

RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DÉMOCRATIQUE ET
POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DE JIJEL
FACULTÉ DES SCIENCES

05A

مكتبة جامعة جيجل
البيولوجيا والكيمياء
05.05.2003

01
59

MEMOIRE

DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OPTENTION DU DIPLOME
D'ETUDE SUPÉRIEUR EN BIOLOGIE

OPTION: MICRO BIOLOGIE

THEME

QUALITES PHYSICO-CHIMIQUES ET
BACTERIOLOGIQUES DES EAUX
DE CONSOMMATION DE LA VILLE DE
JIJEL

Les membres de jury :

Président : BAHRI FETHIA

Examineur : IDOUI TAYEB

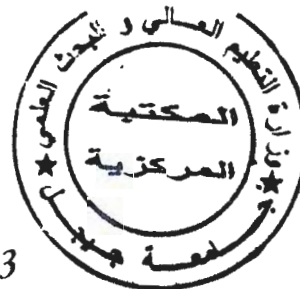
Encadreur : ADOUI MOUNIRA

Réalisé par :

AIN EL HOUD AMEL

BOUSSAHLA SAIDA

LOUCHEN SAMIRA



PROMOTION 2003

Dédicaces

A tous ceux qui sont chères à :

AMEL

SAIDA

SAMIRA

Remerciements

Nous tenons à remercier.

* En premier dieu, ALLAH tout puissant.

Nos parents pour leur aide, leur patience, leur tendresse, et leur amour.

A la personne qui nous à fait l'honneur de nous encadrer ; M^{elle} Adoui Mounira :

-Pour nous avoir-dirigé, conseillé et documenté toute au long de ce projet.

A M^r : Ben Fridja Elsadik :

-Pour ses suggestions pertinentes, pour leur aide pour la mise au point de ce modeste travail.

A M^r El Rachid

- Pour sa gentillesse, son respect et sa disponibilité presque à tout moment.

Et exclusivement :

- Tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.
- Tous les membres du laboratoire d'université de Jijel.
- Tous les membres du laboratoire d'hygiène de la wilaya de BATNA sans aucune exception et surtout M^{me} Ben Said Nadia.

Et sans oublier tous les membres du laboratoire d'hygiène de la Wilaya de Jijel, pour nous avoir accueilli gentiment dans leur laboratoire pendant les dernier mois de notre travail, et en particulier le responsable du laboratoire M^r : Chalgham et M^r Souilleh.

- Sans oublier M^r Deradji de la cité administrative.

Toute personne ayant aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A tous un grand et chaleureux Merci.

SOMMAIRE

Introduction	1
Données bibliographiques	
1 Définition de l'eau	2
2 Les besoins des être vivants en eau.....	2
3 Les ressources de l'eau de consommation.....	3
3-1 Eau souterraines	3
3-2 Eau de surface.....	3
4 Les ressource hydrauliques de la Daïra de Jijel.....	4
4-1 La situation géographique de la Daïra.....	4
4-2 Alimentation en eau potable de ville de Jijel.....	4
5 Qualité de l'eau potable.....	6
5-1 Paramètres organoleptiques.....	6
a- Couleur.....	6
b-Odeur et saveur.....	6
c-Turbidité.....	7
5-2 Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	7
a-Les composés minéraux.....	7
-Chlorures.....	7
-Sulfates	7
-Les phosphates.....	7
-Le sodium.....	7
-Le potassium.....	7
-Le calcium.....	7
-Le magnésium.....	9
b-Paramètres physico –chimiques.....	9
-La température.....	9
-Le pH.....	9
-La conductivité électriques.....	10
-Titre alcalimétrique de l'eau (TA).....	10
-Dureté.....	10
5-3 Les paramètres concernent les substances indésirables.....	10
a-Matières organiques.....	11
b-L'ammonium NH ₄ , les nitrites et les nitrates.....	11
5-4 Les paramètres concernent les substances toxiques.....	11
5-5 Les paramètres microbiologiques	11
5-6 Les paramètres concernent les pesticides et produits apparentés.....	12
6 Contamination des eaux de consommation.....	12
7 Les Maladies à transmission hydrique (M.T.H).....	13
7-1 Situation épidémiologique des maladies à transmission hydrique dans la Wilaya de Jijel.....	14
8 Traitements de potabilisation.....	16
8-1 Prétraitement.....	16
8-2 Traitement de clarification.....	16

a-Coagulation.....	16
b-Décantation.....	16
c-Filtration.....	16
8-3 Désinfection.....	16
a-La chloration.....	16
b-L'ozonation.....	21
c-Désinfection par les rayonnements ultra-violets	21
9 Les différents traitements effectués au niveau de la Daira de Jijel.....	21
9-1 L'eau de robinet.....	21
a-Traitement au niveau des réservoirs.....	21
b-La javellisation.....	22
9-2 L'eau de citerne.....	22
Matériel et méthodes	
1 Echantillonnage.....	23
2 Prélèvement.....	23
3 Analyse bactériologique.....	24
3-1 Méthode en tube multiples.....	24
a-Préparation des dilutions.....	24
b-Numération de la flore totale aérobie mésophile(germes totaux).....	25
c-Recherches et dénombrement des <i>Coliformes totaux et Thermotolérants</i>	27
d-Recherches dénombrement des <i>Streptocoque fécaux par culture</i>	30
e-Recherches et dénombrement des <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	32
3-2 Technique sur membrane filtrante.....	34
a-Recherches et dénombrements des <i>coliformes totaux et fécaux</i>	36
b-Recherches et dénombrements des <i>Streptocoques fécaux</i>	38
4-Analyses physico-chimiques <i>et organoleptique</i>	40
4-1 Analyse organoleptique.....	40
a-L'odeur.....	40
b-La couleur.....	40
c-Saveur.....	40
d-Turbidité.....	40
4-2 Analyse physique.....	40
a-La température.....	40
b-Le pH.....	40
c-L'alcalinité.....	40
d-Détermination du titre alcalimétrique (TA).....	41
e-Titre alcalimétrique complet (TAC).....	41
f-La durté de l'eau.....	42
g-La conductivité.....	43
4-3 Analyse chimique.....	43
a-Chlorure.....	43
b-Nitrites (No ₂).....	44
c-Nitrates (No ₃).....	45
d-L'azote ammoniacal.....	46
5 Interprétation des résultats	46
1-Analyse physico-chimique.....	47
1-1 évaluation des caractères organoleptiques.....	47
a-Odeur.....	47

b-Couleur.....	47
c-Saveur.....	47
d-Goût.....	48
e-Turbidité.....	48
1-2 Analyse physico-chimique.....	48
-pH.....	48
-Conductivité électrique.....	48
-L'alcalinité.....	48
-La dureté.....	49
-Les chlorures.....	49
-Le calcium Ca^{++}	49
-Le chlore résiduel Cl_R	49
-Le magnésium Mg^{++}	50
-Ammonium NH_4^+	50
-Nitrites NO_2	50
-Nitrates NO_3	50
-Minéralisation.....	50
- HCO_3^-	50
2 Analyse bactériologique.....	52
1-Eau de forage.....	53
2-Eau provenant de la station de pompage.....	53
3-L'eau de réservoir.....	55
4-Eau de robinet.....	57
5-Eau de citerne.....	59
Conclusion générale.....	61
Annexes	
Références Bibliographiques	

Liste des figures :

Figure (01) : Les ressources hydrauliques de la daïra de Jijel.	05
Figure (02) : Incidence des MHT de puis l'année 1998 jusqu'à 2003	15
Figure (03) : Représentation schématique de la chaîne de traitement de L'eau de consommation	18
Figure (04) : Cinétique de réaction du chlore dans l'eau d'alimentation, Avec le break point	20
Figure (05) : Dénombrement des germes totaux <i>FTAM</i> .	26
Figure (06) : Recherche et dénombrement des <i>coliformes</i> .	29
Figure (07) : Recherche et dénombrement des <i>Streptocoques fécaux</i>	31
Figure (08) : Recherche et dénombrement des spores de <i>Clostridium</i> <i>sulfito-réducteurs</i> .	33
Figure (09) : L'appareil millipore de filtration sur membrane	35
Figure (10) : Dénombrement des <i>coliformes totaux</i> et <i>coliformes fécaux</i> .	37
Figure (11) : Dénombrement des <i>Streptocoques fécaux</i> .	39

Liste des tableaux

Tableau (01) : Maladies à transmission hydrique	13
Tableau (02) : Préparation d'étalonnage des Nitrites.	45
Tableau (03) : Préparation d'étalonnage des Nitrates.	46
Tableau (04) : Evaluation des caractères organo-leptiques	47
Tableau (05) : Analyses physico-chimiques des eaux de forage, réservoir, robinet et citerne	51
Tableau (06) : Analyses bactériologiques des eaux de forage de Oued El Nil ON2 et ON35	53
Tableau (07) : Analyses bactériologiques de l'eau provenant de la station de reprise « Tassoust »	54
Tableau (08) : Analyses bactériologiques de l'eau du réservoir (4x2000) « La Crête »	55
Tableau (09) : Analyses bactériologiques de l'eau du réservoir (3x2000) « Oueled Aissa »	56
Tableau(11) :Analyse bactériologique de l'eau de robinet.	57
Tableau(12) : Analyse bactériologique de l'eau de citerne.	59

Abréviations

°C : Degré Celsius

BCPL : Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol.

Ca : calcium.

Cl : Chlore.

Cm : Centimètre.

D : Densité.

D/C : Double concentration.

EVA : Ethyle violet et azide de sodium.

EDTA : Ethylène dinitrilo-Tetra acétique ,Acide disodium , salt dihydrat

°F : Degré français.

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophyle.

G : gramme.

g/l : Gramme par litre.

h : heure.

L : Litre.

Meq : Milli équivalent .

Mg : Magnésium.

mg : Milligramme

ml : Milli litre.

mn : Minute.

Ms : Microsemence

N : Normalité.

Na : Sodium.

nm : Nanomètre.

NPP : le nombre le plus probable.

O₂ : Oxygène.

O₃ : Ozone.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

P : phosphore.

pH : Potentiel d'hydrogène.

K : Potassium.

S/C : Simple concentration.

TSG : trouble sans gaz.

TTC : Triphénol-tetrazolium chlorure.

UFC : unité formant colonie .

VF : viande foie.

INTRODUCTION

L'eau est le constituant majeur de tout être vivant, elle n'est donc pas indispensable à la vie, **elle est la vie.**

L'homme comme tout organisme vivant en a besoin non seulement pour édifier son propre organisme mais aussi comme source d'énergie, d'irrigation et de loisirs. Environ 50 % de l'eau dont l'homme a besoin provient des eaux de boisson.

La fourniture d'une eau de boisson non seulement saine, mais aussi d'aspect, de goût et d'odeur agréable, doit être un objectif prioritaire. Si l'eau n'est pas satisfaisante de ce point de vue, la confiance des consommateurs sera ébranlée, ce qui les amènera à se plaindre et peut être à utiliser une eau moins sûre ou bien coûteuse comme l'eau minérale en bouteille.

La Wilaya de Jijel enregistre un manque quantitatif et surtout qualitatif en eau de boisson ce qui a amené les consommateurs à combler ce manque en s'approvisionnant des sources naturelles même si ces dernières ne sont pas toujours contrôlées. Elles peuvent être donc dangereuses pour le consommateur.

Dans notre étude, nous proposons une analyse bactériologique et physico- chimique de l'eau de consommation de la ville de Jijel. Deux types d'eau sont testés au cours de notre étude : l'eau de robinet (provenant des nappes phréatique de Oued El Nil) et l'eau de citerne (provenant des sources naturelles d'El Taheir de Boucherchour).

Pour l'eau de robinet les échantillons sont prélevés aussi bien des forges, de la station de pompage, des réservoirs, que lors de sa distribution au consommateur (eau de robinet). Afin de juger la qualité du réseau de distribution qui est très ancien.

En ce qui concerne l'eau de citerne, nous avons réalisé pour la même eau deux échantillons : un au niveau des sources naturelles d'El Tahir (Boucherchour) et l'autre après le transport et le traitement de l'eau au niveau des camions citernes.



**DONNEES
BIBLIOGRAPHIQUES**

1- Définition de l'eau

L'eau est de toutes les matières la plus importante pour l'existence de tout être vivant notamment l'homme.

Par définition, l'eau est une substance liquide, transparente, inodore et sans saveur à l'état pur.

Du point de vue de sa distribution dans la nature, l'eau est extrêmement abondante; le volume d'eau contenu dans l'océan constitue 97% de nos ressources en eau, les 03% restants contenus dans les glaciers, les cours d'eau et les nappes souterraines.

Du point de vue chimique l'eau est un corps de formule H_2O , sa composition a été déterminée en 1783 par Lavoisier et Meusnier.

Du point de vue physique c'est un liquide incolore, inodore, sans saveur qui se solidifie à $0^{\circ}C$ et bout à $100^{\circ}C$. Sous la pression atmosphérique normale à partir de $120^{\circ}C$ l'eau se dissocie en hydrogène et en oxygène.

Du point de vue biologique l'eau est un constituant essentiel des cellules vivantes: animales, végétales et micro organismes (70% en moyenne chez les animaux). Solvant de la plus grande partie de constitutions de la matière vivante, l'eau libre sert de milieu réactionnel pour tout le métabolisme d'où son extrême importance. [13]

2- Les besoins des êtres vivants en eau :

L'eau est le constituant majeur de tout être vivant, elle n'est donc pas indispensable à la vie, **elle est la vie.**

Un fœtus de six semaine en est constitué à 97 %, cette teneur va s'amenuiser de la naissance jusqu'à la mort. Vieillir c'est donc se déshydrater.

L'eau représente 60 % de la masse d'un adulte et doit faire l'objet d'un perpétuel renouvellement. En climat tempéré et en l'absence de tout effort physique, un adulte doit boire de 1 à 1,5 litres par jour. Cette quantité minimale indispensable d'élève à 3 litres ou plus en climat chaud ou en cas d'effort physique. En climat aride, l'espérance de vie sans eau excède rarement 2 jours.

Lorsqu'il y a déficit en eau, un système de régulation déclenche l'envoi de messages hormonaux au cerveau qui, à son tour, provoque le signal de la soif. Il ne faut cependant pas attendre d'avoir soif pour boire car la soif est déjà un signal de détresse.

L'homme élimine de 2 à 2,5 litres d'eau par jour, qu'il doit récupérer via la boisson et la nourriture, afin de maintenir un équilibre entre les entrées et les sorties d'eau.

L'eau de boisson ne suffit pas, à elle seule, à compenser les pertes d'eau. La consommation d'aliments participe également au renouvellement de l'eau. Nous absorbons chaque jour environ 1 litre d'eau par ce biais.

De plus la combustion des aliments fournit elle-même de l'eau au cours de la digestion (eau endogène) à raison de 300 à 400 ml par jour . [29]

3- Les sources de l'eau de consommation :

L'eau destinée à l'alimentation humaine est prélevée d'eaux brutes naturelles qui possèdent des critères intrinsèques définis de qualités. Ces dernières ont des propriétés différentes, principalement liées à leurs origines souterraines ou de surface. [7]

3-1- Eaux souterraines :

Elles proviennent de la gravitation des eaux de pluies à travers le sol, jusqu'au couches imperméables ou elles s'accumulent en nappes plus en moins importantes et profondes.

Théoriquement, les eaux souterraines sont protégées par la capacité filtrante du sol qui les sépare de la surface et de ses sources de pollutions. Ce qui est vrai pour les microorganismes et les particules qui sont retenus et adsorbés par le sol et pénètrent très rarement en profondeur, permettant ainsi aux nappes profondes d'être le plus souvent extrêmement pauvres en microorganismes et en matière organique.

Les eaux de ce type sont largement exploitées et souvent de très haute qualité bactériologique et sont souvent de qualité suffisante pour être distribuées en l'état, sans traitement. [7]

Les nappes moins profondes ou situées dans les zone agricole ou industrielles sont beaucoup plus vulnérables à la contamination, notamment par les pesticides, les engrais et autre substance solubles, drainées plus aisément par les eaux de ruissellement. [7]

3-2- Eaux de surface:

Elles sont mobilisées dans les rivières, les étangs, les barrages et sont les plus exposés aux pollutions, principalement liées aux activités humaines telle que les rejets domestique et

industriels et les activités agricoles. Leur qualité souvent médiocre nécessite des traitement plus coûteux . [7]

Ces eaux sont classées en plusieurs catégories, en fonction de leur qualité qui détermine les caractéristiques du traitement de potabilisation appliquée.

Leur contenu en éléments nutritifs et en gaz dissous permet, en générale, le développement d'une microflore riche et variée.

Ces eaux sont utilisées dans les régions à forte densité de population ou très industrialisées .

A côté des eaux de distribution d'origine souterraine ou superficielle, l'homme consomme de plus en plus des eaux minérales et des eaux de table. Les premières sont des eaux possédant des propriétés utilisables pour le traitement de certaines maladies. Quant aux eaux de table, ce sont des eaux potables (de source en général) que le consommateur recherche et apprécie pour leurs caractéristiques organoleptiques .[21]

4- Les ressources hydrauliques de la daïra de Jijel :

4-1- La situation géographique de la daïra :

La ville de Jijel est située au nord-est de l'Algérie cette dernière comprend les plaines alluviales des Oued (Nil, DjenDjen et Mancha) qui se trouvent respectivement à 20-05 et 15 km de la ville.

4-2- Alimentation en eau potable de la ville de Jijel :

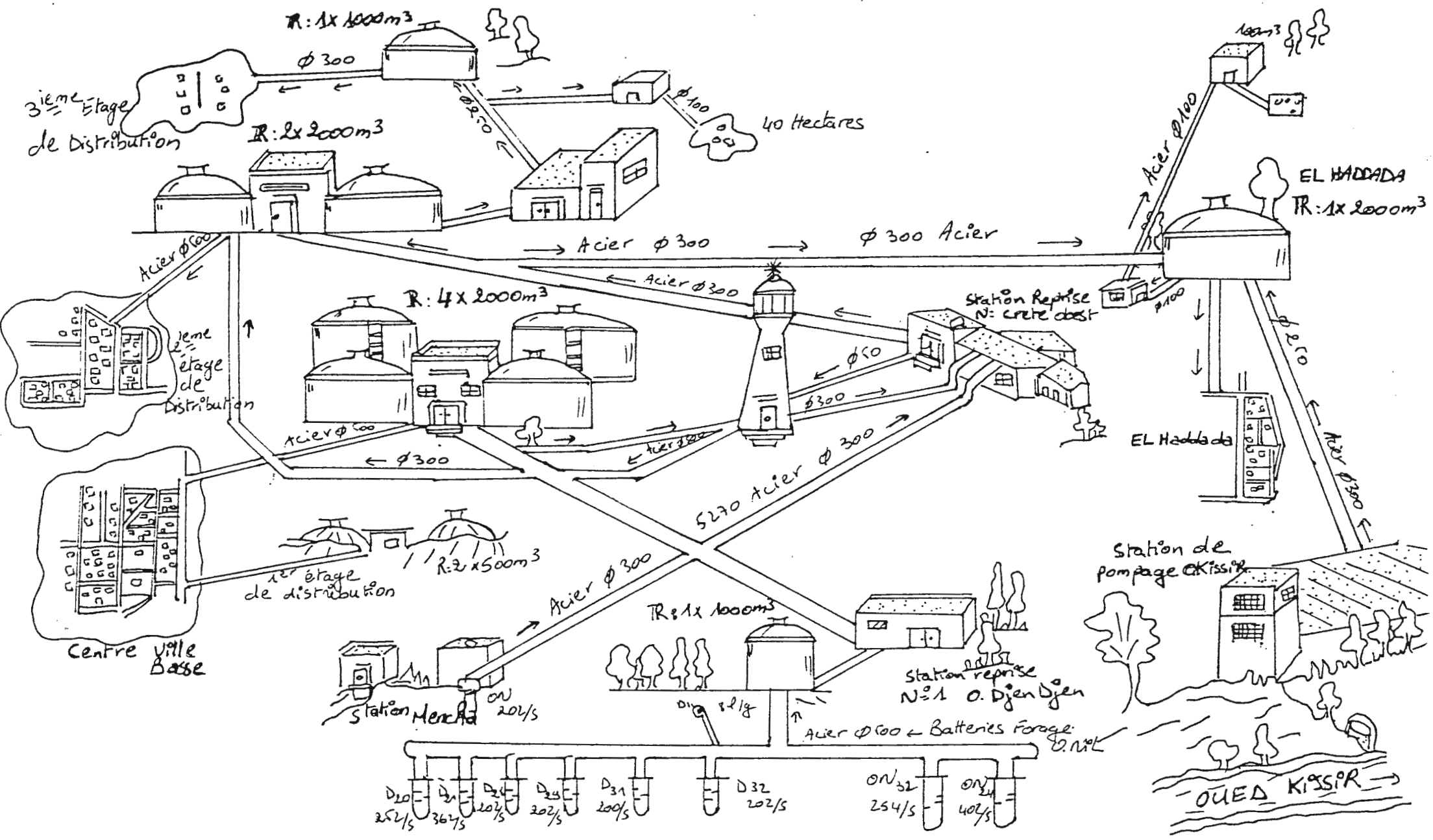
La daïra de Jijel est alimentée à partir des trois nappes alluviales sont oued Mancha oued DjenDjen et oued Nil et selon ces nappes la daïra est divisé en trois zones suivantes :

1^{ere} zone : la ville basse (village Moustafa, village Moussa et l'Akabi).

2^{eme} zone : comporte la crête, Ouled Aissa. Ces deux zones sont alimentées à partir de Oued Nil et Oued DjenDjen, chacun présentant 7 forages.

3^{eme} zone : comporte (Haddada, Zhum Eketé, la nouvelle ville) est alimentée à partir de Oued Mancha présentant un seul forage.

Figure(1) : Les ressources hydrauliques de la daïra de Jijel.



5-Qualité de l'eau potable :

Quand on parle de la qualité de l'eau on se réfère essentiellement à deux aspects :

- **Celui de la santé et l'hygiène** : c'est la première exigence; l'eau de boisson doit être saine
- **Celui du confort et du plaisir** : la recherche du confort et du plaisir peut paraître secondaire par rapport à l'impératif sanitaire mais aussi l'eau destinée à la consommation humaine doit être agréable à boire (d'aspect, de goût et d'odeur agréables).

L'eau potable :

Une eau est dite potable si elle respecte les valeurs imposées par la loi. Il existe six catégories de paramètres :

5-1-Paramètres organoleptiques :

Ce sont les paramètres qui concernent les qualités sensibles de l'eau: la couleur, la saveur, l'odeur, la transparence.

Ces critères n'ont pas de valeur sanitaire directe. Une eau peut être trouble colorée, sentir le chlore et être parfaitement consommable d'un point de vue sanitaire.

a-Couleur :

La couleur de l'eau, de boisson est généralement due à la présence de substances organique colorées (principalement des acides humiques et fulviques) provenant de l'humus du sol. La couleur est fortement influencée par la présence de fer et d'autres métaux, soit sous forme d'impuretés naturelles, soit sous forme de produits de corrosion. Elle peut aussi résulter d'une contamination par des effluents industriels et être le premier signe d'une situation dangereuse. L'origine de la couleur d'une eau doit être recherchée, surtout si elle est inhabituelle . [20]

b-Odeur et saveur :

A l'origine de goût et de l'odeur de l'eau, on trouve des produits ou des processus naturels et biologiques (par exemple des micro-organismes aquatique), une contamination par des produits chimiques ou la présence de sous-produits du traitement de l'eau (chloration, etc.). Le goût et l'odeur peuvent aussi se développer lors du stockage et de la distribution . [20]

c-Turbidité :

Ce paramètre qui mesure la transparence de l'eau est d'abord un critère esthétique qui n'a pas de signification sanitaire directe. Elle constitue néanmoins un excellent indicateur de qualité générale d'efficacité du traitement et de conservation dans le réseau de distribution.

La turbidité de l'eau de boisson est due à la présence de particules par suite d'un traitement inadéquat ou la remise en suspension de sédiments dans le réseau de distribution.

Dans le cas de certaines eaux souterraines, elle peut aussi être due à la présence de particules inorganiques . [20]

Une forte turbidité peut protéger les microorganismes des effets de la désinfection et stimuler la croissance bactérienne . [20]

5-2-Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux :

Ils sont en relation avec la structure naturelle des eaux : on y retrouve les caractéristiques que l'eau brute a pu acquérir dans son parcours naturel.

Au contact prolongé du sol, les eaux se chargent de certains éléments minéraux tels que les chlorures, les sulfates, le magnésium, le sodium, le potassium,..).

La température, la conductivité, le pH sont également pris en compte.

a-Les composés minéraux :

La minéralisation totale d'une eau de boisson de bonne qualité est de l'ordre de quelques centaines de mg/ l. les textes donnent une limite à ne pas dépasser de 2 g /l.

-Chlorures :

La présence de chlorures dans les eaux est due, le plus souvent, à la nature des terrains traversés. Elle peut être aussi un signe de pollution (rejet industriel ou rejet d'eaux usées . [27]

Des concentrations élevées de chlorures confèrent un goût indésirable à l'eau. Le seuil de détection gustative de l'anion chlorure dépend du cation associé et il est de l'ordre de 200 à 500 mg/ l pour les chlorures de sodium, de potassium ou de calcium. [20]

Les eaux chlorurées alcalines sont laxatives et peuvent poser des problèmes aux personnes atteintes de maladies cardio-vasculaires et rénales. [27]

-Sulfates :

La présence de sulfates dans l'eau de boisson peut lui communiquer un goût notable qui varie selon la nature du cation associé. Le seuil de détection gustative va de 250 mg / l pour le sulfate de sodium à 1000 mg / l pour le sulfate de calcium. On considère généralement des concentrations inférieures à 250 mg / l ont une incidence minime sur le goût. [20]

Des concentrations supérieures à 250 mg / l ne sont pas dangereuses mais comportent un risque de troubles diarrhéiques, notamment chez les enfants. La présence de sulfates est liée à la nature de terrains traversés. Elle peut également témoigner de rejets industriels. [27]

-Les phosphates :

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension a l'état minéral ou organique . [27]

-Le sodium :

Il existe avec des concentrations variables dans la totalité des eaux, son absorption ne provoque pas de danger sauf pour les malades qui souffrent d'hypertension de cardiopathies artériosclerotique. [14]

-Le potassium :

C'est un élément a peu près constant dans l'eau, les concentrations dans l'eau de boisson dépassent rarement 7 mg/l . Cet élément ne présente pas d'inconvénients pour la santé. [9]

-Le calcium :

Dans l'eau le calcium est le composant majeur de la dureté. Les eaux potables de bonne qualité doivent renfermer de 100 à 140 mg/l de calcium. A partir de 200 mg/l de calcium dans l'eau, on observe de nombreux inconvénients pour l'usage domestique (lavage) et pour l'alimentation de chauffage (chaudières). [27]

-Le magnésium :

L'excès du magnésium, qui est un élément nécessaire au métabolisme de l'homme, n'a pas d'effet négatif connu sur la santé aux concentrations susceptibles d'être trouvées dans l'eau de boisson. Il contribue à la salinité de l'eau, donc peut activer la corrosion et par combinaison avec les sulfates conférer un goût amer. [20]

b-Paramètres physico-chimiques :**-La température :**

A l'exception des eaux ayant subi un traitement thermique pour la production d'eau chaude, la température ne doit pas dépasser 25°C.

Une eau fraîche est généralement plus agréable au goût qu'une eau tiède. Une température élevée favorise la croissance des microorganismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur et aggraver les problèmes de corrosion. [20]

C'est avant tout un critère organoleptique : l'eau fraîche est plus agréable à boire. Il est vrai aussi qu'une tiède accélère les réactions chimiques et les développements microbiens susceptibles de générer de mauvais goûts en cours de distribution, voire des risques sanitaires microbiologiques ou chimiques. [20]

-Le pH :

Les eaux naturelles sont des solutions ionisées, elles peuvent être acides, basiques ou neutres. Le pH des eaux destinées à la consommation publique, est un paramètre très important, car il agit sur le goût et l'efficacité des procédés de traitement (chloration, coagulation, ...) ainsi que sur les phénomènes de corrosion, agressivité et entartrage des canalisations. [14]

Le pH idéal varie selon la composition de l'eau et la nature des matériaux de construction utilisés dans le réseau de distribution, mais il se situe entre 6,5 et 9,5. Pour que la désinfection par le chlore soit efficace, le pH doit de préférence être maintenu au-dessous de 8. [20]

-La conductivité électrique :

C'est un critère d'évaluation de la salinité et de la minéralisation globale. Elle varie en fonction de la température et la concentration des substances dissoutes (sels minéraux; matières organiques).

Selon les normes de la conductivité électrique édictées par l'OMS l'eau peut être de bonne ou de mauvaise qualité: [31]

50 à 400 $\mu\text{s} / \text{cm}$: qualité d'eau excellente

400 à 750 $\mu\text{s} / \text{cm}$: bonne qualité

750 à 1500 $\mu\text{s} / \text{cm}$: qualité médiocre mais eau utilisable

> à 1500 $\mu\text{s} / \text{cm}$ minéralisation excessive. (Analyse de l'eau)

-Titre alcalimétrique de l'eau (TA):

Le titre alcalimétrique (TA) permet d'apprécier la concentration de tous les carbonates et les bicarbonates dans l'eau. La formation d'une couche carbonatée assurant la protection des canalisations contre certains risques de corrosion nécessite une alcalinité minimale. Le titre alcalimétrique complet TAC, donnant l'alcalinité totale de l'eau ne doit pas être inférieur à 50 degrés F. [31]

-Dureté :

La dureté est la somme des concentrations en cations Ca^{++} et Mg^{++} . Une eau dite douce lorsqu'elle est pauvre en ces cations et elle est dite dure lorsqu'elle en est riche. [14]

Une dureté supérieure à 50 H°F (F) peut provoquer l'entartrage du système de distribution et entraîner une consommation excessive de savon avec formation d'écumé. [14]

5-3-Les paramètres concernant les substances indésirables :

Certaines substances sont dites indésirables lorsqu'elles peuvent créer soit un désagrément pour le consommateur : goût (matières organiques, phénols, fer.....), odeur (matières organiques, phénols...), couleur (fer, manganèse.....), soit causer des effets gênants pour la santé (nitrates, fluor). [31]

a-Matières organiques :

La contamination des eaux par des matières organiques est mesurée par l'oxydabilité au permanganate de potassium. Pour l'eau de boisson, la valeur idéale est de 2 mg/ l .

b-L'ammonium NH₄, les nitrites et les nitrates :

La recherche de ces trois éléments azotés est une recherche indirecte de la présence organique.

Pour l'ammonium si sa concentration est supérieure à 0,05mg/l il faut suspecter une pollution récente d'origine industrielle ou humaine.

La présence des nitrites NO₂ dans les eaux est un signe de pollution (nombre guide : 0mg/l, concentration maximale : 0,1mg/l). Elle justifie une analyse chimique et bactériologique détaillée.

Une forte teneur en nitrates NO₃ peut être d'origine naturelle mais indique parfois la présence de déchets biologiques dans l'eau ou de ruissellement riche en engrais. Le nombre guide est de 25 mg/l et concentration maximale 50 mg/ l. En trop grande quantité, les nitrates empêchent le sang de transporter l'oxygène vers les tissus humains. [31] .

5-4-Les paramètres concernant les substances toxiques :

Une pollution industrielle du captage ou une dégradation des réseaux de distribution peut entraîner la présence d'éléments toxiques dans l'eau, dangereux pour la santé en cas de consommation régulière. Ils sont essentiellement représentés par métaux lourds (plomb, nickel, mercure, chrome, cyanure, cadmium....). [31] .

5-5- Les paramètres microbiologiques :

L'eau ne doit contenir aucun microorganismes pø contamination biologique et être la cause d'une épidémie. [31].

5-6- Les paramètres concernant les pesticides et produits apparentés :

Souvent due à une utilisation de produits destinés à la lutte contre les parasites, les insectes ou comme herbicides. La présence de pesticides et des produits apparentés dans l'eau est limitée à des doses infimes à titre préventif pour la santé.

La réglementation fixe à 0,1 microgramme / l comme concentration maximale par substance individuelle et 0,5 microgramme / l pour le total des substances mesurées. [31]

6-Contamination des eaux de consommation :

Les Contaminations microbiennes sont liées à la pluie, aux végétaux, aux animaux et humains (baignade, contamination fécale, industries biologiques). [15]

La Contamination fécale peut être animale (poisons et autres) ou humain (par l'intermédiaire de rejets). Chez l'homme prédominent les coliformes fécaux (ou thermotolérants) de 10^8 à 10^{10} / g dont, au départ, 80 à 90% d'*Escherichia coli*. On rencontre ensuite des entérocoques (10^7 à 10^9), d'autres bactéries (*Bactéroïdes*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, etc.), des virus (10^2 à 10^3 parfois jusqu'à 10^6), on trouve aussi des bactéries sporulées anaérobies (*Clostridium perfringens*). [15]

Une Contamination microbienne industrielle peut être directe, liée au rejet de levures et bactéries lactiques (industries de fermentations alimentaires) ou indirecte: flores associées aux rejets sucrés, amylacés (industries alimentaires), protéiques (abattoirs), divers (papeterie, tannerie, etc....). [15]

Les germes de pollution fécale humaine ou animale sont très fréquents et souvent pathogènes, il s'agit d'Entérobactéries (*Escherichia Coli*, *coliformes*, *Salmonella*, *Shigella*) de streptocoques fécaux, de *Clostridium perfringens* et de virus. [15]

On peut également rencontrer dans l'eau, surtout sous climat tropical, mais parfois aussi en climat tempère des protozoaires et autres parasites animaux.

La contamination par les germes pathogènes est souvent une contamination de la nappe, cependant il peut arriver qu'elle soit due à une détérioration des installations et des infiltrations dans celles-ci d'eau souillée.

En définitive, bien que la majorité des germes rencontrés couramment dans l'eau sont souvent des germes banaux peu dangereux, les problèmes micro biologiques posés dans le cas



d'eaux de captage sont essentiellement des problèmes sanitaires due à des germes pathogènes souvent en quantité limitée. [15]

7- Les Maladies à transmission hydrique (M.T.H) :

Les maladies à transmission hydrique sont devenues très rares dans les pays développés, en raison du niveau d'hygiène des populations et de l'application rigoureuse de mesure draconienne de sécurité alimentaire. Ce qui est loin d'être le cas dans les pays en voie de développement qui sont régulièrement touchés par des épidémies plus en moins étendues. [7]

Depuis l'indépendance la tendance d'évolution des maladies à déclaration obligatoire en Algérie montre la prédominance des maladies liées à l'hygiène du milieu en général et des maladies à transmission hydrique en particulier. En effet les maladies à transmission hydrique (surtout le Choléra, la fièvre typhoïde, les dysenteries, l'hépatite virale A) sont en terme de morbidité les premières maladies à déclaration obligatoire notifiées au MINISTÈRE DE LA SANTÉ. [30]

Les maladies d'origine hydrique sont dues à un agent infectieux : bactéries, virus ou protozoaires pathogènes pour l'homme, responsables de gastroentérites aiguës et inflammation de l'estomac et du tube digestif : se sont des infections alimentaires et intoxications alimentaires [7](tableau 1)

Tableau (1) : Maladies à Transmission Hydrique. [10]

Micro-organismes	Maladies
Bactéries : <i>Salmonella typhi</i> <i>Vibrio cholera</i> <i>Schigella</i> <i>Salmonella enteritidis</i>	Fièvre typhoïde Cholera Schigellose Fièvre
Virus : Poliovirus Virus de l'hépatite Adénovirus	Poliomyélite , méningite Hépartite infectieuse Pharygite
Protozoaires : <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Gardia lamblia</i>	Amibe Méningite encéphalitique

7-1 Situation épidémiologique des maladies à transmission hydrique dans la Wilaya de Jijel :

La Wilaya de JIJEL à l'instar de toutes les Wilayas de l'Algérie est confrontée au fléau des maladies à transmission hydrique.

Ces maladies représentent 6,1% des maladies à déclaration obligatoire notifiés à la direction de la santé au 31-12-2002 par les secteurs sanitaires de la Wilaya.

D'une manière générale on note une baisse des MTH dans la Wilaya de Jijel depuis 1998 jusqu'à 2000 (figure). En 2001 les MTH atteignent un pic de 101cas : par rapport à l'année précédente (62 cas) l'incidence a presque doublé. Cette hausse importante est due principalement à la survenue d'une épidémie de l'hépatite virale A au cours de l'an 2001 (74 cas).

Une baisse remarquable des MTH dans la Wilaya de Jijel est observée en 2002 (51cas) et encore 11cas jusqu'à juin 2003.

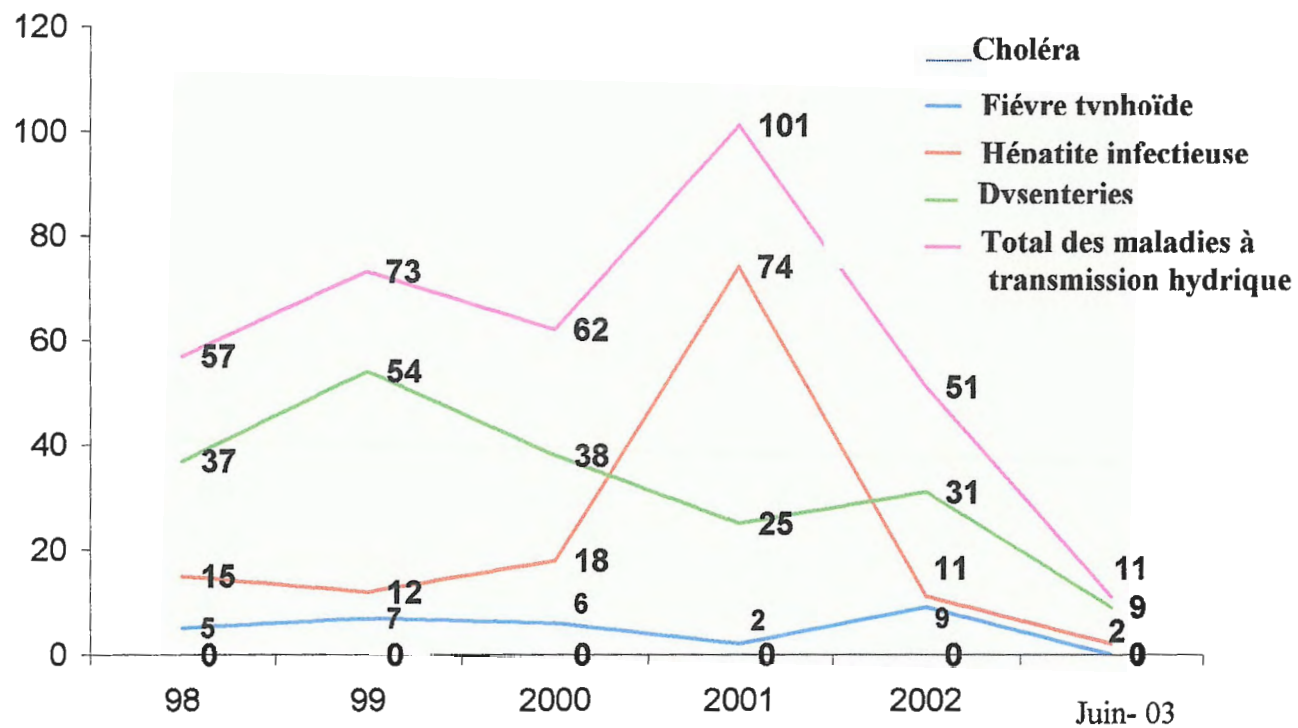


Figure 2: Incidence des MTH depuis l'année 1998 jusqu'à juin 2003

8-Traitements de potabilisation :

Les eaux captées dans la nature et surtout les eaux de surface (rivières et lacs) ne présentent pas les qualités physico-chimiques et biologiques requises pour leur consommation. Elles doivent subir des traitements dans le but de les clarifier et les rendre bactériologiquement acceptables et exemptes de micropolluants. [18]

Le type de traitement appliqué est directement lié à leur qualité initiale et comprend plusieurs phases consécutives, en générale appliquées dans l'ordre (figure 3): Prétraitement, traitement de clarification et désinfection.

Les eaux des nappes souterraines qui ont l'avantage d'être naturellement filtrées, sont souvent de très haute qualité bactériologique à condition qu'elles soient à l'abri des pollutions. Elles sont toujours limpides et un traitement de désinfection suffira à les rendre potables. Par contre, s'il s'agit d'eaux de surface qu'il faut rendre potable et de goût agréable, le traitement comportera les étapes suivantes :

8-1- Prétraitement :

Avant d'entreprendre la phase chimique du traitement, l'eau doit subir une bonne préparation physique afin de faciliter le déroulement des opérations délicates du traitement proprement dit. Cela consiste à faire un dégrillage et un dessablage afin d'éliminer les particules de grosses tailles, les branches et le sable.

Ensuite l'eau passe dans un bassin de sédimentation ou bassin de débouage afin que les particules supérieures à 1 micron de diamètre se décantent naturellement. [18]

8-2- Traitement de clarification

a- Coagulation :

L'eau partiellement clarifiée par sédimentation est en suite dirigée dans des bassins de coagulation où elle est mélangée à des agents chimiques flocculants, comme le sulfate d'alumine ou le chlorure ferrique. Ces derniers ont la propriété de former un floc de coagulation qui complexe la matière organique et les particules fines en suspension donnant des précipités insolubles ce qui entraîne aussi la plus grande partie des microorganismes restants : jusqu'à 99%. [7][3]

b- Décantation :

C'est la séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc. [11][3]

c- Filtration :

Après décantation des précipités coagulés l'eau subit une filtration lente (sur sable fin) ou rapide (sur sable plus gros), destinée à retenir physiquement les particules non décantées.

A ce niveau de traitement, l'eau est normalement limpide et débarrassée de l'essentiel de sa charge organique, microbienne et chimique. Mais elle peut contenir encore en solution des polluants organiques, responsables de goûts et d'odeurs indésirables. Une filtration complémentaire est alors réalisée sur charbon actif qui élimine par adsorption les polluants organiques résiduels. [3][7]

8-3- Désinfection :

Elle consiste l'étape terminale du traitement, destinée à inactiver les microorganismes, pathogènes ou non, qui n'ont pas été retenus au cours des opérations précédentes.

Cette désinfection est faite par le chlore et ses dérivés, l'ozone et les rayonnements ultra-violet. [7] [4]

Le procédé le plus répandu est la chloration mais l'ozonation, plus efficace et plus onéreuse, est aussi de plus en plus utilisée. [7]

a- La chloration :

Le chlore est employé depuis le début du siècle dans la désinfection des eaux d'alimentation. Son coût relativement modéré et sa facilité d'utilisation ont permis de maîtriser les épidémies infectieuses à transmission hydrique.

Il est utilisé sous forme gazeuse (Cl_2) ou d'hypochlorite (OCl^-). Dans l'eau il réagit en donnant l'acide hypochloreux HOCl .

Le chlore a, par ailleurs, l'inconvénient de réagir avec la matière organique et l'ammoniac et ses dérivés, pour former des composés organochlorés et des chloramines. [7]

Donc l'eau a en fonction de sa composition, une demande intrinsèque en chlore nécessaire à la saturation de sa matière organique et des autres substances réductrices qui sont oxydées. Ce n'est qu'une fois cette situation atteinte que le chlore ajouté en excès sera disponible pour assurer

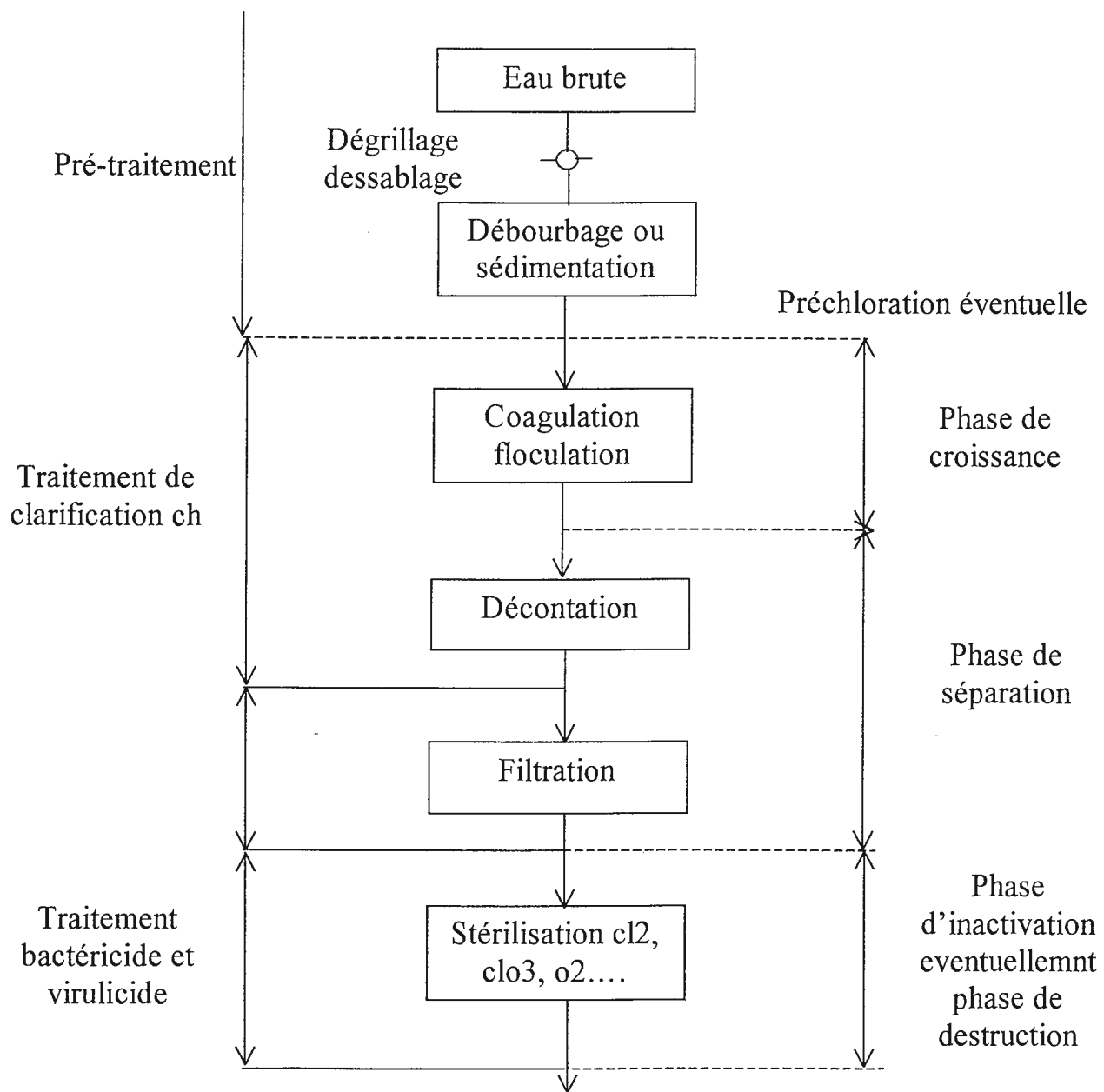


Figure (3) : Représentation schématique de la chaîne de traitement de l'eau de consommation. [18]

la destruction des microorganismes présents.

Le protocole de chloration au « **point critique** » (**break point**) permet de produire ce phénomène par l'apport progressif de chlore dont l'action se développe en 4 phases (figure 4) :

- 1- Le chlore introduit a faible dose est immédiatement combiné aux composé minéraux réduits qui sont oxydés (A).
- 2- Le chlore supplémentaire se combine à la matière organique et à l'ammoniaque et ses dérivés jusqu'à saturation, pour former respectivement des compose organochloré et des chloramines (B) .
- 3- Il se produit alors l'oxydation des composés organochlorés et des chloramines qui sont détruits en entraînant une chute du chlore résiduel (C).
- 4- Le chlore ajouté a partir de ce point, appelé break point, reste sous forme libre avec une activité chimique maximale dans l'action de désinfection (D), alors que persiste le milieu les complexe organochlorés résiduels (E). [7]

Efficacité :

Le protocole de chloration au break point montre bien que l'action du chlore est étroitement liée à la composition de l'eau. Elle est aussi largement influencés par d'autres facteurs : sensibilité spécifique des microorganismes, pH, le temps de contact.

Les différentes formes chimiques du chlore varient avec le pH du milieu. Elles ont toutes une action désinfectante mais d'efficacité variable : $\text{Cl}_2 > \text{HOCl} > \text{OCl}^- >$ chloramines (monochloramine : NHCl_2 , dichloramine : NH_2Cl , trichloramine : NCl_3). [7]

Dans la chloration, la quantité de chlore employée doit être suffisante pour que le chlore libre résiduel ait une concentration compris entre 0,2 et 2mg/l. Une très bonne désinfection est obtenue par l'application du protocole technique suivant un temps de contact de 10 mn; un taux de chlore résiduel de 0,2 mg/l, un pH entre 7 et 8 et une température de 10 à 15°C. [7]

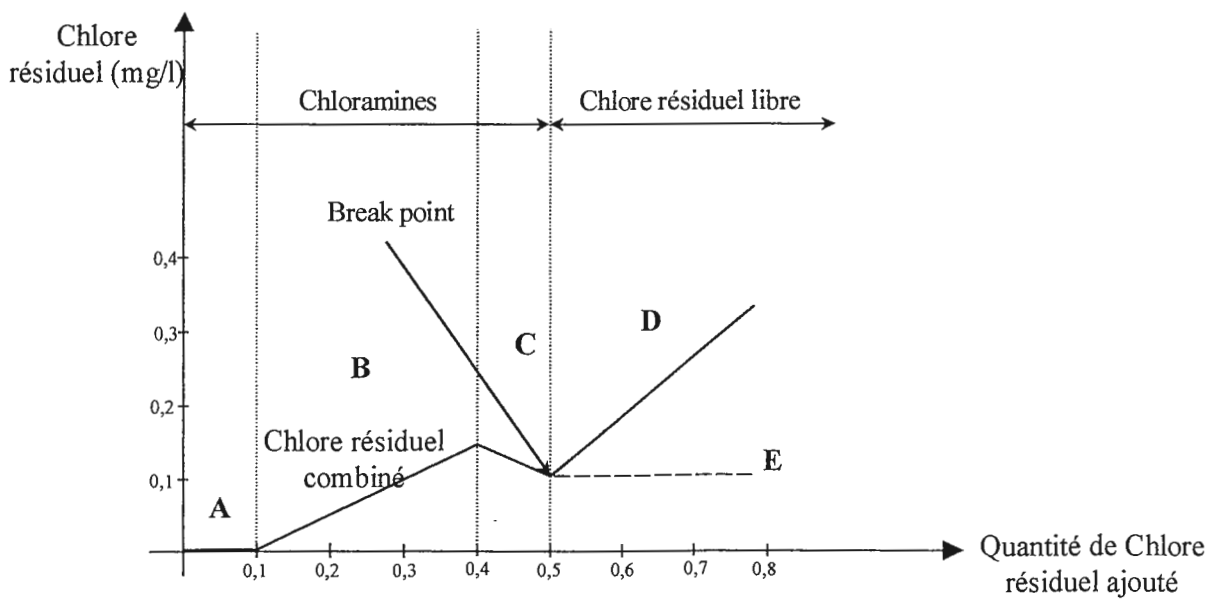


Figure (4) : Cinétique de réaction du chlore dans l'eau d'alimentation, avec le break point . [7]

b- L'ozonation :

D'autres procédés ont recours à l'ozone lorsque les eaux sont extrêmement pures (pauvres surtout en fer et en matière organiques). L'ozonation est plus efficace et ne donne pas de goût mais malheureusement elle est plus onéreuse. [21]

L'ozone est une molécule comportant trois atomes d'oxygène (O_3), instable qui se décompose en quelque minutes en donnant l' O_2 qui est très actif. [23]

On injecte l'ozone dans l'eau sous forme de bulles d'air ozonées à la dose 0,5 à 5g d'ozone/m³ d'eau, le contact de quelques minutes est suffisant. Un excès éventuel d'ozone est sans inconvénient sur la qualité de l'eau, puisque ce gaz se décompose rapidement et donne de l' O_2 . L'ozone atteint aussi bien les bactéries que les virus grâce à son large spectre d'action. [23]

c- Désinfection par les rayonnements ultra-violetts :

La désinfection des eaux par les rayonnements ultra-violetts (UV) est utilisée pour le traitement des installations domestiques ou industriels. Elle se fait par des lampes à vapeur de mercure à très basse pression, dont la puissance peut-atteindre 200 watts. [19]

Les rayonnements UV peuvent tuer une cellule, retarder sa croissance ou entraîner des mutations de gènes. [19]

Comme l'ozonation ce procédé est peu utilisé en Algérie à cause de leurs coûts élevés.

9- Les différents traitements effectués au niveau de la daïra de Jijel :**9-1-L'eau de robinet :**

La ville de Jijel n'est pas dotée d'une station de traitement des eaux (puisque l'eau utilisée est une eau souterraine où seulement une désinfection de cette dernière suffira pour la rendre potable). Seuls des opérations préventives sont utilisées pour éviter une prolifération bactérienne.

a-Traitement au niveau des réservoirs :

La daïra de Jijel possède quatre réservoirs situés dans différents points (voir schéma), remplis à partir des plaines alluviales (Oued Mancha, Oued Nil et Oued DjenDjen). Ils sont traités périodiquement (chaque six mois) par la chaux.

Il s'agit d'une désinfection ou un nettoyage du réservoir en utilisant des doses massives d'eau de javel ou le lait de chaux (10kg de chaux pour 40 litre d'eau).

b-la javellisation :

La javellisation consiste à désinfecter l'eau avec hypochlorite de sodium (NaClO) ou hypochlorite de calcium ($\text{Ca}(\text{ClO}_2)$) dans le but d'éliminer tous les micro-organismes existants.

Cette opération s'effectue d'une manière électrique comportant des pompes avec des débits variants de 1l/h à 5 l / h et de différentes concentrations d'eau javel.

Le contrôle du taux de chlore dans l'eau se fera quotidiennement et doit être 0,05 mg/l selon l'OMS.

9-2-L'eau de citerne :

Les eaux de citerne sont traitées par l'eau de javel de 12° avec une dose de 50ml pour 1000 d'eau.



MATERIEL ET METHODES

1- Echantillonnage :

Notre travail consiste à étudier la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la ville de Jijel.

Les eaux prélevées sont de deux natures : l'eau de robinet et l'eau de citerne.

Pour l'eau de robinet les échantillons sont prélevés depuis les forges, la station de reprise, les réservoirs et les robinets. Le choix des lieux de prélèvement a été déterminé avec le concours du personnel de l'ADE (Algérienne Des Eaux).

En ce qui concerne l'eau de citerne, nous avons réalisé pour la même eau deux échantillons : un au niveau des sources naturelles d'ElTahir (Boucherchour) et l'autre après le transport et le traitement de l'eau à partir des citernes.

2- Prélèvement :

Le prélèvement d'un échantillon proprement dit est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être adopté.

Pour l'appréciation des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, nous avons pris certaines considérations dans le choix des sites de prélèvements :

Pour l'eau de robinet nos prélèvements sont réalisés de la même station de pompage puis de deux réservoirs qui ont la plus grande capacité (4x 2000 et 3x2000) et des robinets alimentés par ces deux réservoirs.

Pour l'eau de citerne l'eau est prélevée de trois sources différentes.

Les prélèvements sont réalisés aux robinets métalliques après les avoir flamber et laisser couler l'eau pendant quelques minutes.

Les échantillons sont prélevés dans des flacons préalablement nettoyés et stérilisés dans des conditions d'asepsie rigoureuses de telle sorte qu'il soit représentatif de l'eau à analyser. L'analyse devra suivre rapidement le prélèvement (au maximum 8h) de l'échantillon qui est toujours transporté en glacière et stocké au froid à + 4°C.

Les flacons sont étiquetés où on note : l'origine de l'eau, l'adresse exacte du prélèvement, date et l'heure du prélèvement [28].

Tous les échantillons doivent être accompagnés d'une fiche de renseignement (annexe 4).

Notre travail est réalisé au niveau du laboratoire d'hygiène de Jijel et dans le labo de microbiologie de l'université de Jijel.

3-Analyse bactériologique :

L'analyse bactériologique de l'eau de consommation consisterait à la recherche des micro-organismes pathogènes qu'elle peut contenir. Cette perspective est impossible à réaliser en raison du nombre important de tests à effectuer, des difficultés qu'elles présentent et de leur coût.

La grande majorité des micro-organismes pathogènes sont éliminés par la matière fécale ou les urines. Ainsi, l'estimation de leur présence en recherchant des germes fécaux qui les accompagnent est plus simple. Ces germes sont appelés alors des **indicateurs de contamination fécale**, ce sont des saprophytes, toujours isolés du tube digestif de l'homme ou de l'animal. Ils sont en outre plus résistants que les germes pathogènes dans l'environnement. Pour toutes ces raisons, leur mise en évidence est relativement simple, facile mettant œuvre des techniques peu coûteuses

La flore fécale est extrêmement variée, mais trois facteurs doivent être pris en considération pour le choix d'un germe témoin de contamination fécale : sa spécificité, sa sensibilité et son importance quantitative et sa résistance.[21][15]

La prise en considération des ces facteurs conduit à faire les recherches suivantes :

- 1- Dénombrement des germes totaux.
- 2- Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.
- 3- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.
- 4- Recherche et dénombrement des Clostridium sulfuto-réducteurs.

Deux méthodes sont utilisées pour l'analyse bactériologique: La méthode en tubes multiples (nombre le plus probable NPP) et la méthode sur membrane filtrante. La première méthode a été effectuée au niveau du laboratoire d'Université de Jijel mais la 2^{ème} méthode au niveau du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Jijel.

3-1 Méthode en tubes multiples :

a-Préparation des dilutions :

Selon la qualité de l'eau à analyser, on prépare des dilutions décimales à partir de la solution mère. On prend 1 ml d'eau à analyser que l'on ajoute à 9ml d'eau physiologique stérile, on obtient la dilution 1/10 et ainsi de suite jusqu'à l'obtention de toutes les dilutions voulues. Dans notre étude, on a retenu la gamme de 1/10 et 1/100.

b-Numération de la flore totale Aérobie mésophile (germes totaux) :

Elle consiste en une estimation du nombre totale des germes présents dans l'eau. La signification de la FTAM est en elle même peu importante pour la potabilité de l'eau , puisque une eau parfaitement saine peut avoir une FTAM élevée mais composée de bactéries saprophytes. Mais si le test est réalisé de manière régulière dans le temps, il donne alors des indicateurs valables sur les variations de la qualité de l'eau liées aux variation de sa FTAM [7] .

Méthode :

La technique consiste simplement à incorporer une quantité d'eau connue ou ses dilutions sur un milieu gélosé (GN, PCA). Deux séries de boites de Petri (expérience en double pour chaque dilution) sontensemencées. On incube à la température 20-22 °C durant 72 h pour les germes saprophytes et à 37°C pour les germes pathogènes.(Figure5)

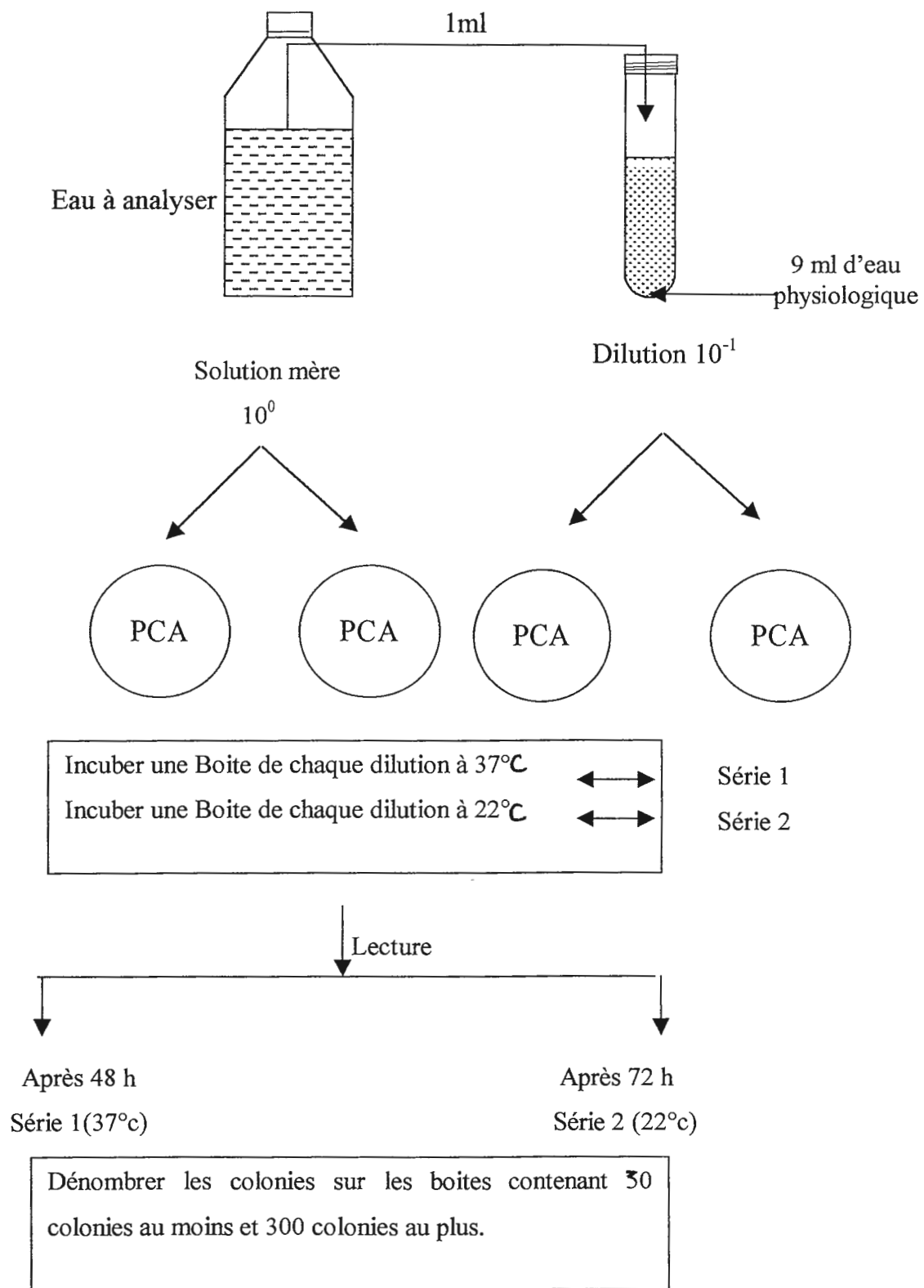


Figure (5) : Dénombrement des germes totaux FTAM.

c-Recherche et dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants :

Les coliformes regroupent des bactéries très hétérogènes, faisant partie de la famille des *Enterobacteriaceae*.

Selon l'Organisation Internationale de Normalisation (I.S.O), les **coliformes** sont des bacilles Gram négatif, non sporulés, oxydase négative, aérobies anaérobies facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents ayant de propriétés analogues, capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz en 48 h à des températures de 30 à 35°C.

On appelle **coliformes fécaux**, les coliformes résidents du tube digestif de l'homme et l'animal. Ce sont des thermotolérants capables de se développer à 44°C, cette catégorie inclut exclusivement *E.coli*.

[7].

Leur mise en évidence est très significative mais *E. coli* reste l'indicateur privilégié, car hautement spécifique de l'habitat intestinal, elle possède des propriétés similaires à celles des bactéries pathogènes fécales et son identification est aisée [7].

Méthode :

Le test original de mise en évidence des coliformes supporte le test de présomption et de confirmation (figure6).

Test présomptif :

Il est exécuté au moyen de tubes inoculés par trois volumes différents d'échantillon (10,1,0,1 ml) pour donner une estimation du nombre le plus probable (NPP) de coliformes dans l'eau.

Le milieu utilisé est un bouillon lactosé (au pourpre de bromocresol BCPL simple et double concentration)(voire annexe1) munis de cloche de Durhan pour la mise en évidence de la production de gaz, après 24 à 48 h d'incubation à une température de 30 à 35°C.

Les tubes où le lactose est fermenté (virage de couleur du bleu au jaune) avec production de gaz sont retenus. Ils contiennent éventuellement des coliformes (test présomptif).

Rq : s'il y a virage de l'indicateur sans production de gaz le résultat est considéré comme négatif.

Le nombre de coliformes est évalué en se reportant aux tables de Mac Grady (annexe5) pour calculer l'indice N.P.P.

Les résultats de cette culture doivent être confirmés car il existe de fausses réactions dues à la fermentation du lactose par d'autres bactéries, autre que les coliformes (*Bacillus*, *Clostridium*).

Tests confirmatifs :

La confirmation des coliformes est réalisée à partir des bouillons lactosés positifs par subculture à une température de 44 °C sur un milieu plus spécifique (Schubert : milieu indol mannitol)(annexe1) munis de cloche [15].

Après 24 h d'incubation, tous les tubes présentant une culture, du gaz dans la cloche et une réaction indole positive (anneau rouge en surface) après addition de réactif d'Erlich Kovacs sont considérés comme positifs.

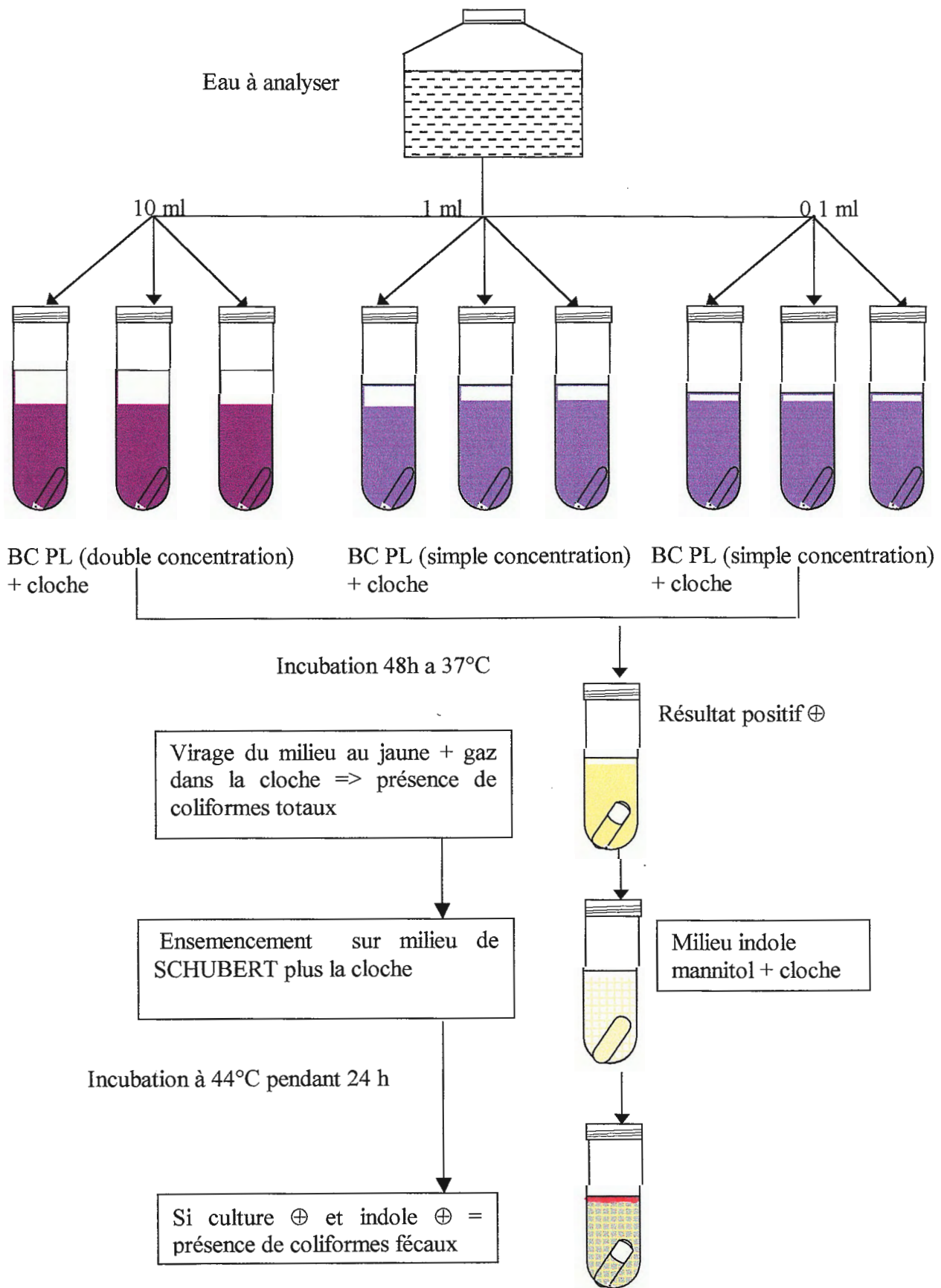


Figure (6) : recherche et dénombrement des coliformes

d-Recherches et dénombrement des streptocoques fécaux par culture:

Les Streptocoques fécaux sont les Streptocoques classés dans le groupe sérologique D de Lancefield *Streptococcus fecalis*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus durans*, *Streptococcus bovis*, *Streptococcus equinus*. Ils sont caractérisés par leur aptitude à cultiver dans des conditions hostiles de croissance. Ils supportent, la présence d'agents chimiques inhibiteurs comme le téllurite de potassium, l'azothydrate de sodium ou l'éthylviolet. Leur recherche met à profit cette propriété.

Dans des milieux contenant de l'azothydrate de sodium et éventuellement de l'éthylviolet (milieu de Rhote et de Litsky), ils se multiplieront seuls tandis que les autres micro-organismes qui les accompagnent sera totalement inhibé. Leur présence dans l'eau a une signification discutable d'autant qu'il n'existe pas de test capable de les différencier en fonction de leur origine, comme c'est le cas chez les coliformes. On considère cette recherche comme un complément à celle des coliformes thermotolérants, notamment en raison de leur meilleure résistance aux conditions de l'environnement qui permettrait de détecter des contaminations anciennes [7] [24].

Comme pour les coliformes, le dénombrement des Streptocoques fécaux est basé sur la succession de deux tests: présomptif et confirmatif (figure 7).

Tests présomptifs :

La numération présomptive est réalisée sur milieu à l'azide (milieu de Rothe)(annexe 1) : trois tubes à double concentration sont ensemencés avec 10 ml d'eau, trois tubes à simple concentration avec 1 ml d'eau et trois tubes du milieu à simple concentration avec 0,1 ml de chaque dilution. Après une culture pendant 48h à 37 °C, les tubes positifs (présentent un trouble) sont présumés contenir des streptocoques fécaux.

Test de confirmation :

La confirmation est réalisée par une subculture pendant 24 à 48 h à 37 °C sur milieu de Litsky(voir annexe 1). Une culture positive avec éventuellement l'apparition d'une pastille violette blanchâtre traduit la présence de streptocoques fécaux.

On note le nombre de tubes positifs dans chaque série et on se rapporte à la table de Mac Grady pour obtenir le nombre de streptocoque fécaux, présents dans 100 ml d'échantillon.

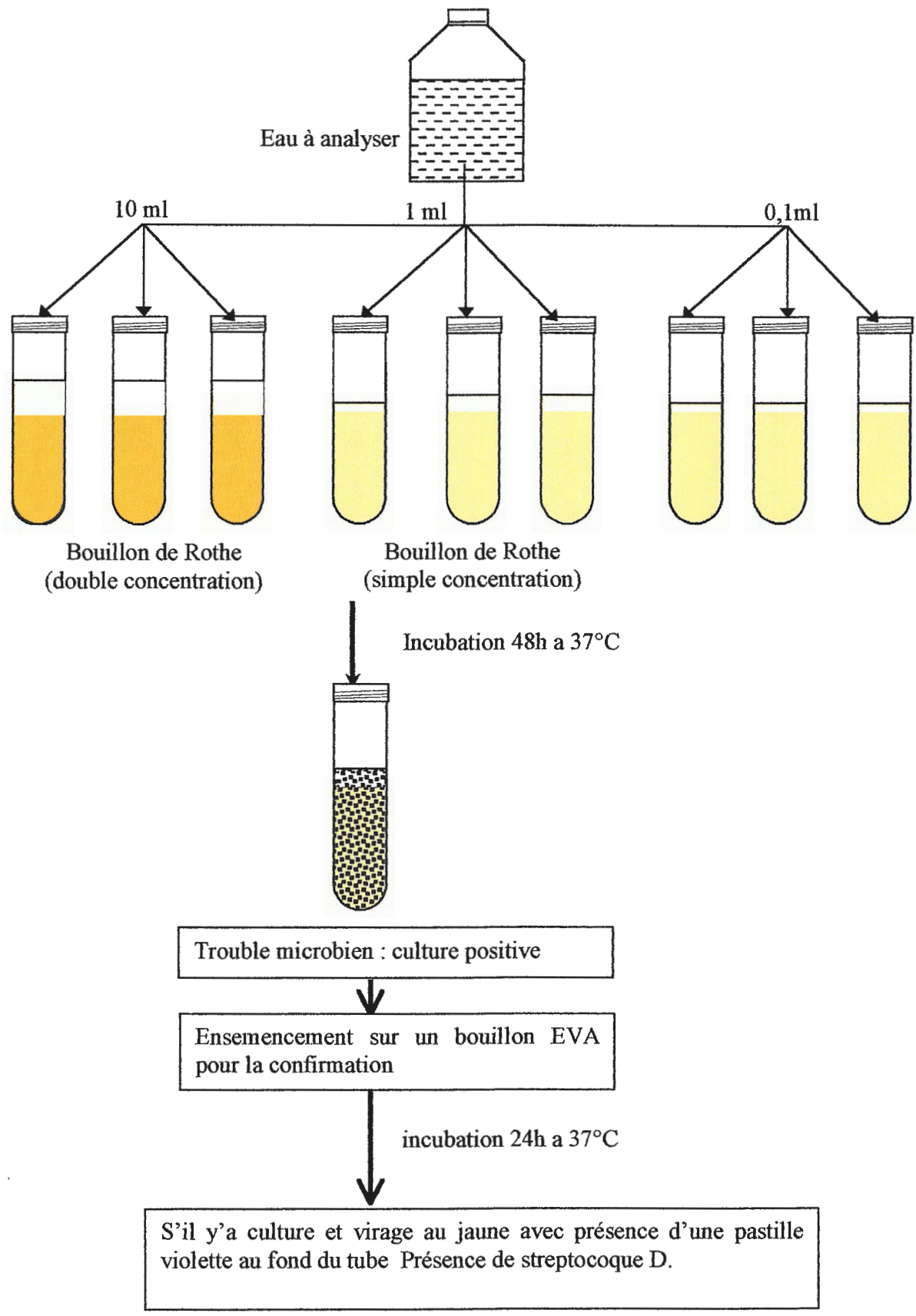


Figure (7) : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

e- Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs :

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs, principalement *Clostridium perfringens*, sont des anaérobies stricts, sporulés, hôtes intestinaux du tube digestif de l'homme. Les *Clostridium* sulfito-réducteurs ont la propriété commune de réduire les sulfites de sodium en sulfures de fer.

La signification de leur présence dans l'eau est très controversée car aucune n'a pour habitat spécifique le tube digestif de l'homme ou des animaux. Ils sont considérés comme les témoins de l'efficacité d'un traitement, sans autre signification [7].

Mode opératoire :

Le dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs est réalisé en tube de gélose profonde en utilisant des milieux sulfités : milieu VF (viande de foie) sulfité (voir annexe1).

Destruction des formes végétatives :

L'échantillon de 250 ml d'eau à analyser est placé dans de grands tubes (220 x 22 mm) et porté au bain -marie à 75 ou 80 °C pendant 5 à 10 mn.

Préparation du milieu :

Faire fondre de 250 ml de gélose VF au bain-marie bouillant et y maintenir pendant 10 mn. Refroidir à 50 °C environ et ajouter 2,5 ml d'alun de fer et 6,25 ml de sulfite de sodium. Répartir dans quatre tubes stériles, 1 ml d'eau traitée précédemment, couler dans chacun d'eux 20 ml du milieu, mélanger doucement sans incorporer d'air, refroidir et incuber à 37 °C pendant 24 à 48h

On distingue après culture des colonies entourées d'une auréole noire par formation de sulfure de fer, cette coloration facilite leur dénombrement.

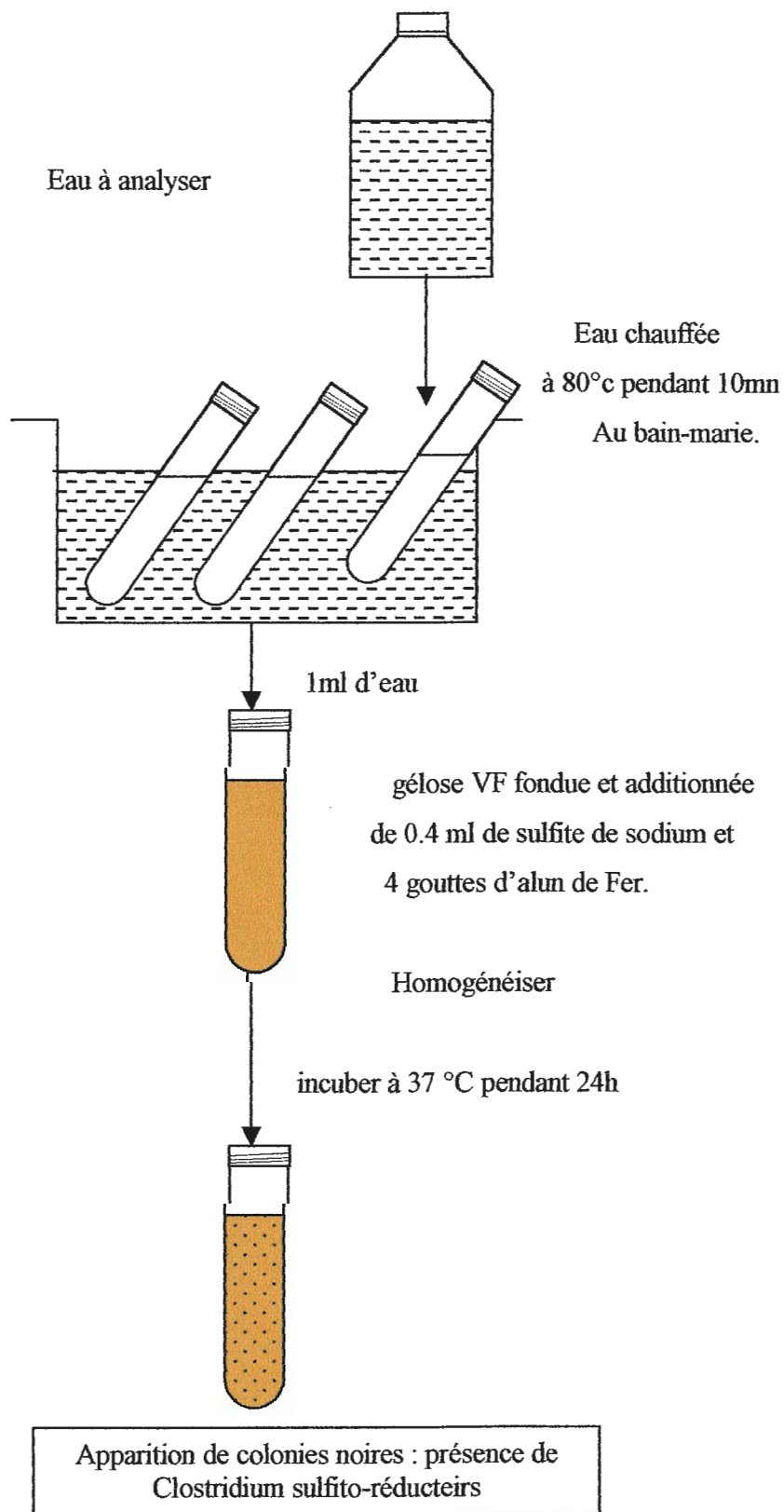


Figure (8) : Recherche et dénombrement des spores de Clostridium Sulfito-réducteurs

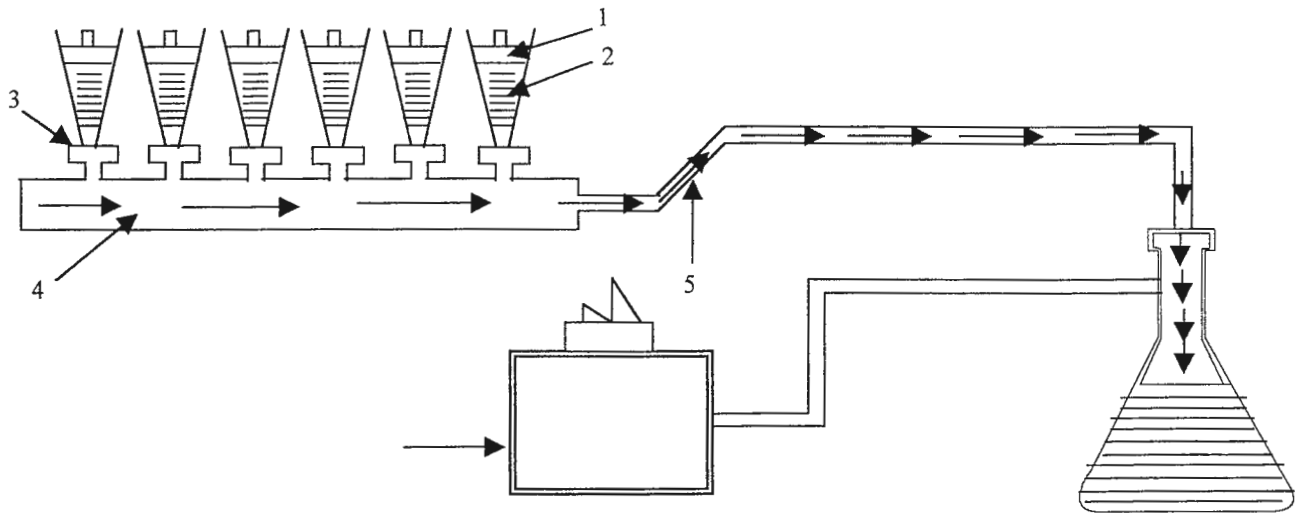
3-2 Technique sur membrane filtrante :

Ce procédé a l'avantage d'être extrêmement rapide tout en étant rigoureux et simple. Il est spécialement indiqué dans le contrôle des eaux de distribution qui sont habituellement peu souillées plutôt que dans l'analyse des eaux de qualité bactériologique inconnue qui sont susceptibles de contenir un nombre élevé de germes. [15]

L'eau est filtrée à l'aide d'appareils spéciaux (figure9) de conception simple, à travers une membrane ou un filtre moléculaire en cellulose ou acétate de cellulose.

Les germes en suspension dans l'eau sont retenus sur la membrane. Celle-ci, déposée sur un milieu approprié, permettra aux bactéries de puiser à travers la membrane les substrats nutritifs nécessaires à leur croissance et de former des colonies. [15]





- 1- entonnoir en acier inoxydable
- 2- eau à analyser
- 3- position du filtre
- 4- canal en inox
- 5- tuyau
- 6- pompe a vide

Figure (9) : l'appareil millipore de filtration sur membrane

a- Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

On filtre sur une membrane stérile 100 ml d'eau à analyser (ou de ses dilutions) sur la rampe de filtration.

Pour les coliformes, deux membranes sont utilisées pour chaque échantillon d'eau et sont placées sur deux boîtes de pétri contenant le milieu spécifique de cette recherche TTC (Triphénol Tétrazolium Chlorure) (voir annexel). L'une est incubée pendant 24h à 37 °C (coliformes totaux) et l'autre pendant 24h à 44°C

On considère comme colonies caractéristiques des coliformes totaux celles qui présentent après incubation une coloration jaune à orange (dégradation du lactose), avec présence d'un halo jaune. Pour les coliformes fécaux les colonies apparaissent sur le milieu TTC comme des colonies jaunes à centre parfois orangé et halo jaune.

En l'absence des colonies typiques à 44°C, il est nécessaire de repiquer une colonie de chaque type et identifier sur un milieu de Schubert incubé à 44°C pendant 24 h .[5]

Colimétrie par filtratio

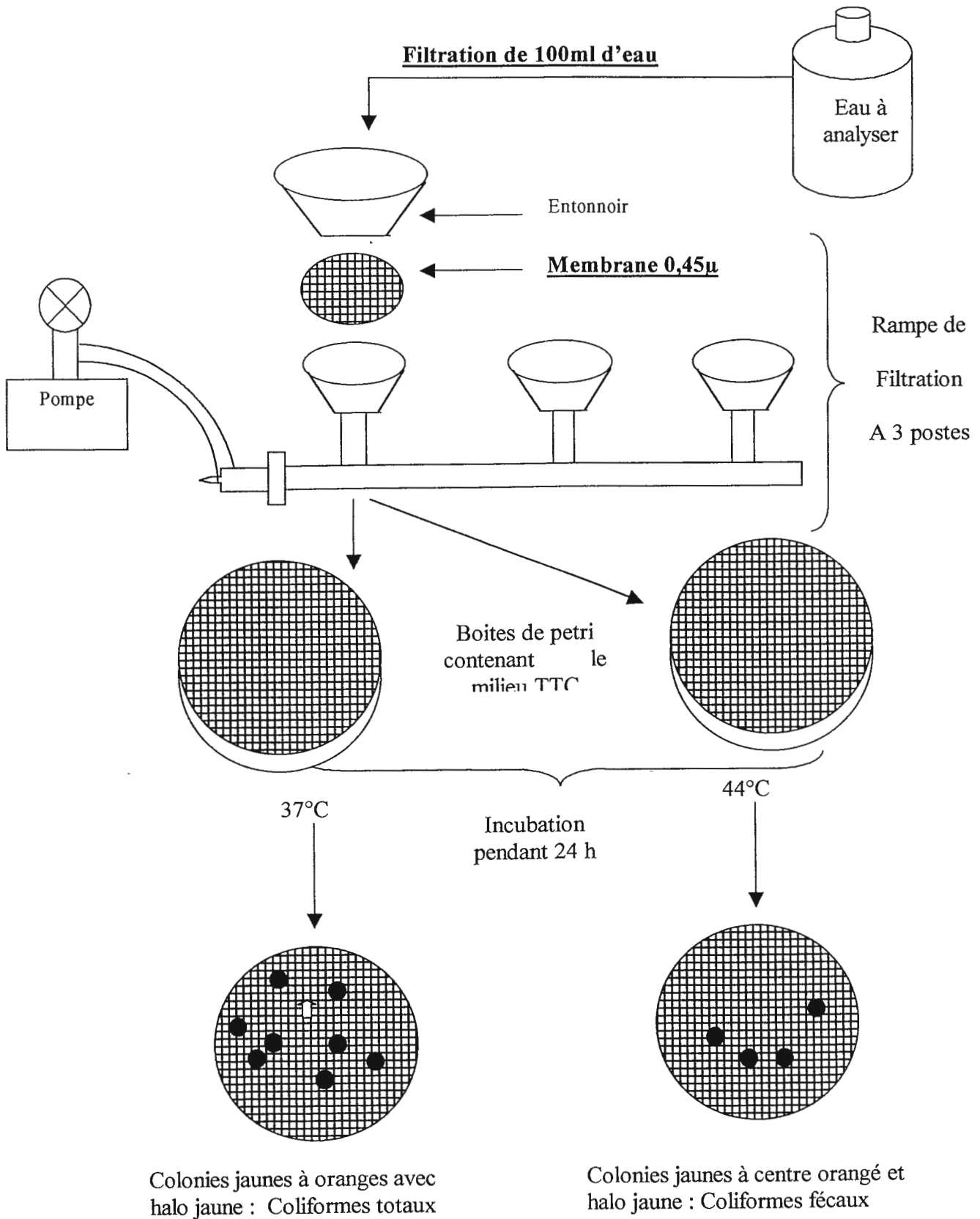


Figure (10) : Dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux.

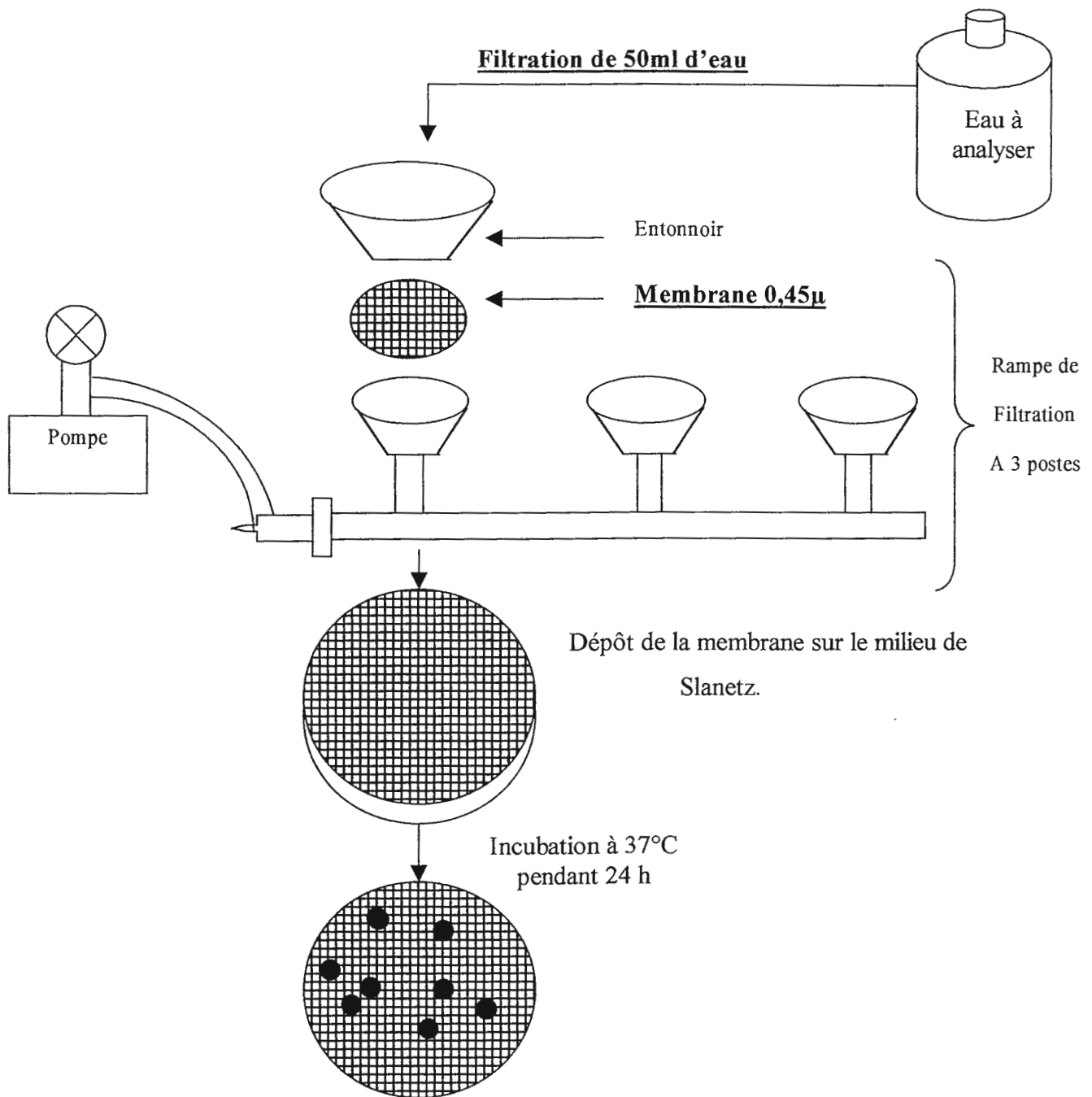
b- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :

Pour les Streptocoques fécaux, le milieu utilisé est la gélose glucosée à l'azide ou le milieu de Slanetz(voir annexe1)

L'incubation dure 48 h à 37°C .

Les colonies violettes, rouges et marrons sont comptées comme Streptocoques fécaux. Une confirmation peut être réalisée par repiquage sur milieu de Litsky.

Streptométrie par filtration



Colonies rouges ou marrons : Streptocoques fécaux

Figure(11) : Dénombrement des streptocoques fécaux

4-Analyses physico-chimique et organoleptique :**4-1 Analyse organoleptique :**

C'est la plus ancienne des techniques d'analyses alimentaires elle permet d'évaluer un ensemble de caractères d'un aliment par l'intermédiaire des organes de sens de l'être humain.

a-L'odeur :

L'eau potable ne doit présenter aucune odeur parce que la présence de cette dernière résulte de la décomposition des complexes organiques.

L'odeur est reconnue au moment du prélèvement par la voie nasale.

b-La couleur :

C'est un caractère reconnu par la vision qui peut confirmer aussi d'autres caractères comme l'odeur et le goût.

La couleur est observée à l'œil nu sur terrain au moment du prélèvement.

c-Saveur :

L'eau a été gouttée par plusieurs personnes.

d- Turbidité :

Ce paramètre qui mesure la transparence de l'eau est observé par l'œil nu sur terrain au moment du prélèvement.

4-2- Analyse physique :**a-La température (T°) :**

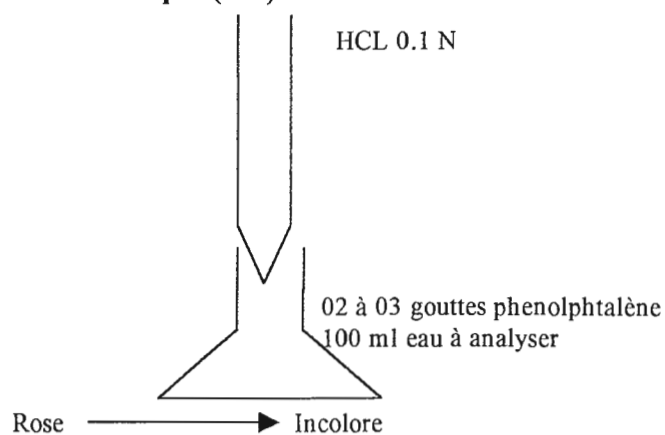
Les mesures de la température ont été effectuées sur terrain à l'aide d'un thermomètre à mercure. La valeur est prise après une immersion du thermomètre pendant cinq minutes.

b-Le pH :

Le pH a été mesuré au moment du prélèvement à l'aide d'un pH-mètre.

c-L'alcalinité :

C'est la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré [27]

d - Détermination du titre alcalimétrique (TA) :

On prélève 100 ml d'eau à analyser dans une capsule en porcelaine on ajoute une à deux gouttes de la solution alcoolique du phénol phtaléine.

- Si aucune coloration rose ne se développe, le TA est nul (c'est, en général, le cas des eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8,3).

-Si une coloration se développe, on verse lentement l'acide (sulfurique ou chlorhydrique) dans le récipient à l'aide d'une burette graduée, en agitant constamment, jusqu'à décoloration complète de la solution.

Le pH est alors de l'ordre de 8,3. on note le volume V1 lu à la burette. [32]

Expression des résultats :

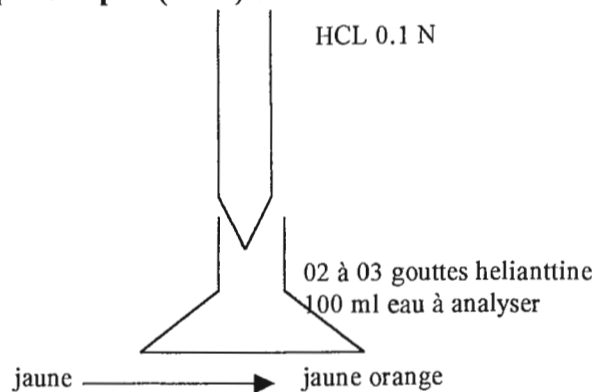
Le titre alcalimétrique (TA) exprimé en milli-équivalents par litre (méq/l) est donné par l'expression suivante :

$$TA = (V1 \times N \times 1000 / V)$$

V1 : le volume d'acide en ml lu à la burette; V : le volume en ml de la prise d'essai;

N : la normalité de la solution acide.

Req : 0,1° F (degrés français) → 10 mg CaCO_3 ou 0,2 méq/l

e - Titre alcalimétrique complet (TAC) :

On ajoute deux gouttes de l'indicateur hélianthine à 100 ml d'eau à analyser, puis on verse lentement à l'aide de la burette graduée l'acide chlorhydrique et on agite constamment jusqu'au virage du jaune au jaune orange. [32]

Expression des résultats :

$$TAC = V1xNx1000/ V$$

V1 : le volume d'acide en ml lu à la burette; V : le volume en ml de la prise d'essai;

N : la normalité de la solution acide.

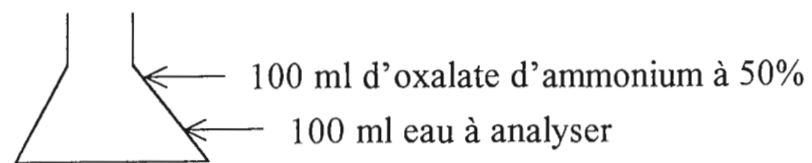
f-TH (titre hydrotimétrique) (la dureté de l'eau) :

Elle est mesurée par la somme des concentrations en degrés de Ca^{+2} et Mg^{+2} [2]

$$TH = TCa + TMg.$$

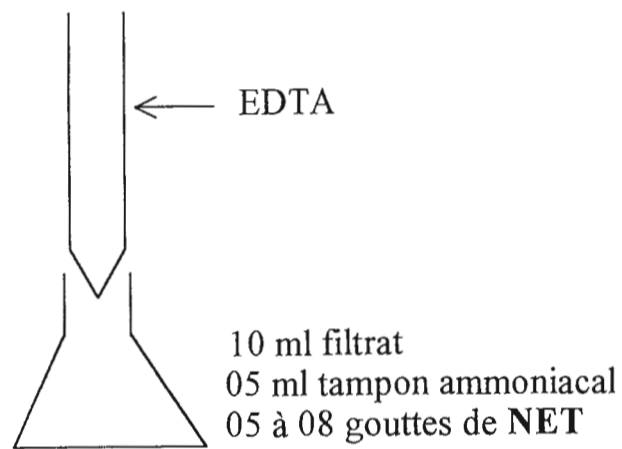
- Dosage du Ca^{++} :

Précipitation du calcium par l'oxalate d'ammonium 5%



Agiter, laisser reposer 30 min et filtrer.

- Dosage du Mg^{++} :



Virage du rose → Bleu

NET(voir annexe 2)

-Mode opératoire :

Le TH est déterminé par titrage de l'EDTA (éthylène dinitrilotétraacétique, acide disodium, salt dihydrat)

La couleur est changée (virage rouge verre → bleu vert)

Pour une prise d'essai de 100 ml, la dureté totale exprime en degrés français à $V = 2 V / 10$. [6]

- Calcul :

$$(\text{Mg}^{++}) \text{ g/l} = \frac{M_2 \times n}{10} \times 24,3$$

M_2 : titre EDTA (0,01 N)

N : chute EDTA.

Masse $\text{Mg}^{++} = 24,3$.

$$\text{Ca}^{++} \text{ g/l} = \frac{M_2 \times (\text{TH} - n)}{10} \times 40$$

g-La conductivité :

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau.

Elle est appréciée par un appareil électronique (galvanomètre).

On rince plusieurs fois la cellule de conductivité avec de l'eau distillée, puis on la plonge dans un récipient contenant l'eau à examiner. On agite pour éviter ou éliminer les bulles d'aires sans modifier la valeur de la température ($T^\circ = 20^\circ\text{C}$). [6]

4-3Analyse chimique :

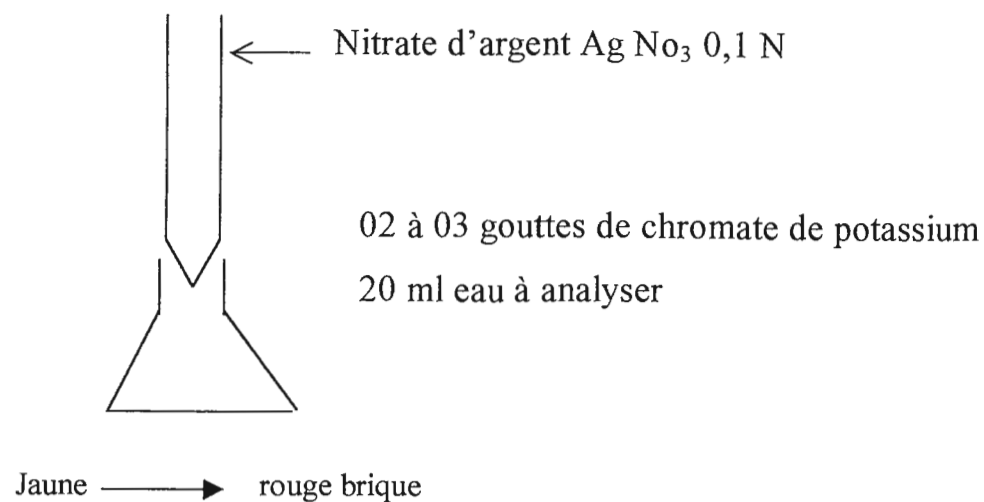
L'analyse chimique de l'eau porte sur les sels minéraux et les matières organiques qu'elle contient.

a-Chlorure :**Méthode de Moler :**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titré de nitrate d'argent (AgNO_3) en présence de chromate de potassium (CrO_4K_2).

On ajoute à 20 ml d'eau à analyser, deux à trois gouttes de la solution de chromate de potassium, en agitant une coloration jaune se développe.

On dose avec le nitrate d'argent jusqu'à virage de la coloration jaune à une faible teinte rouge brunâtre caractéristique de chromate d'argent [6].



En fin on ajuste le pH (6,5-7) :

Si pH acide en ajoute quelques gouttes de CaCO₃ (carbonaté de calcium) .

Si pH est basique en ajoute quelques gouttes d'acide nitrique (HNO₃).

*** Expression des résultats :**

La détermination de la concentration en chlorure est donnée par la réaction.

$$N_1 V_1 = N_2 V_2.$$

Sachant que : $V_1 = 20$ ml (prise d'essai).

N_1 : Normalité de l'eau.

V_2 : Chute de burette d'Ag NO₃.

N_2 : 0,1 N d'Ag NO₃.

$$N_1 = N_2 V_2 / V_1$$

$$(Cl) \text{ g/l} = N_1 \times 35,45$$

b-Nitrites : (NO₂⁻)

La méthode utilisée est celle du réactif de Zambelli.

L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique, en présence d'ion ammonium et de phénol, forme avec les ions NO₂⁻ un complexe jaune, dont intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites.

Réactifs :

Ammoniaque pure, réactif de Zambelli, solution mère étalon de NO₂⁻ à 0,23 g/l et solution fille étalon d'ion NO₂⁻ à 0,0023 g/l

On prépare la courbe d'étalonnage.

Numéro de fioles	Temoin	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Solution fille étalon 0,023 g/l NO₂⁻	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Eau distillée (ml)	50	49,5	49	48,5	48	47,5	47	46,5	46	45,5	45
Réactif de Zambelli (ml)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ammoniaque pure (ml)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
NO₂⁻ en mg/l	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3

- La lecture se fait à 435 nm au spectrophotomètre ;
 - Construire la courbe d'étalonnage ;
 - On prélève 25 ml d'eau à analyser ;
 - On ajoute 1ml de la solution de Zambelli ;
 - On agite et on laisse reposer pendant 10 minutes ;
 - On ajoute 1 ml d'ammoniaque pure ;
 - On effectue la lecture à 435 nm au spectrophotomètre en tenant compte de la valeur lue pour le témoin ;
- On se reporte à la courbe d'étalonnage : pour une prise d'essai de 25 ml la courbe donne la teneur en NO₂⁻, exprimée en mg/ l d'eau. [6]

c-Nitrates (NO₃⁻) :

- Dosage de nitrate

* Mode Opératoire :

- On met dans une capsule en porcelaine 5 à 25 ml d'eau à analyser ;
- On évapore à sec au bain marie ; refroidis ;
- On ajoute le réactif sulfophinique 1 ml ;
- On mélange avec une baguette de verre ;
- On laisse en contact 15mn ;

-Ajouter :

-Eau distillée.....5ml ;

-Ammoniaque dilué au ½10ml ;

La lecture se fait à 440 nm au photospectromètre ;

On prépare la courbe d'étalonnage

	T	I	II	III	IV	V	VI
Solution fille/ml	0	1ml	5ml	10ml	15ml	20ml	25ml
Réactif sulfo-phénique (ml)	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml
Eau distillée Amoniaque diluée eau ½	5	5	5	5	5	5	5
	10	10	10	10	10	10	10
NO₃ /mg	0	0,010	0,050	0,10	0,15	0,20	0,25

d-L'azote ammoniacal:

La toxicité de l'azote ammoniacal est directement liée à sa forme non ionisée, elle même en fonction du pH de l'eau. Ainsi une forte concentration d'ions NH₄⁺ dans l'eau avec un pH faible ne sera pas dangereuse pour la flore et la faune aquatique alors qu'une quantité beaucoup plus faible avec un pH élevé se révélera toxique. [22]

Méthode au bleu d'indophénol :

Dans une fiole de 100 ml :

On ajoute 50 ml d'eau à analyser et suivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage ;

On prépare de la même façon le témoin (voir annexe2) : avec 50 ml d'eau distillée la lecture se fait à $\lambda = 640$ nm sur spectrophotomètre. [6]

1- Interprétation des résultats :

Les résultats obtenus de l'analyse physico-chimique et bactériologique sont comparés aux normes fixées par la réglementation (voir annexe3).



**RESULTATS
ET DISCUSSIONS**

1-Analyse physico-chimique :**1-1- Evaluation des caractères organoleptiques :****Tableau (4) :Evaluation des caractères organoleptiques.**

Caractéristiques	Aspect	Saveur	Odeur	Couleur	Turbidité
Site de prélèvement					
Eau de forage	Normal	Agréable	Sans	Sans	Clair
Eau du réservoir	Normal	Agréable	Sans	Sans	Clair
Eau du robinet	Normal	Agréable	Sans	rouge	Trouble
Eau de citerne	Normal	Agréable	Sans	Sans	clair

a- Odeur :

Nous n'avons noté aucune odeur caractéristique décelable durant toute la période des prélèvements pour les quatre points d'analyse : eau de forage, eau de réservoir, eau de robinet et eau de citerne.

b- Couleur :

La majorité des prélèvements effectués au niveau des robinets a donné une couleur rouge brune de l'eau.

Ceci est dû probablement à la présence de fer et d'autres métaux soit sous forme d'impuretés naturelles, soit sous forme de produits de corrosion au niveau des canalisations de distribution, surtout que ces dernières dans la Wilaya de Jijel sont en acier et se trouvent en très mauvaise qualité.

c- Saveur :

L'eau avait une saveur agréable dans tous les points d'analyse.

d-Goût :

L'eau testée au cours de notre travail n'avait aucun goût particulier. Au contraire, l'eau prélevée directement des sources naturelles de Boucherchour et au niveau des forages avait un goût très agréable.

e- Turbidité :

L'eau de robinet et de réservoirs n'étaient pas toujours transparentes par rapport à l'eau de source et de forage.

Ceci est probablement dû à la non conservation de la qualité de l'eau testée au moment de sa distribution donc le problème réside au niveau des canalisations de distribution.

1-2 Analyse physico-chimique :**-pH :**

Selon les résultats du tableau (5), les valeurs du pH enregistrées varient entre 6,7 et 7,48 et qui restent dans les normes édictées par l'OMS : $6,5 < \text{pH} < 8,5$.

- Conductivité électrique :

Les valeurs de la conductivité électrique retenues dans le tableau (5) sont de : 318 ; 461 ; 483 et 508 $\mu\text{s} / \text{cm}$ respectivement pour les eaux de forages, eau de réservoirs, eau de robinet et eau de source.

On se rapportant aux normes fixées par l'OMS, on peut dire que l'eau de forage est d'excellente qualité (50-400 $\mu\text{s} / \text{cm}$) et l'eau de réservoirs; robinets et de source sont de bonne qualité (400 à 750 $\mu\text{s} / \text{cm}$).

-L'alcalinité :

Les résultats obtenus donnent un titre alcalimétrique TA nul pour tous les échantillons contrôlés ce qui traduit l'absence des carbonates et bicarbonates dans les eaux analysées. Ce résultat est confirmé par le pH non alcalin $< 8,5$ des eaux testées.

- La dureté

La dureté des eaux étudiées représentée par le test (TH) titre hydrotimétrique, qui est la somme des cations Ca^{+2} et Mg^{+2} , est comprise entre 16,8 et 22°H (°F) (valeurs moyennes que la norme admise).

Selon [31] la dureté varie le plus souvent entre 10 et 50°H (°F). avec l'intervention d'autres facteurs (pH, alcalinité), une dureté de 50°H (°F) peut entraîner l'entartrage des canalisations. A l'inverse, une dureté trop faible (inférieure à 30°H (°F)), qui est le cas de tous nos échantillons étudiés, ne permet pas la formation d'une couche carbonatée protégeant les canalisations de certains risques de corrosion.

-Les chlorures :

La mesure des chlorures des différentes eaux analysées donne les valeurs suivantes : 70,9 ; 95,71 ; 116,98 et 177,25 respectivement pour les eaux de forages, eau de robinet, eau de réservoir et eau de source. Ces valeurs restent inférieures aux normes édictées par l'OMS (200 à 500 mg/l).

Cependant, la présence des chlorures dans l'eau est due, le plus souvent à la nature des terrains traversés. [31]

-Le calcium Ca :

Les valeurs du calcium enregistrées sont de 31,98 ; 36,24 ; 36,24 et 44 respectivement pour l'eau de citerne, eau de forage, eau de réservoir et eau de robinet. En effet les résultats obtenus ne dépassent pas les normes fixées.

-Le chlore résiduel Cl_R :

Selon les résultats du tableau (5) on remarque qu'au niveau de tous les échantillons analysés, aucune trace de chlore n'a été décelé.

Pour l'eau de forage et l'eau de source, ceci est expliqué par le fait que se sont des eaux non traitées (aucun traitement n'a été appliqué) mais pour l'eau de réservoirs et de robinet nous constatons que le traitement appliqué est non efficace.

C'est la une situation qui engendre un risque certain de santé publique.

-Le magnésium Mg :

Les valeurs enregistrées se situent entre 21,87 et 28,12 (mg/l) . Ces valeurs sont clairement inférieures aux normes fixées (150mg/ l).

-Ammonium NH₄[±]:

Les teneurs en NH₄⁺ obtenues sont de 0,023 ; 0,034 ; 0,041 et 0,046(mg/l) respectivement pour l'eau de forage, eau de citerne, eau de réservoirs et eau de robinet. Ces valeurs restent inférieures de celles édictées par l'OMS (0,2 mg/l).

Ce qui peut être un bon signe pour la qualité des eaux analysées où on peut parler de l'absence de la pollution récente d'origine industrielle ou humaine. Ce résultat doit être confirmé par d'autres paramètres.

Nitrites NO₂ :

Les valeurs de nitrites enregistrées avec les différents échantillons analysés sont très faibles, elles varient entre 0,018 et 0,02 (mg/ l) et qui restent inférieur aux normes fixées.

L'absence d'un excès de nitrites dans l'eau peut justifier l'absence de toute contamination mais ce résultat doit être confirmé par l'analyse bactériologique.

Nitrates NO₃ :

Dans tous les points d'analyse on a enregistré des valeurs de nitrates largement inférieures de la norme fixée (25 mg/l)

Minéralisation :

Les valeurs de la minéralisation retenus dans le tableau (5), sont de :242,72; 345,78; 354,76; 363,68(mg/l) .

Respectivement pour l'eau de forage, eau de robinet, eau de réservoir, et eau de source. On peut dire que l'eau de forage et de faible minéralisation.

Ces résultat confirment les résultats obtenus avec la conductivité électrique.

HCO₃ :

Les résultats obtenus sont 115,9 ; 198,86 ; 213,5 ;(mg/l) respectivement pour l'eau de source, eau de robinet, eau de forage et eau de réservoir.

Ces résultat est bonnes et confirmer par les résultats de pH et l'alcalinité.

Tableau (5) : Analyse physico-chimique des eaux de forage, réservoir, robinet et citerne.

	PH	TA me/l	TAC me/l	TH mg/l	Ca ⁺² mg/l	Mg ⁺² mg/l	Cl ₂ R mg/l	Cl ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	Conductivité μ s / cm	Minéralisation mg/l	HCO ₃ mg/l ⁻
Eau de forage	7,48	Nul	3,5	16,8	36,24	28,12	Inexistant	70,9	0,023	1,07	0,2	318	244,72	213,5
Eau du réservoirs	6,8	Nul	2,6	22	36,47	28,87	Inexistant	116,9	0,041	1,03	0,018	461	354,76	213,5
Eau de robinet	7,4	Nul	3,26	22	44	26,73	Inexistant	95,71	0,046	1,07	0,019	483	345,78	198,86
de citerne	6,7	Nul	1,9	16,8	31,98	21,87	Inexistant	177,2	0,034	2,09	0,018	508	363,68	115,9
Normes	[6,5-8,5]	-	-	Au maximum 50H	[75-200] mg/l	150 mg/l	0,3 mg/l	[200-500] mg/l	0,2 mg/l	Au maximum 50 mg/l	Au maximum 0,1 mg/l	[400-750] μ s / cm	2000 mg/l	-

2-Analyse bactériologique :

Notre étude bactériologique est réalisée par deux techniques différentes : dénombrement sur milieu liquide en tubes multiples (NPP) et sur milieu solide après filtration sur membrane.

Nos résultats montrent que les deux techniques d'analyse donnent des résultats semblables sauf dans certains cas ,on trouve des valeurs peu élevées avec la technique sur milieu liquide que celles obtenues avec la technique sur membrane filtrante.

Ce résultat est expliqué par J.P.GUIRAUD 1998 qui suggère que à composition identique le milieu liquide est plus favorable à la croissance microbienne que le milieu solide.

En effet la technique de dénombrement sur milieux liquide est rigoureuse et précise mais elle est longue et nécessite un matériel important et un personnel de qualité. Pour toutes ces raisons on tend à la remplacer actuellement par des techniques plus simples et plus spécifiques comme celle sur membrane filtrante, qui a l'avantage d'être extrêmement rapide tout en étant rigoureuse et simple. Elle est spécialement indiquée dans le contrôle des eaux de distribution qui sont habituellement peu souillées plutôt que dans l'analyse des eaux de qualité bactériologique inconnue qui sont susceptibles de contenir un nombre élevé de germes. [10][36].

1- Eau de forage :**Tableau (6): Analyse bactériologiques des eaux de forages de OUED EL NIL ON2 et ON35**

	En tubes multiples		Sur membrane filtrante		
	ON2	ON35	ON2	ON35	
FTAM UFC / ml	à 22°C	219	> 300	absence	absence
	à 37°C	10	11	absence	absence
Coliformes T /100 ml	abs (TSG)	abs (TSG)	absence	absence	
Coliformes F /100 ml	absence	absence	absence	absence	
Streptocoques F / ml	absence	absence	absence	absence	
Clostridium S.R / ml	absence	absence	absence	absence	

TSG : trouble sans gaz

L'analyse bactériologique des eaux non traitées provenant des deux forages ON₂ et ON₃₅ de Oued El Nil d'El Taheir montre (tableau 6) l'absence totale des coliformes totaux, coliformes fécaux, Streptocoques fécaux et Clostridium-sulfito-réducteurs.

Mais elle donne des valeurs plus élevées que la norme admise de la flore totale aérobie mésophile FTAM mesurée à 22 °C (219 UFC et > 300UFC) respectivement pour les deux forages ON₂ et ON₃₅, obtenu avec la technique de dénombrement sur milieu liquide. Au contraire, l'analyse bactériologique réalisée par la technique de dénombrement sur membrane filtrante donne des résultats négatifs avec tous les paramètres contrôlés. Ceci est du probablement à une contamination au niveau du laboratoire au moment d'analyse (mauvaise manipulation).

On note aussi la présence de la FTAM mesurée à 37 °C avec des valeurs inférieures que la norme admise de 10 et 11 UFC/ ml respectivement pour les deux forages ON₂,ON₃₅.

Selon plusieurs auteurs [7], [15], [26] la signification de la FTAM en elle même est peu importante pour la potabilité de l'eau, puisque une eau parfaitement saine peut avoir une FTAM

élevée composée de bactéries saprophytes (mesurée à 22 °C). En effet, répété dans le temps ce test quantitatif renseigne sur l'évolution du nombre de microorganismes dans une nappe et par voie de conséquence sur le degré de protection que lui confère son site géologique : la constance du nombre de germe indique que la nappe est protégée des contaminations. Au contraire, de grandes variations sont un signe de fragilité de la protection en même temps que les signes de contamination.

On peut dire donc que l'eau des forages contrôlée au cours de notre analyse est de bonne qualité bactériologique.

2- Eau provenant de la station de pompage :

**Tableau (7) : analyse bactériologique de l'eau provenant de la station de reprise
« TASSOUST »**

	En tubes multiples	Sur membrane filtrante
FTAM à 22°C UFC / ml	5	absence
à 37°C	19	absence
Coliformes T /100 ml	20	4
Coliformes F /100 ml	absence	absence
Streptocoques F / ml	absence	absence
Clostridium S.R / ml	absence	absence

En ce qui concerne l'eau provenant de la station de pompage, les résultats de l'analyse bactériologique (tableau 7) montrent la présence de la FTAM avec une valeur de 5 UFC à 22 °C et 19 UFC à 37 °C (nombres inférieurs aux normes fixées).

On note aussi la présence des coliformes totaux avec des valeurs de 4 germes / 100ml (nombre inférieur à la norme fixée) obtenue avec la technique sur membrane filtrante et une valeur qui dépasse la norme algérienne de 20 germes / 100 ml obtenu avec la technique de dénombrement sur milieu liquide.

Ce résultat pourrait être expliqué par le fait que le milieu liquide facilite le développement des micro-organismes que le milieu solide ou / et la contamination des échantillons d'eau analysés au moment de l'analyse par la technique de dénombrement sur milieu liquide qui présente l'inconvénient majeur d'être longue.

Pour les coliformes fécaux, Stréptocoques fécaux et Clostridium sulfitoréducteurs on note une absence totale de ces germes.

La présence seule des coliformes totaux ne confirme pas la contamination fécale de cette eau parce que selon J.P. GUIRAUD 1998 et H. BOUSSEBOUA 2002 l'origine de ces germes est loin d'être toujours certaine et donc la présence seule des coliformes totaux est non significative.

L'eau provenant de la station de reprise de TASSOUST testée au cours de notre étude est donc de bonne qualité bactériologique.

3- l'eau de réservoir :

Tableau : Analyse bactériologique de l'eau du réservoir (4x2000) « la CRETE »

	Sur membrane filtrante	
	Avant traitement	Après traitement
FTAM à 22°C UFC / ml à 37°C	absence	absence
Coliformes T /100 ml	1	absence
Coliformes F /100 ml	absence	absence
Streptocoques F / ml	absence	absence
Clostridium S.R / ml	/	/

Tableau (9) : Analyse bactériologique de l'eau du réservoir (3x2000) « OUELED AISSA »

	En tubes multiples	Sur membrane filtrante
à 22°C	8	
FTAM UFC / ml		absence
à 37°C	18	
Coliformes T / ml	absence (TSG)	absence
Coliformes F / ml	absence	absence
Streptocoques F / ml	absence	absence
Clostridium S.R /ml	absence	/

Les deux tableaux (8 et 9) donnent les résultats de l'analyse bactériologique des eaux traitées provenant des deux réservoirs 4x2000 et 3x2000.

Dans le but de la mise en évidence de l'efficacité du traitement appliqué au niveau des réservoirs (javellisation), on a réalisé un prélèvement avant que l'eau soit traitée et un autre après traitement de cette dernière à partir du réservoir 4x2000 de la Crête (choisi parce qu'il a la plus grande capacité).

En ce qui concerne l'eau prélevée avant traitement, les résultats de l'analyse bactériologique montrent la présence d'une flore totale aérobie mésophile avec une valeur de 1 UFC/ ml et des coliformes totaux avec une valeur de 1 germe/ 100 ml (inférieur de la norme fixée). On peut dire donc que cette eau est de bonne qualité bactériologique.

Après traitement, on note l'absence totale de tous les germes. Ce résultat montre que cette eau est de bonne qualité bactériologique et confirme l'efficacité du traitement appliqué.

Pour l'eau prélevée du réservoir 3x2000 de Oueled Aissa on remarque la présence de la FTAM avec une valeur de 8UFC à 22°C et 18 UFC à 37 °C (valeurs inférieures des normes algériennes) (tableau).

Ce résultat nous permis de dire que cette eau est de bonne qualité bactériologique.

4- Eau de robinet :**Tableau (10) : Analyse bactériologique de l'eau de robinet**

	Robinetts alimentés par le réservoir 3x2000			Robinet alimenté par le réservoir 4x2000	Robinet alimenté par le réservoir d'El Hadada
	P1	P2	P3	P4	P5
à 22°C	3	216	1	absence	absence
FTAM UFC/ml					
à 37°C	17	57	2	absence	absence
Coliformes T / ml	abs(TSG)	10	abs (TSG)	absence	absence
Coliformes F / ml	absence	2	absence	absence	absence
Streptocoques F/ ml	absence	absence	absence	absence	absence
Clostridium S.R/ ml	absence	absence	absence	/	/

P1 : robinet de laboratoire de l'institut P4 : robinet d'habitation rue frère mekideche

P2 : robinet de la cité universitaire fille (A) P5 : robinet domicile Berkouka

P3 : robinet de la nouvelle résidence fille

Les eaux de robinet testées au cours de notre étude proviennent de trois réservoirs : 3x2000 de Oueled Aissa (P1, P2, P3), 4x2000 de la Crête (P4) et le réservoir d'El Hadada (P5).

L'analyse bactériologique des eaux de robinets alimentés par le réservoir de Oueled Aissa (3x2000), P1 (robinet de laboratoire de l'institut de biologie) et P3 (robinet de la nouvelle résidence des filles), montre l'absence totale des coliformes totaux et fécaux, Streptocoques fécaux et Clostridium-sulfito-réducteurs et la présence de la FTAM avec des valeurs de (3 et 1 UFC) mesurée à 22 °C et (17 et 2 UFC) mesurée à 37 °C.

Par contre l'eau prélevée de la cité universitaire A (P2) montre la présence de la FTAM qui dépasse les normes fixées : 216 UFC de germe saprophytes à 22 °C et 57 UFC de germes

pathogènes à 37 °C. Ce résultat est confirmé par la présence des coliformes totaux (10 germes/ 100 ml) et fécaux (2 germes/ 100 ml) à un niveau peu élevé que la norme généralement admise.

En effet les recommandations pour la qualité de l'eau exigent l'absence totale des coliformes fécaux qui représentent les témoins les plus rigoureux et les plus constants d'une contamination fécale car hautement spécifique de l'habitat intestinal et possèdent des propriétés similaires à celles des bactéries pathogènes [7].

Il est à noter que cette eau est prélevée d'un endroit où les conditions d'asepsie et de propretés sont nuls donc on peut dire que cette eau n'est pas propre à la consommation car elle est de mauvaise qualité bactériologique. Cependant elle peut présenter un grave danger pour le consommateur car la présence des coliformes fécaux indique une contamination fécale donc d'autres germes pathogènes peuvent exister.

L'analyse bactériologique des eaux prélevées des robinets d'habitation alimentés par le réservoir 4x2000 (P4 prélevé de la ville basse) et le réservoir d'El Hadada (P5 prélevé de Barkouka) montre l'absence totale de la FTAM, des coliformes totaux et fécaux, les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfite réducteurs. Ceci confirme la vigilance des services concernés dans le traitement des eaux de robinet avant leur distribution (au niveau des réservoirs) et l'absence de toutes contaminations au niveau du réseau de distribution.

5-Eau de citerne :**Tableau : Analyse bactériologique de l'eau de citerne.**

	Citerne 1		Citerne 2		Citerne 3		Citerne 4	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
à 22°C	10	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
FTAM UFC/ml								
à 37°C	16	10	7	1	abs	abs	abs	abs
Coliformes T/ ml	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Coliformes F/ ml	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Streptocoques F/ ml	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Clostridium S.R/ ml	3	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs

P1 : eau prélevée de la source directement (avant transport)

P2 : eau prélevée de la citerne.

En ce qui concerne l'eau de citerne testée au cours de notre étude on a réalisé à chaque fois deux prélèvements : P1 prélevé directement des sources naturelles d'El Taheir « Boucherchour » à l'état brut sans traitement avant leur transport et P2 prélevé au niveau des citernes après leur traitement par l'eau de javel et leur transport à la ville de Jijel.

Pour les eaux de sources analysées on note la présence de la FTAM avec des valeurs qui varient entre 0 à 10 UFC à 22 °C et 1 à 16 UFC à 37°C (nombres inférieurs aux normes fixées) et Clostridium sulfito réducteurs (pour la citerne 1) avec une valeur de 3 UFC / ml (valeur peu élevée que la norme admise).

Selon H. BOUSSEBOUA 2002 la signification de la présence des Clostridium sulfito réducteurs est très controversée car aucune n'a pour habitat spécifique le tube digestif de l'homme et des animaux et il suggère de rechercher les Clostridium sulfito réducteur comme témoins de l'efficacité du traitement appliqué. Leur présence donc signifie l'absence du traitement (c'est le cas de notre eau) ou l'insuffisance de ce dernier.

Par contre J. P. GUIRAUD 1998 signale que la présence de ces germes peut permettre de déceler une contamination ancienne.

On note aussi l'absence des coliformes totaux, coliformes fécaux et Streptocoques fécaux.

On peut dire que cette eau est de bonne qualité bactériologique et donc peut être distribuée sans aucun traitement.

En ce qui concerne l'eau prélevée des citernes on remarque la présence de la FTAM qui varie entre 1 à 10 UFC à 37°C (nombre qui ne dépasse pas la norme) et l'absence totale des coliformes totaux et fécaux, Streptocoques fécaux et Clostridium sulfite réducteurs.

Ce résultat montre clairement que l'eau au niveau des sources naturelles d'El Taheir a une bonne qualité bactériologique qu'elle conserve après son transport à la ville de Jijel dans les citernes.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Du fait de sa nature souterraine, l'eau de consommation de la ville de Jijel répond globalement aux normes algériennes, aussi bien du point de vue physico-chimique que bactériologique. Elle est donc potable.

Nos résultats montrent clairement que l'eau de forages testée au cours de notre étude est de bonne qualité microbiologique qu'elle conserve après son acheminement dans le réseau de distribution jusqu'au robinet du consommateur. Ceci est confirmé par l'absence de germes indicateurs de contamination fécale surtout l'absence des coliformes fécaux au niveau des différents points d'analyse, sauf dans un seul cas : celui de l'eau prélevée de l'ancienne cité universitaire des filles « A ».

Pour cette dernière nos résultats confirment la non potabilité de cette eau à raison de la présence des coliformes totaux et fécaux avec des valeurs plus élevées que la norme admise respectivement (10 et 2 germes/ 100 ml).

Conformément aux normes édictées par l'OMS, l'eau ne doit pas contenir des coliformes fécaux par 100 ml de volume d'eau. En effet, ces germes représentent les témoins les plus rigoureux et les plus constants d'une contamination fécale car hautement spécifique de l'habitat intestinal et possèdent des propriétés similaires à celles des bactéries pathogènes [7]. Pour cela leur présence indique la présence possible de bactéries et virus pathogènes.

En ce qui concerne la qualité physico-chimique, nos résultats montrent que les différents échantillons d'eau analysés sont globalement de bonne qualité. Mais on note une altération de la qualité organoleptique révélée par l'apparition d'une couleur rouge brune au niveau de l'eau de robinet et l'eau de réservoir.

Ceci est dû probablement à la présence de fer et d'autres métaux soit sous forme d'impuretés naturelles, soit sous forme de produits de corrosion au niveau des canalisations de distribution, surtout que ces derniers dans la Wilaya de Jijel sont en acier et se trouvent en très mauvaise qualité. Ce résultat pourrait être expliqué aussi par la dureté trop faible des différents échantillons d'eau analysés, ce qui ne permet pas la formation d'une couche carbonatée protégeant ainsi les canalisations de certains risques de corrosion.

En ce qui concerne l'eau prélevée directement des sources naturelles d'El Taheir, nos résultats montrent que l'eau de source est de bonne qualité physico-chimique et bactériologique donc elle peut être distribuée en l'état sans aucun traitement.

Après son transport à la ville de Jijel par les camions citernes, cette eau conserve ses qualités physico-chimique et microbiologiques.

Contrairement à l'eau de robinet, l'eau de source naturelle distribuée par les camions citernes est de très bonne qualité organoleptique ce qui explique l'utilisation unique de cette eau pour la consommation dans toute la Wilaya de Jijel.

Cependant le traitement de javellisation non normalisé et parfois absent pose sérieusement le problème de la sécurité de l'approvisionnement en eau potable ce qui explique les épidémies à propagation hydrique régulièrement relevées.

En fin pour que l'eau de consommation distribuée dans la ville de Jijel réponde aux normes de qualité, il est nécessaire que son traitement soit réalisé avec plus de rigueur, de régularité et d'efficacité au niveau des infrastructures alimentant les agglomérations (réseaux de distribution, sources, puits...) et au niveau individuel par la javellisation de l'eau avant sa consommation. On trouve aussi qu'il est indispensable de réparer ou si c'est possible de remplacer les canalisations de distribution qui sont très anciennes .



ANNEXES



ANNEXE 01

1-Les milieux de culture de dénombrement par la méthode de filtration:

1-1: Recherche des coliformes totaux et fécaux

TTC (tri phénol – tétrazolium chlorure) :

- Solution A :

- Extrait de viande5g
- Peptone.....10g
- Extrait de levure.....6g
- Lactose20g
- Bleu de bromothymol0.05g
- Agar20g
- Ajuster le pH à 7,2
- Repartir (100ml) en flacons de 150ml
- Stériliser 20mn à l'autoclave à 120°C.

-Solution B :

- Dissoudre 0,05g de chlorure de 2,3,5 tri phénol tétrazolium (TTC) dans 100ml d'eau distillée .
- Filtrer ou stériliser 20 mn à l'autoclave à 120°C.

- Solution C :

- Dissoudre 0,20 de tergitol dans 100ml d'eau distillée.
- Au moment de l'emploi, faire fondre la solution A (base gélose) et maintenir à 45°C- 50°C.
- Ajouter 5 ml de solution B et 5 ml de solution C.
- Bien mélanger en évitant les bulles.
- Couler en boîtes de pétri, l'épaisseur du milieu doit être de 5 mm.
- Laisser solidifier
- Ce milieu se conserve 10 jours à 4°C .

1-2 Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

Milieu de slanetz

Dans un litre d'eau distillée, dissoudre :

- Peptone.....20g
- Extrait de levure..... 5g.
- Glucose.....2g
- Phosphate dipotassique4g.
- Azohydrate de sodium0.4g
- Ajuster le pH à 7.2
- Ajouter 10g d'agar et dissoudre par chauffage doux sans dépasser 100°C .
- Refroidir à 58°C.
- Ajouter 10 ml d'une solution stérile de TTC à 1%.
- Couler en boîte de pétri.
- Laisser refroidir- se conserve 3 à 4 semaines à 2 – 5°C.

2-Les milieux de culture :

2-1 Recherche des coliformes :

BCPL (bouillon lactose ou pourpre de bromocrésol)

-A double concentration :

- Extrait de viande de bœuf6g
- Peptone 10g
- Lactose10g

- Pourpre de bromocrésol0.06g
 - Eau distillée1000ml
- pH : 6.7
Autoclavage : 20 mn à 120°C

- A simple concentration :

- Extrait de viande de bœuf3g
- Peptone.....5g
- Lactose5g
- Pourpre de bromocrésol0.03g
- Eau distillée.....1000ml

pH : 6.7
Autoclavage : 20 mn à 120°C

2-2 Recherche d'Escherichia coli

milieu indole manitol (schubert)

- Tryptophane0.2g
- Acide glutamique0.2g
- Sulfate de magnésium0.7g
- Sulfate d'ammonium.....0.4g
- Citrate de sodium0.5g
- Chlorure de sodium2g
- Tryptone oxoid10g
- Mannitol7.5g
- Eau distillée500ml
- Tampon phosphate500ml

pH : 7.6
Autoclavage 115°C , 10mn

2-3 Recherche des streptocoques fécaux :

Bouillon glucosé à l'azide de sodium (milieu de Rothe)

- A double concentration :

- Tryptone40g
- Glucose10g
- Chlorure de sodium10g
- Phosphate bipotassique5.4g
- Phosphate mono potassique5.4g
- Azide de sodium0.4g
- Eau distillée1000ml

pH : 6.8- 7
Autoclavage 15 mn à 121°C

- A simple concentration :

- Tryptone 20g
- Glucose 5g
- Chlorure de sodium5g
- Phosphate bipotassique2.7g
- Phosphate monopotassique 2.7g
- Azide de sodium 0.2g
- Eau distillée 1000ml

PH : 6.8 – 7
Autoclavage 15 mn à 121°C

Bouillon glucose à l'éthyle violet et l'azide de sodium (EVA)

- Tryptone20g
- Glucose5g
- Chlorure de sodium5g
- Phosphate bipotassique.....2.7g
- Phosphate monopotassique2.7g
- Azide de sodium0.3g
- Ethyle.....0.0005g
- Eau distillée1000ml

PH : 6.8 – 7

2-4 Recherche de Clostridium sulfito-reducteurs :

Gélose viande foie (GVF) :

- Milieu de base :

- Base viande foie.....30g
- Glucose2g
- Amidon2g
- Agar11g
- Eau distillée1000ml

PH : 7.6 – 7.8

Autoclavage 20mn à 115°C

- Au moment de l'emploi :

Ajouter à 20 ml de milieu de base fondu :

- 0.5 ml d'une solution de sulfite de sodium a 5%
- 4 gouttes d'alun de fer ammoniacal.

ANNEXE 02

- ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUE :

- Préparation des réactifs :

- Solution alcoolique de phénol :

- Phénol 10 g.
- Alcool 95° q.s.p 1000 ml

-Solution de nitro prussiate de Na :(stable 01 mois)

- Nitro prussiate de Na 0,5 g (stable 1mois)
- Eau distilléeq.s.p 100ml

- Solution de citrate de Na :

- Citrate de Na 100g
- Hydroxy de Na.....5g
- Eau distillée 500ml

-Solution d'hypochlorite de Na : 1,5 N)

elle doit être contrôlée périodiquement

- Solution oxydante :

- Solution de citrate de Na 100ml
- Solution de hypochlorite de Na 25ml

Cette solution doit être renouvelée chaque jour

- Solution mère étalon à 1g/l d'azote :

- Chlorure d'ammonium3,82g
- Eau distilléeq.s.p 100ml

- Solution fille étalon à 0,01 g/l d'azote :

- (1ml solution mère, ► 100ml d'eau distillée)

-Réactif sulfanélique et phénolique de zambellii.

(dosage de nitrite)

- Acide chlorhydrique (d = 1,19) 260ml
- Phénol cristallisée7,5g
- Acide sulfanélique.....5g
- Chlorure d'ammonium 135g
- Eau distilléeq.s.p 1000ml
- Solution mère : nitrite de Na4,5g
- Solution mère nitrite de K5,55g

Dissoudre au bain marie le phénol et l'acide sulfanélique dans l'acide chlorhydrique dilué avec 500ml d'eau distillée Ajouter le chlorure d'ammonium compléter à 1L avec l'eau distillée.

-Réactif sulfophénique : (dosage de nitrate) :

- phénol 12g
- Acide sulfurique 144g (78,65ml)d=1,83

Porter pendant 2 heures au bain marie bouillant.

Ammoniaque dilué au ½

- Solution mère : nitrate de K..... 163ml
- Ou : nitrate de Na..... 137,17mg
- Eau distilléeq.s.p 1000 ml
- Solution fille 10/100.

ANNEXE 03

Tableau 1 : Les normes appliquées pour les éléments physico-chimique [16].

Caractéristiques	Unité	Concentrations
1- caractéristiques organoleptiques		
* couleur	mg/ de platine (en référence à l'échelle platine cobalt)	Au maximum 25
* odeur seuil de perception à 25°C)	-	Au maximum 4
Saveur (seuil de perception à 25°C)	-	Au maximum 4
Turbidité	Unité JACKSON	Au maximum 2
2- caractéristique physico-chimiques liée à la structure naturelle de l'eau		
* pH	Unité pH	6.5 à 8.5
* conductivité (a 20°C)	Ms/cm	Au maximum 400
* dureté	H °(F°)	- 0-10 dureté faible - 10- 30 dureté presque moyenne - 30- 50 moyenne - >50 dure
* calcium	mg/l (ca)	75 à 200
* magnésium	mg/l (mg)	150
* chlorures	mg/ l (Cl)	200 à 500
Caractéristiques concernant les substances indésirables		
* nitrate	mg/ l de NO ₃	Au maximum 50
* nitrite	mg/l de NO ₂	Au maximum 0.1
* ammonium		Maximum 50

Les normes de compositions microbiologiques :

Selon le journal officiel de la république Algérienne N°35 du 27 Mai 1998 :
les critères microbiologiques des eaux de distribution traitées sont :

Tableau 2: normes de compositions microbiologiques[17].

Produits	n	c	M
Eau de distribution traitée :			
- Germes aérobies à 37°C/ml	1	-	20
- Germes aérobies à 22°C/ml	1	-	<10 ²
- Coliformes aérobies à 37°C/100ml	1	-	<10
- Coliformes fécaux /100m	1	-	Absence
- Streptocoques D/50ml	1	-	Absence
- Clostridium sulfito-réducteurs à 46°C/ml	1	-	Absence
- Clostridium sulfito-réducteurs à 46°C/20ml	1	-	Absence

ANNEXE 05

**Tableau : table de MAC GRADY donnant le nombre le plus probable pour
Des séries de trois tubes**

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P d'eau dans 100 ml
3 tubes de BCPL (D/C à 10ml)	3 tubes de BCPL (S/C à 1 ml)	3 tubes de BCPL (S/C à 1 ml)	
0	0	1	0.3
0	1	0	0.3
1	0	0	0.4
1	0	1	0.7
1	1	0	0.7
1	1	1	1.1
1	2	0	1.1
2	0	0	0.9
2	0	1	1.4
2	1	0	1.5
2	1	1	2.0
2	2	0	2.1
2	2	1	2.8
3	0	0	2.3
3	0	1	3.9
3	0	2	6.4
3	1	0	4.3
3	1	1	7.5
3	1	2	12.0
3	2	0	9.3
3	2	1	15.0
3	2	2	21.0
3	3	0	24.0
3	3	1	64.0
3	3	2	110.0



REFERENECES
BIBLIOGRAPHIQUES



Références bibliographiques :

- [01] ALBERT MABILLOT., 1995
Forage d'eau pp :235
- [02] BERNEUF J., CORDONNIER J., 1991.
Traitement des eaux. Ed. Technique pp :306
- [03] BETZ., 1993.
Le conditionnement des eaux industrielles pp :25-34.
- [04] BONNIN . J., 1982.
Hydraulique urbain Ed. Eyrolles Paris .pp :21.
- [05] BOUKHEDNNA . M., 1999.
Analyse des eaux mémoire pp :7-9.
- [06] BOUKHORS .D, MERROUCHE .M, et SERRAR. A., 1998.
Contribution à l'études des eaux domestique provenant de la station de Oued
Athmania mémoire pp :13-15.
- [07] BOUSSE BOUA .H., 2002 .
.Microbiologie générale , Université de Contantine Alger pp:181-184
..
- [08] BOUZIANI MOSTAPHA., 2002.
L'eau . Ed IBN KHALDOUN pp :125-184.
- [09] BRUALT.J ,MONOD.J ., 1989.
Mémonto technique de l'eau .Ed .degremont pp :592.tome I
- [10] CHEVAL. A., 1972.
La désinfection des eaux de consommation publique, Etude technique. Office
international de l'eau. Tec et Doc. Paris pp :18.
- [11] CLAUDE CARDOT, 1999.
Traitement des eaux .ELLIPSES, Ed Marketing F.E pp :09
- [12] DEFRANCES M., 1996.
L'eau dans tous ses états. Ed Ellipses pp :127
- [13] ENCYCLOPEDIE, 1998.
Encyclopédie de la langue française
- [14] FETTOUH FAIROUZ, 1999
Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la ville

de Batna Thème d'ingénieur université de Batna.pp : 19-20

[15] JOSEPH-PIERRE GUIRAUD., 1998.
Microbiologie alimentaire Ed. Dunod Paris.pp 272 - 278

[16] JOURNAL OFFICIEL DU 20 AOUT 2000.
Journal officiel de la république algérienne N° : 51.pp :18-19.

[17] JOURNAL OFFICIEL DU 27 MAI 1998.
Journal officiel de la république algérienne N° : 35.pp : 17

[18] KETTAB. A., 1992.
Traitement des eaux potable office des publication universitaire Alger pp : :1-29-15.

[19] LAMROUS., 1983.
L'eau d'alimentation en Algérie, problèmes actuels office de publication universitaires
Alger pp :1-15.

[20] LAOUFP.S , BENOUIS.A. , 2003.
Méthode d'utilisation et de maintenance des différents appareils utilisés dans le
contrôle de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson.
Mémoire C.C.S. (cabinet consulting service) Oran pp :14- 16

[21] LECLERQ.H.,1979.
Microbiologie appliquée pp :97-101

[22] MAKANGA, MAZET M., 1984
La silice activité adjuvant de floculation N°3. pp : 123-130.

[23] MASSCHELEIN.W.J., 1996.
Processus unitaires du traitement de l'eau potable Ed CEBEDOC. Sprl liège pp :141.

[24] MOUFFOK F., 2001
Guide technique d'analyse bactériologiques des eaux, Institut pasteur algérie.pp : 8-9

[25] Polycopie de l'Institut Pasteur d'Algérie.,1989.
Méthode d'analyse bactériologique des eaux de consommation, institut Pasteur
d'Algérie, service des eaux.

[26] PRESCOTT.,1995.
Microbiologie Ed ,de Boeck-Wesmael F.A BRUXELLES PP: 837-843 .

[27] RODIER., 1984.
Analyse de l'eau Ed. Bordas Paris pp :68

Les sites internet

[28]: Prélèvement d'une eau au robinet de consommation, en vue d'une analyse de Potabilité 1998, internet : laboratoire cantonal@fr.ch.

[29] : Traitement des eaux 1999.
URL : <http://www.ahfigoessel.fr/faq.html>

[30] : Situation de l'hydraulique en Algérie.
<http://www.ccsdz.com>.

[31]: Interprétez votre analyse d'eau.
<http://www.gds38asso.fr/web/gds.nsf>.

[32]: Méthode d'utilisation et de maintenance des différents appareils utilisés dans la contrôle de la qualité physico-chimique de l'eau. Labo-d'hygiène de Jijel

RESUME

L'eau est un constituant essentiel de tout organisme vivant. La fourniture d'une eau de boisson non seulement saine, mais aussi d'aspect, de goût et d'odeur agréable, doit être un objectif prioritaire.

Notre travail s'est porté sur l'étude microbiologique et physico-chimique de l'eau de consommation de la ville de Jijel : eau de robinet et l'eau de citerne.

L'étude a révélé que l'eau de robinet testée est de bonne qualité bactériologique sauf l'eau prélevée de la cité universitaire des filles où notre étude a confirmé la non potabilité de cette dernière à raison de la présence des coliformes totaux et fécaux.

En ce qui concerne la qualité physico-chimique, nos résultats montrent que les échantillons analysés sont globalement de bonne qualité mais on note une altération de la qualité organoleptique des eaux de robinet révélée par une couleur rouge brunc et une faible dureté de tous les échantillons analysés.

Pour l'eau prélevée directement des sources naturelles d'El Taheir, nos résultats montrent que l'eau de source est de bonne qualité physico-chimique et bactériologique donc elle peut être distribuée en l'état sans aucun traitement.

Mots clés: l'eau, analyse, physico-chimique, bactériologique, qualité.

SUMMARY

Water is a constituent essential of all living organism. The supplying of a drink water not only healthy, but also aspect, taste and pleasant odor, must be an important objective.

Our work carried himself on the microbiological and physico - chemical survey of the water of consumption of the city of Jijel: water of faucet and the water of cistern.

The survey revealed that the water of faucet tested is good bacteriological quality except water appropriated of the academic city of girls where our survey confirmed non potabilité of this last at the rate of the total and fecal coliformes presence.

With regard to the physico - chemical quality, our results show that the analyzed samples are globally good quality but one notes a change of quality organoleptique of the faucet waters revealed by a brunette red color and a weak toughness of all samples analyzed.

For water appropriated directly of the sources natural of El Taheir our results show that the spring water is therefore good physico - chemical and bacteriological quality she/it can be distributed in the state without no treatment.

Key words : water, survey, phisico-chemical, bacteriological, quality.

الملخص

الماء عنصر ضروري لكل كائن حي. التزويد بالماء الشروب ليس فقط الصحي ، لكن ذو المذاق والرائحة الطيبة ، يجب أن يكون هدف مهم أيضا.

عملنا كان حول الدراسة الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية للماء الشروب لمدينة جيجل: ماء الحنفية وماء الصهريج.

كشفت الدراسة بأن ماء الحنفية ذو نوعية بكتريولوجية جيدة باستثناء مياه الإقامة الجامعية للبنات (أ) حيث وجدت نسبة من coliformes الكلي والبرازي.

أما فيما يتعلق بالنوعية الفيزيوكيميائية ، فإن نتائجنا بينت ان العينات المحللة ذات نوعية جيدة عموما لكن تلاحظ تغيير في المظهر الخارجي لمياه الحنفية كشف بلون أحمر كما بينت الدراسة صلابة ضعيفة لكل العينات المحللة.

أما بالنسبة لمياه المنبع الطبيعي للظاهر بينت الدراسة انه ذو نوعية فيزيوكيميائية وبكتريولوجية جيدة اذن يمكن أن يوزع في الولاية بدون معالجة.

كلمات المفتاح : الماء، التحليل، فيزيوكيميائي ، بكتريولوجي، نوعية