

وزارة التعليم العالي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

25x

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT **ENVIRONNEMENT**
Génie Sanitaire

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
المكتبة - BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

**ETUDE MICROBIOLOGIQUE
DES EAUX DE
OUED ABARAR
EN VUE D'ETABLIR UN PLAN
D'ASSAINISSEMENT.**

Proposé par : A.P.C
BLIDA

Etudié par :
Y. ABDELLAOUI
S. BOURAS

Dirigé par : M^{me} MADEVA
M^{lle} ZOUGHLACHE

PROMOTION : janvier 88

DEDICACES

المرکز الوطنية للتكنولوجيا
المصطنعية - المكننة
Ecole Nationale Polytechnique

Je dedie ce modeste travail

- A ma mère
- A mon père
- A mes freres et soeurs
- A ma chère MALIKA
- A mes copains.

YOUCEF

DEDICACES

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

A ma mère

A mon père

A mes frères et ma très chère soeur

A ma chère fiancée "FA"

A tous mes amis

SMAIN

REMERCIEMENTS .

Que nos promoteurs : Melle ZOUGHLACHE et M^{me} MADEVA trouvent ici notre profonde reconnaissance pour l'aide précieuse et les critiques constructives qu'ils nous ont prodigué .

Nos remerciements vont aussi à :

- M^{me} MOUFFOK , Chef du Labo de B.E. de l'Institut Pasteur d'Alger ainsi qu'à toute son équipe qui a toujours bien voulu nous aider .

- Monsieur DJEMAI , P.E.P.M. à Alger .

- Monsieur LOBATO , Expert de l'O.M.S pour ses conseils .

- A tous nos enseignants .

- A tous nos amis (es)

- A Monsieur MEDDAHI A.E.K propriétaire de l'imprimerie S.M.i.s .

INTRODUCTION

Aucune vie n'est possible sans cette commodité première qui est l'eau. Les plantes, les animaux ont en besoin.

Si les premières collectivités humaines se sont fondées le long des cours d'eau, il est encore vrais aujourd'hui que l'eau reste un facteur important de progrès.

Parallèlement, cette notion d'évolution ne peut se concevoir dans cette de salubrité. S'il est nécessaire de pourvoir l'eau en quantités suffisantes, il est également important que cette eau soit saine et pure, car l'eau constitue le véhicule le plus commun et le plus important de la transmission des maladies. A ce titre, elle constitue l'une des préoccupations majeures d'hygiène publique et, particulièrement du personnel de l'hygiène du milieu.

Notre pays est en plein essor social et économique, qui se fait sentir, non seulement dans les grandes villes et alentours mais aussi dans les régions rurales et pastorales.

Notre travail vient s'ajouter à de nombreux autres travaux pour tenter de limiter justement l'effet d'une eau suspecte et rehausser sa qualité. Il a pour but :

d'une part de procéder à un contrôle microbiologique, donc de déterminer le degré de pollution de l'eau de oued Abarar d'où s'alimentent les habitants de la cité Ben-Achour; et d'autre part de proposer un plan d'assainissement capable d'éliminer la

pollution, de prévenir et d'éviter une contamination fécale.

II

Généralité (2)

Présentation de la région d'étude.

Situation géographique

Le secteur d'étude (oued Abrâr) est localisé sur le flanc nord du massif montagneux de Chréa, distant d'une dizaine de kilomètres de la ville de Blida (Cf. 1).

II.1.

Climat et Végétation

La région de chréa est caractérisée par un climat méditerranéen, l'hiver est très froid et humide caractérisé par des chutes de neige; l'été est chaud et sec.

Le mois de Décembre étant le plus pluvieux, le mois de juillet est le plus chaud.

La pluviosité annuelle est très importante dans cette région, avec des précipitations atteignant 2000 mm/an (Cf. 2)

La végétation y est très dense et elle est représentée par des peuples de cèdre, des peuples de pin, des peuples de chaignier et des arbres fruitiers, en plus de cette grande variété d'arbres, le sol est recouvert de broussaille.

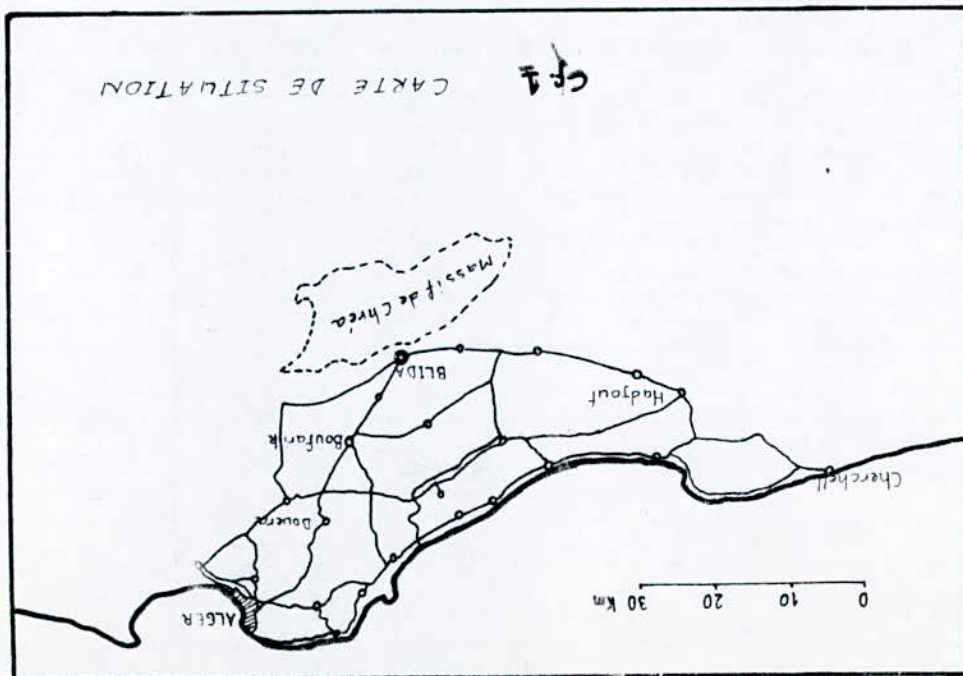
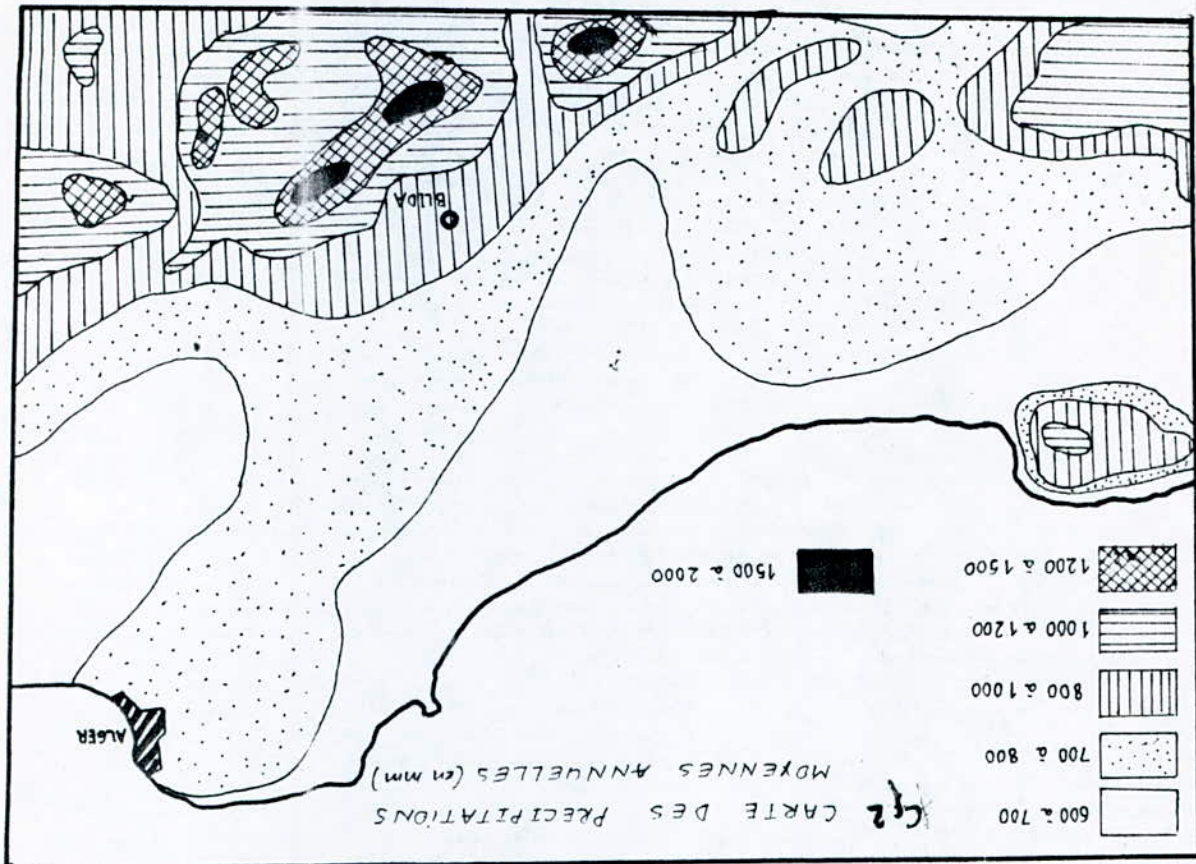
II.2

Geomorphologie ; Hydrographie :

Le massif de chréa culmine à une altitude de 1550 m et le piémont se trouve à 300 m.

Le terrain est très accidenté et nous remarquons qu'au niveau des oueds, l'érosion est très importante.

Le réseau hydrographique est représenté par un chevelu assez dense avec des oueds à écoulement pérenne (Cf. 3).



L'Oued Abrâr prend naissance au lieu appelé "BOUREBBOU", sa longueur est de 7 km environ, et converge vers Oued Beni-Azza au niveau de sidi el Achour.

II.3

Aperçu géologique.

Le secteur de Oued Abrâr est formé essentiellement de terrains d'âge mésozoïque (jurassique et crétacé), et une couverture quaternaire d'épaisseur très faible.

Les terrains jurassiques sont représentés par des calcaires et des dolomies très durs et fissurés, on les observe à l'ouest des glaciers ou nous avons deux sources à débit moyen supérieur à 10 l/s.

Les formations jurassiques sont surmontés par des terrains très schistosés et très altérés, ce sont les calcaires schisteux du crétacé inférieur. Ces formations se présentent sous la forme d'un vaste synclorium. (Cf. 4).

II.4

Note sur l'hydrogéologie du secteur d'étude :

Les formations essentiellement schisteuses et très altérées permettent l'infiltration des eaux de précipitations qui sourdent plus loin en un grand nombre de sources. Le débit de ces sources est relativement important "de 5 à 15 l/s"; ces différentes sources avec les précipitations jouent un rôle primordial dans l'alimentation de l'Oued-Abrâr.

La formation d'une nappe aquifère dans une telle

région est à exclure car la disposition des formations géologiques et leur nature ne le permettent pas.

Néanmoins, nous pouvons supposer qu'il existe des poches aquifères dans le massif qui permettent ainsi d'alimenter L'Oued-Abrâr.

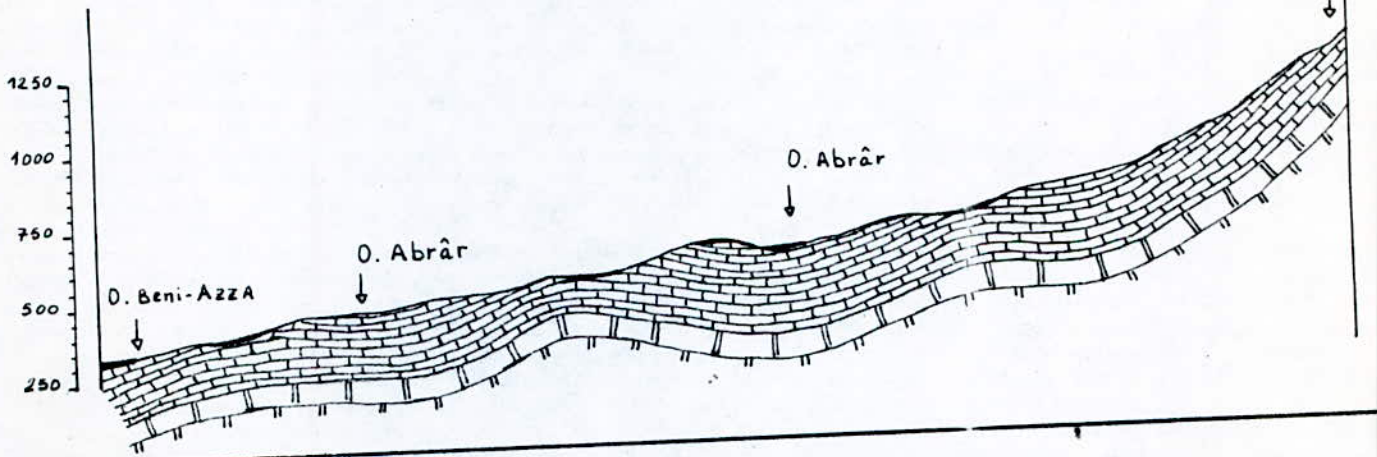
Cf. 4. Oued Abrâr

cf. 4

e = 1/25000

N.W

S.E



Quaternaire (Alluvions)

Schistes Calcaires du Crétacé

Jurassique (Calcaire)

Cf. 3.

Sous-bassin versant
de Oued Abrâr

e = 1/25000



III L'EAU ET LA SANTÉ DE L'HOMME

III 1) ÉPIDÉMIOLOGIE: (5)

Trois phénomènes d'actualité doivent nous inciter à la plus extrême vigilance en ce qui concerne la pollution des eaux :

Nos ressources en eau exploitées sans contrôle et sans discernement pendant des décennies, tendent à l'épuisement. Les eaux de surface sont abondamment polluées par les rejets urbains et industriels. Leur utilisation comme eau à usage alimentaire pose des problèmes difficiles.

Nous devons nous intéresser non pas seulement à l'eau distribuée, mais à l'ensemble du cycle de l'eau (eaux usées, eaux de surface, eaux d'alimentation) en surveillant avec une particulière attention les dispositifs d'épuration (eaux usées) et le traitement (eaux de distribution). Nous pourrions dans ces conditions situer les causes de contaminations lorsque celles-ci apparaissent.

La pollution de l'eau peut s'exprimer sous la forme d'épidémies massives et brutales ou sous forme plus diffuse, plus permanente, plus insidieuse et échappant aux contrôles analytiques les plus sévères.

III 11) Les infections transmises par l'eau : (7)

Les infections transmises par l'eau sont causées par des micro-organismes qui pénètrent et quittent l'hôte par les voies orales et intestinales. On les appelle "infections intestinales" car elles touchent principalement les intestins.

La consommation d'eau contaminée est à l'origine des maladies transmises par l'eau. En fait, la source de l'infection n'est pas seulement l'eau, mais plutôt les matières fécales qui la contaminent. En effet, lorsque ces matières fécales proviennent d'individus ou de porteurs sains, elles contiennent des pathogènes intestinaux.

La transmission des maladies véhiculées par l'eau peut être plus directe encore. Par exemple, les microorganismes peuvent être transférés directement des excréta d'individus infectés, par les mains ou des vecteurs passifs. Les vecteurs passifs peuvent aussi être contaminés par des insectes, comme les mouches qui se sont posées sur des excréta.

Cependant, quand des épidémies d'infections intestinales se déclarent, c'est l'eau qu'est l'agent de transmission des pathogènes.

LA FIÈVRE TYPHOÏDE :

La fièvre typhoïde est une maladie infectieuse aiguë causée par *Salmonella typhi*. Cette maladie est propre aux humains. Après une incubation de 10 à 14 jours, les premiers symptômes apparaissent : fièvre, anorexie, nausées et vomissements. La diarrhée survient habituellement pendant la deuxième semaine de l'infection, et les selles peuvent être sanglantes. On peut retrouver le germe pathogène dans les selles, aussi bien pendant la maladie que pendant la convalescence.

L'évolution de cette maladie est habituellement grave et, sans traitement rapide, peut durer

plusieurs semaines et entraîner la mort du patient.

Après avoir atteint les voies gastro-intestinales, *Salmonella typhi* envahit rapidement les cellules. Il peut même se multiplier à l'intérieur des phagocytes, entraîner leur mort et s'en échapper par la suite. Cette bactérie est un exemple de parasite intracellulaire facultatif. Il est possible que la phase d'incubation intracellulaire. Les symptômes cliniques deviennent évidents quand les bactéries envahissent ensuite le sang puis, les voies biliaires sont infectées; la multiplication des bactéries dans la bile libère des millions de bactéries dans les intestins, d'où présence de germes pathogènes dans les selles.

Salmonella typhi peut aussi gagner d'autres tissus ou organes par le sang.

La vésicule biliaire, la moelle osseuse et la rate peuvent être des sources éventuelles de sur infection. Cela explique les rechutes dans nombreux cas.

Il semble que l'antigène vi inhibe la phagocytose et l'activité bactéricide du serum. On peut donc le considérer comme un facteur de virulence. Ce sont les endotoxines du pathogène qui expliquent sa pathogénicité.

La fièvre typhoïde sévit dans toutes les parties du monde, mais elle est moins fréquente là où le traitement des eaux usées et la purification de l'eau sont effectués de façon efficace. Cette maladie occupe une place importante dans les pays qui n'ont pas de bonnes conditions sanitaires.

Comme la fièvre typhoïde ne touche que les humains, la principale source d'infection est le patient malade ou le porteur sain. Le germe pathogène est habituellement transmis par ou les aliments contaminés par les selles

humains . Plus grave encore , le germe pathogène peut servir pendant plusieurs semaines dans l'eau , la poussière , la glace et même dans les égouts esséchés .

De bonnes conditions sanitaires représentent la meilleur prévention contre la fièvre typhoïde . Il est important aussi d'identifier les porteurs et de les empêcher de manipuler des aliments .

LA DYSENTERIE BACILLAIRE :

La dysenterie bacillaire, ou shigellose, est une réaction inflammatoire aiguë des voies intestinales causée par shigella . Elle est différente des dysenteries amibiennes et virales . La dysenterie est un état pathologique caractérisé par une inflammation de l'intestin, des diarrhées et des selles molles, fétides, glaireuses et sanglantes .

La période d'incubation est en moyenne de 4 jours, et peut varier de 1 à 7 jours . Les premiers symptômes sont la fièvre, accompagnée de douleurs et de crampes abdominales . La diarrhée a lieu habituellement 48 heures après, et la dysenterie, 2 jours plus tard .

Dans les cas graves, les selles sont surtout composées de sang, de mucus et de pus .

La perte de liquide et d'électrolytes peut être relativement importante chez les enfants et les vieillards .

Les shigelles sont beaucoup moins envahissantes que les salmonelles ; en effet, il est extrêmement rare de voir les shigelles quitter les voies digestives pour envahir d'autres tissus ou organes de l'organisme . On ne comprend pas tellement bien les facteurs de pathogénicité des shigelles . Cependant, on sait que *S. dysenteriae* provoque le syndrome le plus sévère de la maladie .

Les shigelles sont repondues partout dans le monde. Même si tous les groupes d'âges sont également sensibles à l'infection par les shigelles, ce sont surtout les enfants de 1 à 4 ans qui sont plus couramment infectés.

Ces dernières années, il n'y a pas eu de grandes différences entre les nombres de cas shigellose rapportés annuellement. On ne prévoit pas non plus d'amélioration, étant donné qu'il n'existe pas de vaccin efficace contre la dysenterie bacillaire.

Etant donné que les humains sont le seul réservoir du pathogène, la meilleure méthode de prévention consiste à empêcher la transmission par la voie féco-orale. Il faut donc traiter de façon adéquate les eaux d'égouts et aussi empêcher la contamination de l'eau par des porteurs, des patients, et des mouches.

DYSENTERIE AMIBIENNE :

Cette maladie, qui atteint les humains et les animaux est causée par l'amibe *Entamoeba histolytica*. Les symptômes varient d'une diarrhée intermittente à une dysenterie grave et parfois mortelle.

Des échantillons de selles mettent en évidence des globules rouges dans les amibes. Les organismes peuvent aussi causer des abcès au foie et même envahir les poumons, le cerveau et d'autres organes.

Le caractère de gravité exceptionnel des infections parasitaires traduit l'attention toute particulière qu'on doit leur assurer. Une espèce parfaitement individualisée, "*Naegleria fowleri*" serait l'agent de la méningo-encéphalite amibienne primitive.

CHOLERA :

Le choléra est une maladie grave causée par entérotoxine de vibrio-cholerae, qui a colonisé l'intestin grêle. Les principaux symptômes sont les suivants: vomissements, et diarrhées abondantes, entraînant une déshydratation importante et, en l'absence de traitement, cela entraîne la mort.

Le choléra est une maladie déjà célèbre dans l'antiquité, elle a été la cause de souffrances et de morts innombrables. La période d'incubation varie de 1 à 3 jours. Le choléra est une maladie spontanément résolutive, à moins bien entendu, que le patient ne meurt de déshydratation ou de choc avant son rétablissement.

Les humains sont les seuls hôte naturel du vibrio-cholerae. L'eau joue un rôle important dans la transmission du choléra dans les campagnes où cette maladie est endémique. Les mouches jouent un rôle considérable dans la dissémination des vibrions. Les épidémies apparaissent à la suite de ces types de transmission.

Dans les endroits où le choléra est endémique, ce sont surtout les enfants qui sont atteints. Et dans les endroits qui n'étaient pas touchés auparavant, le taux d'incidence est aussi élevé chez les adultes que chez les enfants.

Une hygiène personnelle est soignée représente la meilleure prévention contre le choléra. Au niveau communautaire, il faut purifier l'eau avant de la boire, et empêcher qu'elle ne soit contaminée

par les eaux d'égouts.

L'élimination des mouches et le traitement des patients représentent d'autres mesures préventives efficaces.

INFECTIONS MYCOBACTERIENNES :

Il n'est pas question de vouloir établir un lien entre la maladie tuberculeuse et la pollution des eaux. Par contre, les autres infections à mycobactéries, décrites sous le nom de Mycobactérioses méritent d'être discutées. Certaines Mycobactéries atypiques sont en effet, constantes ou fréquentes dans les eaux de distribution. Parallèlement, on s'inquiète de voir l'augmentation de fréquence des Mycobactéries pulmonaires, ganglionnaires ou cutanées.

INFECTIONS VIRALES :

Avec les infections virales le problème est autre. Le virus de l'hépatite épidémique représente un risque plus conséquent. L'origine hydrique de la maladie a été démontrée à maintes reprises.

III 2 ~~III~~ 2 CONTROLE BACTERIOLOGIQUE (6)

Il s'agit de rechercher les bactéries susceptibles de provoquer les maladies et, pouvant nous renseigner sur l'existence et la nature d'une pollution. Dans l'eau les bactéries pathogène (peu nombreuses) se trouvent toujours en association avec les bactéries fécales, plus nombreuses.

Pour simplifier l'analyse et diminuer sa durée, l'analyse bactériologique consiste donc à rechercher les germes fécaux.

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 :

Un germe peut être exclusivement d'origine fécale ; il peut aussi être rencontré dans les selles et végéter naturellement dans les milieux extérieurs à l'homme.

■ Sa sensibilité et son importance quantitative :

La recherche sera d'autant plus facile que le germe sera présent en plus grande abondance dans l'intestin de l'homme et de l'animal.

■ Sa résistance :

Plus la bactérie est résistante, plus les chances de l'isoler seront grandes dans le temps.

Le principal danger de pollution auquel est exposée l'eau de boisson est celui d'une contamination récente des excréments humains et par les animaux.

Les germes indicateurs les plus communément recherchés sont *Escherichia-coli* et ceux du groupe coliforme dans son ensemble. Leur présence doit être considérée comme un indicateur de pollution fécale.

Pour la confirmation de la nature fécale de la pollution, il pourra être utile, dans le cas douteux, de rechercher les entérocoques, dont le plus caractéristique est *Streptococcus faecalis* et les germes anaérobies sporogènes, dont *Clostridium perfringens*.

La présence de *Clostridium perfringens* dans une eau naturelle fait penser à une contamination fécale et, en l'absence des bactéries coliformes suggère une contamination déjà ancienne. (1)

III 21 III 2.1 BACTERIES COLIFORMES (7)

On ne peut étudier la bactériologie des eaux ou en discuter sans définir, au préalable, le groupe des bactéries coliformes.

Selon l'organisation mondiale de la santé, le groupe coliforme comprend tous les bacilles en forme de bâtonnet, aérobies et anaérobies facultatifs, gram-négatifs, non sporogènes et provoquant au moins de 48h à 32-37°C la fermentation du lactose avec production d'acide et de gaz.

Les expressions "groupe des bactéries

coliformes", "groupe coliforme" et "coliforme" sont synonymes. le groupe coliforme inclut les espèces suivantes :

genre Escherichia	Escherichia coli. (E.coli) Escherichia intermédia Escherichia aurescens Escherichia freundt
genre Aérobaeter	Aérobaeter aérogènes Aérobaeter cloacae.
autres espèces	les espèces biochimiquement intermédiaires entre les genres Escherichia et aerobaeter.

Les coliformes sont présents dans les fèces des animaux à sang chaud et des animaux à sang froid, dans le sol et sur la végétation. Plusieurs chercheurs croient que la pollution par les fèces des animaux à sang froid n'est pas significative qualitativement.

La présence de bactéries coliformes dans une eau de distribution publique, qu'il s'agisse de coliformes d'origine fécale ou non, est inacceptable selon les normes bactériologiques reconnues. Leur présence dans une telle eau indique soit un traitement inadéquat, soit une recontamination de l'eau traité, soit encore de mauvaises techniques de prélèvement ou d'analyse. Il est reconnu qu'un traitement adéquat, assorti d'une surveillance consciencieuse des différentes étapes

de la purification, peut enlever toutes les bactéries coliformes de l'eau.

La présence dans une eau de distribution publique de n'importe quel type de coliforme, qu'il soit d'origine fécale ou non, doit déclencher le signal d'alerte. Il y a lieu de s'interroger sur l'origine du micro-organisme et de vérifier les différentes étapes du traitement de l'eau. Depuis longtemps, les coliformes sont considérés comme des indicateurs de pollution, et leur présence indique une contamination pouvant être d'origine fécale, et donc à base d'organismes pathogènes pour l'homme.

III 2.2. ^{2.2} STREPTOCOQUES FECAUX (6)

Les streptocoques fécaux sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Le tableau (X), fournit de précieux renseignements à cet égard. Quelques autres streptocoques sont à l'occasion présents dans les fèces mais n'appartiennent pas au groupe sérologique D de lance field. C'est le cas de *S. mitis* et *S. salivarius* que l'on retrouve dans la bouche de l'homme et qui sont avalés avec la salive; ces souches diffèrent de celles du groupe des streptocoques fécaux défini ci-dessus. Il est donc utile de retenir que la présence de ces espèces n'indique pas nécessairement une pollution d'origine fécale.

TABLEAU (III. A 18)

Espèce	Densité moyenne par gramme de matières fécales .	Excretion moyenne par 24 ^h
Homme	03,0	450
Canard	54,0	18000
Mouton	38,0	43000
Poule	03,4	620
Vache	01,3	31000
Dinde	02,8	1300
Porc	84,0	23000

Le groupe des streptocoques fécaux n'est généralement pas considéré comme pathogène, quoique certaines souche, telle *S. faecalis*, ont été associés à des cas d'endocardites et d'infection urinaires chez l'homme. L'espèce *S. faecalis* variété zymogènes, un streptocoque beta hémolytique qui appartient au groupe serologique D de lance field, est considéré comme non pathogène. Il semble pourtant que les streptocoques fécaux soient à certains empoisonnement alimentaires.

D'après les recherches les plus récentes, les streptocoques fécaux semblent caractéristiques d'une pollution d'origine fécale puisqu'ils furent décelés régulièrement dans les fèces des animaux à sang chaud

et dans les milieux contaminés par ceux-ci.

III.2.3 ^{III 2.3} CLOSTRIDIUM SULFITO-RÉDUCTEURS (4)

Les clostridium sulfito-réducteurs, principalement clostridium perfringens, sont des anaérobies sporulés, hôtes habituels du tube digestif de l'homme.

III.2.4 ^{III 2.4} LES VIBRIONACEES (4)

Ce sont des bacilles gram négatif, aéro-anaérobie facultatifs, incurvés, très mobiles, non exigeants, à température de culture optimale 37°C.

Il sont tués par un pH acide ($\text{pH} < 5$) et cultivent très bien sur un pH alcalin ($\text{pH} = 8 \text{ à } 9$).

III.2.5 ^{III 2.5} LES SALMONELLES (4)

Ce sont des enterobacteries dont 2500 types sont connus. Pousent rapidement sur des milieux liquides à température optimale de 35 à 37°C. Ils sont essentiellement parasites du tube digestif de l'homme et des animaux. A partir du tube digestive, les salmonelles peuvent être disséminés par les matières.

Les salmonella sont responsables d'infections salmonellose qui peuvent revêtir plusieurs formes :

formes septicémiques (fièvre typho-paratyphoïque qui sont dues aux salmonella majeur).

formes digestives qui sont causées par des tox-infections alimentaires.

III.3 LES VIRUS DU MILIEU HYDRIQUE (1)

Il y a une trentaine d'années, l'étude des virus en général et plus encore celle des virus pouvant exister dans l'eau restait le domaine privilégié de très rares laboratoires spécialisés et parfaitement outillés. Ainsi la connaissance des rapports pouvant exister entre les virus d'origine humaine avec le milieu hydrique demeurait-elle précaire et limitée.

Depuis, la géniale découverte d'Enders, vers 1952 et le développement des cultures cellulaires "in vitro" qui la suivent ont fait faire à la virologie des progrès fabuleux et donné un regain d'intérêt à l'hypothèse selon laquelle, par analogie avec les données bactériologiques plus anciennement connues, l'eau pourrait servir de véhicule et d'agent de transmission de bon nombre de virus d'excrétion fécale.

L'élément virus est tout aussi important à considérer et soulève un problème de nombre et d'origine, quant aux genres et aux types susceptibles d'être rencontrés dans l'eau.

Il est important de souligner que le virologiste confronté avec l'eau doit avant tout compter avec cette entité très particulière que constitue ce que nous appelons "l'hydrovirus fécale", avec sa morphologie et sa constitution propre à son environnement, sa résistance et partant, sa virulence et sa pathogénicité spéciales, soulignant assez la plasticité de telles particules et les exigences techniques auxquelles le laboratoire devra obéir tant pour les isoler que les quantifier.

III.3.1 CLASSIFICATION DES VIRUS DU MILIEU HYDRIQUE (1)

Piconarivides

A l'intérieur de cette famille genre Entérovirus représente une part importante des virus habituellement mis en évidence dans l'eau.

Les moyennes parties des études virologiques des eaux ont en effet jusqu'ici porté sur la recherche des entérovirus humains. Les principales espèces pathogènes pour l'homme rencontrées à l'intérieur de ce genre sont les virus Poliomyelitique, Cocksacki et Echo. Une mention spéciale doit être faite pour le virus de l'hépatite A qui actuellement est placé dans ce genre à titre de membre possible.

Les entérovirus sont des petits virus qui ne possèdent pas d'enveloppe.

L'isolement de ces virus, à l'exception de certains virus coxsackie A qui ne peuvent être isolés que sur souriceau nouveau-né et du virus de l'hépatite A, est réalisé in-vitro sur des cultures de cellules de primates.

La transmission des affections à l'entérovirus est essentiellement inter humaine. Elle est réalisée par voie aérienne, par l'intermédiaire des manipulations effectuées dans de mauvaises conditions d'hygiène ou d'une manière indirecte à partir d'eaux ou d'aliments contaminés par les eaux polluées.

— Les virus Poliomyelitiques :

Ces virus sont capables de provoquer chez l'homme la poliomyélite antérieure aiguë, des

méningites aseptiques ou des manifestations plus frustes marquées seulement par une angine, une rhinopharyngite ou des troubles digestifs.

— Les virus Coxsackie

1. Les virus coxsackie A

Ces virus peuvent provoquer chez l'homme des atteintes du système nerveux central, des manifestations respiratoires, oculaires, digestives et cutanéomuqueuses. Par ailleurs, ils sont les agents d'une pharyngite vésiculaire ou herpangine.

2. Les virus Coxsackie B

Ces virus sont responsables de la survenue chez l'homme de myalgie épidémique, de manifestations cutanéomuqueuses, cardiovasculaires et d'atteintes du système nerveux central. Par ailleurs, certains auteurs estiment que, à la suite d'infections par ces virus, des enfants pourraient être atteints du diabète juvénile (Wilson et al 1977).

— Les virus Echo

Ces virus sont associés à des infections humaines extrêmement variées allant de l'atteinte du système nerveux central (méningites) à des manifestations digestives (diarrhées) en passant par des atteintes respiratoires ou oculaires (conjonctivités).

— Le virus de l'hépatite A

Espèce possible du genre entérovirus. Il est responsable de cas d'hépatite soit isolés soit sous formes de l'infection qui sont cliniquement inapparentes.

— Les Réovirides

Les virus appartenant à cette famille sont répartis en plusieurs genres parmi lesquels deux ressemblent des virus à tropisme humain : le genre réovirus et rotavirus.

1. Les réovirus

Les réovirus ont chez l'homme un tropisme respiratoire et enterique.

Ce sont des virus ubiquitaires provoquant souvent des infections cliniquement inapparentes.

2. Les rotavirus

Ils sont responsables de diarrhées souvent sévère chez le jeune enfant et peuvent provoquer de petites épidémies surtout au niveau des services hospitaliers et des crèches.

— Les Coronavirides

Ils sont responsables de gastro-entérites hémorragiques mortelles.

— Les Calicivirides

Ils provoquent des gastro-entérites infantiles

— Les Astrovirus

Ces virus ont un aspect étoilé.

Ils seraient responsables de gastro-entérites.

— Les Adenovirides

Ils sont responsables de divers syndromes infectieux survenant chez l'homme et localisés plus particulièrement au niveau de l'arbre respiratoire, de l'œil (conjonctivité, kérato-conjonctivités) et du tractus intestinal (adénite mésentérique aiguë).

Au cours des infections apparentes ou

inaparentes, ces virus se multiplient au niveau des organes atteints, c'est ainsi qu'on les retrouve fréquemment au niveau des sécrétions rhinopharyngées et des selles.

— Les Parvovirides

Ils sont responsables de syndrômes gastro-entériques se manifestant par des nausées, des vomissements et des diarrhées.

IV METHODOLOGIE D'ANALYSE (II)

IV.1 Numération des germes aérobies totaux

Elle consiste en estimation du nombre total des germes aérobies présents dans l'eau.

IV.2 Recherche des germes témoins de contamination fécale

Les micro-organismes indicateurs de contamination fécale, les couramment recherchés sont par ordre d'importance :

Les coliformes totaux et fécaux,

Les streptocoques fécaux,

Les clostridium sulfito-réducteurs.

IV.2.1 Recherche et dénombrement des coliformes

La colimétrie consiste à détecter et à dénombrer les germes coliformes, et parmi eux les coliformes fécaux dont seul l'origine fécale est certaine elle compte deux temps :

- La recherche presomptive des coliformes,

- La recherche confirmative de coliformes fécaux, et éventuellement des autres coliformes :

On peut envisager deux méthodes :

- Technique en milieu liquide ou technique en tubes multiples,

- Colimétrie sur membrane filtrante.

IV.2.2) Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux
Ces streptocoques du groupe D (enterocoques) sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale car tous, ont un habitat fécal.

La recherche et le dénombrement se fait en deux temps:

- Un test présomptif,
- Un test confirmatif.

On peut envisager dans ce cas deux méthodes:

- Technique en milieu liquide ou technique en tubes multiples,
- Technique par membrane filtrante.

IV.3) Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs

La recherche des clostridium sulfito-réducteurs se fait par la méthode des tubes de 22 mm de diamètre avec de la gelose viande foie fode additionnée de réactifs (sulfite de Na + alun de fer ammoniacal).

IV.5) Recherche des germes pathogènes

La recherche du vibrio cholérique se fait à partir de deux enrichissements et deux isollements.

La recherche des salmonella se fait aussi à partir de deux enrichissements et deux isollements.

IV.5.1

Mise en évidence des virus (1)

Selon les recommandations faites par l'O.M.S, une eau est déclarée potable du point de vue virologique si elle ne contient pas d'enterovirus dans 10L d'eau. Il est indispensable de procéder à la concentration

de l'échantillon sur le lieu même du prélèvement .

Les techniques fibre de verre ou poudre de verre peuvent être indifféremment utilisées des eaux peu ou pas turbides. Cependant, pour l'analyse de grand volume d'eau et dans l'intérêt actuel de notre expérience, on utilise les filtres en fibre de verre car, ils permettent une concentration très facile sur le terrain.

La mise en évidence des virus peut être envisagée selon deux filières.

- Inoculation à des systèmes sensibles .
- Immunologique (technique très rapide et spécifique).

Y1.4 Echantillonnage (3)

Nous avons choisi quatre points de prélèvement habituel le long du cours de l'oued et qui sont distant entre eux de 2 km environ et le cinquième points au niveau du captage de l'oued (la citerne).

Nous avons recueilli les échantillons d'eau dans des flacons en verre de 100 ml soumis au préalable à un nettoyage rigoureux et que nous avons stérilisés.

Pour les prélèvements proprement dits, nous avons procédé de la manière suivante pour chaque point.

Nous avons trompé doucement le flacon à l'intérieur de l'eau et nous avons prélevé 1l à environ 30 cm de la surface tout en évitant de toucher le fond. Aussitôt, nous avons bouché les flacons et protégé les bouchons et les cols des flacons à l'aide d'un papier. Nous avons étiqueté chaque flacon ou nous avons noté :

- L'origine de l'eau,
- Point exacte du lieu de prélèvement,
- La date et l'heure du prélèvement.

L'acheminement des échantillons se faisait dans une glacière à 4°C.

Arrivés au laboratoire, ils étaient rapidement analysés. La durée de transport de l'échantillon depuis le premier point de prélèvement jusqu'au laboratoire a été toujours courte (3 heures au maximum).

V.2 2 Techniques d'analyses

V.2.1 1 Numération des germes aérobie totaux (cf. 5) Exécution des dilutions décimales

Dilution au $\frac{1}{10}$: dans un tube à essai contenant 9ml d'eau distillée stérile (ou eau physiologique), nous avons ajouté 1ml d'eau à analyser et nous avons agité pour homogénéiser.

Dilution au $\frac{1}{100}$: dans un tube à essai contenant 9ml d'eau distillée stérile, nous avons ajouté 1ml de l'eau diluée au $\frac{1}{10}$ et nous avons agité pour homogénéiser.

Répartition des inoculums et de la gélose en boîtes de petri :

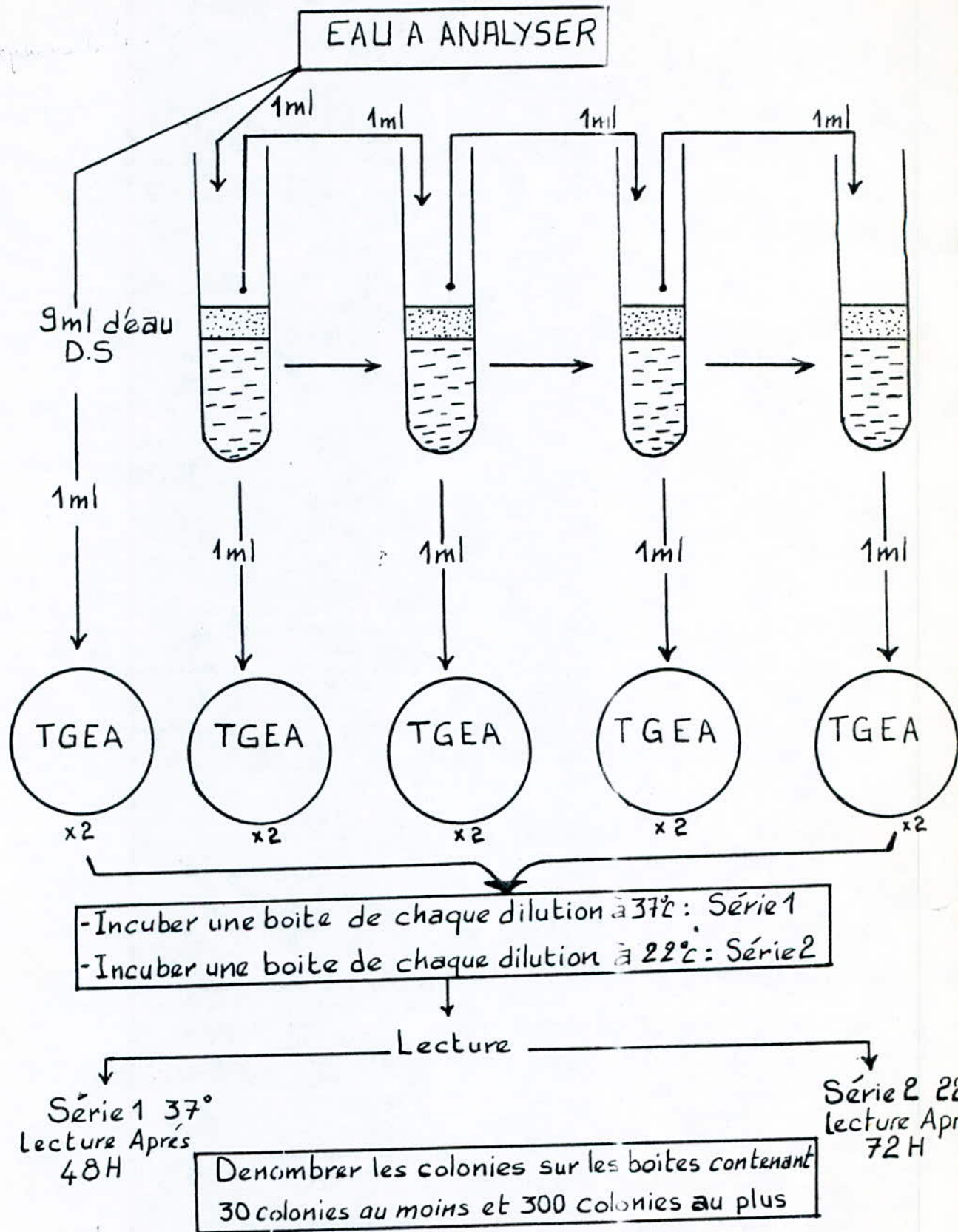
Dans chacune des deux boîtes de petri stériles, de 90mm de diamètre, nous avons mis 1ml d'eau à analyser, 1ml de la dilution $\frac{1}{10}$ dans deux autres boîtes "série 1" et 1ml de la dilution $\frac{1}{100}$ dans deux autres boîtes "série 2".

Sur chaque boîte de pétri, nous avons marqué le numéro d'enregistrement de l'eau à analyser et la température d'incubation de la dilution.

Nous faisons fondre la gélose Tryptone, glucose, extrait de levure agar (T.G.E.A.). Lorsqu'elle est refroidie à 44°C, nous la coulons aseptiquement dans les boîtes de petri contenant les inoculums. Nous agitions doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mouvement homogène de l'eau avec la gélose sans faire de bulles, nous laissons refroidir sur un plan parfaitement horizontal.

Nous incubons chaque boîte de chaque dilution à 37°C et l'autres boîtes à 22°C.

RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES GERMES AEROBIES . T



Cf. 5

cf. 5

Nous faisons la lecture après 24 heures et 48 heures pour les boîtes incubées à 37°C, et après 72 heures pour les boîtes incubées à 22°C.

Nous faisons le dénombrement sur les boîtes contenant 30 colonies au moins et 300 au plus.

Y.22.2 Recherche et dénombrement des coliformes (12) (Cf. 6)

Nous avons opté pour la technique en milieu liquide car elle est considérée comme étant méthode de référence.

Test présomptif :

Nous utilisons le bouillon lactosé au pourpre de bromocresol (B.C.P.L).

Tous les tubes sont munis de cloche du Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu.

Nous ensemencions de la manière suivante :

- Un flacon contenant 50 ml de BCPL double concentration avec 50 ml d'eau à analyser.
- Cinq tubes de 10 ml de BCPL double concentration avec 10 ml d'eau à analyser.
- Cinq tubes de 10 ml de BCPL simple concentration avec 1 ml d'eau à analyser.

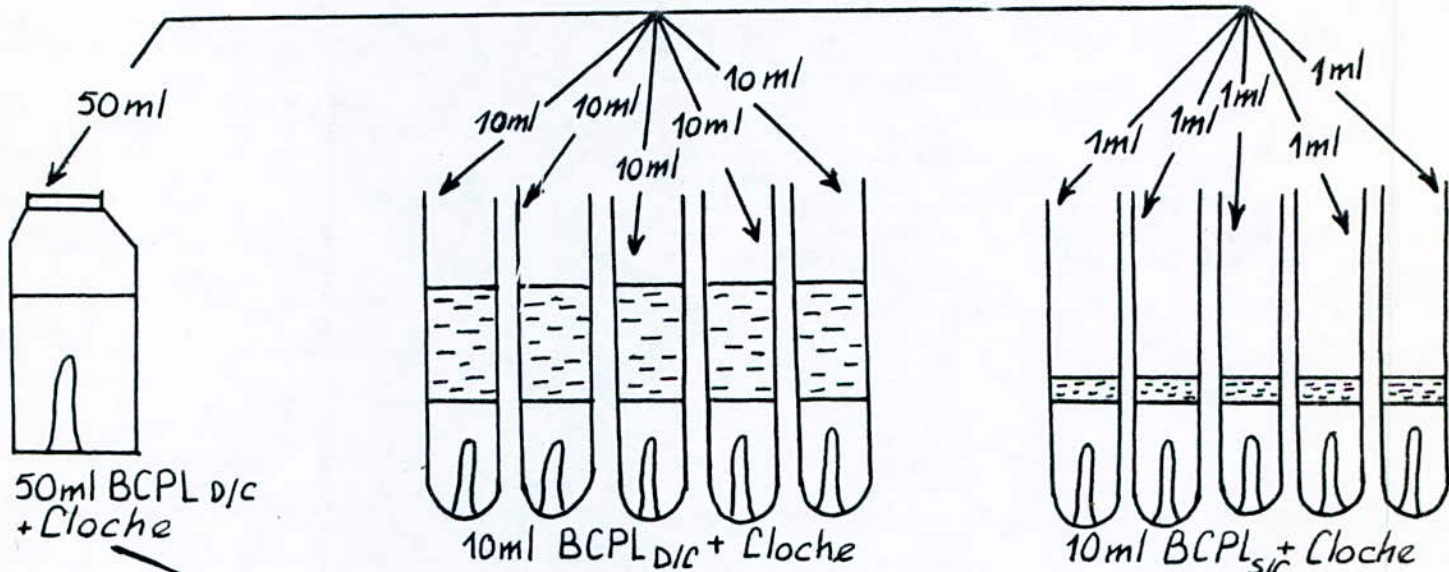
Nous faisons la lecture après 48 heures d'incubation à 37°C.

Tous les tubes présentant une lecture avec un virage du bouillon au jaune et du gaz dans les cloches étaient considérés comme positifs, c'est à dire contenant des coliformes totaux (voir planche X)

Nous notons le nombre de tubes positifs dans chaque série, et nous nous reportons à la table de

COLIMETRIE EN MILIEU LIQUIDE

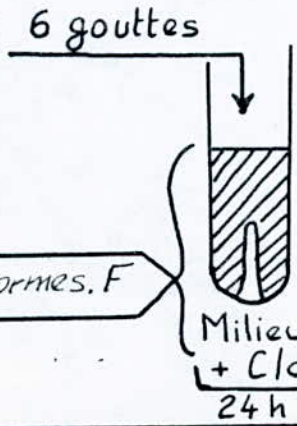
EAU A ANALYSER



INCUBATION 48h à 37°C

Virage du milieu au Jaune + Gaz dans la Cloche = Présence des Coliformes. F

Confirmation Pour Coliformes. F



Culture et gaz (+) - indole (+) = Présence de coliformes Fécaux.

Cpt

Mac Grady pour obtenir le nombre le plus probable (NPP) de coliformes totaux dans 100 ml d'eau analysée.

Test confirmatif

A partir de chaque bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol positif pour la recherche des coliformes totaux, nous ensemencions 2 à 3 gouttes dans un tube du milieu indole mannitol (milieu schubert) muni d'une cloche de Durham.

Après 24 heures d'incubation à 44°C, tous les tubes présentant une culture, du gaz dans la cloche et une réaction indole positive (anneau rouge en surface) après addition de reactif d'Erlich Kovacs étaient considérés comme positifs, c'est à dire comme contenant des coliformes fécaux.

Nous notions le nombre de tubes positifs dans chaque série et nous nous reportions à la table de Mac Grady pour obtenir le nombre le plus probable de coliformes fécaux présents dans 100 ml d'eau analysée.

V.2.3 3 Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (cf. 7)

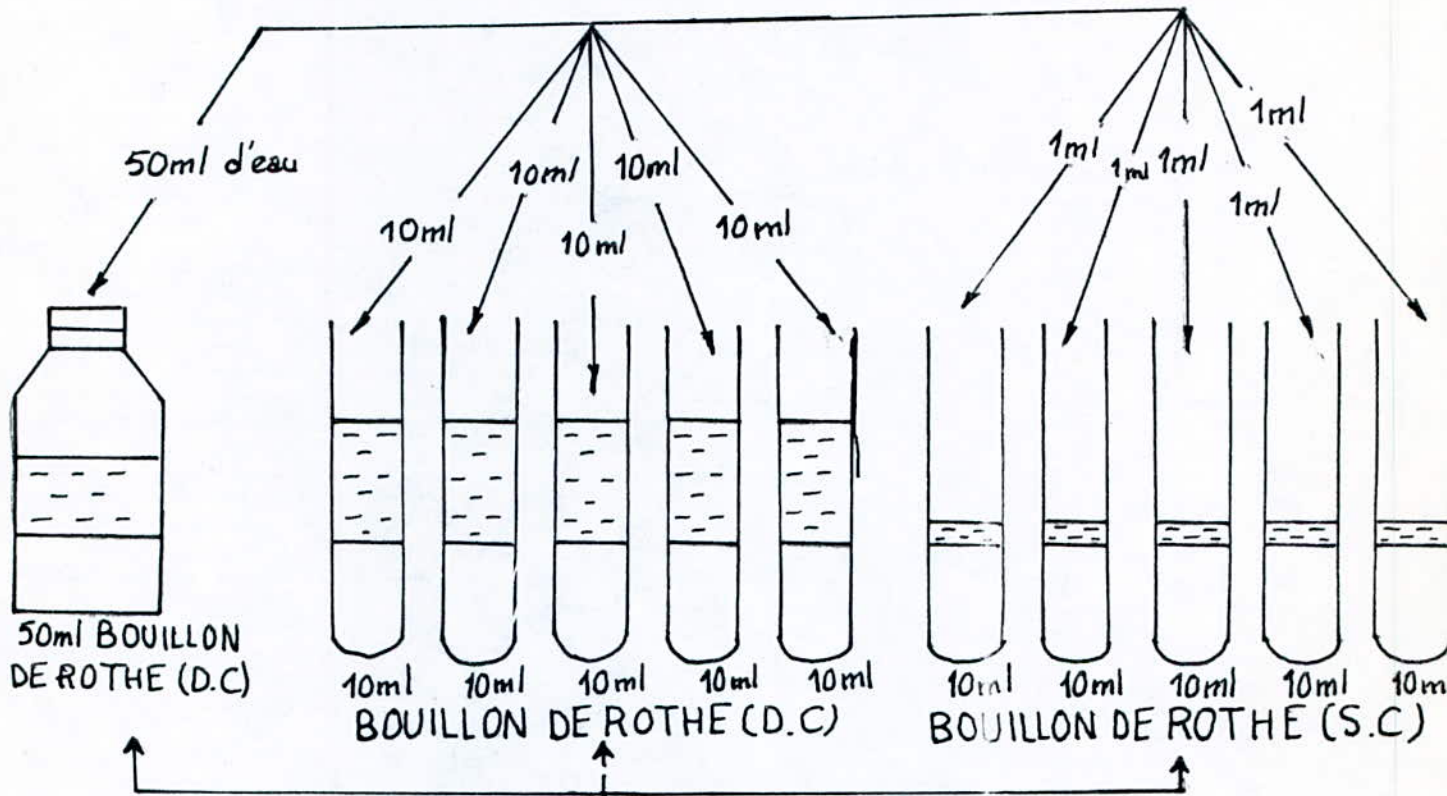
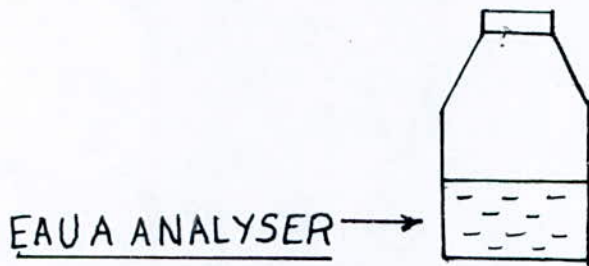
La membrane filtrante se colmate rapidement si les eaux à analyser sont turbides. Pour cela, nous avons opté pour la technique en milieu liquide.

Test presomptif

La recherche se faisait en bouillon à l'azide de sodium (bouillon de Rothe) simple et double concentration. Nous ensemencions :

- Un flacon contenant 50 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 50 ml d'eau à analyser
- Cinq tubes de 10 ml de bouillon de Rothe double

DENOMBREMENT DE STREPTOCOQUES FECAUX



INCUBER 48h à 37°C

Lecture des résultats positifs.

Ensemencer les tubes positifs dans un bouillon EVA. pour confirmation
Incuber 24h à 37°C

Presence de trouble et pastille violette au fond du tube. = presence de streptocoques fécaux.

Cf 7

Cf 7

concentration avec 10 ml d'eau à analyser

• Cinq tubes de 10 ml de bouillon de Rothe simple
concentration avec 1 ml d'eau à analyser.

Nous considérons comme pouvant contenir un streptocoque fécale les tubes présentant un louche microbien après une incubation de 48 h à 37°C qui étaient soumis obligatoirement au test confirmatif, après avoir noté le nombre de tubes positifs.

Test confirmatif

A partir des tubes positifs, nous ensemencions 2 à 3 gouttes dans un bouillon à l'éthyl violet et azide de sodium (EVA ou Listky).

Tous les tubes présentant une culture et un jaunissement après une incubation de 24 h à 37°C, étaient considérés comme positifs (voir planche 10).

Nous notons le nombre de tubes positifs dans chaque série et nous nous reportons à la table de Mac Grady pour déterminer le nombre le plus probable de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau analysé.

(voir planche 10)

V.2.4.4 Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs⁽¹²⁾ (cf. 8)

Nous placions 20 à 25 ml d'eau à analyser dans un tube de 22 mm de diamètre au bain marie à 80°C pendant 5 minutes, nous faisons repartir 5 ml d'eau préalablement traité. Nous coulions dans chacun deux 20 ml de gelose viande foie fondue additionnée de réactifs (5 ml d'une solution stérile à 5% c'est à dire une ampoule de sulfite de sodium, plus une ampoule d'Alun de fer). Nous mélangions doucement sans incorporer d'air et nous refroidissions sous l'eau du robinet.

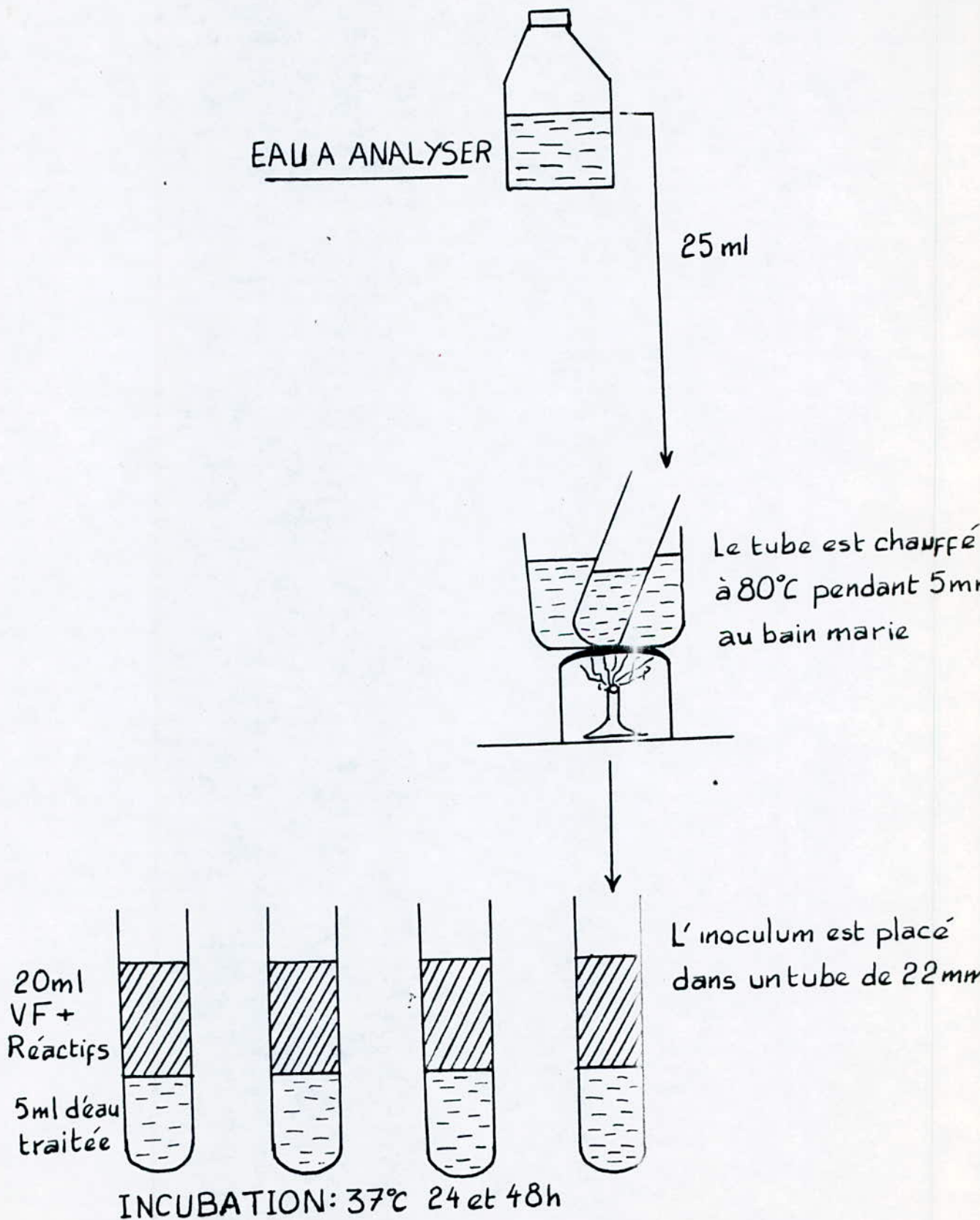
Nous considérons comme résultant d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice toute colonie noire entourée d'un halo noir après une incubation de 48h à 37°C

Il était indispensable de procéder à une lecture dès la 24^{ème} heure, en présence de nombreuses colonies, une diffusion des halos pouvait conduire à une coloration noire uniforme du tube et tout dénombrement aurait devenu impossible à la 48^{ème} heure.

Nous exprimons le résultat en nombre de spores par 100 ml d'eau analysée.

(Voir planche)

DENOMBREMENT DES CLOSTRIDIUM SULFITO-REDUCTEURS



Les colonies de clostridium sulfito-réducteurs apparaissent entourées d'un halo noir

Cf. 8

V.2.5 25 Recherche des germes pathogènes (11)

Technique de recherche du vibriion cholérique (cf. 9)

1^{er} enrichissement :

Nous prélevions 450 ml d'eau à analyser dans un flacon contenant 50 ml d'eau peptonée alcalin (E.P.A.1) concentrée 10 fois, nous agitions le flacon pour bien homogénéiser et nous l'incubons 24h à 37°C.

2^{eme} enrichissement avec 1^{er} isolement :

Nous faisons un isolement sur gélose alcaline nutritive bilieuse (GNAB.1) et un deuxième enrichissement en portant 1 ml de E.P.A.1 sur une eau peptonée alcalinée en tube (E.P.A.2)

2^{eme} isolement :

A partir du deuxième enrichissement EPA2, nous pratiquons un isolement sur GNAB, (GNAB.2), à partir des colonies suspectes présentes sur les boîtes de GNAB, nous aurions procédé à une rapide identification pour pouvoir communiquer un résultat presomptif puis une identification complète.

Sur GNAB, les colonies de vibriion cholérique auraient un diamètre de 1 à 1,5 mm, une couleur transparente d'aspect légèrement bleuté lisses.

A partir de chaque colonies suspecte, nous aurions prélevé à l'aide d'un fil de platine une partie de la colonie sur tube de Kligler (KIA), et sur l'autre partie, nous aurions fait une recherche d'oxydase. Nous aurions incubés les tubes de KIA pendant 16h à 37°C et nous aurions fait une oxydase et une agglutination en eau physiologique et au serum polyvalent anticholérique. Pour tubes de KIA présentant

l'aspect d'un culot jaune, pente rose dans premières heures, absence d' H_2S .

1° Agglutination positive au serum anticholérique polyvalent et négative en eau physiologique :

La souche du vibron cholérique.

Nous aurions repiqué la souche sur gelose ordinaire en tube incliné. Après une incubation de 18h à $37^{\circ}C$, nous aurions envoyé la souche au Labo de référence pour confirmation du diagnostic et identification complète.

2° Absence d'agglutination en eau physiologique et au serum : resultat négatif.

V.2.6 Technique de recherche des salmonella (cf. 10)
V.2.6. 1^{er} ensemencement: nous ensemencions séparément 2 flacons de 100 ml de bouillon sélénite double concentration (SFB1) avec 100 ml d'eau à analyser.

2^{ème} enrichissement et 1^{er} isolement:

Après une incubation de 18h à 37°C, nous agitions les flacons de SFB1 du premier enrichissement et nous pratiquons sur chacun d'eux:

- Un isolement sur deux boîtes d'HEKTOEN (HK1)
 - Un deuxième enrichissement en ensemençant 1ml du SFB1 sur un tube de SBF simple concentration (SFB2).
- Nous incubons à 37°C pendant 18h le tout.

deuxième isolement:

A partir du tube du deuxième enrichissement (SFB2), nous pratiquons un deuxième isolement sur deux boîtes d'HEKTOEN (HK2) et nous incubons pendant 18h à 37°C. Sur HEKTOEN, les colonies auraient été de taille moyenne, lisses, colorées en vert avec un centre noir.

Nous aurions fait une identification biochimique sur 3 ou 4 colonies suspectes par boîte de HEKTOEN que nous aurions repiqué sur gélose tryple sucre fer (TSI).

Nous aurions identifié les entérobactéries sur TSI après incubation de 18h à 37°C. Pour les TSI présentant un culot de glucose fermentation, nous aurions absence d'entérobactéries. Pour les TSI présentant un culot de glucose fermentation positive, nous aurions présence d'entérobactéries, nous aurions fait une réaction à l'oxydase qui est négative pour les

enterobacteries.

Sur les TSI, les salmonella présenteraient l'aspect suivant :

salmonella typhi : Culot jaune, absence de gaz, pente rose, léger anneau noir d' H_2S .

salmonella paratyphi A : culot jaune, présence de gaz, pente rose, absence d' H_2S .

autres salmonelles : culot jaune, présence de gaz, présence d' H_2S , pente rose.

VI

INTERPRETATION DES RESULTATS

L'analyse bactériologique que nous avons effectuée, à raison d'une fois par semaine durant la période allant du 17-10-1987 au 12-12-1987, ont donné les résultats : (TABLEAUX 1, 2, 3, 4 et 5).

Exemple pratique d'expression des résultats :

Prenons comme exemple la station B, résultat du 24-10-1987.

- Dénombrement des germes totaux : L

Les différents dénombrement ont donné le résultat suivant :

- nombre de colonies à la dilution 1 : 48

- nombre de colonies à la dilution -1 : 58

- nombre de colonies à la dilution -2 : 37

Le calcul se fait ainsi : $\frac{48 + 58 \times 10 + 37 \times 100}{3} = 1442,66$

donc 1442,66 germes dans 1ml d'eau, soit

144266 germes totaux dans 100ml d'eau.

- Dénombrement des coliformes totaux :

- Le flacon de B.C.P.L (D.C) de 50ml d'eau : + soit 1

- les cinq tubes B.C.P.L (D.C) de 10ml d'eau : +++-- soit 3

- les cinq tubes B.C.P.L (S.C) de 1ml d'eau : +++-- soit 3

le nombre le plus probable (NPP) sera 133. En se

reportant à la table de Mac-Grady (Annexe)

nous lisons 18 coliformes totaux dans 100ml d'eau.

- Dénombrement des coliformes fécaux :

Nous notons les tubes de Schubert positifs.

- Le tube correspondant au flacon de 50ml d'eau : + soit 1

- les cinq tubes correspondants aux tubes de 10ml d'eau :

+--- soit 1

- les cinq tubes correspondants aux tubes de 1ml d'eau : +++ soit 3

Le NPP sera 113 ce qui donnera 09 coliformes fécaux dans 100 ml d'eau.

- Denombrement des streptocoques fécaux :
 - Le flacon Rothe (D.C) de 50 ml d'eau : +
 - Les cinq tubes de Rothe (D.C) de 10 ml d'eau : +++--
 - Les cinq tubes de Rothe (S.C) de 1 ml d'eau : +++--

Nous ne tenons pas compte que des tubes positifs et nous passons à la confirmation.

* Le tube EVA correspondant au flacon de 50 ml d'eau : +
soit 1.

* Les tubes EVA correspondants aux tubes de 10 ml d'eau :
+-- soit 1

* Les tubes EVA correspondants aux tubes de 1 ml d'eau :
+++ soit 3.

Le NPP sera 113 ce qui donne 9 streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau.

- Denombrement des clostridium sulfito-réducteurs :

* Nombre de colonies dans les quatre tubes

tube 1 : 0 colonie

tube 2 : 0 colonie

tube 3 : 0 colonie.

tube 4 : 2 colonies

Le resultat sera : $0+0+0+2 = 2$ colonies dans 20 ml d'eau soit $5 \times 2 = 10$ clostridium sulfito-réducteurs dans 100 ml d'eau.

Les deux dernières semaines, nous avons complété les analyses par la recherche des germes pathogène où nous avons constaté qu'il y'avait absence de vibron cholérique et des salmonelles.

DEGRE DE LA POLLUTION DE LA STATION A

TABLEAU 1. IV

$\frac{\text{nbre. de Germes}}{\text{dans 100 ml d'eau.}}$ Dates	Germes totaux	Coliformes totaux	$\frac{\text{Col. totaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Coliformes fecaux	$\frac{\text{Col. fecaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Streptocoques fecaux	$\frac{\text{Strept. fecaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Clostridium Sulfito-reduct. eurs	$\frac{\text{Clost. S.R}}{\text{Germes t.}} \times 100$
17.10.1987	20050	43	0,2144	7	0,0349	17	0,0847	0	0
24.10.1987	470933	161	0,0341	35	0,0074	54	0,0114	0	0
07.11.1987	2500000	161	0,0064	21	0,0008	18	0,0007	5	0,0002
14.11.1987	164233	92	0,0560	3	0,0079	92	0,0560	5	0,0030
21.11.1987	154666	161	0,1040	8	0,0051	35	0,0226	0	0
28.11.1987	130900	161	0,1229	8	0,0061	14	0,0106	0	0
05.12.1987	99666	92	0,0923	22	0,0220	5	0,0050	0	0
12.12.1987	380000	161	0,0423	22	0,0057	13	0,0034	5	0,0013

DEGRE DE LA POLLUTION DE LA STATION B

TABLEAU 2 IV

nbre de Germes dans 100 ml d'eau. Dates	Germes totaux	Coliformes totaux	$\frac{\text{Col. totaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Coliformes fécaux	$\frac{\text{Col. fécaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Streptocoques fécaux	$\frac{\text{Strept. fécaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Clostridium Sulfito-réduct- eurs	$\frac{\text{Clost. S. R}}{\text{Germes t.}} \times 100$
17.10.1987	23950	54	0,2254	3	0,0125	28	0,1169	10	0,0417
24.10.87	144266	18	0,0124	9	0,0062	9	0,0062	10	0,0069
07.11.87	960000	161	0,0167	54	0,0056	28	0,0029	0	0
14.11.1987	212933	161	0,075	18	0,0084	54	0,0253	0	0
21.11.1987	141333	161	0,1139	5	0,0035	35	0,0247	5	0,0035
28.11.1987	18600	161	0,8655	35	0,1881	22	0,1182	0	0
05.12.1987	130000	54	0,0415	8	0,0061	5	0,0038	0	0
12.12.1987	3500	92	2,6285	13	0,3714	5	0,1428	0	0

DEGRE DE LA POLLUTION DE LA STATION C

TABLEAU 3.IV

nbre. de Germes dans 100 ml d'eau Dates	Germes totaux	Coliformes total	$\frac{\text{Cd. total}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Coliformes fécaux	$\frac{\text{Cd. fécaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Streptocoques fécaux	$\frac{\text{Strept. fécaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Clostridium Sulfito-réduct. eurs	$\frac{\text{Clost. S.R}}{\text{Germes t.}} \times 100$
17.10.1987	165866	21	0,0126	10	0,0060	92	0,0554	0	0
24.10.1987	249133	12	0,0048	4	0,0016	12	0,0048	0	0
07.11.1987	675000	21	0,0031	10	0,0014	18	0,0026	0	0
14.11.1987	143966	43	0,0298	28	0,0194	54	0,0375	0	0
21.11.1987	140733	161	0,1144	161	0,1144	54	0,0383	0	0
28.11.1987	149100	92	0,0617	24	0,0160	5	0,0033	0	0
05.12.1987	30500	92	0,3016	92	0,3016	5	0,0163	5	0,0163
12.12.1987	21850	161	0,7368	54	0,2471	17	0,0778	0	0

DEGRE DE LA POLLUTION DE LA STATION D

TABEAU 4.IV

nbre. de Germes dans 100 ml d'eau Dates	Germes totaux	Coliformes totaux	$\frac{\text{Cd. totaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Coliformes fécaux	$\frac{\text{Cd. fécaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Streptocoques fécaux	$\frac{\text{Strept. fécaux}}{\text{Germes t.}} \times 100$	Clostridium Sulfite-réduct- eurs.	$\frac{\text{Clost. S.R}}{\text{Germes t.}} \times 100$
17.10.1987	319100	161	0,0504	54	0,0169	14	0,0043	5	0,0015
24.10.1987	2020000	161	0,0079	54	0,0026	54	0,0026	0	0
07.11.1987	618500	7	0,0011	5	0,0008	161	0,0260	0	0
14.11.87	165433	21	0,0121	14	0,0084	35	0,0211	5	0,0030
21.11.1987	697500	43	0,0061	18	0,0025	28	0,0040	0	0
28.11.1987	142700	7	0,0049	2	0,0014	43	0,0301	0	0
05.12.1987	38500	161	0,4181	92	0,2389	161	0,4181	0	0
12.12.1987	19900	161	0,8090	54	0,2713	35	0,1758	0	0

EGRE DE LA POLLUTION DE LA STATION CITERNE TABLEAU 5 IV

Nbre. de germes dans 100 ml d'eau.	Germes totaux	Coliformes totaux	Col. totaux Germes t. x100	Coliformes fécaux	Col. fécaux Germes t. x100	Streptocoques fécaux	Strept. fécaux Germes t. x100	Clostridium Sulfito-réduct. eurs.	Clost. S.-R. Germes t. x100
7.10.1987	189966	35	0,0184	12	0,0063	92	0,0484	0	0
24.10.1987	578000	92	0,0159	18	0,0031	28	0,0048	0	0
07.11.1987	1330000	14	0,0010	7	0,0005	43	0,0032	15	0,0011
4.11.1987	325366	54	0,0165	17	0,0052	17	0,0052	5	0,0015
21.11.1987	396000	161	0,0406	18	0,0045	161	0,0406	0	0
28.11.1987	346700	21	0,0060	14	0,0040	28	0,0080	5	0,0014
05.12.1987	4300	161	3,7441	161	3,7441	21	0,4883	0	0
12.12.1987	3100	161	5,1935	54	1,7419	28	0,9032	35	1,1290

Il faut noter que le nombre de germes totaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 3800 à 2500000. Le nombre de coliformes totaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 43 à 161 et de 3 à 35 pour les coliformes fécaux.

Le nombre de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 5 à 92 et le nombre de clostridium sulfito-réducteurs varie de 0 à 5 dans 100 ml d'eaux analysées pour la station A.

Pour la station B; le nombre de germes totaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 3500 à 960000, le nombre de coliformes totaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 54 à 161 et de 3 à 54 pour les coliformes fécaux.

Le nombre de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 5 à 54 et de 0 à 10 pour les clostridium sulfito-réducteur dans 100 ml d'eaux analysées.

Pour la station C; le nombre de germes totaux varie de 21850 à 67500 dans 100 ml d'eaux analysées. Le nombre de coliformes totaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 12 à 161 et de 4 à 161 pour les coliformes fécaux.

Le nombre de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 5 à 92 et de 0 à 5 pour les clostridium sulfito-réducteurs dans 100 ml d'eaux analysées.

Pour la station D; le nombre de germes totaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 19900 à 697500. Le nombre de coliformes totaux

dans 100 ml d'eaux analysées varie de 7 à 161 .
Le nombre de coliforme fécaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 2 à 92 .
Le nombre de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 14 à 161 et de 0 à 5 pour les *Clostridium* sulfito-réducteurs dans 100 ml d'eaux analysés .

Au niveau de la citerne ; le nombre de germes totaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 3100 à 57800 . Le nombre de coliformes totaux dans 100 ml d'eaux analysées varie de 14 à 161 et de 7 à 161 pour les coliformes fécaux dans 100 ml d'eaux analysés . Le nombre de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eaux analysés varie de 17 à 161 . le nombre de *clostridium* sulfito-réducteurs varie de 0 à 35 dans 100 ml d'eaux analysés .

Le nombre de germes totaux dans 100 ml d'eaux analysés dans les différentes stations varie de 3100 à 2500.000 . Le nombre de coliformes totaux dans 100 ml d'eaux analysés dans les différentes stations varie de 7 à 161 . Le nombre de coliformes fécaux dans 100 ml d'eaux analysés dans les différentes stations varie de 2 à 161 . Le nombre de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eaux analysés dans les différentes stations varie de 5 à 161 . Le nombre de *clostridium* sulfito-réducteurs dans 100 ml d'eaux analysés varie de 0 à 35 .

En se referent au tableau A1 et au niveau de toute les stations, l'eau s'avère de mauvaise qualite bactériologique.

sa consommation. peut donner lieu à des maladies à transmission hydrique.

Une contamination par les eaux usées est à exclure du fait de l'absence d'habitations à proximité de Oued Abrâr. L'origine de cette pollution n'est autre que la présence d'animaux sauvages dont les excréments souillent l'eau, entre autres les sangliers que nous avons remarqué sont assez nombreux.

PLAN D'ASSAINISSEMENT

Vu les résultats obtenus après l'étude microbiologique de l'eau de oued Abarar, nous concluons que celle-ci est polluée d'où la nécessité d'un plan d'assainissement.

Approvisionnement en eau potable:

Le captage des eaux d'un oued peut se faire de plusieurs façons, selon les caractéristiques hydrologiques, topographiques et géologiques de la région. Les périmètres de protection des points d'eau sont importants.

Un bon programme de surveillance comportera évidemment des enquêtes sanitaires et des échantillons d'eau. Mais il ne s'arrêtera pas là. En effet, il est indispensable, après examen des conclusions, de proposer des mesures de correction et de contrôle, lorsque les installations ne suivent pas les règles fondamentales de protection de l'environnement et de maintien de la salubrité de l'eau.

Il faut donc organiser des programmes de surveillance qui accordent une place primordiale à l'éducation pour la santé et à l'apport de l'épidémiologie.

Pour accompagner un programme de surveillance, les mesures techniques les plus usuelles sont les suivantes:

- Mise en place de zones de protection,
- Élimination des sources de pollution,
- Amélioration des installations d'approvisionnement en eau,
- Construction de petits systèmes d'adduction et de distribution d'eau,

- Mise en place de procédés de désinfection d'eau et aménagement d'installation simple pour la désinfection des points d'eau potable.

Pour ce qui concerne oued Abarar, une surveillance complète s'avère très difficile, presque impossible. Il est donc nécessaire d'adapter les programmes complets aux conditions existantes et appliquer un programme minime pour surveiller la qualité de l'eau.

Ce programme minime pourra se limiter aux directives suivantes :

— Contrôle de la qualité bactériologique :

Recherche du chlore résiduel après la désinfection au moins une fois par mois.

Analyses bactériologiques (coliformes totaux et coliformes fécaux) au moins une fois par an.

— Contrôle de la qualité chimique :

Au moins avant le début d'utilisation de l'eau.

— Surveillance technique du réseau complet :

Au moins tous les six mois.

— Schéma général du système d'approvisionnement en eau potable.

L'assurance de la bonne qualité sanitaire de l'eau de boisson reste le premier objectif à atteindre. Cet objectif doit prévaloir tout au long du système d'approvisionnement, lequel est, en gros, constitué par les opérations suivantes :

Prise de l'eau,

Transport de l'eau,

Stockage de l'eau,

Consommation de l'eau potable.

Chacunes de ces opérations requiert obligatoirement la plus grande attention au point de vue sanitaire.

Nous pouvant, en effet, constater une

contamination massive au niveau d'une des opérations citées, alors que nous bénéficions, à la source, d'une eau parfaitement potable.

En ce qui concerne la cité Ben Achour qui a fait l'objet de notre étude, il est nécessaire de traiter l'eau pour l'assainir du point de vue bactériologique. Parmi les traitements applicables, il convient de citer la filtration lente sur sable et la chloration.

VII 1.1 ^{VII 1} Filtration lente sur sable (8;3)

VII 1.1.1 ^{VII 1.1} Emploi et limites :

La filtration lente sur sable convient très bien pour le traitement de l'eau dans les conditions suivantes :

Réseau d'approvisionnement par gravité (cas de oued Abarar)

Eau brute de mauvaise qualité bactériologique.

La filtration lente sur sable est un excellent mode de traitement pour les approvisionnements d'eau en milieu rural. Elle peut donner de bons résultats et demande un minimum d'attention et de compétence pour le service courant et l'entretien.

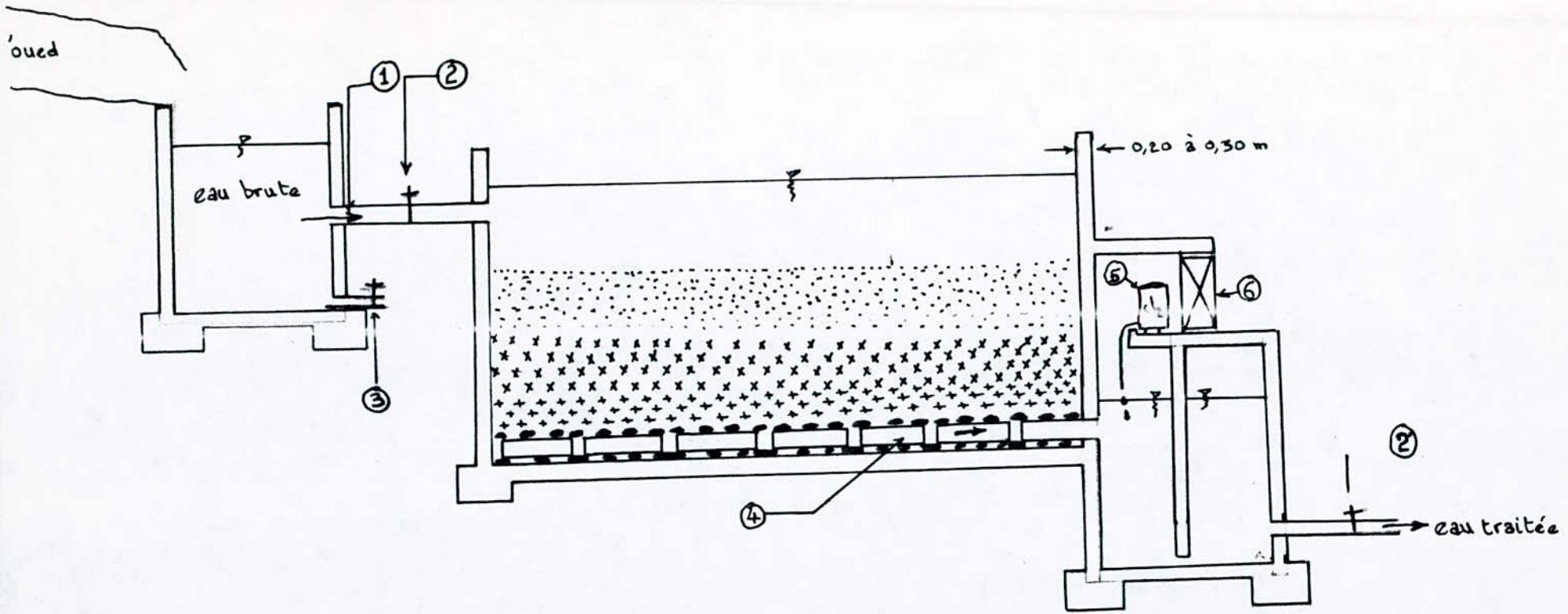
Le filtre pourra normalement :

- réduire la flore bactérienne de 85 à 99%, suivant son abondance initiale,
- réduire la turbidité.

VII 1.2 ^{VII 1.2} Description du filtre à sable lent (cf. 11)

Sa capacité de filtration "Q" est d'environ $14 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{j}$.

Le sable filtrant doit être uniforme, avec un coefficient d'uniformité d'environ 2,00 mais ne dépassant jamais 2,50,



- 1. Entrée de l'eau brute.
- 2, 2' - vannes régulatrices.
- 3 - vidangeur de fond.
- 4 - Drains.
- 5 - Chlorateur de fortune
- 6. Accès latéral

- ⋯ - Sable filtrant ϕ 0,25 mm - 0,35 mm. couche de 1,00 à 1,20 m.
- xxx - gravier ϕ 10 mm - 5 mm couche de 10 cm
- +++ - gravier ϕ 10 mm - 25 mm couche de 10 cm
- - gravier ϕ 25 mm - 75 mm couche de 20 cm.

cf. II FILTRE LENT A SABLE

exempt de matière organique. La dimension effective sera de 0,3–0,4 mm. Plus fin sera le sable, plus efficace sera la filtration; mais plus vite aussi le filtre se colmatara, ce qui augmentera les dépenses d'exploitation.

La hauteur du lit filtrant doit être d'environ 1,0 m (sable) supporté par 40 cm de gravier rond et de sable grossier calibrés. Le lit de gravier sera formé de 20 cm de gravier rond, lavé, de 75 à 25 mm de diamètre; de 10 cm de gravier rond, lavé, de 25 à 10 mm de diamètre; et de 10 cm de gravier rond, lavé, de 10 à 5 mm de diamètre. La profondeur d'eau sur le filtre pourra être de 1,0 à 1,5 m.

Le système de drainage sera en terre cuite ou en tuyaux de béton, posés à joints ouverts.

De préférence, nous prendrons des éléments de 30 à 40 cm de longueur.

Le dispositif d'évacuation de l'eau filtré constitue un élément important du filtre.

Lorsque la résistance due au colmatage du filtre est égale à la hauteur totale d'eau sur le filtre, la filtration cesse. Il est bien entendu nécessaire de laver le filtre avant qu'il ne soit colmaté. Toutefois, si le lavage normale prévu n'est pas effectué, ce dispositif de sûreté arrête la filtration avant que les dommages ne surviennent.

Il est important de prendre un maximum de précautions pour assurer un fonctionnement continu et pour maintenir le niveau de l'eau au dessus du sable. Il faut en effet protéger la couche de boue qui s'accumule à la surface du filtre, ainsi que le film qui enveloppe les grains de sable des couches supérieures, car ces dépôts contribuent fortement à accroître le rendement de la filtration. Si la filtration n'est pas conduite comme il a été indiqué ci-dessus, le filtre peut devenir un milieu de reproduction favorable pour les bactéries, et le nombre total de germes être plus élevé dans l'eau filtrée que dans l'eau brute.

Le filtre sera nettoyé en enlevant très soigneusement par grattage 5 à 8 cm de la couche superficielle de sable. Le filtre sera remis en service en ouvrant la vanne d'arrivée de l'eau brute. Le sable souillé est traité dans une chambre de lavage en vue de son réemploi. Le processus peut être répété jusqu'à élimination d'environ 40% du sable.

Le sable nettoyé sera remis alors en place, jusqu'au niveau d'origine. Il doit être soigneusement étalé, au moyen de rateaux légers, par exemple de manière à niveler la surface aussi bien que possible.

VII.2 Chloration

La chloration est la plus pratique des méthodes de désinfection chimique de l'eau.

Le chlore est un agent très actif, qui réagit rapidement avec les substances, organiques ou non, présentes dans l'eau. Il faut donc l'ajouter à l'eau en quantité suffisante pour que les réactions soient complètes et qu'il reste assez de chlore libre (et dans certains cas de chloramines) pour exercer une action bactéricide.

La quantité de chlore, abstraction faite du chlore résiduel éventuel après une durée donnée de désinfection, est la demande en chlore. Il est nécessaire de contrôler la présence de chlore résiduel à partir de fréquents essais à l'orthotoluidine et par la recherche au laboratoire des bactéries coliformes. Un temps de contact de 30 minutes du chlore et de l'eau sera suffisant pour réaliser une désinfection normale.

VII.2.1 Le matériel nécessaire pour l'essai à l'orthotoluidine est simple, compact et facile à transporter. Le réactif (1 ml d'orthotoluidine par 100 ml d'eau à analyser) donne une couleur jaune qui indique la présence de chlore résiduel. Des étalons colorés font partie du matériel d'essai et permettent une détermination exacte du chlore résiduel.

Un chlorateur de fortune sera placé sur un radiateur dans un bay-pass à accès latéral.

C'est l'hypochlorite de sodium (NaOCl) qui sera utilisé pour la désinfection de l'eau.

La chloration sera faite après la filtration.

VII 3 - Dimension du filtre à sable lent (9)

La surface du filtre est fonction de la quantité d'eau nécessaire quotidiennement aux 10 000 habitants de la cité Ben-Achour.

Nous prétendons que ce présent ouvrage devra satisfaire les besoins en eau pendant au moins 20 ans alors que le nombre d'habitants sera P_f . Sachant que le taux d'accroissement démographique en ALGERIE est de 3,5% ($i = 3,5\%$), la population initiale de la région, P_0 est égale à 10 000 habitants. la population future de la région sera $P_f = P_0 (1+i)^n$ avec $n =$ nombre d'années = 20 ans d'où $P_f = 20.000$ habitants.

La dotation en eau pour chaque habitant est de 50 l/j , donc, la dotation pour les 20 000 habitants sera $Q = 20000 \times 50 = 1000 \text{ m}^3/\text{j}$.

La capacité de filtration est de $14 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{j}$.

La surface du filtre sera alors : $S = \frac{Q}{14}$ d'où

$$S = \frac{1000 \text{ m}^3/\text{j}}{14 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{j}} \approx 72 \text{ m}^2.$$

L'ouvrage devra être construit sur le cours de l'oued en aval avec 18m de longueur et 4m de largeur.

VII.4. ~~VI.4~~ Recommandations de mise en oeuvre et construction: (9)

Les matériaux qui seront utilisés pour la construction du filtre sont :

- Le béton : pour le fond,
- Le béton armé et la pierre ou la brique : pour les parois qui devront être étanches afin d'éviter les pertes d'eau pendant le traitement.

Quant aux milieux filtrants, ils seront composés de grains durs et durables, de préférence arrondis et exempts de terre végétale et de matières organiques.

TABLEAU A1 (1)

COLIFORMES	C. FECAUX	STREP. FECAUX	CL. SR	CONCLUSION
-	-	-	-	Eau de bonne qualité bactériolo - POTABLE -
+	+	+	+	Eau de Mauvaise qualité bactériolo - NON POTABLE -
+	+	-	-	Eau de Mauvaise qualité bactériolo - NON POTABLE -
+	-	+	-	Eau de Mauvaise qualité bactériolo - NON POTABLE -
+	-	+	-	Eau de qualité bactériol. Suspecte. NON POTABLE.
-	-	+	+	Eau de qualité bactériol. Suspecte. NON POTABLE.
-	-	-	+	Contamination ancienne. Eau à traiter consom. déconseillée.
-	-	+	-	Contamination récente. Eau à traiter consom. déconseillée
+	-	-	-	Contamination récente. Eau à traiter consom. déconseillée
+	-	-	+	Eau de qualité bactériol. Suspecte - NON POTABLE -

INDICE NPP : COMBINAISONS DE RESULTATS POSITIFS ET NEGATIFS OBTENUS

MAC GRANDY

AVEC 1 FRACTION DE 50 ml, 5 FRACTIONS DE 10 ml ET 5 FRACTIONS DE 1 ml.

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			INDICE NPP
1 tube de 50 ml	5 tubes de 10 ml	5 tubes de 1 ml	
0	0	1	1
0	0	2	2
0	1	0	1
0	1	1	2
0	1	2	3
0	2	0	2
0	2	1	3
0	2	2	4
0	3	0	3
0	3	1	5
0	4	0	5
1	0	0	1
1	0	1	3
1	0	2	4
1	0	3	6
1	1	0	3
1	1	1	5
1	1	2	7
1	1	3	9
1	2	0	5
1	2	1	7
1	2	2	10
1	2	3	12
1	3	0	8
1	3	1	11
1	3	2	14
1	3	3	18
1	3	4	21
1	4	0	13
1	4	1	17
1	4	2	22
1	4	3	28
1	4	4	35
1	4	5	43
1	5	0	24
1	5	1	35
1	5	2	54
1	5	3	92
1	5	4	161

Recherche et Dénombrement des Germes Coliaux

Points	dilutions	Lecture après			
		24 ^h	48 ^h	72 ^h	
A	1	39	41	58	
	-1	36	36	41	
	-2	17	19	13	
B	1	47	59	55	
	-1	41	42	48	
	-2	13	14	61	
C	1	77	86	91	
	-1	52	59	88	
	-2	31	43	63	
D	1	91	103	85	
	-1	73	77	58	
	-2	68	87	75	
Citerne	1	51	59	38	
	-1	40	54	30	
	-2	42	51	32	
				Série 1	Série 2

Recherche et Dénombrement des Coliformes

Points	A		B		C		D		Citerne		
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	
B G P L	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
		+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
		-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
	50ml	+	⊗	+	⊗	+	⊗	+	⊗	+	⊗
S C H U B E R T	10ml	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	
		G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	
		G ⁻		G ⁻		-	G ⁻	G ⁺	G ⁻	-	G ⁺
		-		G ⁻			G ⁻	G ⁺	G ⁻	-	G ⁻
				G ⁻				G ⁺			
	50ml	G ⁺	⊗	G ⁻	⊗	G ⁺	⊗	G ⁺	⊗	G ⁺	⊗

TABLEAU: A2.2

Recherche et dénombrement des Streptocoques Fécaux

Points		A		B		C		D		Citerne	
Concentrations		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
Milieu	qtés										
R O T H E	2ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	-	+	-	+	-	-	+	+	+
		-	-	+	-	+	-	-	+	+	+
	50ml	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X
E V A	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		+		+	+	+	+	+	-	+	+
		+		+		+			-	+	-
	50ml	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X

TABLEAU: A2.3

Recherche et dénombrement des Clostridium. S.R

Points	Lecture après	
	24h	48h
A	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
B	0	0
	0	0
	0	0
	0	2
C	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
D	0	0
	0	0
	0	0
	0	1
Citerne	0	0
	0	0
	0	0
	0	0

TABLEAU: A2.4

Recherche et dénombrement des Germes totaux

Points	dilutions	LECTURE APRES			
		24h	48h	72h	
A	1	192	208	>300	
	-1	96	132	238	
	-2	102	126	208	
B	1	37	48	66	
	-1	28	58	49	
	-2	29	37	37	
C	1	44	54	38	
	-1	56	82	106	
	-2	32	66	48	
D	1	>300	>300	>300	
	-1	206	>300	208	
	-2	144	202	196	
Citerne	1	>300	>300	178	
	-1	106	156	98	
	-2	78	100	78	
				Série 1	Série 2

Recherche et dénombrement des Coliformes fécaux

Points		A		B		C		D		Citerne	
		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
B C P L	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
		+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
		+	-	-	-	-	-	+	-	+	-
	50ml	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X
S H C U B A R E	10ml	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	-	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺
		G ⁺	G ⁻	G ⁻	G ⁺	-	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺
		G ⁺	-	G ⁻	G ⁺		G ⁻	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁺
		G ⁺	-					G ⁺	G ⁻	G ⁻	
		G ⁺						G ⁺		G ⁻	
	50ml	G ⁺	X	G ⁺	X	G ⁺	X	G ⁺	X	G ⁺	X

TABLEAU: A 3.2

Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Points		A		B		C		D		Citerne		
Concentrations		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	
ml/l												
R O T H E	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	
		+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	
	50ml	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X	
	E V A	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
			+		-	+	-	+	+	-	+	+
			+				-	-	+	-	+	-
-						-		+	-		-	
50ml		+	X	+	X	+	X	+	X	+	X	

TABEAU: A3.3

Recherche et dénombrement des clostridium S.R.

Points	LECTURE APRÈS	
	24h	48h
A	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
B	0	0
	0	0
	0	0
	1	2
C	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
D	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
Citerne	0	0
	0	0
	0	0
	0	0

TABEAU: A3.4

Recherche et dénombrement des Germes totaux

Points	dilutions	LECTURE APRÈS			
		24 ^h	48 ^h	72 ^h	
A	1	>300	>300	215	
	-1	210	>300	190	
	-2	130	250	97	
B	1	>300	>300	190	
	-1	250	>300	190	
	-2	160	96	110	
C	1	>300	>300	220	
	-1	158	260	79	
	-2	75	109	98	
D	1	>300	>300	207	
	-1	198	217	116	
	-2	95	102	115	
Citerne	1	>300	>300	>300	
	-1	217	>300	>300	
	-2	108	133	197	
				Serie 1	Serie 2,

02 11 87 Recherche et dénombrement des Coliformes fécaux

Points	A		B		C		D		Citerne		
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	
B C P L	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	-	+	+	
		+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
		+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
		+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	50ml	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X
T R E B U C H S	10ml	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺
		G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁻		G ⁻	G ⁺
		G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁻	G ⁻	G ⁻			G ⁻	
		G ⁻	G ⁺	G ⁺	G ⁻		G ⁻				
		G ⁻		G ⁺							
	50ml	G ⁺	X	G ⁺	X	G ⁺	X	G ⁺	X	G ⁺	X

TABLEAU: A4.2

Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Points		A		B		C		D		Citerne		
		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	
ROTHE	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	
		-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	
	50ml	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X	
	EVA	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			-		+	-			+	+	+	+
50ml		+	X	+	X	+	X	+	X	+	X	

TABLERAU: A4.3

Recherche et dénombrement des Clostridium S.R.

Points	LECTURE APRES	
	24h	48h
A	0	0
	0	0
	0	0
	1	1
B	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
C	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
D	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
Citerne	0	0
	0	1
	1	2

TABLERAU: A4.4

Recherche et dénombrement des Germes totaux

Points	Dilutions	LECTURE APRES			
		24h	48h	72h	
A	1	57	97	102	
	-1	31	53	59	
	-2	31	43	39	
B	1	77	98	96	
	-1	52	59	55	
	-2	38	57	49	
C	1	35	39	39	
	-1	29	38	51	
	-2	31	39	38	
D	1	58	73	69	
	-1	43	59	72	
	-2	29	43	51	
Citerne	1	98	131	120	
	-1	76	103	99	
	-2	79	86	102	
				Série 1	Série 2

Recherche et dénombrement des Coliformes fécaux

Points	A		B		C		D		Citerne		
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	
B C P L	Milieu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10 ²	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10 ³	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	10 ⁴	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-
	10 ⁵	+	-	+	-	-	F	-	-	+	-
NUMEROUS TRACER	10 ²	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺
	10 ³	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	-
	10 ⁴	G ⁻	-	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁻	G ⁺	-
	10 ⁵	G ⁻	-	G ⁻	G ⁻	G ⁺	-	-	-	G ⁺	-
	10 ⁶	G ⁻	-	G ⁻	-	-	-	-	-	G ⁻	-
10 ⁷	-	X	G ⁺	X	G ⁺	X	G ⁺	X	G ⁺	X	

TABLEAU: A5.2

Recherche et dénombrement des Streptocoques Fécaux

Points		A		B		C		D		Citerne	
Concentrations		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
Milliéquilitre		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
R O T H E	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	-	+	-	+	+	+	-
		+	-	+	-	+	-	-	-	+	-
	50ml	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X
E V A	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
		+	+	+		+	-	+	+	+	
		+	-	+		+		+	+	+	
	50ml	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X

TABLERAU: A5.3

Recherche et dénombrement des Clostridium. S. R.

Points	LECTURE APRÈS	
	24h	48h
A	0	0
	0	0
	0	0
	0	1
B	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
C	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
D	0	0
	0	0
	0	0
	1	1
Citerne	0	0
	0	0
	0	0
	0	1

TABLERAU: A5.4

2. Recherche et dénombrement des Germes totaux

Points	Dilutions	LECTURE APRÈS		
		24 ^h	48 ^h	72 ^h
A	1	130	180	>300
	-1	40	46	60
	-2	31	40	56
B	1	100	130	68
	-1	40	51	170
	-2	32	36	41
C	1	40	62	121
	-1	33	46	42
	-2	28	37	25
D	1	>300	>300	268
	-1	256	195	39
	-2	128	120	41
Citerne	1	172	>300	108
	-1	59	82	68
	-2	29	71	121
Série 1				Série 2

Recherche et dénombrement des Coliformes fécaux

Points	A		B		C		D		citerne		
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	
B C P L	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	-	+	-	+	-	-	+	+	-
	50ml	+	×	+	×	+	×	+	×	+	×
A B C F C S	10ml	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺
		G ⁺	-	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺
		G ⁺	-	G ⁺	-	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺
		G ⁻	-	-	-	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁻	G ⁻	G ⁻
		-	-	-	-	G ⁺			G ⁻	G ⁻	
	50ml	G ⁺	×	G ⁻	×	G ⁺	×	G ⁺	×	G ⁺	×

TABLEAU: A6.2

Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Points		A		B		C		D		Citerne	
Concentrations		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
Milliqtite		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
R O T # E	10 ²	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
	50 ²	+	X	+	X	+	X	+	X	-	X
E L E A	10 ²	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
		+	-	+	-	+		+	+	+	+
		+	-	+	-	+		+	-	+	+
	+		+		+		-	-	+	-	
	50 ²	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X

TABEAU: A6.3

Recherche et dénombrement des Clostridium S.R.

Points	LECTURE APRES	
	24 ^h	48 ^h
A	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
B	0	0
	0	0
	0	0
	0	1
C	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
D	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
Citerne	0	0
	0	0
	0	0
	0	0

TABEAU: A6.4

Recherche et dénombrement des Germes totaux

Points	Dilutions	LECTURE APRES			
		24 ^h	48 ^h	72 ^h	
A	1	10	37	81	
	-1	15	29	47	
	-2	18	36	61	
B	1	17	42	35	
	-1	29	33	31	
	-2	0	0	18	
C	1	72	93	76	
	-1	73	78	57	
	-2	31	36	49	
D	1	80	91	91	
	-1	72	79	77	
	-2	33	34	28	
Citerne	1	102	131	96	
	-1	110	117	122	
	-2	86	91	75	
				Série 1	Série 2

Recherche et dénombrement des Coliformes fécaux

Points	A		B		C		D		Citerne		
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	
B C P L	10 ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	50 ml	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
		+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
		+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
		+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
S C H U B E R T	10 ml	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁺
	50 ml	G ⁺	-	G ⁺	G ⁻	G ⁺	-	G ⁺		G ⁺	G ⁺
		G ⁺	-	G ⁺	G ⁻	G ⁺	-			G ⁺	G ⁻
		G ⁻	-	G ⁺	-	G ⁺					-
		-		G ⁺		G ⁺					
50 ml	G ⁺	X	G ⁺	X	G ⁺	X	G ⁻	X	G ⁺	X	

TABLEAU: A7.2

Rcherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Points		A		B		C		D		Citerne	
Concentrations		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
R O T H E	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
		+	-	+	-	+	-	-	+	+	-
	50ml	+	×	+	×	+	×	+	×	+	×
E V A	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
		+	-	+		+	-	+	+	+	+
		-	-	+		+		+	+	+	-
	50ml	+	×	+	×	-	×	+	×	+	×

TABLEAU: A7.3

Rcherche et dénombrement des Clostridium S.R.

Points	LECTURE APRES	
	24h	48h
A	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
B	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
C	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
D	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
Citerne	0	0
	0	0
	0	0
	1	1

TABLEAU: A7.4

Recherche et dénombrement des Germes totaux

Points	Dilutions	LECTURE APRES		
		24h	48h	72h
A	1	102	140	>300
	-1	60	115	170
	-2	10	17	19
B	1	35	80	179
	-1	20	32	21
	-2	25	35	70
C	1	46	180	144
	-1	10	43	122
	-2	11	25	44
D	1	40	60	140
	-1	51	71	80
	-2	0	10	16
Citerne	1	16	43	140
	-1	6	9	21
	-2	0	0	5
Série 1				Série 2

Recherche et dénombrement des Coliformes Focaux

Points	A		B		C		D		Citerne	
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
B C P L	niveau gite		+	+	+	+	+	+	+	+
			+	+	+	+	+	+	+	+
	0.2		+	+	+	-	+	+	+	+
			+	-	+	-	+	-	+	+
			+	-	+	-	+	-	+	-
	0.1		+	×	+	×	+	×	+	×
S H U B E T			G+	G+	G+	-	G+	G+	G+	G+
	0.2		G+	G+	G+	-	G+	G+	G+	G+
			G+	-	G+		G+	G+	G+	G+
			G+		G-		G+	G-	G+	G+
			G-		-		G+		G+	
	0.1		G+	×	G+	×	G+	×	G+	×

TABLEAU: A8.2

Racharhe et denombrement des Streptocoques fecaux

Points		A		B		C		D		Citerne	
Concentrations		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
Lieu et date		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
R O T H E	10ml	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
		+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
	50ml	+	×	+	×	+	×	+	×	+	×
E V A	10ml	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
		+	-	+	-	-	-	+	+	+	+
		+	-	+	-	-	-	+	+	+	+
		-	-	+	-	-	-	+	+	+	+
		-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	50ml	-	×	-	×	+	×	+	×	+	×

TABLEAU: A8:3

Racharhe et denombrement des Clostridium S.R.

Points	LECTURE APRES	
	24h	48h
A	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
B	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
C	0	0
	0	0
	0	0
	0	1
D	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
Citerne	0	0
	0	0
	0	0
	0	0

TABLEAU: A8:4

Recherche et dénombrement des Germes totaux

Points	Dilutions	LECTURE APRÈS			
		24 ^h	48 ^h	72 ^h	
A	1	10	26	120	
	-1	11	23	38	
	-2	17	38	38	
B	1	10	35	52	
	-1	0	0	11	
	-2	0	12	9	
C	1	15	47	>300	
	-1	20	39	57	
	-2	0	0	27	
D	1	33	68	>300	
	-1	15	33	27	
	-2	11	11	10	
Citerne	1	12	31	>300	
	-1	2	7	25	
	-2	0	0	7	
				Série 1	Série 2

Recherche et dénombrement des Coliformes Féciaux

Points	A		B		C		D		Citerne		
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	
B C P L	10ml		+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50ml		+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10ml		+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50ml		+	+	+	-	+	+	+	+	+
	10ml		+	-	+	-	+	-	+	-	-
	50ml		+	-	+	-	+	-	+	-	-
S C H U B E R T	10ml		G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺
	50ml		G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁺
	10ml		G ⁺	G ⁻	G ⁺	-	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁻	G ⁻
	50ml		G ⁺	-	G ⁺	-	G ⁺	G ⁻	G ⁺	G ⁻	G ⁺
	10ml		-	-	G ⁻	-	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	-
	50ml		G ⁺	-	G ⁺	-	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺	-

TABEAU: A9.2

Rcherche et denombrement des Streptocoques Fecaux

Points		A		B		C		D		Citerne	
Concentrations		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
milieu gite											
R O T H E	10ml	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	+
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
		+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
	50ml	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X
E V A	10ml	+		+	-	+	+	+	+	+	+
		+		+		+	+	+	-	+	+
		+		-		+		+		+	+
		+		-		+		+		+	
	50ml	+	X	+	X	+	X	+	X	+	X

TABLEAU: A9.3

Rcherche et denombrement des Clostridium S.R.

Points:	LECTURE APRES	
	24h.	48h.
A	0	0
	0	0
	0	0
	1	1
B	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
C	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
D	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
Citerne	0	0
	0	1
	1	3
	1	3

TABLEAU: A9.4

COMPLÉMENT (10)

Lorsqu'on évalue la quantité de l'eau destinée à la consommation, on est obligé de se fier totalement à ses sens. Du moment que la composition de l'eau peut affecter son aspect, son odeur son goût, et c'est essentiellement selon ces critères que le consommateur évaluera sa qualité et son acceptabilité.

Pour cela notre objectif consiste à mesurer quelques paramètres physico-chimiques, concernant la potabilité de notre eau.

- pH :

Le calcul du pH a été fait à l'aide d'une électrode de verre (sonde) branchée directement à un pH-mètre.

Après réglage du pH mètre ; nous avons plongé la sonde dans un becher contenant 100 ml de notre eau, avec agitateur à l'intérieur pour homogénéiser la solution.

Deux minutes après, nous avons noté la valeur indiquée sur l'appareil qui a été 8,3 donc le pH de notre eau est de 8,3, c'est une valeur acceptable pour un eau destinée à la consommation.

- Température :

La température de notre varie entre 10 et 11,5°C.

Dureté:

L'origine des agents de la dureté sont, le Calcium (Ca) qui est classé cinquième élément abondant dans la nature ainsi que le Magnesium (Mg) qui est classé le huitième élément.

• Conséquences de la dureté:

- * Entartrage des chaudières par le CaCO_3 .
- * Incrustation des conduites.
- * Le plus grand inconvénient est la consommation du savon.

- * Perturbation des procédés industriels.

• Avantages de la dureté:

- * Les eaux dures ont un pH élevés, réduisent la corosivité de la conduite.
- * Le calcium, constituant majeur des eaux dures.
- * Le magnésium est nécessaire pour les réaction métabolique.

Pour la mesure de la dureté de notre eau, nous avons utilisé la méthode de complexométrie "EDTA"

1° Dureté calcique :

nous avons : V_1 (EDTA) = 12,8 ml ; après virage au violet. La teneur en calcium, pour une prise d'essai de 200ml a été calculée par la formule suivante :

$$\text{Ca (mg/l)} = \frac{V_1 \times 0,4008 \times 1000}{V_{\text{echt}}}$$

avec $V_{\text{echt}} = 200$ ml, nous avons trouvé que,

$$\text{Ca (mg/l)} = 25,65.$$

2° Dureté Magnésienne :

nous avons $V_2 = 26,8 \text{ ml}$, de la même façon on déduit la teneur en magnésium, qui est donnée par la formule suivante :

$$\text{Mg (mg/l)} = \frac{V_2 \times 0,243 \times 1000}{V_{\text{echt}}} = \frac{26,8 \times 0,243 \times 1000}{200}$$

nous avons trouvé $\text{Mg (mg/l)} = 32,56$.

3° La dureté totale :

La dureté exprimée en CaCO_3 (mg/l) qui est égale à $\frac{(V_1 + V_2) \times 1000}{200}$

Pour notre eau la dureté totale est de :

$$\frac{(26,8 + 12,8) \times 1000}{200} = 198 \text{ mg/l (CaCO}_3\text{)}$$

• Conductivité :

Nous avons mesuré la conductivité de notre ^{eau} à l'aide d'un conductomètre au labo et nous avons trouvé la valeur suivante :

$410 \mu\text{S/cm}$ qui est une valeur acceptable pour une eau destinée à la consommation.

BIBLIOGRAPHIE

1. JC BLOCK, L. SCHWARTZBROD, Analyse virologique des eaux (1982) ed. Lavoisier TEC et DOC.
2. INRH, Carte hydrogéologique de la région d'ALGER (1973).
3. André DUPONT, HYDRAULIQUE URBAIN (1961) TOME 1 Ed. EYROLLES.
4. PAUL HAUDUROY ET G. EHRINGER, Dictionnaire des bactéries pathogènes Bacteriologie humaine (1973) MASSON et C^{ie}.
5. H. LECLERC, Cours de microbiologie systematique 75.
6. H. LECLERC, R. BUTTIAUX, J. GUILLAUME, P. WATTRE, Microbiologie appliquée ed doin.
7. MICHAEL, J. PELCZAR, Elements de microbiologie.
8. OMS, (GENÈVE 1958) Normes internationales applicables à l'eau de boisson.
9. OMS, Guide pratique pour l'eau potable et l'assainissement rural et suburbain Genève 1981 - 1990.
10. J. RODIER, Analyse de l'eau 1984 Ed 7 Paris: Dunod.
11. F. MOUFFOK, B. MAKLOUF, E. LEBRAS, Z. GUECHI. (1987) Methode d'analyse bacteriologique des eaux de consommation Instit Pasteur.

