll</sup> . BELHOCINE Warda, Chimiste de la station d'épuration de Touggourt;*

*Et tous les personnels de l'ADE de Ouargla.*

*Tous ceux qui ma aidés de prés ou de loin dans l'élaboration de ce travail.*

*Nous tenons enfin à remercier le président et les honorables membres de jury d'avoir accepter de juger ce travail.*

***Aïda et Kheira.***

# SOMMAIRE

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Introduction générale..... | 1 |
|----------------------------|---|

## CHAPITRE I:

### GENERALITES SUR LES EAUX DESTINES A LA CONSOMMATION HUMMAINR

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....                                       | 2  |
| I.1- Définition d'une eau potable.....                  | 2  |
| I.2- Notion des normes de potabilité.....               | 3  |
| I.3- La qualité de l'eau potable.....                   | 3  |
| I.3.1- Les paramètres organoleptique.....               | 4  |
| I.3.2- Les paramètres physico-chimiques.....            | 6  |
| I.3.2.1- Les paramètres physico-chimiques généraux..... | 6  |
| I.3.2.2- Les ions majeurs.....                          | 8  |
| I.3.3- Les paramètres ..microbiologiques.....           | 13 |
| I.3.4- Les paramètres chimiques.....                    | 14 |
| I.3.5- Les paramètres de pollution.....                 | 15 |

## CHAPITRE II:

### GENERALITES SUR L'HUILE DE CADE

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....   | 16 |
| II.1- Identification de l'huile de cade.....              | 16 |
| II.1.1- Définition.....                                   | 17 |
| II.1.2- Les principaux composants de l'huile de cade..... | 19 |
| II.1.3- Généralité sur la plante cade.....                | 20 |
| - Caractéristique de la plante.....                       | 21 |
| II.2- Les modes d'extraction de l'huile de cade.....      | 21 |
| II.2.1- La méthode par combustion.....                    | 23 |
| II.2.2- La méthode par distillation.....                  | 23 |
| - Méthode utilisés par les tribus Auréssinnes.....        | 24 |
| - Méthode utilisés dans la distillerie des Cévennes.....  | 26 |
| II.3- Principales utilisation de l'huile de cade.....     | 26 |
| II.3.1- Dans le domaine médicale.....                     | 27 |

|   |    |
|---|----|
| II.3.2- Dans le domaine pharmaceutique.....                           | 27 |
| II.3.3- Dans le domaine médecine vétérinaire.....                     | 27 |
| II.3.4- Dans le domaine phytosanitaire.....                           | 27 |
| II.4- Autres utilisation.....   | 27 |
| II.5- L'utilisation de l'huile de cade de le traitement des eaux..... | 28 |

### **CHAPITRE III: MTRRIELS ET METHODEES**

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 29 |
| III.1- Présentation de la zone d'étude.....                    | 29 |
| III.1.1- Situation géographique.....                           | 29 |
| III.1.2- Données climatique.....                               | 29 |
| III.1.3- Données hydrogéologies.....                           | 30 |
| III.2- Echantillonnage et prélèvement.....                     | 31 |
| III.3- Etude expérimentale au traitement des échantillons..... | 32 |
| III.3.1- Méthodes d'analyse.....                               | 33 |
| III.3.1.1- Les paramètres organoleptique.....                  | 33 |
| III.3.1.2- Les paramètres physico-chimique.....                | 35 |
| III.3.1.3-Analyse microbiologique.....                         | 46 |
| III.3.1.4-Les paramètres de pollution.....                     | 49 |

### **CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSIONS**

|   |           |
|---|-----------|
| Introduction.....                                   | 51        |
| IV.1- Résultats d'enquête.....                      | 51        |
| IV.2- Résultats d'analyse et de traitement.....     | 53        |
| IV.2.1- Paramètres organoleptique.....              | 53        |
| IV.2.2- Paramètres physico-chimique.....            | 57        |
| IV.2.3- Les paramètres microbiologique.....         | 70        |
| IV.2.4- Les paramètres indicateur de pollution..... | 72        |
| <b>Conclusion.....</b>                              | <b>73</b> |

**Bibliographie**

**Annexes**

## Liste de glossaire

**Antiseptique** : Tue les microbes ou empêche leur développement ce qui évite la contagion; aide à désinfecter les plaies et permet de nettoyer certains organes.

**Eczéma** : Affection de la peau évoluant par poussées, chacune commence par l'apparition d'un placard rouge et prurigineux, qui couvre ensuite la vésicule.

**Empyreumatique** : Une odeur analogues à celles que l'on obtient en distillant les matières animales et végétales.

**Gale** : Affection cutanée, très contagieuse et accompagnée d'une vive démangeaison ; elle est due à un parasite de l'ordre des acariens, qui creuse dans la peau ses sillons.

**Hyperkératose** : Nom donné au groupe des dermatoses caractérisées par une hyperplasie de la couche cornée de l'épiderme.

**Parasiticide** : Qui détruit tous les parasites ( insectes, acariens, vers).

**Psoriasis** : Affection cutanée rebelle caractérisé par des taches rouges recouvertes de squames nacrées, siégeant aux coudes et aux genoux.

**Pyrogénéation**: Réaction chimique produite par l'action de la chaleur.

**Résolutif pectoral** : Produit la résolution des engorgements et des inflammations, ce qui fait revenir les tissus de l'appareil respiratoire à leur état normal.

**Vulnéraire**: Contribue à la cicatrisation des plaies et la guérison des contusions.

## Listes des abréviations

**OMS** : Organisation mondiale de la santé.

**CEE** : Communautés Européennes des Eaux.

**DBO<sub>5</sub>** : Demande Biologique en Oxygène.

**DCO** : Demande chimique en oxygène.

**EDTA** : Acide éthylène diamine tétracétique.

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.

**TA** : Titre Alcalimétrique.

**TH** : Titre hydrotimétrique.

**pH** : potentiel d'Hydrogène.

**NTU** : Néphélométrie turbidity unit.

**Ce** : Conductivité électrique.

**μS** : Micro Simens.

**mS** : mili Simens.

**”** : Pouce.

**°F** : Degré français.

## Liste des figures

| Figures N° | Titres   | Pages |
|------------|--|-------|
| 01         | L'Escherichia coli   | 14    |
| 02         | Le Genévrier Oxycédre  | 16    |
| 03         | Structure de la Cadinéne   | 17    |
| 04         | Structure de la Camphéne   | 18    |
| 05         | Structure de la Bornéol  | 18    |
| 06         | Structure de la Terpinéol  | 19    |
| 07         | Les feuilles et les fruits de la plante de cade                  | 21    |
| 08         | L'extraction de l'huile de cade par combustion                   | 22    |
| 09         | L'extraction de l'huile de cade par distillation                 | 25    |
| 10         | Les vases et les bouteilles à l'argile tanin par l'huile de cade | 28    |
| 11         | Les échantillon après l'addition de l'huile de cade              | 33    |
| 12         | Titration par nitrate d'argent                                   | 40    |
| 13         | Titration par acide sulfurique                                   | 44    |
| 14         | Titration par l'EDTA   | 45    |
| 15         | Les tubes dans bobinier à 37 °C                                  | 47    |



## Liste des tableaux

| Tableau N° | Titre   | Pages |
|------------|---|-------|
| 01         | Le titre hydrotimétrique en °F  | 12    |
| 02         | Les caractéristiques du forage d'Ain-ELKHIR   | 32    |
| 03         | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur l'odeur         | 53    |
| 04         | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur la saveur       | 54    |
| 05         | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur la couleur      | 55    |
| 06         | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur la turbidité    | 56    |
| 07         | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur la température  | 57    |
| 08         | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur la conductivité | 58    |
| 09         | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le Ph           | 59    |
| 10         | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le résidu sec   | 60    |
| 11         | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le calcium      | 61    |
| 12         | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le magnésium    | 62    |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 13   | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le sodium                        | 63 |
| 14   | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le potassium                     | 64 |
| 15   | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le Cl <sup>-</sup>               | 65 |
| 16   | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 66 |
| N°17 | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 67 |
| 18   | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le TA –TAC                       | 68 |
| 19   | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le TH                            | 69 |
| 20   | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le coliformes totaux             | 70 |
| 21   | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur l' Escherichia Col               | 71 |
| 22   | L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur l'oxydabilité                    | 72 |

# Introduction générale

## **Introduction générale**

Dans notre région l'huile de cade connu sous le nom de « Katran » est utilisé depuis longtemps dans le soin les infections de la peau, la lutte contre certaines douleurs articulaires, contre les maux de dos et surtout dans le traitement des eaux destinées à la boisson notamment par les bédouins.

Les utilisateurs attribuent son utilisation dans le traitement des eaux destinées à la boisson à beaucoup de vertus dont les principaux sont l'amélioration du goût et la désinfection.

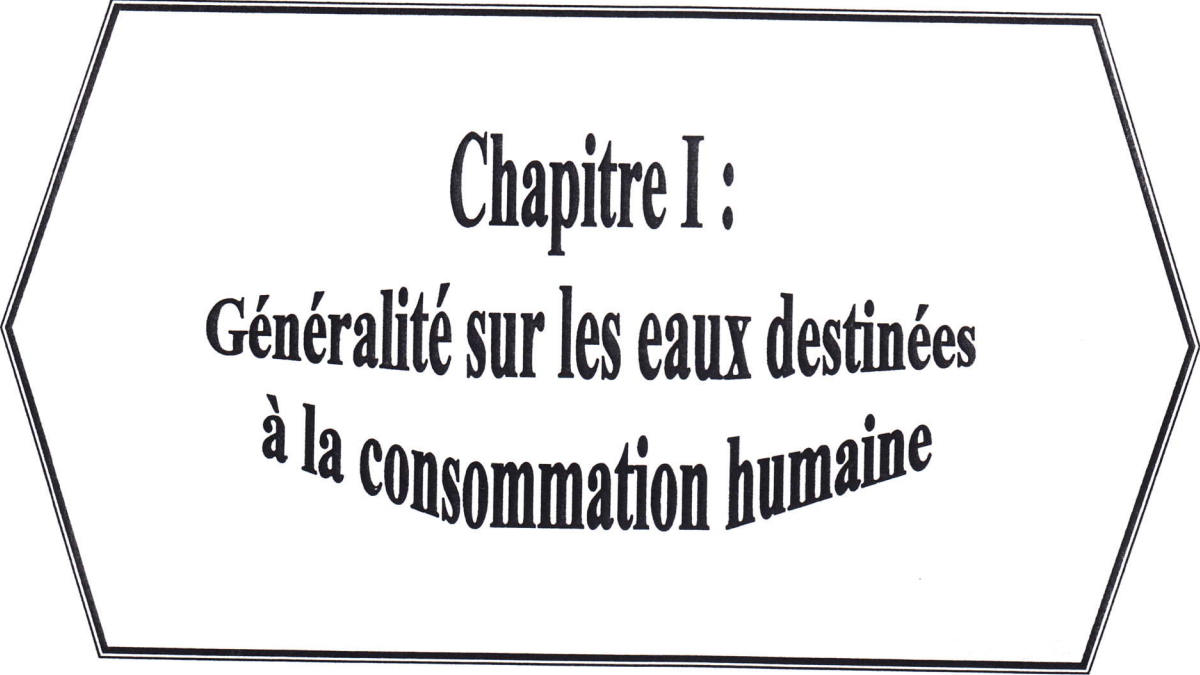
L'objectif de notre travail est de savoir si l'utilisation de l'huile de cade apporte vraiment des améliorations à la qualité de l'eau destinée à la boisson et cette utilisation ne comporte-t-elle pas certains risques.

Notre mémoire est divisé en deux parties, une partie théorique et une partie expérimentale.

Dans la partie théorique nous consacrons le premier chapitre aux qualités requises pour qu'une soit considérée comme potable, dans le second chapitre on s'intéresse aux généralités sur l'huile de cade et de son utilisation dans le traitement des eaux.

La partie pratique comprend deux chapitres : matériels et méthodes pour le premier chapitre et résultats et discussions pour le second chapitre.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.



**Chapitre I :**  
**Généralité sur les eaux destinées**  
**à la consommation humaine**

## Introduction :

Ce chapitre vise essentiellement à définir c'est quoi une eau potable et donner un aperçu sur les normes de potabilités.

### I.1-Définition d'une eau potable [14][23] :

Une eau potable est une eau qui ne présente aucun risque pour la santé, elle est agréable à boire. En plus il serait souhaitable que l'eau ne soit ni dure (incrustante), ni corrosive.

Une eau potable est une eau qui doit satisfaire aux conditions suivantes :

- Etre exempte de germes pathogènes (bactéries, virus) et d'organismes parasites, car les risques sanitaires liés à ces micro-organismes sont grands.
- Ne contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée : il s'agit en particulier de substances qualifiées d'indésirables ou de toxiques, comme les nitrates et les phosphates, les métaux lourds, ou encore les hydrocarbures et les pesticides, pour lesquelles des " concentrations maximales admissibles " ont été définies.
- Qui contient mais sans excès un certain nombre d'éléments minéraux (lesquels sont par ailleurs indispensables à l'organisme) et ce sont d'ailleurs cela qui confèrent à l'eau son goût agréable. Elle doit d'ailleurs être : claire, fraîche et sans odeur.
- Elle ne doit pas être très dure car ceci entraîne une consommation excessive de savon, un entartrage des canalisations et des problèmes de cuisson d'aliments.
- Elle ne doit pas attaquer les matériaux constituant les canalisations, les réservoirs et les appareils de robinetterie ou de fontainerie.

## I.2-Notion de normes de potabilité [14][23] :

Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui :

- Définissent les paramètres à contrôler.

- Les point d'analyse : points de captage, lors de la production, et sur le réseau public de distribution d'eau, mais également aux robinets.

- Fixent Les teneurs limites notamment celles à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau.

- Indiquent parfois même les méthodes d'analyse.

A défaut des normes nationales ou pour d'autres raisons, beaucoup de pays adoptent les recommandations, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Les normes de qualité des eaux destinées à la consommation humaine suivant l'OMS et CEE sont représentées dans l'annexe N° 03.

## I.3-La qualité de l'eau potable :

La qualité de l'eau potable dépend de différents paramètres qui sont regroupés comme suit :

### 1. Les paramètres organoleptiques :

Couleur – odeur – Goût (saveur) et turbidité.

### 2. Les paramètres physico-chimiques : liés à la structure naturelle des eaux.

- Généraux: température – Conductivité – pH et résidu sec.

- Cations : calcium – magnésium – sodium et potassium.

- Anions : chlorures – sulfates – nitrates et hydrogénocarbonates.

### 3. Les paramètres microbiologiques :

Escherichia Coli - coliformes totaux et germes totaux à 22 °C ou à 37 °C.

### 4. Les paramètres chimiques :

Substances indésirables et toxiques.

### 5. Les paramètres de pollution :

DCO (Oxydabilité) et DBO5.

#### 1.3.1-Les paramètres organoleptiques [4 ] [14 ] [23]:

Ces sont les paramètres qui définissent la qualité organoleptique, comme nous l'avons vu l'eau doit être agréable à boire, claire, fraîche et sans odeur. Ces sont les aspects que le consommateur apprécie en premier lieu ; et c'est d'ailleurs pour ces aspects que le consommateur apprécie la qualité d'une eau. Ces sont les paramètres de confort.

#### 1.La couleur :

La coloration est le signe de la présence d'impuretés, généralement La couleur des eaux naturelles est due aux seules substances en solution ou à la présence en excès des matières organiques dissoutes, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde colloïdal, du fer ferreux lié à des complexes organiques ou à divers colloïdes.

L'eau colorée présente des inconvénients : indépendamment des problèmes esthétiques, les substances qui donnent la coloration à l'eau peuvent former des chélates avec des ions métalliques, interférer sur les phénomènes traitement de l'eau.

Une eau présentant une certaine coloration, sans être dangereuse, est peu engageante et sera suspecte au consommateur. Leur élimination par traitement est indispensable par rendre l'eau agréable à boire.

Une eau destinée à la consommation humaine ne doit présenter aucune couleur.



## 2. Odeur et saveur :

Une destinée à l'alimentation doit être inodore et sans goût. En effet ; toute odeur ou goût est un signe de pollution ou de la présence matière organique en décomposition. La solubilité de gaz et sels minéraux ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ) dans l'eau donne du goût.



Une saveur désagréable dans l'eau est généralement conférée par des excès de fer, de manganèse, de chlore actif, de phénol et chlorophénol. Elles se développent de façon plus accrue avec l'augmentation de la température.

Un développement d'odeur dans l'eau de consommation est généralement dû au plancton et aux algues mortes pour les eaux de surface et sulfure d'hydrogène pour les eaux souterraines.

En exploitation, en règle générale, l'apparition d'odeur et de goût sont les plus souvent des signes d'activités bactériennes donc, de pollution. Une eau destinée à la consommation humaine doit être inodore et avoir une saveur faible et agréable. L'OMS recommande que l'eau ne soit pas considérée comme inacceptable par une majorité de consommateurs.

## 3. La turbidité :

La turbidité définit l'opalescence (ni tout à fait opaque, ni tout à fait translucide) d'une eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension et de colloïdes dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques, etc.). L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité.

La turbidité permet de connaître le degré de pollution physique de l'eau à traiter ainsi que la qualité d'une eau livrée à la consommation humaine, des corrélations sont souvent établies entre turbidité et teneur en matière en suspension.

Une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension.

La mesure de la turbidité d'une eau non renseigne sur sa charge en matières en suspension qui sont de l'argile, limons, grains de silices, matière organique...etc. Elle est très utile pour le contrôle d'un traitement, ne donne pas d'indications sur la nature, la concentration, la taille des particules en suspension qui doivent faire l'objet de mesures spécifiques.

Une eau de bonne qualité doit être claire et limpide. L'OMS recommande comme valeur limite 5 unités NTU et précise que dans le cas où l'on pratique la désinfection, il conviendrait que la turbidité soit inférieure à 1 NTU.

### **I.3.2-Les paramètres physico- chimique :**

L'analyse physico-chimique fait connaître les emplois auxquels convient une eau donnée : besoins ménagers (eau de cuisson ou de lavage...), besoins industriels (eau de réfrigération ou de fabrication...); elle décèle les eaux qui risquent d'exercer une action chimique sur les canalisations, elle facilite la mise au point des traitements qui supprimeront les inconvénients révélés. Les plus contrôlés sont ceux liés à la structure naturelle des eaux à savoir [14 ] [23].

On a les paramètres physico-chimiques généraux et les ions majeurs.

#### **I.3.2.1-Paramètres physico-chimiques généraux :**

##### **1.La température [4 ] [14 ] [23] :**

Une eau potable devant être rafraichissante. Pour qu'elle soit désaltérante, sa température doit se situer entre 8 et 15 °C ; entre 20 et 25 °C, est désaltère mal.

L'OMS ne recommande aucune valeur. Les directive des communautés européennes fixent le niveau guide (NG) à 12 °C et à 25 °C la température a ne pas dépasser. Ainsi que La réglementation française retient la valeur de 25 °C. Pratiquement, la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme.

Cependant, une température plus élevée peut être à l'origine de développement de micro-organisme, peut accentuer le goût, la saveur et l'odeur, comme elle est un facteur important dans la corrosion des canalisations.

La température joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz. Elle est mesurée à l'aide de thermomètres précis gradué au 1/10 de degré et étalonné ou à l'aide d'appareils électrométriques. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

## **2. La conductivité [14] [23]:**

La conductivité d'une eau pure exprime la capacité de la conduction de courant électrique de l'eau, elle est fonction de la présence d'ions et augmente avec la température et la concentration en sels dissous. Elle est en relation directe avec la salinité totale de l'eau.

La conductivité est un moyen très simple et rapide pour apprécier la minéralisation globale d'une eau et d'en suivre l'évolution. Plus la conductivité est grande est plus l'eau est minéralisée et la faible conductivité favorise la formation de tartre.

Une eau déminéralisée très pure a une conductivité de l'ordre de  $0.042 \mu\text{S}/\text{cm}$  et celle des eaux saumâtres et de l'eau de mer varient entre  $10.000$  et  $30.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ . L'OMS recommande une valeur de  $2500 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Une conductivité de l'eau supérieure à  $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$  fait considérer une eau comme difficilement utilisable dans les zones irriguées.

Une variation importante de la conductivité indique une variation de la composition pouvant signaler une pollution.

## **3. Le pH [4] [14] [23] :**

Le pH traduit l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu par sa concentration en anhydride carbonique lié à la minéralisation totale. C'est facteur et de l'action de chlore lors de la désinfection.

Le pH est l'un des paramètres parmi les plus importants de la détermination de l'agressivité de l'eau vis-à-vis des canalisations qualité de l'eau. Il intervient avec d'autres paramètres la dureté, (l'anhydride carbonique, l'alcalinité et la température) dans la détermination du caractère agressif ou incrustant d'une eau.

Un pH élevé entraîne des problèmes de goût et la consommation accrue de savon, il peut conduire à des dépôts incrustants. Il doit être étroitement surveillé au cours de toutes opérations de traitement.

Pour les eaux destinées à la consommation humaine l'OMS ne fixe pas de valeur. En pratique des eaux ayant un pH inférieur à 6 ou supérieur à 8 sont rares, il varie habituellement entre 7.2 et 7.6. Les eaux très calcaires ont un pH élevé.

#### **4.Le résidu sec :**

Il exprime la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles. La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles dans l'eau, il permet d'apprécier la minéralisation de l'eau.

Pour les valeurs inférieures à 600 mg/L, l'acceptabilité pour le consommateur est bonne à plus de 1200 mg/L l'eau devient désagréable. L'OMS recommande une valeur limite de 1000 mg/L (180 °C) dans l'eau destinée à la consommation humaine.

Les concentrations en résidus secs sont faibles lorsqu'il s'agit de roches granitiques, de sables siliceux et sont élevés en roches sédimentaires.

#### **I.3.2.2-Les ions majeurs :**

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations : calcium, magnésium, sodium et potassium, et les anions : chlorure, sulfate, nitrate et Hydrogénocarbonates.

### 1. Calcium :

Le calcium est un métal alcalin terreux extrêmement répandu dans la nature sous forme de molécules composées surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorures... etc. Et en particulier dans les roches calcaires, composant majeur de la dureté de l'eau, est généralement l'élément dominant dans les eaux potables.

A des valeurs supérieures à 200 mg/L, il pose des sérieux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières. Les eaux potables de bonne qualité renferment des quantités allant de 100 à 140 mg/L (soit 150 à 200 mg en CaO ou 250 à 350 mg en CaCO<sub>3</sub>). Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés, augmente pour les terrains calcaires et surtout gypseux.

### 2. Magnésium :

Le magnésium est un élément indispensable pour la croissance. Il est un élément les plus répandus dans la nature, il constitue environ 2,1% dans l'écorce terrestre. Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, il est présent sous forme de carbonates et d'hydrogénocarbonates.

A partir d'une concentration de 100 mg/L et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau. S'ils ne provoquent pas de phénomènes toxiques, les sels de magnésium et surtout les sulfates qui ont un effet laxatif à partir de 400 à 500 mg/L ; cette action diminue assez rapidement avec l'accoutumance [14] [23].

### 3. Sodium [4] [14] [23] :

Le sodium est un élément constant dans l'eau, sa présence dans l'eau provient des lessivages de formation géologique contenant de chlore de sodium NaCl, son ingestion en importante quantité entraînant des complications sur des sujets hypertendus.

Le sodium est un élément constant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelque dizaines de 500 mg/L et même au-delà. L'OMS recommande une valeur limite de 200 mg/L, fixée d'après des critères gustatifs.

#### 4. Potassium :

Bien que dans les roches ignées, la teneur en potassium soit près que aussi importante que celle de sodium, sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/L. Le potassium à faibles doses ne présente pas de risque significatif. Par ailleurs, cet élément étant sous le contrôle de l'homéostasie, même des variations importantes de la teneur de l'eau n'auraient que des effets négligeables sur les concentrations de l'organisme.

#### 5. Chlorures :

Le chlorure est un élément de la salinité, il très facilement soluble ne participent pour ainsi dire pas aux processus biologiques. Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Ils sont des indicateurs de pollution durable, car ils ne s'éliminent pas lors des opérations de traitement de l'eau.

Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 mg/L. Ces teneurs peuvent être assez largement dépassées et atteindre 900 mg/L, en particulier dans les zones arides, sans autres inconvénients qu'un goût désagréable, sauf pour certains malades.

L'OMS recommande pour la teneur en chlorures dans l'eau destinée à la consommation humaine une valeur guide de 250 mg/L pour des considérations gustatives et des risques de corrosion [14] [23].

#### 6. Sulfates [4] [14] [23] :

Les sulfates sont un composé naturel de l'eau et proviennent du lessivage des terrains traversé leur concentration peut augmenter lors du traitement d'eau un goût amer et provoque un effet laxatif à la consommation. Ils ont une action laxative plus importante en présence de magnésium s'estompe rapidement avec l'accoutumance. L'emploi de sulfate l'aluminium ou sulfate de fer pour le traitement de coagulation des eaux peut contribuer à une élévation de la teneur en sulfates.

La concentration en ions sulfates dans les eaux naturelles est très variable. Elle varie de moins de 30 à plus de 300 mg/L dans les zones contenant du gypse et lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. L'OMS recommande comme valeur limite 250 mg/L.

### 7. Nitrates : [ ]

Les nitrates sont le stade final de l'oxydation de l'azote, la réaction est réversible chez l'adulte, mais pas chez l'enfant  $\text{NO}_2^-$  diminuent le transport de l'oxygène. On constate une augmentation générale de la consommation dans les eaux brutes, doivent être éliminés car leur nuisance a été reconnue lorsqu'ils sont présentes en grande concentration dans l'eau de consommation.

Les nitrates peuvent jouer le rôle de donneur d'oxygène et éviter l'anaérobiose. Elles ont une toxicité indirecte par le fait qu'ils se transforment en nitrites ; en ce qui concerne la toxicité à long terme. Ils sont à l'origine de la méthémoglobinémie des nourrissons.

Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux ; il peut varier de 1 à 15 mg/L et une concentration de 2 à 3 mg/L est considérée comme normale. L'OMS recommande pour les eaux destinées à la consommation humaine une valeur limite de 50 mg/L.

### 8. La dureté :

La dureté d'une eau qui le résultat de sa concentration en ions métalliques ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) provient essentiellement du lessivage des terrains traversés. Selon les soins, la dureté totale d'une eau, exprimée en TH (titre hydrotimétrique).

La dureté acceptable par le public peut varier considérablement d'une ville à l'autre, selon les conditions locales. On ne peut donc pas fixer de concentration maximale acceptable quant à la dureté. On considère généralement qu'une dureté comprise entre 80 et 100 mg/L (en  $\text{CaCO}_3$ ) assure un équilibre acceptable entre la corrosion et l'entartrage. Une eau dont le degré de dureté est supérieur à 200 mg/L est considérée comme étant de qualité médiocre, mais elle est tolérée par les

consommateurs. Les eaux dont la dureté est supérieure à 500 mg/L sont inacceptables pour la plupart des usages domestiques.

Suivant le titre hydrotimétrique en °F, on classe une eau comme suit:

**Tableau N° 01 : Le titre hydrotimétrique en °F.**

| Eau        | °F dureté |
|------------|-----------|
| Très douce | < 3       |
| Douce      | 3 -15     |
| Dure       | 15 – 30   |
| Très dure  | > 30      |

Au-delà de 40 TH l'adoucissement est souhaitable.

Les sels de calcium et de magnésium sont aussi à l'origine de problèmes de cuisson des aliments (légumes secs entre autres), par formation des sels qui ralentissent la cuisson [14 ] [23].

### 9. Alcalinité (TA et TAC) [23] :

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogencarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et hydroxydes ( $\text{OH}^-$ ).

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques. Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogencarbonates.

Dans les eaux naturelles, l'alcalinité exprimée en  $\text{HCO}_3^-$ , varie de 10 à 350 mg/L. La CEE préconise que l'alcalinité doit être inférieure à 2.5 degrés français.

L'alcalinité dépend aussi des régions urbaines (phosphates, ammoniacque, matières organiques... etc.) ou industriels (apports acides ou basiques).



### 1.3.3-Paramètres microbiologiques :

Une eau peut être limpide, agréable à boire, normale du point de vue physico-chimique mais non potable du point de vue microbiologique.

La qualité microbiologiques ou bactériologique pour une eau destinée à la consommation humaine est la qualité la plus importante, c'est d'ailleurs la cause la plus fréquente de la non potabilité de l'eau.

Les germes susceptibles d'être présents dans l'eau sont très nombreux et très variés : bactéries, virus, parasites...etc. L'identification de tous les germes est très difficile voire impossible dans certains cas. C'est pourquoi on ne s'intéressera qu'aux germes pathogènes qui sont toujours présents en grand nombre dans les matières fécales des hommes et des animaux à sang chaud (qui a une température corporelle moyenne constante: mammifères et oiseaux), qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur et qui sont clairement identifiés.

Selon l'OMS, l'indicateur le plus précis pour estimer la pollution fécale est la bactérie *Escherichia Coli* (Figure N° 01), ou E. Coli membre du groupe des coliformes thermotolérants. Cette bactérie apparaît toujours en grandes quantités dans les déjections animales et humaines (jusqu'à 1 milliard de bactéries par gramme de matière fraîche) et ne se trouve qu'exceptionnellement dans les sols et les eaux qui n'ont pas été l'objet d'une pollution fécale.

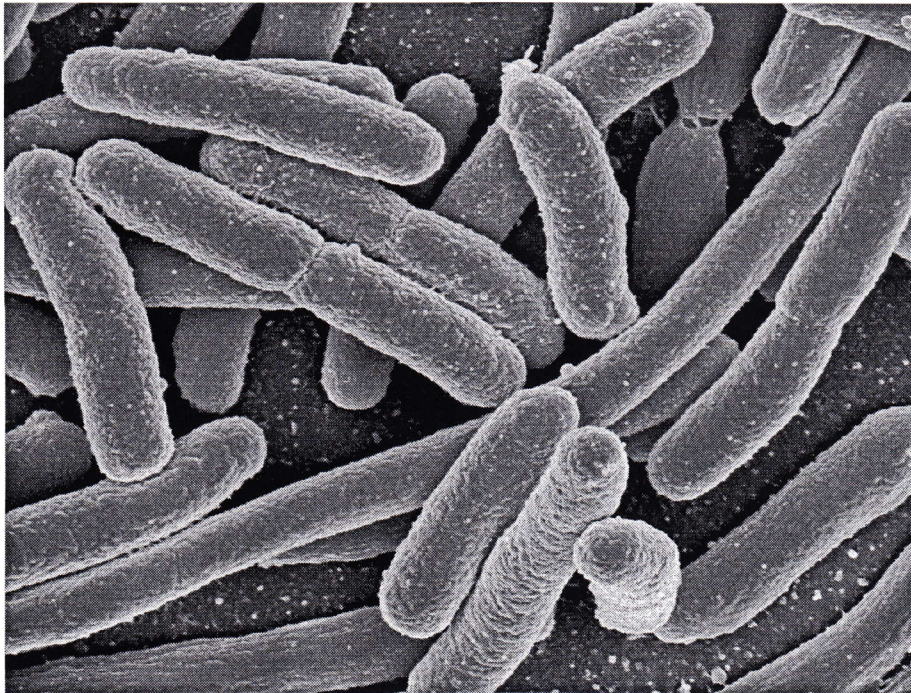


Figure N° 01 : L'Escherichia coli (E. Coli).

•**Coliformes thermotolérantes :**

Ces coliformes sont capables de se développer à 44 °C alors qu'aucune croissance n'est observée à cette température pour les souches non fécales. Les coliformes fécaux ou thermotolérants constituent un bon test de contamination des eaux par les matières fécales. L'OMS recommande une valeur guide de 0 (zéro) germes par 100 mL.

**I.3.4-Les paramètres chimiques :**

Les paramètres chimiques englobent les substances toxiques et indésirables. Pour la qualité chimique, l'eau ne doit pas contenir d'éléments toxiques ou indésirables qui entraîneraient des risques sanitaires à court, moyen, et long terme.

Les substances à contrôler peuvent être choisies en fonctionnement de l'environnement local [14 ] [23] .

### I.3.5-Les paramètres de pollutions [23] :

#### 1.Oxydabilité au permanganate de potassium (DCO) :

Ce test permet d'évaluer la quantité de matières organiques oxydables présentes dans l'eau, les résultats étant exprimés en milligramme d'oxygène par litre d'eau. Les valeurs obtenues peuvent être utilement comparées à celles du carbone organique total. Ce test a en fait un caractère qualitatif ; son interprétation doit être associée à d'autres caractéristiques chimiques de la pollution comme l'ammoniaque, les ions ammonium, les nitrites... etc.

Dans l'eau, les matières organiques ne sont pas seules en cause et les résultats peuvent être modifiés par d'autres substances réductrices, telles que les sulfures, les nitrites, le fer ferreux ...ect, ou subir l'interférence des chlorures surtout si leur teneur est élevée. Les directives du conseil des communautés européennes indiquent pour l'oxydabilité au permanganate (mesure fait à chaud et en milieu acide) de l'eau destinée à la consommation humaine un niveau guide de 2 mg/L d'O<sub>2</sub> et une concentration maximale admissible de 5 mg/L d'O<sub>2</sub>. La réglementation française retient cette même valeur de 5 mg /L.

#### 2.Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :

C'est la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai d'incubation à 20 °C à l'obscurité, pendant 5 jours pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présentes dans l'eau.

La dégradation des composés glucidiques, lipidiques et protéidiques des matières organiques se traduit, dans un premier temps, par une décomposition des chaînes carbonées. Celle-ci commence immédiatement et dure environ 20 jours à la température de 20 °C ; par contre le début de la transformation des matières azotées n'apparaît qu'après une dizaine de jours et demande beaucoup plus de temps. Dans ces conditions, il a été conventionnellement retenu d'exprimer la DBO<sub>5</sub> en milligrammes d'oxygène consommé pendant 5 jours à 20 °C.



**Chapitre II :**  
**Généralité sur l'huile de cade**

**Introduction :**

Dans le présent chapitre, allons présenter l'huile de cade, en indiquant ces principaux composants, sa plante d'extraction et les caractéristiques de la plante de cade, ainsi que ces modes d'extraction, les principales utilisations et enfin son utilisation dans le traitement des eaux potables.

**II.1-Identification de l'huile de cade :****II.1.1-Définition :**

L'huile de cade, ou goudron de cade [12] est un extrait végétal provenant du bois d'un conifère (le Genévrier Oxycédre (Figure N° 02)). C'est un liquide sirupeux [13] inflammable [18], de couleur brun rougeâtre ou noir brun, d'aspect homogène, à odeur forte et empyreumatique particulière [12]. Insoluble dans l'eau à laquelle il communique une réaction acide, partiellement soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique, le benzène et le chloroforme [12].



**Figure N° 02 : Le Genévrier Oxycédre.**

L'huile de cade a une composition analogue au goudron végétal, bien que la proportion des carbures soit plus élevée. Elle ne contient pas de glycérides et d'acide gras, donc non saponifié [17]. Elle surnage l'eau même lorsqu'on ne verse que gouttes d'eau après l'agitation, il forme des globules qui ne remontent que lentement à la surface [12]. Le tableau donne les principales propriétés de l'huile de cade (voire la annexe N° 04).

### II.1.2-Les principaux composants de l'huile de cade [5] :

L'huile de cade retirée du bois de Genévrier *Juniperus Oxycédre* L, qui contient : cadinène,  $\alpha$ -pinène, camphène, bornéol, isobornéol, terpinéol.

- **Cadinène** : composé sesquiterpenique, bicyclique ( $C_{15}H_{24}$ ) à deux doubles liaisons (Figure N° 03), sous forme de "L". Il se trouve à des proportions allant 58 à 70%.

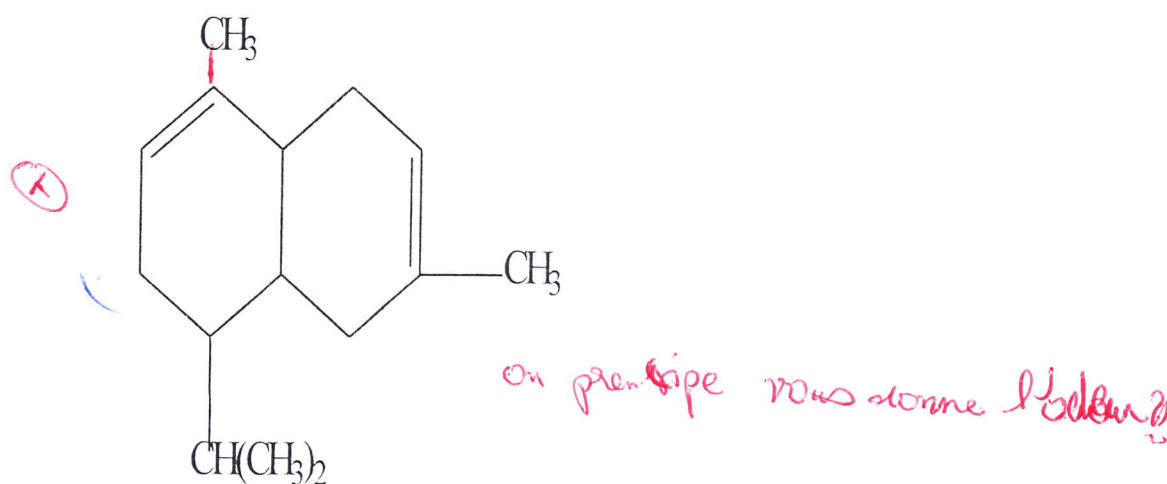


Figure N° 03 : Structure de la cadinène.

-  **$\alpha$ -pinène** : terpène bicyclique ( $C_{10}H_{16}$ ) constitué par le triméthyl-4,7,7 bicyclo (1-7-5) hexène-3. La température d'ébullition est de  $156^{\circ}C$ .

- **Camphène** : terpène bicyclique ( $C_{10}H_{16}$ ) constitué par le méthène-2 diméthyl-3,3 bicyclo (1,2,2) heptane (formule de Wagner) (Figure N° 04). La température d'ébullition est de  $160^{\circ}C$ .

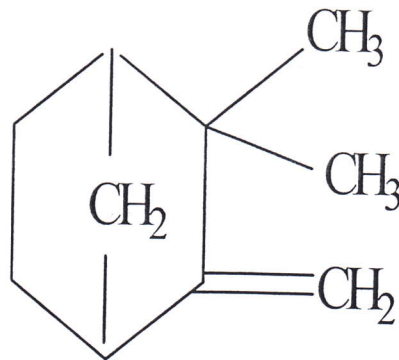


Figure N° 04 : Structure de la Camphène.

- **Bornéol** : Alcool bicyclique ( $C_{10}H_{18}O$ ) (Figure N° 05).

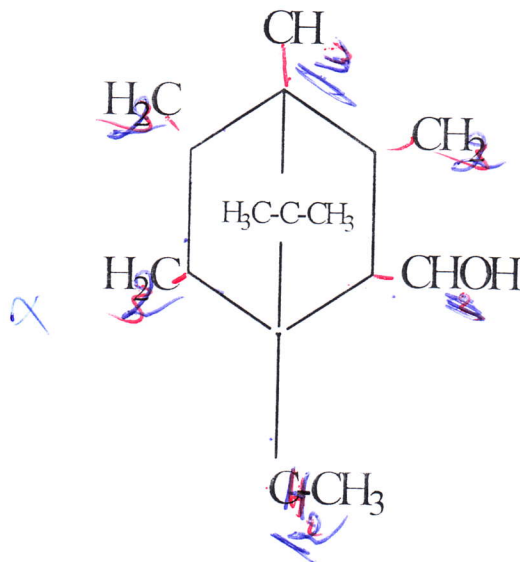


Figure N° 05 : Structure de la Bornéol.

- **Isobornéol** : Alcool à la forme L, d, L+d et à odeur de houblan ( $C_{10}H_{18}O$ ) stéréoisomères du bornéol.

- **Terpinéol** [5][17] : Alcool terpénique non saturé ( $C_{10}H_{18}O$ ), des trois isomères  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  (Figure N° 06).

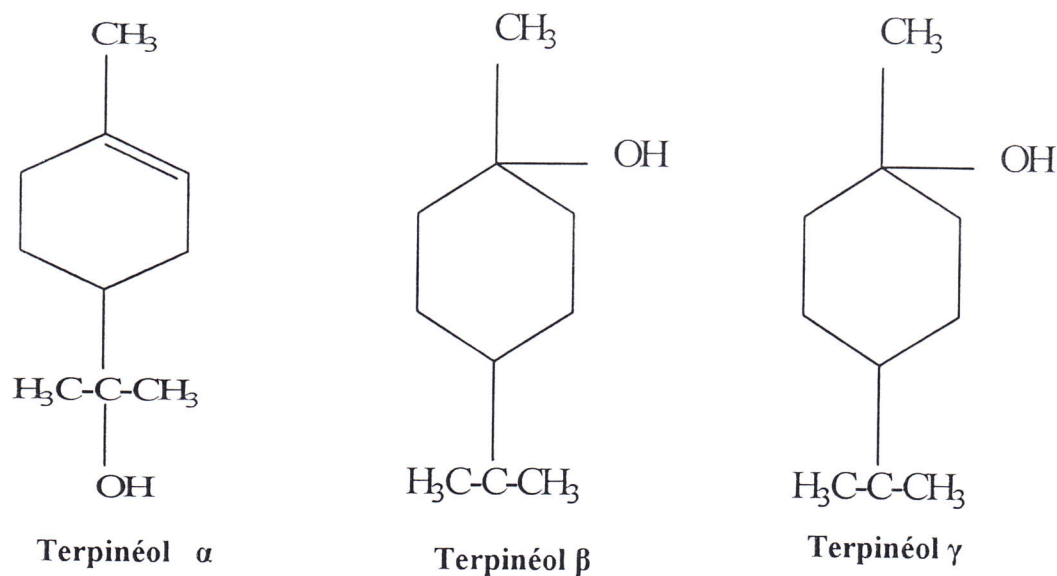


Figure N° 06 : Structure des différents isomères du Terpinéol.

### II.1.3-Généralité sur la plante cade :

Le Genévrier Oxycède, ou le cèdre piquant [19]. Provient du latin Juniperus et du Celte Gen signifiant boisson pur ou Acre [2].

Le Genévrier Oxycède est l'espèce a plus courante dans le bassin méditerranéen [6], très répandue en Afrique du nord. Il occupe avec d'autres espèces principales, 135000 hectares. On le trouve en Algérie, en Tunisie et au Maroc [2].

Depuis le littoral, jusqu'au limite de la végétation ligneuse en haut montage, leur présence marque le signal d'une évolution progressive vers un retour à la forêt : les vieilles branches basses de cette plante, étalées au sol contribuent à protéger les jeunes feuilles contre le froid, la sécheresse et les animaux, mais en cas de reboisement ou de retour à l'équilibre forestier, le genévrière dépérit à l'ombre des feuillus et disparaît peu à peu [19].



Le genévrier cade, relève de climat semi aride mais s'adapte bien à l'étage sub-humide du moyen Atlas. Il résiste bien au froid et à la sécheresse. C'est une espèce héliophile, admet les sols pauvres, secs, éventuellement calcaires et sablonneux [2]. On le rencontre fréquemment au côté du Chêne vert et du Chêne kermès. C'est une plante caractéristique des garrigues et des maquis méditerranéens [6].

### II.1.3.1-Caractéristiques de la plante:

Le genévrier cade est un arbre (10 à 15 m), arbuste (1 à 2m) ou un arbrisseau, à port dressé, colonnaire, sauf s'il subit des conditions déformante. A écorce filandreuse gris brunâtre et dont les branches partent dès le pied du tronc [30]. Le Genévrier Oxycèdre se caractérise par:

- **Les feuilles** : persistantes, se présentent sous la forme d'aiguilles de couleurs vertes [6] ou glauque (bleuté et plus clair que Genévrier Commun) [3]. Ces aiguilles, à pointe fine et piquante [6], des 10 à 25 mm de longueur, verticillée par trois, montrant sur la face supérieur ornée deux bandes blanchâtres de stomates (orifices permettant les échanges gazeuse), séparées jusqu'au sommet ou presque, par la nervure médiane, verte et saillante, ce qui permet de faire la distinction avec le genévrier commun (*Juniperus Communis L* ).
- **Les fleurs** : Les fleurs mâles et femelles poussent sur des arbres différents [3]. Les fleurs mâles sont de couleur jaune, alors que celles des femelles sont très réduites [6]. Les fleurs femelles sont très discrètes, alors que les fleurs mâles s'exhibent de manière voyante en hiver et dispensent généreusement leur pollens [3], ces pollens se transportent par le vent [6]. La floraison se fait en printemps (février – mars) sur des pieds destines mâles et femelles [3].
- **Les fruits** : Les sont des cônes sphérique ou des baies, de 6 à 10 mm de diamètre [3], sont rouge orangé ou brun-rouge pourpré à maturité [6] et d'un vert breneux la première année, les baies portent au sommet une fente étoilée a 3 graines triangulaires (voir la Figure N° 07). La fructification se fait, à l'automne de l'année suivant et la pollinisation qui s'effectue par le vent [3]. Le transport des fruits se fait par les animaux qui consomment les baies (zoochorie) [6].



Figure N° 07 : Les feuilles et les fruits de la plante de cade.

- **Le bois :** Le genévrier cade, a un bois homogène et assez dur [19] de couleur fauve, compact [21], est susceptible de prendre un beau poli. Il est recherché pour la fabrication des crayons, des cannes, des manches d'outil des menus objets d'ébénisterie et pour le petit placage [19]. On l'utilisé pour le chauffage des fours. Ce bois joue un rôle de remplissage dans des terrains pauvre, il donne des perches très étroites qui résiste bien à la rupture, ces perches sont utilisés par les indigènes pour leurs habitation, notant que ce bois atteint un âge très avancé parce que son accroissement est très lent [21].

## II.2-Les modes d'extraction de l'huile de cade :

Les deux procédés principaux à retenir pour l'obtention d'une huile essentielle de cade sont : par combustion (traditionnelle) et par distillation (par pyrogénéation).

### II.2.1-La méthode par combustion (traditionnelle) :

L'huile de cade traditionnelle obtenue par la carbonatation du bois d'un conifère le genévrier. Cela donne une huile noire, goudronneuse et à l'odeur forte voire désagréable. Mais elle n'est plus utilisée que pour des applications "non humaine" car elle est cancérigène (en effet des benzopyrènes apparaissent lors de la combustion) [25].

### II.2.2-La méthode par distillation (par pyrogénéation) :

L'huile de cade est obtenue par pyrogénéation (combustion incomplète) du bois de Genévrier Oxycèdre. Ce procédé d'extraction des goudrons et des résines est employé presque exclusivement pour l'obtention de huile de cade [12]. Elle est ancestrale consiste à faire chauffer à 250 °C - sans toutefois les brûler - le tronc et les racines dans de grands fours hermétiques (aujourd'hui, en cuves closes) [24].

En pratique les bûches sont enfermées dans une vaste cornue (2 m de diamètre et 5 m d'hauteur), hermétiquement enfermée et chauffée de l'extérieur. Les vapeurs extraites sont ensuite recueillies, refroidies et décantées, produisant tout d'abord un liquide aqueux de couleur brun rougeâtre, puis un goudron épais de couleur foncé. Laisse au repos, ce pyroligneux se sépare en deux couches ; l'huile proprement dite surnageant un magma plus ou moins lourd et sans valeur.

Une charge moyenne de 250 kg de bûchettes du bois de cade, donne entre 4 et 5 kg de l'huile brute, de densité comprise entre 0,92 et 0,95 [18]. Cette huile noire à reflet rougeâtre, translucide a les mêmes propriétés que l'huile de cade traditionnelle mais sans la mauvaise odeur et sans les benzopyrènes, c'est celle-ci qui est désormais utilisée par les laboratoires pharmaceutiques pour leurs applications [25].

Cette méthode est utilisée en Algérie par certaines tribus dans la région de l'Aurès et en France par quelques chercheurs (Distillerie des Cévennes).

#### II.2.2.1-Méthode utilisés par les tribus Auréssiennes [15] :

La distillation de l'huile de cade se faisait dans les Aurès, généralement la nuit, dans la profondeur de la forêt des Béni-M'louls, dans celle de Braja et sur le versant ouest du Chélia, à plus de 2000 mètres d'altitude.

On choisit minutieusement l'endroit qui servira pour l'opération, et cela est d'une extrême importance car il faut tenir compte de la présence de la végétation. Sur un roc en plan incliné, présentant un sommet plat, tabulaire, on creuse une rigole sur la pente pour faciliter l'écoulement du produit distillé.

On commence par couper les branches vertes de pin, de genévrier oxycèdre et de genévrier de Phénicie, à en arracher les feuilles et l'écorce qu'on réduit en petits morceaux. Une marmite contenant les morceaux de bois vert est posée sur l'espace plat de la roche, à l'extrémité supérieure du petit canal. On l'entoure entièrement de branchages auxquels on met le feu et on entretient la combustion ; le liquide (guetran) s'écoule lentement dans la rigole creusée dans la roche et vient se déverser dans un récipient en bas du petit canal.

Les méthodes de distillation changent d'une vallée à l'autre : à Theniet El-Abed et Thagit Sidi Belkhir, on cette opération dans une marmite dont les parois sont percées de trous, la remplit de bois vert et la bouche avec une pierre plate, en ayant soin de rendre la fermeture totalement hermétique, au moyen d'un bourrelet d'argile. Lentement, sous l'effet de la chaleur, l'huile de cade, d'un noir d'ébène, s'écoule par les trous.

#### **II.2.2.2-Méthode utilisée dans la distillerie des Cévennes [7] :**

En 1930, Antonin Boissier et Gédéon Lacan ont mis au point une méthode de distillation de l'huile de cade. Trois générations de Boissier se transmettront la tradition de cette fabrication.

Depuis 1990, la fabrique s'est enrichie d'un alambic permettant de distiller le bois « à la vapeur » pour obtenir l'huile essentielle de cade.

En 2009, deux agriculteurs, Joël Descan et David Nicolas reprennent la fabrication de l'huile de cade, et font revivre la Distillerie des Cévennes, l'unique fabrique de cade en France.

Le bois de genévrier cade (*Juniperus Oxycédrus*), riche en « oléo résine » donne l'huile de cade par pyrolyse (distillation sèche) appelée également procédé « per ascensum » (par le haut) en référence aux fumées qui montent dans le conduit.

La distillation comprend les étapes suivantes:

- 1- Le four est chauffé afin de diffuser une chaleur intense à travers les doubles parois de la cuve de distillation (couloirs de chauffe).
- 2- Les morceaux de bois de cade sont empilés dans la cuve de distillation. La chaleur transmise par le four de chauffe permet la combustion du bois. Les fumées de combustion montent à travers un conduit.
- 3- Le conduit passe dans un bain d'eau froide pour refroidir les fumées qui deviennent alors liquides (principe de la condensation).
- 4- Ce liquide se déverse dans une cuve de décantation. L'eau contenue dans le bois et l'huile noire de cade se séparent par leur différence de densité.

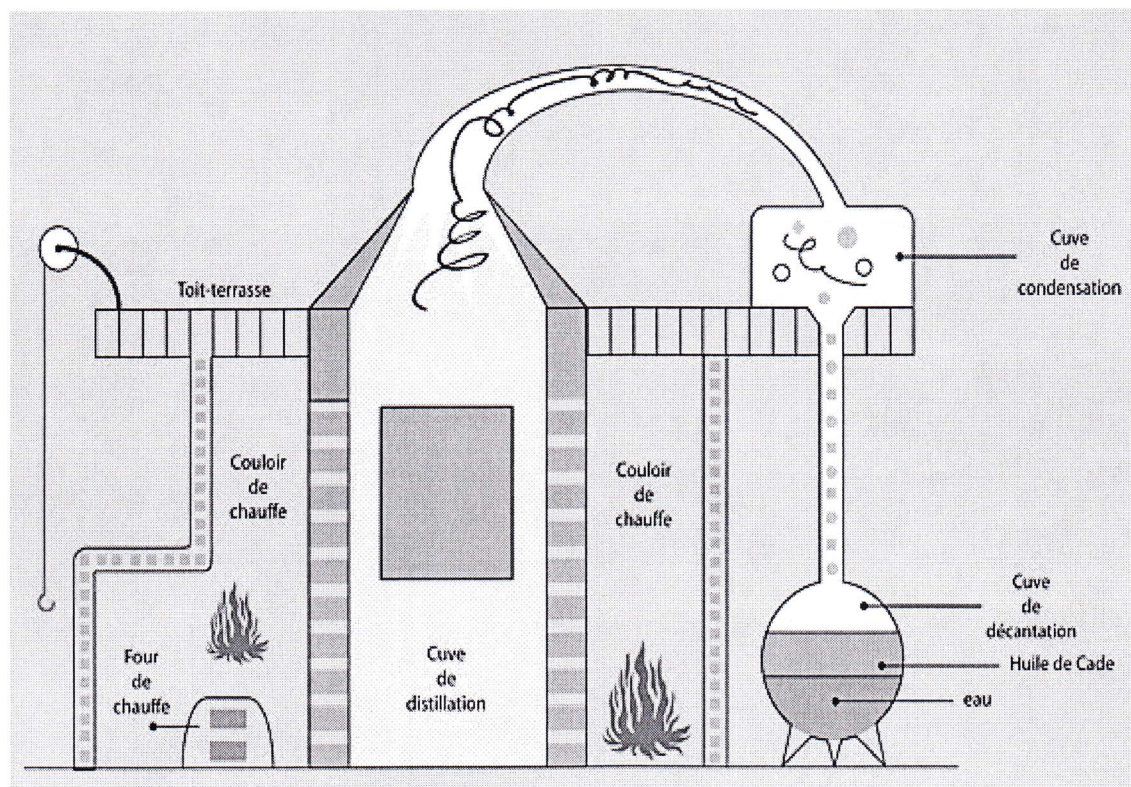


Figure N° 09 : L'extraction de l'huile de cade par distillation

(Distillerie des Cévennes).

### II.3-Principales utilisations de l'huile de cade :

Dans les régions où pousse le Genévrier Oxycèdre, celui ci est utilisé pour la préparation de la poix (goudron) liquide appelée communément, "Gatrane" ou l'huile de cade [28]. Elle est utilisée dans plusieurs domaines, dont les principaux sont :

#### II.3.1-Dans le domaine médical :

Au temps des pharaons l'huile de cade utilisé fut utilisée dans un but thérapeutique notamment pour calmer les douleurs traiter les maladies cardiaques, l'épilepsie, les inflammations des voies urinaire, comme diurétique [27], contre les états fiévreux, les douleurs articulaires, pour le traitement des rhumatismes et les brûlures locales [22].

Pour Ibn-Sina, l'huile de cade est utilisée contre les douleurs thoraciques et la toux [28]. Ibn- El-Baaiter, a signalé que l'huile de cade est utilisée pour traiter les maux d'estomac, le rétrécissement de l'utérus et ses douleurs.

Pour El-intaqui , les huiles de cade, cicatrice les plaies, coagules le sang, atténue les ulcères, dissout les tumeurs, calme les douleurs dentaires, soigne les infections gingivales [29].

Pour la médecine moderne, l'huile de cade est efficace contre les douleurs thoraciques, les flatulences, la toux. Elle est souvent associé au soufre ou bien à d'autres goudrons, pour traiter certaines maladies dermatologiques [13] et utiliser pour le traitement des kératoses du cuir chevelu et des hyperkératoses du psoriasis [7], elle fortifie l'immunité du corps et stimule l'appétit [22]. Contre les vers intestinaux et les névralgies dentaires [21]. C'est antiseptique, un vulnéraire, un vermifuge [16], et a un effet diurétique, stomachique et digestif. Elle aurait été utilisée contre l'asthme et coryza (rhume et foin) [26][17].

### **II.3.2-Dans le domaine pharmaceutique :**

L'huile de cade est largement employée dans de nombreuses préparations affectant la peau (eczéma, psoriasis). Sous forme de glycérolé, elle entre dans la pommade à l'ichthyolammonium [12]. Dans la cosmétologie, l'huile essentielle de cade entre dans la composition du shampooing et savons [7].

### **II.3.3-Dans le domaine de la médecine Vétérinaire :**

Pour Ibn- El-Baaiter, l'huile de cade est utilisée contre les piqûres d'insectes et permet de les chasser [29]. C'est un antiseptique et un fongicide pour moutons, chiens, chevaux et bœufs : plaies, soins du sabot, gale, eczéma, démangeaisons, parasitiques...etc [7].

Elle est indiquée dans les problèmes de dermatoses, de gale des animaux domestiques, de l'eczéma du chien [13], elle sert aussi à soigner les sabots des chevaux (entre dans la composition de l'onguent de maréchal) [26].

Elle est très efficace dans l'éloignement des rongeurs, ainsi que comme répulsif des mouches et des taons [7].

### **II.3.4-Dans le domaine phytosanitaire [7] :**

L'huile de cade est un antiseptique et cicatrisant par les plaies de taille, les blessures, les cassures et les chancres. Elle est utilisée comme:

- Antiparasitaire contre les champignons, insectes... etc.
- Fongicide contre la rouille, pourridiés, ... etc.
- Ovicide contre les pucerons, charançons... etc.

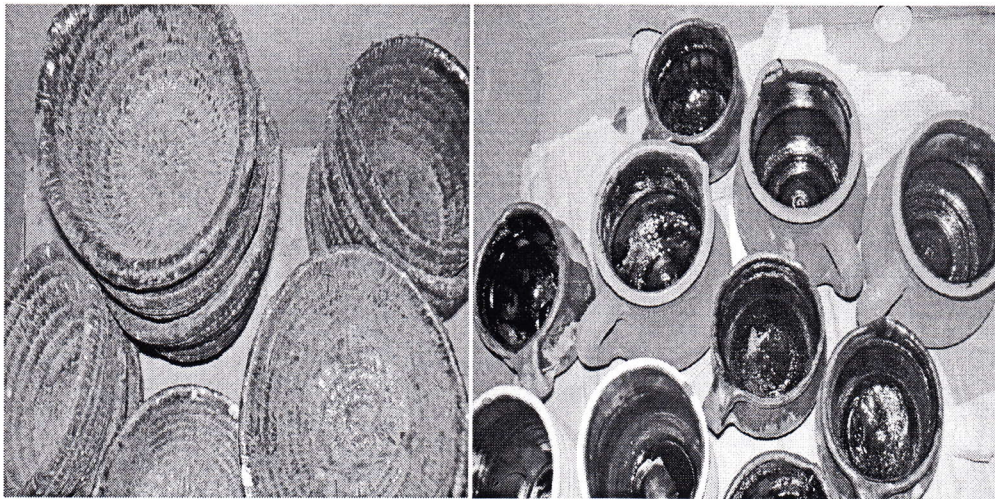
#### **•Autres utilisations [26] :**

L'huile de cade est utilisée comme anti-mites. Elle est aussi utilisée comme épice car elle facilite la digestion des gibiers et des viandes grasses.

#### **II.4-L'utilisation de l'huile de cade dans le traitement des eaux :**

Dans notre région l'huile de cade est essentiellement utilisée comme désinfectant dans le traitement des eaux destinées à a boisson surtout par les bédouins. Malheureusement dans nos recherches bibliographiques nous n'avons trouvé aucune référence qui parle de ce type de traitement.

D'après l'enquête que nous avons réalisée auprès des gens âgés et des bédouins, il ressort que la principale utilisation de l'huile de cade est le tannage, on enduit aussi des vases et des bouteilles en argile par l'huile de cade (Figure N° 10). Avant d'être utilisés les bouteilles et les vases sont séchés pendant quelque jours, ce qui donne un goût agréable à l'eau.



**Figure N° 10 : Les vases et les bouteilles en argile tannés par l'huile de cade.**





**Chapitre III :**  
**Matériels et méthodes**

**Introduction :**

Dans cette partie du travail, on se propose dans un premier temps de faire l'évaluation de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine au niveau de forage de la ville de Ouargla et par la suite l'étude de l'influence de l'huile de cade et le temps de séjour sur divers paramètres (généraux, physico-chimiques et microbiologiques).

**III.1-Présentation de la zone d'étude [1] [11] :****III.1.1-Situation géographique :**

La wilaya de Ouargla se situe au sud-est d'Algérie à distance de 800 Km de la capitale. Elle couvre une superficie moyenne de 270030 Km<sup>2</sup>.

Les limites administratives sont :

Nord Est : la wilaya d'El Oued.

Nord Ouest : la wilaya de Djelfa.

Sud Est : la wilaya d'Illizi.

Sud Ouest : la wilaya de Tamanrasset.

Est : la wilaya d'El-Oued et la frontière Algéro-Tunisienne.

West : la wilaya de Ghardaïa.

La région d'Ouargla se trouve encaissée au fond d'une cuvette très large de la basse vallée de l'Oued M'ya et à une altitude de 157 m avec une longitude de 5°19 est et altitude de 31°57 Nord .

**III.1.2-Données climatiques :**

La wilaya d'Ouargla a un climat saharien, avec une période pluviométrique très réduite, et un ensoleillement de plus de 3000 heures par an.

- **La température** : la température moyenne annuelle est de 23.39 °C. Avec 31.88 °C en Juillet pour le mois le plus chaud et 11.80 °C en Janvier pour le mois le plus froid.
- **L'aridité du climat** : est accentuée par des vents de sable parfois très violents avec une vitesse pouvant atteindre, voire dépassé les 20 m/s.
- **L'humidité relative** : est très faibles atteignant son maximum est de 61.15 % en Décembre.
- **Les précipitations** : sont en effet très irrégulières. D'une moyenne de 36.96 mm/an.

### III.1.3-Données hydrogéologies :

Les eaux souterraines représentent la principale ressource hydrique de la wilaya. Elles sont constituées des quatre nappes différentes :

- **La nappe phréatique** : La nappe phréatique repose sur la première couche imperméable, non loin de niveau. Elle est située à une profondeur de 1 à 8 m, selon les lieux et la saison elle est de nature sableuse, constituée de sable fin à moyens argileux.
- **La nappe du Moi-pliocène** : c'est un puissant ensemble constitué de sable fins à grossier à graveleux, à intercalation de calcaires et d'argiles. Cette nappe est d'une profondeur allant de jusqu'à 60 m.
- **La nappe du sénonien** : Cette nappe est formée de calcaire poreux à silex très Coquilliers. Gris jaunâtre à intercalation de marnes blanches et dolomitique. Sa profondeur est entre 120 et 200 m et son débit a limité son utilisation malgré la bonne qualité de ces eaux.
- **La nappe de l'Albien** : La nappe continentale intercalaire souvent dite : «nappe Albienne», est le dernier niveau aquifère, constitué d'argiles sableuses et de grés du continentale intercalaire. Le toit en est formé par les marnes et argiles gypsifère la profondeur de cette nappe varie entre 1400 et 1500 m, et l'eau de la nappe est caractérisée par une température élevée de l'ordre de 50 °C à la surface.

### III.2-Echantillonnage et prélèvement :

Pour chaque recherche, le prélèvement d'un échantillon d'eau, c'est la première opération avant de faire d'analyse dans le laboratoire et dans ce travail on suit les étapes suivantes:

- Les bouteilles en plastique (polyéthylène) de 1.5 litre destinées au prélèvement sont lavées à l'eau de robinet, égouttées et fermées.
- Les échantillons sont prélevés directement du robinet de forage. On ouvre le robinet à débit maximum pendant 5 à 10 secondes, puis on le ramène à un débit moyen pendant 2 minutes.
- Les flacons sont rincés par l'eau du robinet de forage trois fois lors du prélèvement.
- Dans l'analyse de coliformes totaux et E. coli, le prélèvement sont fait dans des flacons stériles.
- Les flacons sont conservés à température ambiante.
- L'analyse ne dépasse pas les 24 heures.
- Pour éviter toutes les erreurs et faciliter le travail de l'analyse, on étiquète on numérote avec la date de prélèvement.

Les prélèvements ont été effectués directement au niveau forage d'Ain-Elkhir de la ville d'Ouargla, dans des flacons de plastique (pour facilité leurs transports).

Ce forage est défini par les caractéristiques indiqués dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 02 : Les caractéristiques du forage d'Ain-Elkhir [9].

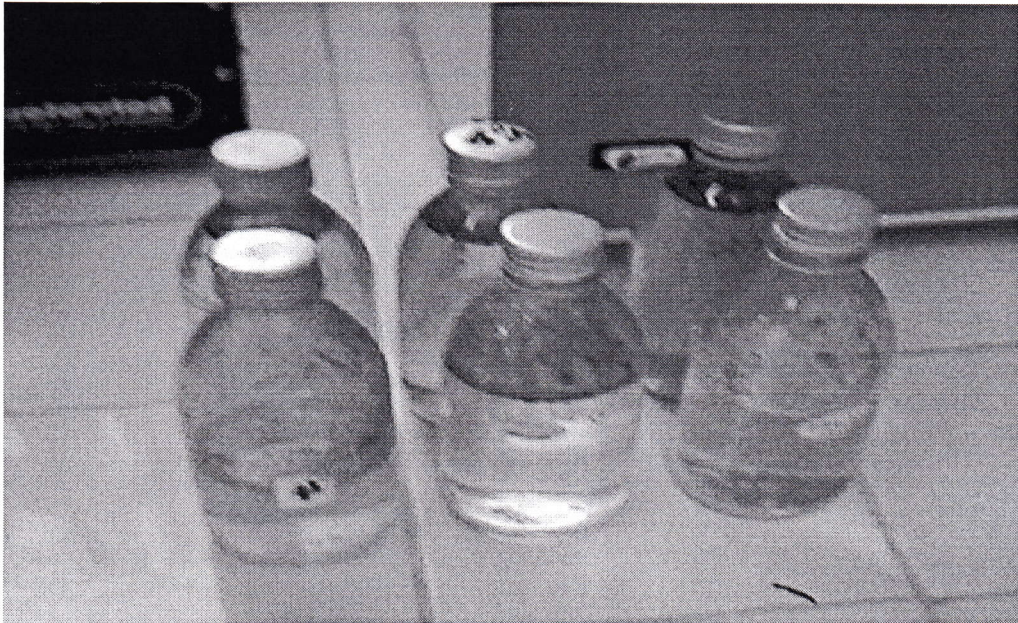
| Nappe                       | Sénonien |
|-----------------------------|----------|
| Profondeur(m)               | 185      |
| Diamètre du Tubage('')      | 13''3 /8 |
| Diamètre du la crépine ('') | 9''5/8   |
| Débit (L/S)                 | 46       |
| Niveau dynamique(m)         | 18.88    |
| Niveau statique(m)          | 3 .88    |
| Rabatement(m)               | 15.00    |
| Entreprise de réalisation   | COFOR    |
| Anne de mise en service     | 1969     |

### III.3-Étude expérimentale au traitement des échantillons :

Dans notre travail, nous avons étudié l'influence de la quantité d'huile de cade ajoutée ainsi que celle du temps de séjour sur la qualité des eaux à travers le suivi de plusieurs paramètres généraux, physico-chimiques et microbiologiques .

Dans une fiole ou fiole conique de 100 mL, on place à chaque fois les quantités suivantes : 0.1 mL, 0.2 mL et 0.3mL de l'huile de cade. Ensuite, on laisse les quantités ajoutés séchés sur les parois des fioles environ 15 minutes, puis on introduit 100 mL de l'échantillon d'eau à chaque fiole bien fermé (Figure N° 11).

*je pense vous avez 0,1 ml / 100 ml, alors  
2 ml → 1 l*



**Figure N° 11 : Les échantillons après l'addition de l'huile de cade.**

On laisse les échantillons pendant 24 heures conservée dans un endroit sec, à l'abri de la lumière. Ensuite on fait l'analyse de la qualité d'eau après chaque jour jusqu'au septième jour.

### **III.3.1-Méthodes d'analyse:**

Pour chaque paramètre, on fait l'analyse par la méthodes correspondante.

#### **III.3.1.1-Les paramètres organoleptiques :**

##### **1.Détermination de La Couleur :**

La détermination de la couleur est faite par perception visuelle. L'échantillon à analyser non filtré dans une fiole incolore, propre, on examine l'intensité de la couleur sur fond blanc.

##### **2.Détermination de L'odeur :**

L'odeur est déterminée par l'odorat.

### 3. Détermination du Goût:

Le goût est déterminé par dégustation. La nature du goût décelé est inscrite sur le tableau des résultats.

### 4. Mesure de la turbidité :

#### • Le principe :

La turbidité est en <sup>réalité</sup> calculée indirectement à partir des valeurs d'absorbance (Abs) du milieu correspond à la détermination de la quantité de photons « perdus » par unité de longueur lors du passage rectiligne de la lumière incidente à travers un échantillon turbide par l'appareil de turbidimètre.

#### • Mode d'opérateur :

On fait la mesure de l'absorbance par l'appareil de turbidimètre 2100 AN. Cette mesure se fait par les étapes suivants:

- On étalonne l'appareil par l'eau distillée (voire l'annexe N° 06).
- On remplit le flacon de turbidimétrie avec 30 ml d'échantillon d'eau.
- On essuie le flacon avec une huile spéciale puis, on place le flacon dans le puits de mesure de l'appareil.
- On lit directement le résultat en A et calculé la turbidité  $\tau$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) par la formule suivante :

$$\tau = Abs * \ln 10 / \Delta L$$

$\Delta L$ : trajet optique de la radiation incidente dans l'échantillon turbide (2.3 cm).

### III.3.1.2-Les paramètres physico-chimiques

#### 1.Mesure de la température et la conductivité:

On fait la mesure de la température et la conductivité par un conductimètre (Conductivity Meter Set, Qcond 2200 ) qui a un thermomètre intégré à l'aide d'une sonde qui comprend un électrode au borne de quelle est appliqué un courant alternatif dont la fréquence est adaptée au domaine de conductivité mesurée.

Cette mesure se fait suivant les étapes :

- On étalonne l'appareil avec une solution de KCl (voire l'annexe N° 06) .
- On plonge l'électrode dans l'échantillon d'eau.
- On lit la conductivité  $C_e$  (mS/m ) et la température (°C) après stabilisation de celle-ci.
- On rince bien l'électrode après chaque usage.

#### 2.Mesure du pH:

On détermine la valeur du pH à l'aide d'un pH-mètre HI 4221 (méthode potentiométrique) avec une électrode de verre. Pour mesurer le pH, on suit les étapes suivantes:

- On étalonne l'appareil par l'utilisation des deux solutions tampons (voir l'annexe N° 06).
- On plonge l'électrode dans l'échantillon d'eau.
- On attend cinq minutes avant de lire la valeur à température stable.
- On rince bien l'électrode par l'eau déminéralisée et on essuie avec un papier filtre après chaque usage.



### 3. Détermination des résidus secs:

#### ▪ Le principe:

Une certaine quantité bien mélangée est évaporée dans une étuve. Le résidu desséché est ensuite pesé.

#### ▪ Mode d'opérateur:

Pour déterminer des résidus secs, on utilise les matériels suivants :

- Balance.
- Etuve à 110 °C.

On évapore progressivement à l'étuve 100 mL de l'échantillon d'eau non filtrée. On lave le bécher qui a servi à mesurer le volume d'eau avec de l'eau distillée, après séchage on pèse.

Dans le bécher 250 mL, on introduit 100 mL de l'échantillon d'eau, on porte à l'étuve à 110 °C pendant 24 h jusqu'à calcination. Ensuite on laisse refroidir 1/4 d'heure, on pèse immédiatement et rapidement sur la balance et la valeur des résidus secs est déterminée selon la formule suivante:

$$R_s = \left( \frac{M_1 - M_0}{V} \right) * 10^6$$

Soit:

$R_s$  : Le résidu sec en mg/L.

$M_0$  : La masse de bécher vide en g.

$M_1$  : La masse de bécher pleine après dessiccation à 110°C en g.

$V$  : Le volume d'eau traitée en mL.

### 5. Dosage de calcium :

L'évaluation de la teneur en  $\text{Ca}^{2+}$  est déterminée par la méthode titrimétrique à l'EDTA.

#### • Principe de la méthode :

Le principe de cette méthode, sa principe est identique à celui de la méthode titrimétrique décrite pour la dureté totale (titrimétrie à l'EDTA). Le dosage se fait à un pH élevé, le magnésium précipite sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. On présence de l'acide calccone carboxylique comme indicateur.

#### • Mode opératoire :

Pour évaluer le dosage de  $\text{Ca}^{+2}$ , on utilise les réactifs suivants :

- Solution d'EDTA (0.02 N).
- Indicateur HSN (0.2 g d'acide calccone carboxylique + 100 g de NaCl).
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2N.

Dans une fiole conique 100 mL, on introduit 25 mL de l'échantillon d'eau et 25 mL d'eau distillée, on ajoute 2 mL de solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) puis 0.2 g de indicateur HSN. Ensuite on titre la solution avec l'EDTA jusqu'au virage de la solution au bleu. Soit  $V$  le volume de la solution d'EDTA versé pour le titrage et la concentration de  $\text{Ca}^{2+}$  est déterminé selon la formule :

$$[\text{Ca}^{2+}] = V * F * 8.016$$

Avec :

$[\text{Ca}^{2+}]$ : Concentration de la dureté calcique en mg/L.

$V$  : Volume en mL de la solution d'EDTA.

$F$  : Facteur de dilution et égale à 2 fois.

*quelle pH obtenu dans ce mode opératoire*

### 6. Dureté magnésienne :

La différence entre la dureté totale et la dureté calcique, donne directement la dureté magnésienne de l'eau, elle est exprimée comme suit :

$$[Mg^{2+}] = [TH] - [Ca^{2+}]$$

Avec :

$[Mg^{2+}]$  : Concentration de la dureté magnésienne en mg/L.

$[TH]$  : Concentration de la dureté totale en mg/L.

$[Ca^{2+}]$  : Concentration de la dureté calcique en mg/L.

*(une fois regardé ce titre est ce que ça a l'air de)*

### 7. Dosage du sodium et potassium :

L'évaluation de la teneur en  $Na^+$  et  $K^+$  est réalisée à l'aide d'un photomètre de flamme.

*spectro photométrie*

#### Principe de la méthode :

Dans cette méthode, les ions en solution sont portés, au moyen d'une flamme de température convenable à un niveau énergétique supérieur à la normale (on dit que les atomes sont excités par la flamme). Libérés de la flamme, ils restituent l'énergie acquise en émettant une radiation caractéristique de l'élément. On pulvérise donc au moyen d'un gicleur, la solution à doser dans une flamme de température déterminée par l'élément que l'on recherche. On sélectionne la radiation attendue au moyen d'un filtre. L'intensité de la radiation est proportionnelle à la concentration de l'élément présent dans la solution. On établit donc une gamme étalon pour chaque élément dosé et l'on s'y réfère pour déterminer une concentration inconnue. Le sodium et le potassium sont dosés à partir de la même solution étalon à des sensibilités différentes du photomètre de flamme.

**Mode opératoire :**

Pour évaluer le dosage du  $\text{Na}^+$  et de  $\text{K}^+$ , on utilise les réactifs et matériels suivants :

- Solutions étalons en  $\text{Na}^+$  (500, 400, 300, 200, 150, 100, 50 et 20 mg/l de  $\text{Na}^+$ ).
- Solutions étalons en  $\text{K}^+$  (100, 80, 60, 40, 30, 20, 10 et 4 mg/l de  $\text{K}^+$ ).
- Eau distillée.

*Spectro* • Photomètre à flamme (BWB-1 flamme photomètre) + servotrace.

On commence par la calibration du Photomètre à flamme, par l'eau distillée, ensuite par des solutions étalons en  $\text{Na}^+$  : 20, 50, 100, 150, 200, 300, 400 et 500 mg/l (voir l'annexe N° 06). La courbe d'étalonnage de  $\text{Na}^+$  est tracée par l'appareil automatiquement. On passe les échantillons d'eau, on lit directement les valeurs de  $\text{Na}^+$  en mg/L. On fait les mêmes étapes pour le dosage du potassium.

**8. Dosage des chlorures :**

L'évaluation de la teneur en  $\text{Cl}^-$  est déterminée par la méthode de Mohr selon la norme ISO 9297.

**Principe de la méthode:**

*Je préfère est plus ce référence dans chaque méthode.*

Dans cette méthode, les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

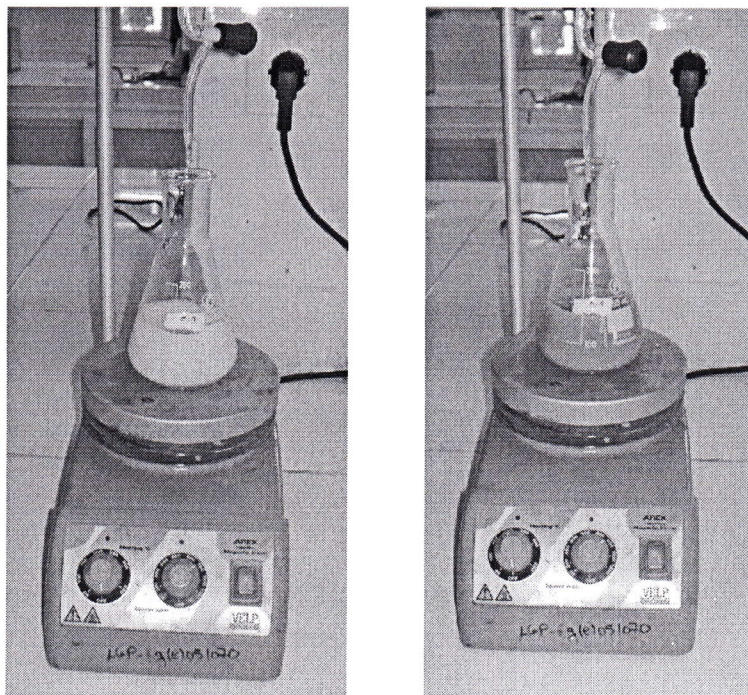
**Mode opératoire :**

Pour évaluer le dosage des chlorures, on utilise les réactifs suivants :

- Acide nitrique pur.
- Carbonate de calcium pur.
- Solution de chromate de potassium à 10 %.
- Solution de nitrate d'argent 0.1 N.

On introduit 100 mL de l'échantillon d'eau, préalablement filtrée, dans une fiole conique de 250 mL. Ensuite, on ajoute 2 à 3 gouttes d'acide nitrique pur puis une pincée de carbonate de chaux et 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10 %.

On met la solution en agitant constamment à l'aide d'un barreau magnétique puis on verse au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre (Figure N° 12), qui doit persister 1 à 3 minutes.



Avant le titrage.

Après le titrage.

Figure N° 12 : Titrage par nitrate d'argent.

En fin, on prend le volume  $V$  qui correspond le nombre de millilitre de nitrate d'argent utilisés et la concentration de chlorure est déterminée selon la formule suivante :

$$[Cl^-] = V * 10 * 3.55$$

$[Cl^-]$ : Concentration de chlorure en mg /L.

### 9. Dosage des sulfates :

L'évaluation de la teneur en  $\text{SO}_4^{2-}$  est déterminée par la méthode gravimétrique.

#### ▪ Principe de la méthode :

Dans cette méthode, les ions  $\text{SO}_4^{2-}$  sont précipités à l'état de sulfates de baryum ( $\text{BaSO}_4$ ) et évalués gravimétriquement.

#### ▪ Mode opératoire :

Pour évaluer le dosage des sulfates, on utilise les réactifs et matériels suivants :

- Solution d'acide chlorhydrique à 10 %.
- Solution de chlorure de baryum à 10 %.
- Eau distillée.
- Agitateur magnétique chauffant.
- Balance.
- Etuve. *110°C, AgNO<sub>3</sub> 10%, Alcool, éther,*

On introduit 100 mL de l'échantillon d'eau dans un bécher de 250 mL. On ajoute 2 mL d'acide chlorhydrique à 10 % ; le pH doit être inférieur à 4. On chauffe jusqu'à l'ébullition modérée en agitant constamment pour éviter les projections. On fait tomber goutte à goutte 20 mL de solution de chlorure de baryum à 10 % et on poursuit l'ébullition pendant 10 minutes sans interrompre l'agitation. Ensuite on laisse la solution se reposer, on s'assure que la précipitation est complète par l'addition d'une quantité de chlorure de baryum.

On décante le liquide surnageant encore chaud en laissant écouler le long d'un agitateur au-dessus du filtre sans cendre, lisse, placé sur un entonnoir de Joulie et entraîne le moins possible de précipité au cours de cette opération. Ensuite on lave le précipité resté dans le bécher avec de l'eau bouillante et on agite, puis on laisse la solution au repos durant 5 minutes. On décante à nouveau sur le filtre. On pose le filtre dans le creuset et on porte à l'étuve à 850°C jusqu'à dessiccation complète.

Enfin, on laisse refroidir dans un dessiccateur et on pèse (le filtre et le creuset sont pesés vide). Soit  $M$  la masse de sulfate de baryum trouvée. La concentration en sulfates est déterminée par la formule suivante :

$$[SO_4^{2-}] = M * 10 * 0.41155$$

$[SO_4^{2-}]$ : Concentration de sulfate en mg /L.

#### 10. Dosage de nitrates :

##### ▪Le principe :

Le teneur en nitrate est mesuré à l'aide du colorimètre HACH DR/820 utilisant des réactifs spéciaux (HACH) et en suivant les indications du manuel d'utilisation de l'appareil.

##### ▪Mode d'opérateur :

Pour mesure la teneur en nitrates, on suit les étapes suivantes:

- On étalonne l'appareil par l'utilisation des réactifs (Nitra Ver 5 réactif pour 10 mL d'eau) et l'eau distillée (voir annexe N° 06).
- On remplit le flacon colorimétrique avec 10 mL d'échantillon d'eau.
- On ajoute le contenu d'une gélule de Nitra Ver 5 au flacon bouché, puis on agite le flacon vigoureusement.
- On place le flacon d'échantillon préparé dans le puits de mesure de l'appareil.
- On lit directement le résultat en mg/L.

#### 11. Détermination du TA et du TAC :

Détermination du TA et du TAC par la méthode titrimétrique.

**Principe de la méthode :**

Dans cette méthode, les déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'indicateurs colorés.

**Mode opératoire :**

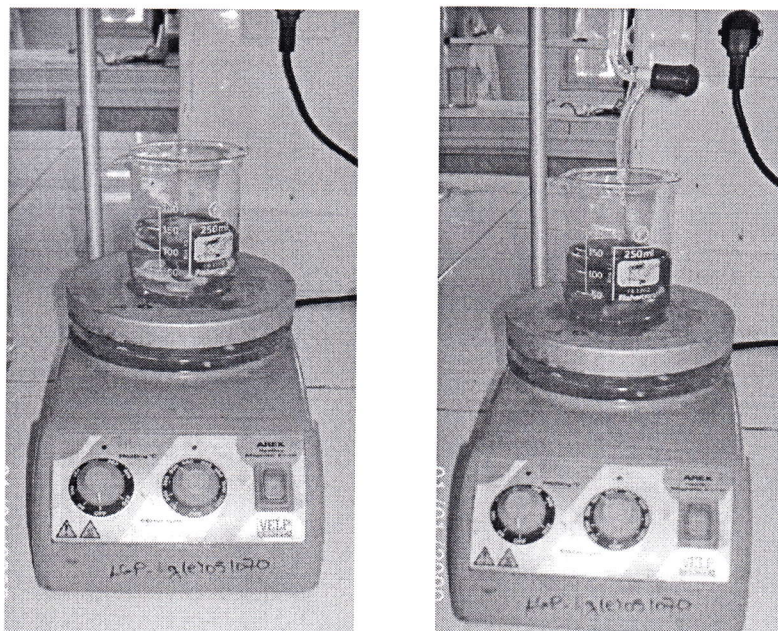
Pour évaluer les valeurs du TA et du TAC, on utilise les réactifs suivants :

- Acide sulfurique à 0.02 N.
- Solution de phénophtaléine dans l'alcool à 0.5 %
- Solution de méthylorange à 0.5 % (Le méthylorange est préparé dans l'eau).
- Eau distillée.

On prélève 100 mL de l'échantillon d'eau dans un bécher de 500 mL, ensuite on ajoute 1 à 2 gouttes de solution alcoolique phénophtaléine. On n'observe pas de développement de coloration rose ce qui indique que le TA est nul, (ceci se produit en général pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8.3). A l'aide d'une burette, on verse doucement l'acide dans le bécher et en agitant constamment et ceci jusqu'à la décoloration complète de la solution (pH 8.3). Soit V le nombre de millilitres d'acide utilisés pour obtenir le virage.

Sur le même échantillon, on ajoute 2 gouttes de solution de méthylorange et titre de nouveau avec le même acide jusqu'au virage du jaune orangé au rose orangé (pH 4) (Figure N° 13). Soit V' le nombre de millilitre d'acide 0.02 N versés depuis le début du dosage. On retranche de ce volume 0.5 mL, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui est un peu plus faible que le pH de neutralisation exacte de l'hydrogénocarbonate.





Avant le titrage.

Après le titrage.

Figure N° 13 : Titrage par acide sulfurique.

Les valeurs de A et du TAC sont déterminées selon les formules suivantes :

$$[TA] = V/5$$

$$[TAC] = (V' - 0.5)/5$$

Les valeurs de TA et TAC en méq/L.

### 12. Détermination de la dureté totale (TH) :

L'évaluation de la valeur de TH est déterminée par titrimétrie à l'EDTA.

#### • Principe de la méthode :

Dans cette méthode, la détermination du TH se fait par titrage à l'EDTA à un pH=10, en utilisant le NET comme indicateur.

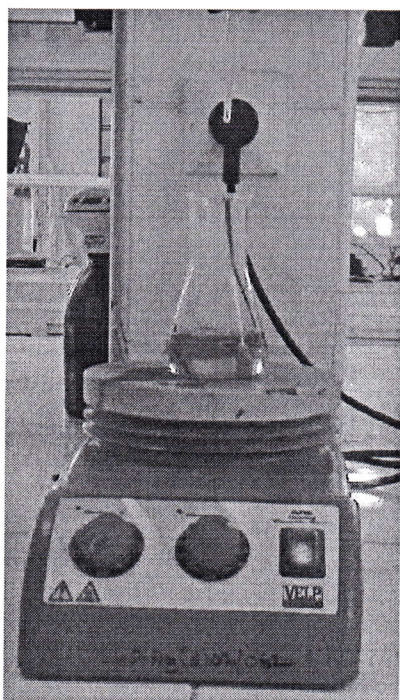
**Mode opératoire :**

Pour évaluer la valeur du TH, on utilise les réactifs suivants :

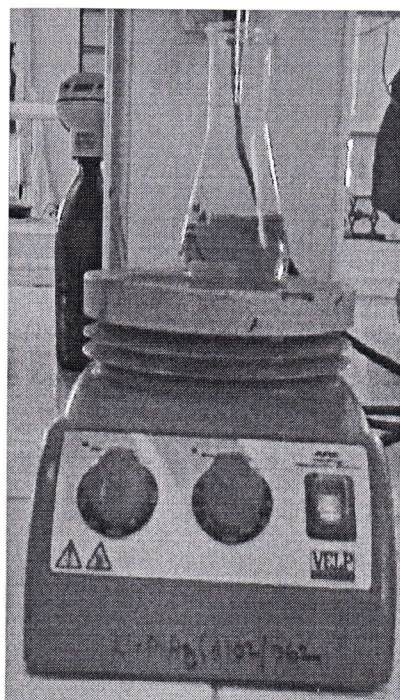
- Solution d'EDTA(0.02 N).
- Tampon ammoniacal (pH=10).
- Indicateur Noir d'ériochrome T NET (quelques cristaux d'indicateur).
- Eau distillée.
- Agitateur magnétique et barreau aimanté.

On introduit 50 mL de l'échantillon d'eau dans un bécher de 250 mL puis, on ajoute 4 mL de solution tampon et quelques cristaux d'indicateur de Noir ériochrome T. la solution se colore en rouge foncé ou violet, le pH doit être de 10.

En maintenant une agitation à l'aide d'un barreau aimanté, ensuite on verse la solution d'EDTA rapidement en début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer au bleu (Figure N° 14).



Avant le titrage.



Après le titrage.

Figure N° 14 : Titrage par l'EDTA.

La concentration totale en calcium et magnésium est déterminée par la formule suivante :

$$[TH] = \cancel{1000} * \frac{C * V_1}{V_2}$$

[TH]: Concentration de la dureté totale en mg /l. *meq/l*

C : Concentration en milliéquivalents par litre de la solution d'EDTA.

V<sub>1</sub> : Volume en mL de la solution d'EDTA.

V<sub>2</sub>: Volume en mL de l'échantillon d'eau.

### III.3.1.3-Analyse microbiologique [8]:

L'objectif de l'analyse microbiologique est d'étudier la possibilité d'utiliser l'huile de cade comme désinfectant des eaux. Les principaux des germes à suivre sont les germes indicateurs de contamination fécale à savoir les coliformes totaux et l'Escherichia coli.

L'évaluation se fait par la technique du NPP (Nombre le Plus Probable).

#### •Le principe de la méthode :

Les coliforme se présentent sous forme de Bacilles Gram négatifs (BGN), non sporogones, oxydas négative, aéro-anaérobies facultatifs, capables de croître en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et gaz, en 24 à 48 heures à 37 °C.

#### •Mode d'opérateur :

On utilise la technique en milieu liquide à deux tests consécutifs comme la suit :

#### 1-Test de présomption:

A partir de l'échantillon d'eau, on porte aseptiquement :

- 50 mL dans un flacon contenant 50 mL de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 10 mL dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 1 mL dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham (voire l'annexe N° 07).

On chasse le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et on mélange bien le milieu et l'inoculum. Ensuite on incube les tubes et le flacon dans la température à 37°C pendant 24 heures (Figure N° 15). Après l'incubation appropriée (24 heures), on fait la lecture des tubes positifs présentant à la fois :

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

La lecture finale se fait selon les prescriptions de table du NPP qui figure en annexe N° 08.



Figure N° 15 : Les tubes dans bobinier à 37 °C.

## 2-Test de confirmation ou test de Mac Kenzie :

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche de coliforme thermotolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'Escherichia coli.

Les coliforme thermotolérants ont les même propriétés qui de fermentation que les coliforme mais à 44 °C.

Escherichia coli est un coliforme thermotolérant qui entre autre :

- Produit de l'indole à partir du tryptophane à 44 °C.
- Donne un résultat positif à l'essai au rouge de méthyl .
- Ne produit pas de l'acétyl méthyl carbinol.
- N'utilise pas le citrate comme source unique de carbone.

Lorsque, on trouve les tubes de BCPL positifs lors du dénombrement des coliformes totaux, on fait le repiquage dans les tubes de BCPL positifs à l'aide d'une öse bouclée dans tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham (voire l'annexe N° 07).

On Chasse le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et on mélange bien le milieu et l'inoculum. Ensuite on incube les tubes dans un bain marie à 44°C pendant 24 heures. Après l'incubation appropriée (24 heures), on fait la lecture des tubes positifs présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux.
- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par Escherichia coli après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs .

La lecture finale s'effectue également selon les prescription de le tableau du NPP.

### III.3.1.4-Paramètres de pollution :

#### 1. Détermination de la demande chimique en oxygène (approche du DCO) :

Ce test à caractère conventionnel a pour but d'approcher la teneur en matières organiques présentes dans l'eau. L'indice permanganate d'une eau est la concentration en masse d'oxygène en relation avec la quantité d'ions permanganate consommée par un échantillon d'eau, dans des conditions définies. Exprimé en mg/L d'oxygène, il correspond à une mesure conventionnelle pour évaluer la contamination d'un échantillon chargé en matière organique.

#### •Principe de la méthode :

Dans cette méthode, le test consiste à mesurer en milieu acide la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières oxydables contenues dans une eau.

#### •Mode opératoire :

Pour évaluer l'indice permanganate, on utilise les réactifs et matériels suivants :

- Solution de permanganate de potassium à 0.32 g/L.
- Solution d'acide sulfurique à 196 g/L.
- Oxalate de sodium à 0.67 g/L. *acide Oxalique ?!*
- Eau distillé.
- Bain-marie permettant de maintenir les échantillons à une température de 60 à 75 °C.
- Burette de précision de 50 mL graduée au 1/50.

Dans une fiole conique 75 mL, on introduit 25 mL de l'échantillon d'eau, on ajoute 5ml d'acide sulfurique, on mélange avec précaution. On place le récipient au bain-marie pendant 10 min puis on ajoute 5mL de solution de permanganate de potassium. On Note l'heure. Au bout de 10 min, on ajoute 5 mL de solution d'oxalate de sodium et on attend la décoloration de la solution. On titre la solution encore chaude avec la solution de permanganate de potassium jusqu'à l'apparition d'une coloration

rose pâle persistant environ 30 s. On note le volume de solution de permanganate consommé, soit  $V_1$ . Parallèlement à l'essai, on procède à un essai à blanc dans la même condition mais sur 25 ml d'eau permutée ; soit  $V_0$  le volume de permanganate de potassium utilisé,  $V_0$  doit être inférieur à 0.3 mL.

▪ **Vérification du titre de la solution de permanganate de potassium :**

On ajoute 5 mL de solution d'oxalate de sodium et 1 mL d'acide sulfurique à l'essai à blanc. Si nécessaire, on réchauffe la solution à 75 °C ensuite, on titre avec la solution de permanganate de potassium jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistant environ 30 s soit  $V_e$ , le volume utilisé.

L'indice permanganate ( $I_p$ ) est exprimé en milligrammes par litre d'oxygène et donne par la formule suivante :

$$I_p = 16 \frac{(V_1 - V_0)}{V_e}$$

Soit :

**16:** Équivalent en oxygène exprimé en milligrammes par millimole, d'une milli mol d'oxalate. (ou acide oxalique)

$V_0$ : Volume en millilitres de solution de l'essai permanganate de potassium consommé pour à blanc.

$V_1$ : Volume en millilitres de solution de permanganate de potassium consommé pour l'essai.

$V_e$ : Volume en millilitres de solution de permanganate de potassium consommé pour le titre de solution de permanganate.

# Chapitre IV :

## Résultats et discussions



### Introduction :

Très peu de travaux de recherche ont concerné l'impact de l'utilisation de l'huile de cade sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Nous avons commencé notre travail par une enquête auprès de la population locale notamment bédouine, puis nous avons poursuivi notre travail par l'amélioration de la qualité de l'eau par l'addition de l'huile de cade.

### IV.1-Résultats d'enquête :

Dans cette partie d'étude d'écrit les résultats d'enquêtes établie dans la région de Ouargla sur l'utilité de l'utilisation des huiles de cades dans les eaux destinées à la consommation humaine, il s'agit de mettre en évidence des différentes causes de l'utilisation de l'huile de cade d'après les utilisateurs.

Le travail consiste à établir un questionnaire étudié et le soumettre à la majorité de la composante de la société, notamment les bédouins, les vieux, les jeunes les étudiants, les cadres supérieures et les sexes masculin et féminin. On montre que l'opinion des différentes catégories de la société est partagée :

- **Pour les bédouins**, le mot « Gatrane » est très connu dans leur lexique. Ils l'utilisent pour traiter les plaies des bêtes et il est considéré un peu exagérément comme une véritable panacée. Pendant l'été, les femmes bédouine le en mettent sur le front, les oreilles et le nez des enfants ; elles s'en font également des anneaux autour des poignets et des chevilles pour atténuer les douleurs rhumatismales...etc. Elle l'utilisent encore pour éloigner les reptiles, les scorpions et les insectes.
- **Pour la catégorie des vieux**, d'âge allant de 45 à 80 ans et pour les deux sexes. La majorité (soit 80 % des enquêtes) indique que l'huile de cade confère à l'eau un goût agréable et notamment en été et environ 30 % d'entre eux suggérer que l'huile de cade est largement utilisée pour le traitement des maladies dermatologique des animaux. Initialement employée au tannage des cuirs et au badigeonnage des jarres à eau, l'huile de cade donne une bonne odeur et améliore l'appétit. Par ailleurs et en conséquent du

développement des algues aux bords, aux parois et aux fonds des puits et bassins d'irrigation.

- **Pour la catégorie des médecins**, ils indiquent que l'huile de cade est un produit riche en molécules aromatique, utilisé pour la préparation des shampooing pour lutter contre la chute des cheveux, rentre dans la composition de nombreux pommades et savons pour traiter certaines maladies dermatologiques tel que l'eczéma, psoriasis, ichtyoses, névrodermites, dyskératoses. Ils présentent l'huile de cade comme un désinfectant, un parasiticide, un antiseptique, un vermifuge et un résolutif pectoral.

- **Pour la catégorie des étudiants et des cadres supérieurs**, d'âge comprise entre 20 et 50 ans, ou 40 % d'entre eux, confirment que le Gatrane a une bonne odeur et vivifiante et que ce produit atténue la salinité de l'eau et qu'ils préfèrent l'utiliser en eaux durant la période d'été qu'en hiver. Alors que 60 % des étudiants et des cadres supérieures, indique que l'huile de cade donne à l'eau un gout désagréable.

D'une manière générale, l'huile de cade est préparée par deux méthodes:

- On prélève une bûchette du bois conifère, on pose dans haut lieu (montage), puis on creuse une fosse et une rigole, ensuite on pose les bois dans cette fosse, on brûle le bois, à la fin de la combustion on couvre par un voile. On laisse pendant deux jours, après ce répit on remarque une liquide noir ruisselle dans la rigole.
- Dans deuxième méthode, on chauffe le bois conifère dans des fours de fabrication locale à une température d'environ de 150 °C, jusqu'à d'apparition une liquide noir brun. Cette méthode de distillation est pratiquée dans campagnes.

IV.2-Résultats d'analyse et de traitement (addition de l'huile de cade) :

IV.2.1- Paramètres organoleptique :

1.Odeur :

Tableau N° 03 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur l'odeur. *dans 100ml (0,1ml / 100ml) ✓*

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour     | Après 2 jours | Après 3 jours     | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours     | Après 7 jours     |
|---------------------------|--------------------------------|------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | Inodore                        | Odeur moyenne    | Odeur faible  | Odeur très faible | -             | -             | Odeur très faible | Odeur très faible |
| 0.2 mL de l'huile de cade | Inodore                        | Odeur forte      | Odeur moyenne | Odeur faible      | -             | -             | Odeur faible      | Odeur faible      |
| 0.3 mL de l'huile de cade | Inodore                        | Odeur Très forte | Odeur forte   | Odeur moyenne     | -             | -             | Odeur moyenne     | Odeur moyenne     |

L'influence de la concentration en huile de cade et du temps séjour présentent un effet sur l'odeur. Cette dernière augmente avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée par contre l'odeur devient de plus en plus faible avec le temps séjour et ce jusqu'au 3ème jours, ensuite, l'odeur reste stable.

Ces résultats peuvent s'interpréter par le fait qu'une quantité plus importante d'huile donne une odeur de plus en plus forte, alors qu'avec le temps de séjour il peut y avoir une décomposition de les matières organiques avec le temps.

2. Saveur :

Tableau N° 04 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur la saveur.

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour     | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | Agréable                       | Très bonne goût  | TBG +         | TBG++         | -             | -             | goût amer     | goût amer     |
| 0.2 mL de l'huile de cade | Agréable                       | Moyen bonne goût | MBG+          | MBG+<br>+     | -             | -             | goût amer     | goût amer     |
| 0.3 mL de l'huile de cade | Agréable                       | Bonne goût       | BG+           | BG++          | -             | -             | goût amer     | goût amer     |

On constate que la concentration en huile de cade et le temps séjour ont un effet sur la saveur. L'huile de cade améliore le goût avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée et la même chose par le temps séjour. Après six jours on constate l'apparition d'un goût amer.

Ces résultats s'expriment que l'huile de cade peut révéler la présence de substances qui ont du goût et que ce dernier devient amer avec le temps.

**Remarque:**

**TBG :** Très bonne goût.

**MBG :** Moyennes bonne goût.

**BG :** Bonne goût.

**+** : Augmentation de la goût.

3. La couleur:

Tableau N° 05 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur la couleur.

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour       | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | Sans couleur                   | Jaune brun clair   | JBC+          | JBC++         | -             | -             | brun clair    | brun clair    |
| 0.2 mL de l'huile de cade | Sans couleur                   | Jaune brun moyenne | JBM+          | JBM++         | -             | -             | brun moyenne  | brun moyenne  |
| 0.3 mL de l'huile de cade | Sans couleur                   | Jaune brun foncé   | JBF+          | JBF++         | -             | -             | brun foncé    | brun foncé    |

On constate que l'huile de cade et le temps séjour présentent ont un effet sur couleur. Cette dernière augmente avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée et se renforce avec augmentation le temps séjour jusqu'à 3ème jours, ensuite, elle reste stable.

Ces résultats s'expriment que l'huile de cade traduit la présence des matières organiques dissoutes dans l'eau.

**Remarque :**

**JBC :** Jaune brun clair.

**JBM :** Jaune brun moyenne.

**JBF :** Jaune brun foncé.

**+** : Augmentation de la couleur.

## 4. La turbidité :

Tableau N° 06 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur la turbidité ( $\text{cm}^{-1}$ ).  $\lambda$

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 0.0003                         | 0.009        | -             | -             | 0.014         | 0.018         | 0.023         | 0.023         |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 0.0003                         | 0.01         | -             | -             | 0.023         | 0.026         | 0.028         | 0.029         |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 0.0003                         | 0.014        | -             | -             | 0.028         | 0.031         | 0.034         | 0.036         |

On constate que l'huile de cade et le temps séjour présentent ont un effet sur la turbidité. Cette dernière augmente avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée et le temps séjour. Les valeurs de la turbidité passent de pour  $0.0003 \text{ cm}^{-1}$  l'échantillon témoin (avant ajout de l'huile de cade) à  $0.023 \text{ cm}^{-1}$  en 0.1 mL de l'huile de cade, à  $0.029 \text{ cm}^{-1}$  en 0.2 mL de l'huile de cade et  $0.036 \text{ cm}^{-1}$  en 0.3 mL de l'huile de cade (après sept jours).

Ces résultats s'expriment que l'huile de cade traduit la présence des matières en suspension dans l'eau.

## IV. IV.2.2-Paramètres physico-chimique :

## 1.La température :

Tableau N° 07 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur la température (°C).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 24.1                           | 24.2         | 24.3          | 24.4          | -             | -             | 24.5          | 25.2          |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 24.1                           | 24.3         | 24.4          | 24.5          | -             | -             | 24.6          | 25.8          |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 24.1                           | 24.4         | 24.5          | 24.6          | -             | -             | 24.7          | 25.9          |

L'ajout de l'huile de cade n'a pas un grand effet sur le température. La dissolution de l'huile de cade se fait sans échange thermique.

## 2. La conductivité :

Tableau N° 08 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur la conductivité mS/m.

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 2.51                           | 2.47         | 2.46          | 2.44          | -             | -             | 2.35          | 2.28          |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 2.51                           | 2.45         | 2.43          | 2.42          | -             | -             | 2.30          | 2.20          |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 2.51                           | 2.38         | 2.34          | 2.33          | -             | -             | 2.18          | 2.06          |

On constate que l'huile de cade et le temps séjour ont un effet sur la conductivité. Cette dernière diminue avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée et le temps séjour. Les valeurs de la conductivité passent de 2.51 mS/m pour le échantillon témoin (avant ajout de l'huile de cade) à 2.28 mS/m en 0.1 mL de l'huile de cade, à 2.20 mS/m en 0.2 mL de l'huile de cade et 2.06 mS/m en 0.3 mL de l'huile de cade (après sept jours).

Ces résultats s'expliquent à la diminution la minéralisation de l'eau suite à l'adsorption de certains ions sur l'huile de cade.



## 9. Chlorures :

Tableau N°15: L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le Cl<sup>-</sup> (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 433.1                          | 440.2        | -             | -             | 454.4         | 461.5         | 468.6         | 475.7         |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 433.1                          | 447.3        | -             | -             | 461.5         | 468.6         | 475.7         | 489.9         |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 433.1                          | 454.4        | -             | -             | 468.6         | 475.7         | 489.9         | 497           |

On constate que la teneur en chlorure augmente avec la concentration en huile de cade et la même chose pour le temps de séjour. Avant l'addition de l'huile de cade la teneur est de 433.1 mg/L et augmente progressivement avec l'augmentation de la concentration en huile de cade d'environ 15 % et pendant le temps de séjour d'environ 27 %. Ces résultats s'expliquent par la présence du Cl<sup>-</sup> dans l'huile de cade.

## 10. Sulfates :

Tableau N° 16 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le  $\text{SO}_4^{2-}$  (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 634.198                        | 621.028      | 610.740       | 607.036       | -             | -             | 605.5         | 584.401       |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 634.198                        | 667.945      | 695.114       | 577.4         | -             | -             | 539.130       | 515.67        |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 634.198                        | 689.339      | 658.898       | 625.144       | -             | -             | 633.822       | 603.323       |

On constate général que la teneur en sulfates augmente avec la concentration en huile de cade ajoutée et diminue en fonction du temps de séjour. La diminution des sulfates en fonction du temps de séjour peut provenir d'une adsorption de ces derniers sur l'huile de cade.

## 11. Nitrates :

Tableau N°17: L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le  $\text{NO}_3^-$  (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 0.9                            | 2.8          | 6.5           | 7.9           | -             | -             | 3.5           | 14.1          |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 0.9                            | 3.5          | 7.8           | 6             | -             | -             | 4.9           | 13.5          |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 0.9                            | 4            | 8.6           | 3.9           | -             | -             | 4             | 10            |

On constate d'une façon générale que la teneur en nitrates augmente avec la concentration en huile de cade ajoutée jusqu'au 2<sup>ème</sup> jour ensuite il y a une diminution en fonction temps de séjour puis une augmentation au 7<sup>ème</sup> jour. Ces résultats proviennent probablement des difficultés dans la détermination de la concentration des nitrates, il se peut qu'il y a des interférences avec d'autres éléments.

*en général,  $\text{NO}_3^-$*

## 12.TA –TAC :

Tableau N° 18 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le TA-TAC (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 65.88                          | 61           | 52.46         | 50.02         | -             | -             | 46.36         | 43.92         |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 65.88                          | 58.56        | 48.8          | 46.36         | -             | -             | 42.7          | 40.26         |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 65.88                          | 54.9         | 42.7          | 40.26         | -             | -             | 37.82         | 35.38         |

On constate que la valeur de la valeur de TA est nul, avant et après addition d'huile de cade dans les différentes quantités ajoutées. Ces résultats s'expliquent l'absence  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{OH}^-$  car le milieu à un pH est inférieur à 8.3.

Le TAC diminue avec la concentration en huile de cade ajoutée et le temps séjour. Les valeurs du TAC passent de 65.88 mg/L pour le échantillon témoin (avant ajout de l'huile de cade) à 43.92 mg/L pour 0.1 mL de l'huile de cade, à 40.26 mg/L pour 0.2 mL de l'huile de cade et 35.38 mg/L pour 0.3 mL de l'huile de cade (après sept jours).

Ces résultats indiquent que l'addition de l'huile de cade dans l'eau réduit la présence d'hydrogénocarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) dans l'eau.

**13. Hydrogénocarbonates :**

Tant que la valeur TA est nul, donc la valeur de TAC égale à valeur Hydrogénocarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) voir le tableau de TAC

**14. La dureté :**

**Tableau N° 19 :** L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le TH (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 337.92                         | 435.2        | 440.32        | 450.56        | -             | -             | 378.88        | 378.88        |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 337.92                         | 384          | 435.2         | 440.32        | -             | -             | 358.4         | 358.4         |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 337.92                         | 348.16       | 358.4         | 378.88        | -             | -             | 317.44        | 317.44        |

On constate que la valeur de TH diminue avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée mais augmente avec le temps séjour jusqu'au 3<sup>ème</sup> jour puis reste stable. Ceci peut s'interpréter par le fait que le facteur prédominant est le magnésium, le TH suit la même évolution que le magnésium jusqu'au 3<sup>ème</sup> jour, après il y a apparemment un équilibre entre l'évolution du calcium et celle du magnésium.

## 3. Le pH :

Tableau N° 09 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le pH.

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 7.293                          | 7.145        | 7.490         | 7.228         | -             | -             | 7.442         | 7.401         |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 7.293                          | 6.604        | 6.954         | 7.113         | -             | -             | 7.295         | 7.321         |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 7.293                          | 6.447        | 6.856         | 7.184         | -             | -             | 7.247         | 7.308         |

On constate généralement que le pH diminue avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée, l'influence du temps de séjour se fait parfois dans le sens d'une acidité plus importante et dans d'autres cas dans le sens d'une basicité plus importante comme le suit:

- A 0.1 mL de l'huile de cade, le pH diminue après un jour et augmente après deux jours et il se stabilise jusqu'au septième jours.

- A 0.2 et 0.3 mL de l'huile de cade, le pH diminue après un jour et augmente ensuite .

Ces résultats indiquent qu'il y a d'autres facteurs qui influent sur le pH.

4. Résidu sec :

Tableau N° 10 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le résidu sec mg/L. (2.10.10) 2

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 1802                           | 2445         | -             | -             | 2468          | 2473          | 2649          | 2747          |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 1802                           | 2763         | -             | -             | 2771          | 2785          | 2798          | 2811          |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 1802                           | 3205         | -             | -             | 3230          | 3248          | 3254          | 3396          |

On constate que l'huile de cade et le temps séjour ont un effet sur le résidu sec. Ce dernier augmente avec la concentration et de même pour le temps séjour. Les valeurs du résidu sec passent de 1802 mg/L pour l'échantillon témoin (avant ajout de l'huile de cade) à 2747 mg/L pour 0.1 mL de l'huile de cade, à 2811 mg/L pour 0.2 mL de l'huile de cade et 3396 mg/L pour 0.3 mL de l'huile de cade (après sept jours).

Ces résultats s'expriment que l'addition de l'huile de cade dans l'eau traduit la présence des matières dissoutes et en suspension non volatiles dans l'eau.

## 5. Calcium:

Tableau N° 11 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le calcium (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 171.542                        | 173.140      | 174.748       | 187.574       | -             | -             | 193.384       | 193.98        |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 171.542                        | 195.59       | 198.796       | 198.796       | -             | -             | 200.4         | 203.606       |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 171.542                        | 200.4        | 205.209       | 206.812       | -             | -             | 208.416       | 210.00        |

On constate que la teneur en calcium augmente en fonction de l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée et le temps de séjour. Avant l'addition de l'huile de cade la teneur est de 171.542 mg/L et augmente progressivement avec l'augmentation de la concentration en huile de cade d'environ 20% et pendant le temps de séjour d'environ 40%.

Ces résultats s'expliquent par la présence du  $\text{Ca}^{2+}$  dans l'huile de cade.



6. Magnésium :

Tableau N° 12 :L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le magnésium (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 166.378                        | 262.06       | 265.572       | 262.986       | -             | -             | 185.496       | 184.9         |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 166.378                        | 188.41       | 236.404       | 241.524       | -             | -             | 158           | 154.794       |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 166.378                        | 147.76       | 153.191       | 172.068       | -             | -             | 109.024       | 107.44        |

On constate que la teneur en  $Mg^{2+}$  diminue avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée, en fonction du temps de séjour la concentration augmente puis diminue. Les teneurs en  $Mg^{2+}$  évoluent comme suit:

- A 0.1 mL de l'huile de cade, elles passent de 166.378 mg/L pour le échantillon témoin (avant ajout de l'huile de cade) à 265.572 mg/L après deux jours ensuite diminue à 184.9 mg/L après sept jours.

- A 0.2 mL de l'huile de cade, elle passent de 166.378 mg/L pour le échantillon témoin (avant ajout de l'huile de cade) à 241.524 mg/L après trois jours ensuite diminue à 154.794 mg/L après sept jours .

- A 0.3 mL de l'huile de cade, elles passent de 166.378 mg/L pour le échantillon témoin (avant ajout de l'huile de cade) à 172.068 mg/L après trois jours ensuite diminue à 107.44 mg/L après sept jours.

Ces résultats indiquent une présence du  $Mg^{2+}$  dans l'huile de cade, mais elle précipité lorsque le temps de séjour est élevé et la concentration de l'huile de cade augmente.

## 7.Sodium :

Tableau N° 13 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le sodium (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 211                            | 175          | 175           | 175           | -             | -             | 175           | 175           |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 211                            | 183          | 183           | 183           | -             | -             | 183           | 183           |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 211                            | 209          | 209           | 209           | -             | -             | 209           | 209           |

On constate que la teneur en  $\text{Na}^+$  augmente avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée, avec le temps de séjour on observe une diminution après un jour ensuite la concentration se stabilise jusqu'au septième jours.

Ces résultats indiquent que l'huile de cade n'a pas d'influence sur le sodium.

## 8. Potassium:

Tableau N° 14 : Influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le potassium (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 11.8                           | 11.1         | 11.1          | 11.1          | -             | -             | 11.1          | 11.1          |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 11.8                           | 11.3         | 11.3          | 11.3          | -             | -             | 11.3          | 11.3          |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 11.8                           | 11.3         | 11.3          | 11.3          | -             | -             | 11.3          | 11.3          |

On constate que la teneur en  $K^+$  augmente avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée puis se stabilise, avec le temps de séjour diminue après un jour ensuite elle reste stable jusqu'à septième jours.

Ces résultats s'expriment indiquent que l'huile de cade n'a aucune influence sur le potassium.

## 9. Chlorures :

Tableau N°15: L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le Cl<sup>-</sup> (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 433.1                          | 440.2        | -             | -             | 454.4         | 461.5         | 468.6         | 475.7         |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 433.1                          | 447.3        | -             | -             | 461.5         | 468.6         | 475.7         | 489.9         |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 433.1                          | 454.4        | -             | -             | 468.6         | 475.7         | 489.9         | 497           |

On constate que la teneur en chlorure augmente avec la concentration en huile de cade et la même chose pour le temps de séjour. Avant l'addition de l'huile de cade la teneur est de 433.1 mg/L et augmente progressivement avec l'augmentation de la concentration en huile de cade d'environ 15 % et pendant le temps de séjour d'environ 27 %. Ces résultats s'expliquent par la présence du Cl<sup>-</sup> dans l'huile de cade.

## 10. Sulfates :

Tableau N° 16 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le  $\text{SO}_4^{2-}$  (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 634.198                        | 621.028      | 610.740       | 607.036       | -             | -             | 605.5         | 584.401       |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 634.198                        | 667.945      | 695.114       | 577.4         | -             | -             | 539.130       | 515.67        |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 634.198                        | 689.339      | 658.898       | 625.144       | -             | -             | 633.822       | 603.323       |

On constate général que la teneur en sulfates augmente avec la concentration en huile de cade ajoutée et diminue en fonction du temps de séjour. La diminution des sulfates en fonction du temps de séjour peut provenir d'une adsorption de ces derniers sur l'huile de cade.

## 11. Nitrates :

Tableau N°17: L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le  $\text{NO}_3^-$  (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 0.9                            | 2.8          | 6.5           | 7.9           | -             | -             | 3.5           | 14.1          |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 0.9                            | 3.5          | 7.8           | 6             | -             | -             | 4.9           | 13.5          |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 0.9                            | 4            | 8.6           | 3.9           | -             | -             | 4             | 10            |

On constate d'une façon générale que la teneur en nitrates augmente avec la concentration en huile de cade ajoutée jusqu'au 2<sup>ème</sup> jour ensuite il y a une diminution en fonction temps de séjour puis une augmentation au 7<sup>ème</sup> jour. Ces résultats proviennent probablement des difficultés dans la détermination de la concentration des nitrates, il se peut qu'il y a des interférences avec d'autres éléments.

*en général,  $\text{NO}_3^-$*

## 12.TA –TAC :

Tableau N° 18 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le TA-TAC (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 65.88                          | 61           | 52.46         | 50.02         | -             | -             | 46.36         | 43.92         |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 65.88                          | 58.56        | 48.8          | 46.36         | -             | -             | 42.7          | 40.26         |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 65.88                          | 54.9         | 42.7          | 40.26         | -             | -             | 37.82         | 35.38         |

On constate que la valeur de la valeur de TA est nul, avant et après addition d'huile de cade dans les différentes quantités ajoutées. Ces résultats s'expliquent l'absence  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{OH}^-$  car le milieu à un pH est inférieur à 8.3.

Le TAC diminue avec la concentration en huile de cade ajoutée et le temps séjour. Les valeurs du TAC passent de 65.88 mg/L pour le échantillon témoin (avant ajout de l'huile de cade) à 43.92 mg/L pour 0.1 mL de l'huile de cade, à 40.26 mg/L pour 0.2 mL de l'huile de cade et 35.38 mg/L pour 0.3 mL de l'huile de cade (après sept jours).

Ces résultats indiquent que l'addition de l'huile de cade dans l'eau réduit la présence d'hydrogénocarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) dans l'eau.

**13. Hydrogénocarbonates :**

Tant que la valeur TA est nul, donc la valeur de TAC égale à valeur Hydrogénocarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) voir le tableau de TAC

**14. La dureté :**

**Tableau N° 19 :** L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le TH (mg/L).

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 337.92                         | 435.2        | 440.32        | 450.56        | -             | -             | 378.88        | 378.88        |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 337.92                         | 384          | 435.2         | 440.32        | -             | -             | 358.4         | 358.4         |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 337.92                         | 348.16       | 358.4         | 378.88        | -             | -             | 317.44        | 317.44        |

On constate que la valeur de TH diminue avec l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée mais augmente avec le temps séjour jusqu'au 3<sup>ème</sup> jour puis reste stable. Ceci peut s'interpréter par le fait que le facteur prédominant est le magnésium, le TH suit la même évolution que le magnésium jusqu'au 3<sup>ème</sup> jour, après il y a apparemment un équilibre entre l'évolution du calcium et celle du magnésium.



## IV.2.3 - Paramètres microbiologiques :

## 1. Coliformes totaux :

Tableau N°20 : L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur le coliformes totaux (N/100 mL):

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 13                             | 00           | 00            | 00            | -             | -             | 00            | 00            |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 13                             | 00           | 00            | 00            | -             | -             | 00            | 00            |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 13                             | 00           | 00            | 00            | -             | -             | 00            | 00            |

On constate que l'huile de cade et le temps séjour ont un effet sur les coliforme totaux. Ces dernières s'anéantissent après d'addition de l'huile de cade. Les valeurs des coliforme totaux passent de 13 N/100 mL pour le échantillon témoin (avant ajout de l'huile de cade) à 0 N/100 mL .

Ces résultats s'expliquent par la présence de l'huile de cade dans l'eau qui a un pouvoir désinfectant sur les coliformes totaux.

**2. Escherichia Col :**

**Tableau N° 21 :** L'influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur l'Escherichia Coli (N/100 mL):

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 13                             | 00           | 00            | 00            | -             | -             | 00            | 00            |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 13                             | 00           | 00            | 00            | -             | -             | 00            | 00            |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 13                             | 00           | 00            | 00            | -             | -             | 00            | 00            |

Nous pouvons reprendre les mêmes interprétations que pour les coliformes totaux.

**Remarque:**

**N :** Nombre des germes fécaux.

## IV.2.4- Paramètres de pollution :

• DCO (Oxydabilité) :*donne la mode opératoire*

**Tableau:** Influence du temps de séjour et de la quantité de l'huile de cade sur l'oxydabilité (mg/L):

|                           | Avant ajout de l'huile de cade | Après 1 jour | Après 2 jours | Après 3 jours | Après 4 jours | Après 5 jours | Après 6 jours | Après 7 jours |
|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.1 mL de l'huile de cade | 15.7                           | 32.30        | -             | -             | 35.32         | 35.92         | 36.23         | 37.13         |
| 0.2 mL de l'huile de cade | 15.7                           | 53.13        | -             | -             | 50.72         | 54.34         | 60.68         | 60.98         |
| 0.3 mL de l'huile de cade | 15.7                           | 61.89        | -             | -             | 67.62         | 82.72         | 86.34         | 89.96         |

On constate que la valeur de l'oxydabilité augmente en fonction de l'augmentation de la concentration en huile de cade ajoutée et du temps de séjour. Avant l'addition de l'huile de cade la teneur est de 15.7 d'O<sub>2</sub> mg/L et augmente progressivement avec l'augmentation de la concentration en huile de cade d'environ 34% et pendant le temps de séjour d'environ 20%.

Ces résultats s'expliquent par l'accroissement de consommation de l'oxygène par matière organique après l'addition de l'huile de cade. Car il y a présence plus importante de matière organique en solution.

# Conclusion générale

## **Conclusion générale**

Les résultats obtenus au laboratoire, ont montré clairement l'impact de l'utilisation de l'huile de cade sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine de la ville de Ouargla. L'influence de la quantité de l'huile de cade et du temps de séjour sur divers paramètres (organoleptiques, physico-chimiques, microbiologiques et indicateurs de pollution) ont montré que l'huile de cade a :

- ▶ Un bon pouvoir désinfectant.
- ▶ Elle est riche en calcium et en chlorures.
- ▶ Donne une odeur de plus en plus forte avec la quantité d'huile mais qui s'affaiblit avec le temps pour donner après 7 jours un goût amer.
- ▶ Adsorbe certains ions comme le sulfate et réduit la présence des hydrogénocarbonates.
- ▶ Augmente les matières organiques dissoutes et en suspensions.

Par ailleurs, l'addition de l'huile de cade dans l'eau provoque des interférences avec les éléments, ces-ci proviennent probablement des difficultés dans la détermination des certains paramètres comme le nitrates.

En fin, on peut conseiller l'utilisation de l'huile de cade pour le traitement des eaux destinées à la consommation humaine mais tout de même cette étude doit être poursuivie dans d'autres travaux afin de déterminer les conditions optimales pour une meilleure utilisation de cette huile.



# Bibliographies

---

## Bibliographique

- 1- **BENAROUS.A et SLIMANIS.S.**, Défluoruration des eaux de la région de Ouargla par précipitation. Etude des paramètres influents. Université de Ouargla, 2008, 42p.
- 2- **BOUDY P.** Guide du forestier en Afrique du Nord, Ed Librairie agricole, horticole et forestière 1953 ,206P.
- 3- **BRUNETON J.** Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales, 3<sup>ème</sup> édition, Ed .Tec et Doc,1999, 1092P.
- 4- **Centre de formation aux métiers de l'eau de Tizi Ouzou** « maintien de la qualité de l'eau dans le réseau de distribution et lutte contre les pollutions accidentelles».
- 5- **Clement Duval et Raynolds Duval** ; Dictionnaire de la chimie et des ses applications, 3<sup>ème</sup> édition(1978).
- 6- **Conservation Nature** ; Informations sur la biodiversité.  
  
Page Web :[http:// www. Conservation –nature.fr/monographies-fanne.php](http://www.Conservation-nature.fr/monographies-fanne.php). (date)
- 7- **Distillerie des Cévennes Claret-Hérault** ; huile de cade varie.  
  
Page Web :[http:// www. Distillerie des Cévennes.com](http://www.Distillerie des Cévennes.com)
- 8- Données reçues de laboratoire de prévention.
- 9- Données reçues de la direction d'**Algérienne des eaux (ADE)**.
- 10- Données reçues de l'**Agence Nationale des Ressources Hydraulique (ANRH)**.
- 11- Données reçues de la direction d'**Office Nationale météorologique(ONM)**.
- 12- **DOVALT.** L'officine, 1982, XXLème édition,5030P.
- 13- **FONTAINE M.** Vade –mecum du vétérinaire. Ed Ecole national vétérinaire de Lyon, 1988, 185P .
- 14-**Franck REJSEK** Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques ; CRDP d'Aquitaine, Bordeaux (2002).

15- Histoires de Cessenon et d'ailleurs, avec des textes d'actualité. Bolg Journal intime  
27.04.2006

Page Web :[http:// cessenon.centerbolg.net](http://cessenon.centerbolg.net)

16- **Jean Delamare et Jacques DELMARE** ; Dictionnaire des termes Techniques de  
médecine 21<sup>ème</sup> édition (1992). 259 et 395P.

17- **LAOUINI.S.E et MAHDA.Y.** Mise en évidence et valorisation des huiles de cade  
Possibilité d'application dans traitement des eaux, Mémoire d'ingénieur en chimie  
industrielle. Université de Ouargla, 2002.

18- **LIBRIRIE LAROUSSE 17**, Petite Larousse illustré. PARIS 1985.

19- **MARCEL MAZOYER.** Larousse Agricole. Le monde agricole au XXI<sup>e</sup>  
siècle,2002, 1207P.

20- Muséum national d'histoire naturelle. 2003-2010. Inventaire national du patrimoine  
naturel (INPN).

Page Web :[http:// inpn. mnhn.fr](http://inpn.mnhn.fr)

21- **PARIS.R.** Secrets et vertus des plantes médicinales, Ed. Sélection des Reader  
s'Digest, 1977, 463P.

22- **PERROT S.** Thérapeutique.2002, Ed. Med,145P.

23- **RODIER J.** L'analyse de l'eau Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ;  
DUNOD, Paris (2009), 9<sup>ème</sup> édition.

24- Santé, beauté et bien-être par les plantes **BERNARD LAGET.** 1981.

Page Web :[http:// www. Bernardlaget.com](http://www.Bernardlaget.com)

25- Page Web :[http:// www.forums.supertoinette.com](http://www.forums.supertoinette.com)

26- Page Web :[http:// fr.Wikipedia.Org/wiki/Discussionion](http://fr.Wikipedia.Org/wiki/Discussionion) ; Genévrier.



- 27- اندرو شوفالييه. (2003). الطب البديل-التداوي بالأعشاب و النباتات الطبية- دار اكماديميا. 506ص.
- 28- حسان قبيسي. (2002). معجم الأعشاب و النباتات الطبية, دار الكتب العلمية. 150ص.
- 29- عبد اللطيف عاشور. (1992) الأعشاب طبيبك الطبيعي التداوي بالأعشاب و النباتات – دار الهدى, عين مليلة الجزائر. 506 ص.
- 30- محمد السيد هيكل و عبد الله عبد الرزاق عمر. (1993). النباتات الطبية والعطرية (كيمياؤها إنتاجها وفوائدها) دار المعارف 173ص.
- 31- منتديات زهران, أحفاد الصحابة والملوك.

**Annexe**

## Annexe N° 01

### Les questions établis pour l'enquête

- 1) Est-ce que vous connaissez qu'est ce que l'huile de cade «El Gatrane »?
- 2) Comment l'obtenir ?
- 3) Est-ce que vous savez le préparé?
- 4) Est-ce que vous l'utilisez souvent chez vous?
- 5) Quels sont les domaines de leurs utilisations?

## Annexe N° 02

### Echantillon des personnes enquêtées

| Le nom           | La fonction                |
|------------------|----------------------------|
| Mr. Lahrach      | Médecin généraliste        |
| Mr. Segni        | Professeur                 |
| Mr. Djaloule     | Infirmier                  |
| Mr. Saleh        | Ingénieur en hydraulique   |
| Mr. Tdjani       | Inspecteur                 |
| Mr. Ali          | Responsable de laboratoire |
| Mr. Ali          | Commerçant                 |
| Mr. Mohammed     | Commerçant                 |
| Mr. Mohammed     | Herboriste                 |
| Mr. Attiya       | Fellah                     |
| Mr. Abdellahafid | Fellah                     |
| Mme. Aicha       | Femme au foyer             |
| Mme. Zohra       | Femme au foyer             |
| Mme. Khadija     | Femme au foyer             |

## Annexe N° 03

### Les normes de l'eau potable suivant l'OMS et CEE [23]

| Parameters                         | Unites    | OMS        | CEE            |
|------------------------------------|-----------|------------|----------------|
| <b>Parameters organoleptiques</b>  |           |            |                |
| Couleur                            | -         | -          | -              |
| Odeur                              | -         | Acceptable | -              |
| Turbidité                          | UNT       | 5          | -              |
| Saveur                             | -         | Acceptable | -              |
| <b>Parameters physico-chimique</b> |           |            |                |
| Température                        | °C        | ≥15        | 25             |
| PH                                 | -         | <8         | 6.5 < PH < 8.5 |
| Conductivité                       | µs/cm     | 2500       | -              |
| Résidu sec                         | mg/L      | 1000       | -              |
| MES                                | mg/L      | -          | -              |
| Calcium                            | mg/L      | 100        |                |
| Magnésium                          | mg/L      | 100        | 50             |
| Sodium                             | mg/L      | 200        |                |
| Potassium                          | mg/L      | -          | 12             |
| Chlorure                           | mg/L      | 250        | 200            |
| Sulfates                           | mg/L      | 300        | 250            |
| Hydrocarbures                      | µg/L      | -          | 10             |
| Dureté total                       | F°        | -          | 60             |
| Alcalinité                         | F°        | -          | -              |
| <b>Substances indésirables</b>     |           |            |                |
| Ammoniaques                        | mg/L      | -          | 0.5            |
| Nitrates                           | mg/L      | 50         | -              |
| Nitrites                           | mg/L      | 3          | 0.1            |
| <u>Fer</u>                         | mg/L      | 0.3        | 0.1            |
| Cuivre                             | mg/L      | 2          | -              |
| Zinc                               | mg/L      | 3          | 0.1            |
| Manganèse                          | µg/L      | 100        | 50             |
| Fluorure                           | mg/L      | 1.5        | <1.5           |
| <b>Paramètres microbiologiques</b> |           |            |                |
| Coliformes totaux                  | N /100 MI | 0          | 0              |
| Escherichia coli                   | N /100 mL | 0          | 0              |
| <b>Paramètres du pollution</b>     |           |            |                |
| DBO <sub>5</sub>                   | mg/L      | -          | 3              |
| DCO                                | mg/L      | -          | 30             |

5

## Annexe N° 04

### Les principales propriétés de l'huile de cade

|   |  |
|---|--|
| <b>01 – IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE / PREPARATION ET DE LA SOCIETE</b>       |  |
| NOM DU PRODUIT  | HUILE DE CADE VRAIE  |
| <b>02 – COMPOSITION / INFORMATION SUR LES COMPOSANTS</b>                        |  |
| Composition : Mélange complexe de carbures polycycliques et hétéro-aromatiques. |  |
| <b>03-IDENTIFICATION DES DANGERS</b>  |  |
| PRINCIPAUX DANGERS  | Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau.  |
| <b>04 – PREMIERS SECOURS</b>  |  |
| INHALATION  | Faire respirer de l'air frais. Si les symptômes persistent, consulter un Médecin   |
| CONTACT AVEC LA PEAU  | Laver abondamment à l'eau et au savon.<br>Enlever les vêtements  |
| CONTACT AVEC LA PEAU  | Laver abondamment à l'eau et au savon.<br>Enlever les vêtements souillés.  |
| CONTACT AVEC LES YEUX   | Rincer abondamment à l'eau en maintenant les paupières écartées.<br>Consulter un ophtalmologiste   |
| INGESTION   | Rincer la bouche. Consulter un médecin.  |
| <b>05 – MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE</b>                                  |  |
| MOYENS D'EXTINCTION APPROPRIES  | Mousse, poudre, chimique sèche, CO2.<br>Contre-indiqué : eau.  |
| RISQUES PARTICULIERS  | Emet des fumées toxiques durant un incendie.   |
| EQUIPEMENTS SPECIAUX DE PROTECTION  | Ne pas rester dans la zone dangereuse sans vêtement de protection et appareil respiratoire autonome.   |
| INDICATIONS ANNEXES   | Eviter la pénétration des eaux d'extinction dans les eaux superficielles ou la nappe phréatique.   |
| <b>06 – MANIPULATION ET STOCKAGE</b>  |  |
| MANIPULATION  | Manipuler avec une ventilation adéquate.   |
| STOCKAGE  | Bien fermé, dans un endroit sec, frais, à l'abri de la lumière, à l'écart de toute source de chaleur, des étincelles et des flammes.<br>Matériaux d'emballages :<br>Recommandés : métal, verre.<br>Déconseillés : matières plastiques. |
| <b>07 – CONTROLE DE L'EXPOSITION / PROTECTION INDIVIDUELLE</b>                  |  |
| EQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE  |  |

|  |   |
|--|---|
| Protection respiratoire                              | Appareil de protection respiratoire.  |
| Protection des mains                                 | Gants de protection.  |
| Protection des yeux                                  | Lunettes de protection.   |
| Mesures d'hygiène<br>Spécifiques                     | Enlever tout vêtement souillé. Se laver les<br>mains après le travail.  |
| <b>08- PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES</b>         |   |
| FORME  | Liquide   |
| COULEUR  | Brun-noir   |
| ODEUR  | Forte   |
| DENSITE RELATIVE                                     | 0,950 – 1,055 (25° C)   |
| SOLUBILITE   | Pratiquement insoluble dans l'eau. Soluble<br>dans 9 volumes d'alcool.<br>Soluble dans 3 volumes d'éther (légère<br>précipitation). |
| <b>09 – STABILITE ET REACTIVITE</b>                  |   |
| STABILITE  | Stable dans les conditions normales<br>d'utilisation  |
| CONDITIONS A EVITER                                  | Incendie.   |
| PRODUITS DE DECOMPOSITION<br>DANGEREUX               | Terpènes.   |
| <b>10 – INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES</b>              |   |
| AUTRES INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES :                 |   |
| En cas d'inhalation                                  | Irritation des voies respiratoires.   |
| En cas de contact avec la peau                       | Irritation. Effets accentués par exposition au<br>soleil.   |
| En cas de contact avec les yeux                      | Irritation.   |
| AUTRES DONNEES                                       | Manipuler ce produit avec les précautions<br>d'usage pour un produit<br>chimique.   |
| <b>11- INFORMATIONS ECOLOGIQUES</b>                  |   |
| EFFETS ECOTOXIQUES, EFFETS<br>BIOLOGIQUES :          | Pas de données disponibles  |
| AUTRES INDICATIONS SUR<br>L'ECOLOGIE                 | Ne pas évacuer dans les eaux naturelles, les<br>eaux d'égout ou le sol.   |
| <b>13 – CONSIDERATIONS RELATIVES A L'ELIMINATION</b> |   |
| PRODUIT  | Les produits chimiques doivent être éliminés<br>en accord avec les<br>réglementations en vigueur.                                   |
| EMBALLAGES   | Les emballages des produits chimiques<br>doivent être éliminés en accord<br>avec les réglementations en vigueur.                    |

## Annexe N° 05

### Systématique de la plante [20][21]

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| <b>Règne</b>           | : Plante                      |
| <b>Embranchement</b>   | : Spermaphytes                |
| <b>S/Embranchement</b> | : Gymnospermes                |
| <b>Classe</b>          | : Conifères (coniféroopsides) |
| <b>Ordre</b>           | : coniferales (pinales)       |
| <b>Familles</b>        | : Cupressacées                |
| <b>Sous Familles</b>   | : Cuprèssoidées               |
| <b>Genre</b>           | : Juniperus                   |
| <b>Espèce</b>          | : Juniperus oxycedrus L       |
| <b>Sous espèce</b>     | : Macrocarpa                  |
| <b>Sous espèce</b>     | : Rufescence                  |



## Annexe N° 06

### 1. Les paramètres organoleptique :

- ▶ Mesure de la turbidité.

### 2. Les paramètres physico-chimiques:

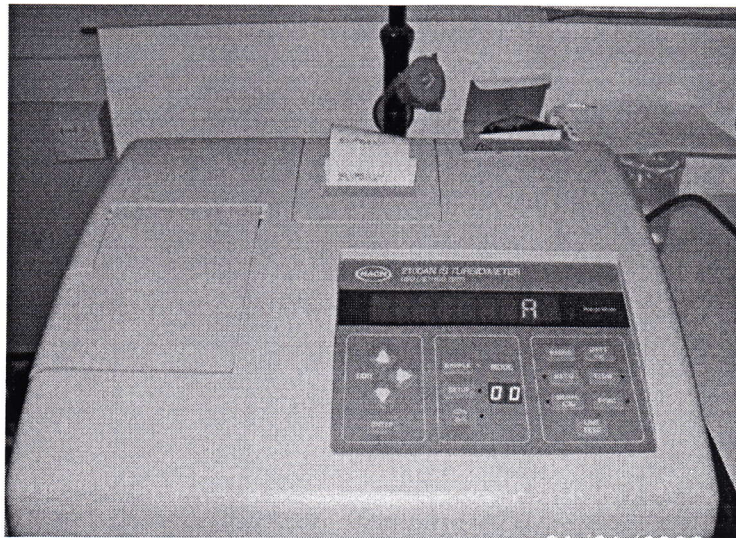
- ▶ Mesure de pH.
- ▶ Mesure de la conductivité et la température.
- ▶ Dosage de sodium et de potassium.
- ▶ Dosage de nitrate.

### 3. Autres appareils.

## Détermination du turbidité

### Matériel nécessaire:

- ▶ Turbidimètre 2100 AN qui affiche la valeur Ce directement en mS/m.
- ▶ Les tubes turbidimétrie.
- ▶ L'huile de Silicone Oil.
- ▶ Pissette eau déminéralisé.



**Turbidimètre 2100 AN.**

## Procédure:

*Démarrage et calibrage de l'appareil:*

- ▶ Allumer le bouton derrière de l'appareil.
- ▶ Cliquer sur Ouvrir, affiche l'unité : Abs.
- ▶ Remplir le tube turbidimétrie avec 30 mL d'eau de référence.
- ▶ Essuyer le flacon avec d'une huile Silicone Oil puis, placer le tube dans le puits de mesure et fermer le capot.
- ▶ Calibrer en Zéro l'appareil, afficher : 00.
- ▶ Placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure et fermer le capot.
- ▶ Lire le résultat en A.

## Détermination du pH

### But d'analyse:

Détermination de l'acidité, la neutralisation ou la basicité.

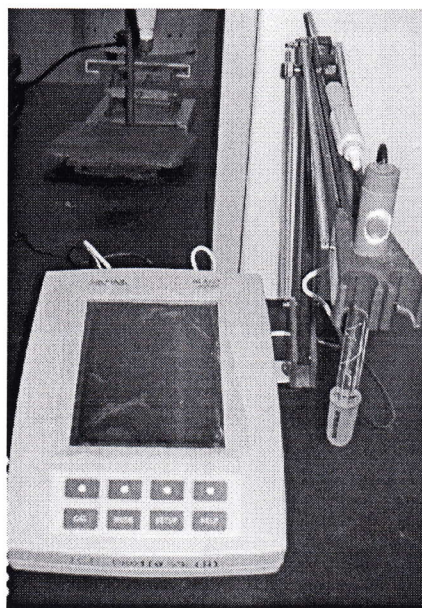
### Matériel nécessaire:

- Une pH-mètre HI4221 pH/ ORP.
- Solution étalon 4 et 7.
- Pissette eau déminéralisation.

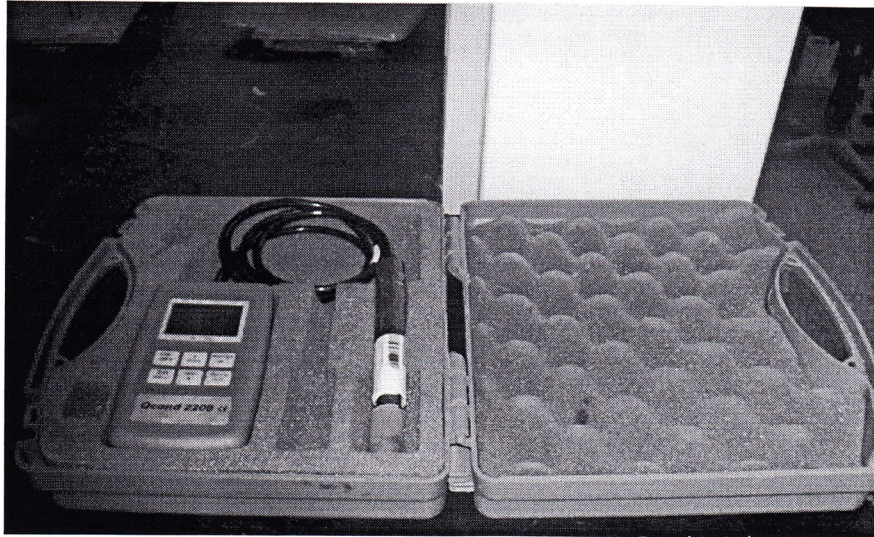
### Procédure:

Pour mesure le pH, la mode de travail de l'appareil exprimée par les étapes suivantes:

- ▶ Relier l'appareil de pH-mètre à la prise de courant, puis ouvrir le clé d'exploitation et attend cinq minutes au minimum avant de lire la valeur.



**pH-mètre HI4221.**



**Conductimètre Set ,Qcond 2200.**

### Détermination de la Dosage de sodium et de potassium

#### Matériel nécessaire:

- ▶ Flamme photomètre BWB-1 qui affiche la valeur de  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  directement en mg/L.
- ▶ Solutions étalons en  $\text{Na}^+$  (500, 400, 300, 200, 150, 100, 50 et 20 mg/l de  $\text{Na}^+$ ).
- ▶ Solutions étalons en  $\text{K}^+$  (100, 80, 60, 40, 30, 20, 10 et 4 mg/l de  $\text{K}^+$ ).
- ▶ Pissette eau déminéralisé.

#### Procédure:

##### Démarrage de l'appareil:

- ▶ Remplir le bécber par l'eau déminéralisé .
- ▶ Remplir le tube derrière l'eau déminéralisé.
- ▶ Ouvrier le gaz.
- ▶ Allumer le bouton derrière de l'appareil.
- ▶ Cliquer sur 1 pour allumer la flamme,

si non refaire le clique sur 1.



**Flamme photomètre BWB-1.**

- ▶ Cliquer respectivement sur 2-1 → 1-2.
- ▶ Ecrire 8 et cliquer accept.
- ▶ Cliquer sur blank attendre, passer la gamme comme suite (cas de  $\text{Na}^+$ ):
  - Gamme 1: écrire 20 cliquer accepter → accept, attendre.
  - Gamme 2: écrire 50 cliquer accepter → accept, attendre.

Même étapes pour la suite.

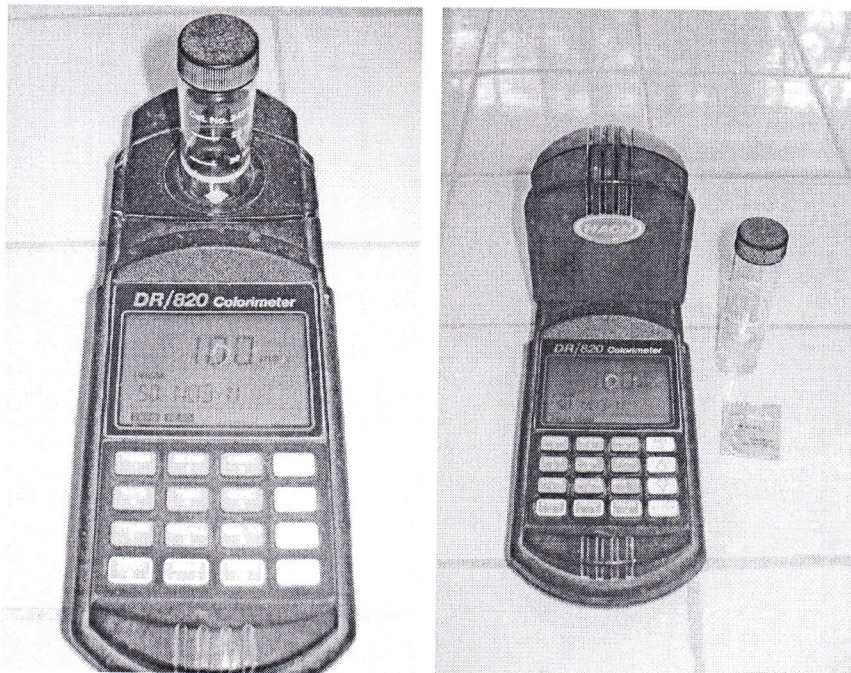
- ▶ Cliquer sur Bach Stop → 1 → 1 → passe les échantillon.
- ▶ Lire le valeur directement en mg/L.

Même étapes pour la  $\text{K}^+$ .

### Détermination de la Dosage de nitrates

Appareillage:

- ▶ Colorimètre DR/820 HACH.



Colorimètre DR/820 HACH.

### Réactifs:

- ▶ Nitra Ver 5 réactif pour 10 ml d'eau.

### Procédure:

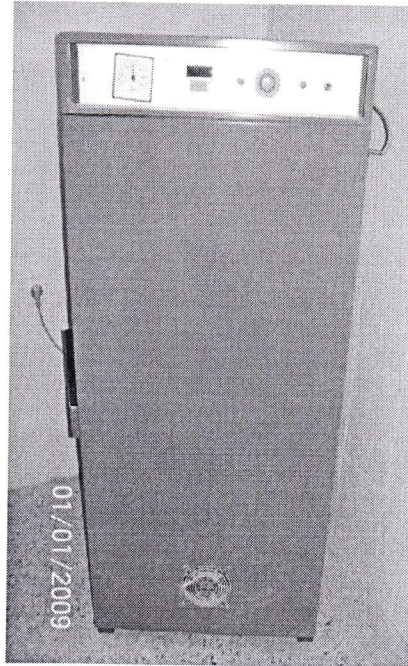
Pour déterminer le dosage de nitrate, la mode de travail de l'appareil exprimée par les étapes suivantes:

- ▶ Presser: **EXIT**.
- ▶ Presser: **PRGM**, entrer le numéro de programme mémorisé pour le nitrate; **50**.
- ▶ Presser: **READ/ENTER**, et règle l'appareil sur le **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**.
- ▶ Presser: **ENTRE**.
  
- ▶ Remplir un flacon colorimétrique avec 10 mL d'eau distillé (le blanc).
- ▶ Ajouter le contenu d'une gélule de Nitra Ver 5 à le flacon boucher, agiter le flacon vigoureusement et placer le blanc dans le puits de mesure. Fermer le capot.
- ▶ Presser: **TIMER**; time 1(1 minute ), lorsque le minuteur sonne, presser: **TIMER**; time 2 (5 minute ), lorsque le minuteur sonne, Presser: **ZERO (0:0)**.
- ▶ Retire le bouchon, placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure et fermer le capot.
- ▶ Presser: **READ/ENTER**.
- ▶ Lire le résultat en mg/L.

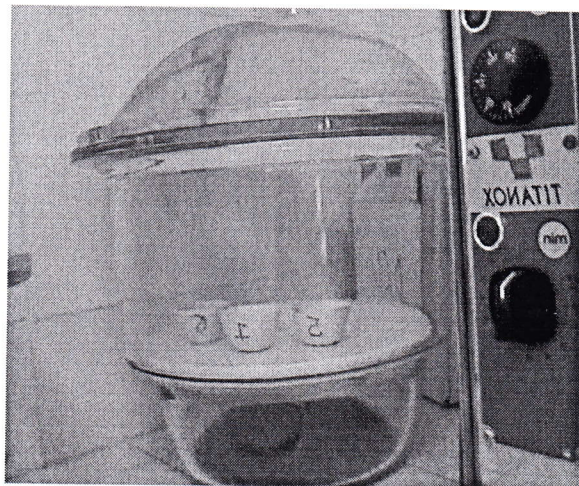
**Autres appareils utilisées**



**Balance pour le pesée.**



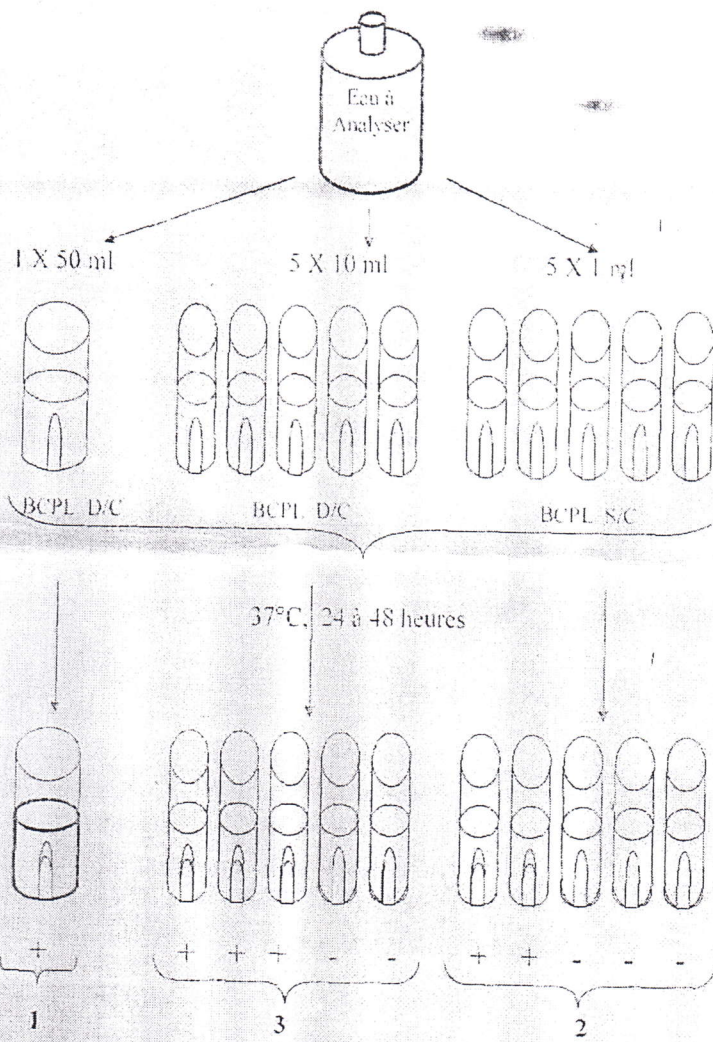
**Etuve (110°C).**



**Dissecteur**

## Annexe N° 07 :

### 1-Colimétrie en milieu liquide : Test de présomption



**2-Colimétrie en milieu liquide : Test de confirmation**

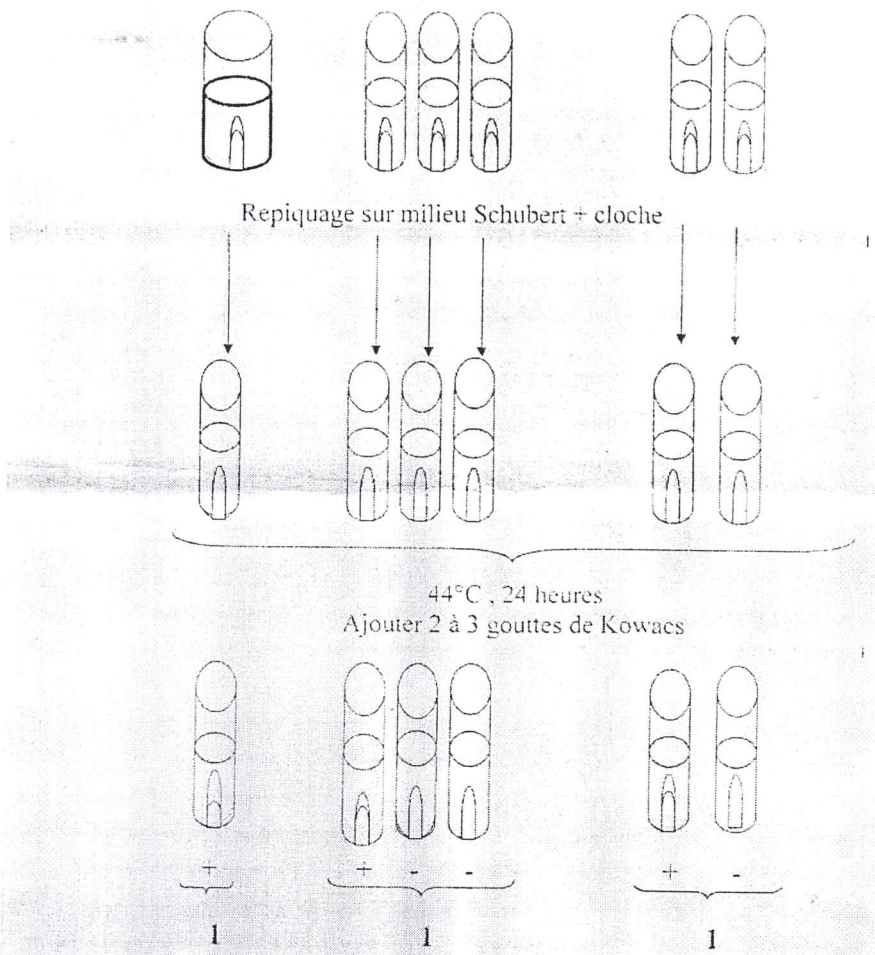


Schéma n°3



**Annexe N° 08 :**

**Table NPP**

| 1X50ml | 5X10ml | 5X1ml | Nombre<br>caractéristique | Limites de<br>confiance<br>Inférieur | 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                                 | 8          |
| 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                      |                                      |            |

## Résumé

Dans ce travail les performances épuratoires de l'huile de cade vis-à-vis des eaux destinées à la consommation humaine ont été étudiées.

L'influence de la quantité d'huile de cade ajoutée et du temps de séjour sur les paramètres organoleptiques (turbidité, couleur, odeur, saveur), physico-chimiques (température, conductivité, pH, résidu sec, calcium, magnésium, sodium, potassium, chlorures, sulfates, nitrates, TA, TAC), indicateurs de pollution et microbiologiques ont été étudiés.

Les résultats obtenus montrent que l'huile de cade influe sur beaucoup de paramètres dont le plus important est l'élimination des germes fécaux.

**Mots clés :** Huile de cade, eaux destinée à la consommation humain, germe fécaux.

## المخلص

في هذا العمل قمنا بدراسة قدرات القطران على تنقية المياه المخصصة للاستهلاك البشري.

تأثير كمية القطران المضافة و المدة الزمنية على الخصائص الحسية ( العكارة, اللون, الرائحة, الذوق), الفيزيوكيميائية (درجة الحرارة, الناقلية, دليل الهيدروجيني, الباقي الجاف, الكالسيوم, المغنيزيوم, الصوديوم, البوتاسيوم, الكلور, الفوسفات, النترات, القاوية, القلوية الكلية), مؤشرات التلوث و الميكروبيولوجية تم دراستها.

النتائج المتحصلة عليها توضح أن القطران يؤثر على كثير من الخصائص أهمها القضاء على البكتيريا البرازية.

**الكلمات الدالة :** القطران, المياه المخصصة للاستهلاك البشري, البكتيريا البرازية.