

4/89

وزارة التعليم العالي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

26x

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VU D'OBTENTION D'UN DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT

S U J E T

ETUDE MICROBIOLOGIQUE ET TRAITEMENT
DES EAUX DE "OUED-EL-BLATT"
(BLIDA)

Proposé par :
SERVICE
D'HYGIENE
DE BLIDA.

Etudié par :
L. BELLÄHMER
A. BENABDERRAHMANE.

Dirigé par :
F. BOUSSAID

RASTRONIC

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE D'OBTENTION D'UN DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT

SUJET

ETUDE MICROBIOLOGIQUE ET TRAITEMENT
DES EAUX DE "OUED-EL-BLATT"

(BLIDA)

Préparé par :
SERVICE
D'HYGIENE
DE BLIDA.

Étudié par :
L. BELLAHMER
A. BENABDERRAHMANE

Dirigé par :
F. BOUSSAID

Je dédie ce modeste travail à :

- Ma mère pour son affection et sa patience.
- Mon père pour sa compréhension et sa patience.
- La mémoire de ma grand mère.
- Mes frères et soeurs.
- Tout ceux que j'aime.

Abdelkrim

- A mes grands mères.
- A mon père.
- A ma mère.

qui m'ont tout appris.

- A mes frères et soeurs.
- A mon beau frère

qui m'ont beaucoup aidé.

- A mes nièces

qui m'ont fait sourire.

Lakhdar

R

E M E R C I E M E N T S

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

Nous n'entamerons pas cette étude sans lancer nos remerciements les plus vifs à :

- Notre promotrice Madame F. BOUSSAID, Docteur Ingenieur pour ses conseils prodigués tout le long de notre travail,
- Monsieur R. KHERBACHI, Chef de Département de Génie de l'Environnement pour son aide très précieuse sans laquelle, il nous aurait été difficile de mener à bien notre étude,
- Madame D. MAMERI, Docteur Ingenieur pour avoir accepté d'examiner notre travail,
- Monsieur ABED, Responsable du bureau d'hygiène de BLIDA pour son assistance,
- Madame F. ZOHRA SAHIIH, Responsable du laboratoire du service d'hygiène de BLIDA pour son dévouement et ses conseils,
- Monsieur C. EL-BEY, Pharmacien Biologiste pour son suivi,
- Messieurs M. ABDELMOUTALEB, B. IZERKHAF, et MAHFOUD le technicien du laboratoire du Département de Génie de l'Environnement, pour leurs aides précieuses.

Nous ne saurons terminer sans trop remercier tous nos camarades de la promotion pour l'ambiance amicale qu'ils ont su créer au cours de la réalisation de ce travail et en particulier :

- S. BOULAHCHICHE, Y. LEMOUASSEKH, S. BOULEKBACHE, K. AIT DJEBARA,
A. AIT CHAIAL, S. YETROU, A. AMROUCHE.

En outre, nous associons à une pensée reconnaissante à l'ensemble du personnel du service d'hygiène de BLIDA.

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	1
<u>CHAPITRE I</u> : Contrôle de la qualité d'une eau potable	4
I - 1 : Examens physiques et chimiques de l'eau	5
I - 2 : Microbiologie de l'eau	9
<u>CHAPITRE II</u> : Les maladies hydriques	17
II - 1 : Introduction	18
II - 2 : Origine bactérienne	18
II - 3 : Origine virale	21
II - 4 : Origine parasitaire	22
<u>CHAPITRE III</u> : Méthodologie d'analyses	24
III - 1 : Technique de prélèvement	25
III - 2 : Analyses bactériologiques	31
<u>CHAPITRE IV</u> : Le site	34
<u>CHAPITRE V</u> : Partie expérimentale	40
V - 1 : Echantillonnage	41
V - 2 : Techniques d'analyses	42
V - 3 : Résultats et interprétations	55
<u>CHAPITRE VI</u> : Plan d'assainissement	67
VI - 1 : Directives générales	68
VI - 2 : Les captages et leurs protections	68
VI - 3 : Traitement d'une eau de surface	69
VI - 4 : Application aux eaux de BLJDA	80
VI - 5 : Conclusion et recommandations	86
ANNEXE :	87

I **N T R O D U C T I O N**

" L'EAU C'EST LA VIE " :

Si l'on reprenait ce slogan, on pourrait reconnaître et estimer l'importance de l'eau pour notre vie, mais malheureusement il n'est pas le cas et à l'époque actuelle, la pollution des eaux de surface par les eaux résiduaires menace l'environnement . Ce qui peut porter préjudice à la vie aquatique et représenter un sérieux danger pour les ressources en eau de première nécessité ainsi que pour l'industrie de l'eau

Dans l'environnement de l'homme, avec inter-actions multiples de part et d'autres, les eaux de surface jouant un rôle particulier, là où les réserves d'eau souterraines sont limitées, elles amènent l'eau indispensable à la vie de l'homme de la faune et de la flore . L'industrie et le commerce les utilisent comme eaux nécessaires au refroidissement et à la production,

Il ne faut surtout pas oublier de mentionner le rôle biologique de l'eau, c'est les êtres vivants, microorganismes, végétaux et animaux, constituent une masse discontinue dénommée biosphère, trouvant à la surface de la planète des conditions physiques et chimiques propices à leur substances et à leur développement . par ces facteurs, l'eau constitue un des éléments essentiels .

L'eau est le constituant essentiel et majoritaire de tout être vivant. Chez les intervenés , l'eau représente 80 à 95 % du poids total .

Par sa masse et sa chaleur spécifique élevée, l'eau constitue pour l'être humain un volant de chaleur efficace, lui permettant de maintenir constante la température corporelle et de lutter contre une élévation momentanée de chaleur (évaporation pulmonaire) .

.../...

A travers ces exemples illustrants, on a pu globalement démontrer l'importance et la nécessité de l'eau pour la vie . Mais avec l'industrialisation et le développement qui entraînent une grande consommation d'eau causant une dégradation, importante, l'attention est de plus en plus portée, dans le monde entier, sur les problèmes soulevés par la pollution des eaux naturelles due au déversement des eaux municipales et industrielles .

Notre pays ne cesse d'œuvrer dans tout les domaines qu'ils soient économiques, où sociales pour l'amélioration du cadre de vie de citoyen aussi bien dans les grandes villes et alentours que dans les régions rurales.

Notre travail est une amélioration des travaux déjà réalisés où en cours de réalisation, par son biais, on essaye de limiter dans la mesure du possible l'effet d'une eau suspecte génératrice de plusieurs cas d'épidémies, et de rehausser sa qualité.

Ce présent travail se scinde en deux parties, d'une part à effectuer des contrôles microbiologiques, donc de déterminer le degré de pollution fécale de "l'Oued Blatt" (commune de Blida) qui alimente une population de 10 000 habitants et d'autre part à proposer un plan d'assainissement susceptible d'éliminer tout où en partie une pollution éventuelle .

C H A P I T R E I

CONTROLE DE LA QUALITE D'UNE EAU POTABLE

I -1: Examens physiques et chimiques de l'eau : (9)

Ces examens ne mettent pas en évidence la présence de germes pathogènes mais permettent de rechercher les éléments qui, à l'état de traces ou à doses anormalement élevées, indiquent une certaine pollution. Les mesures physiques et l'analyse chimique sont souvent précédées d'un examen organoleptique qui a pour but d'apprécier si l'eau est agréable au sens de l'observateur.

À la vue une bonne eau doit être claire et limpide. Il existe des procédés physiques qui permettent d'évaluer cette caractéristique. On peut aussi apprécier la qualité d'une eau à l'odeur et au goût. Une mauvaise odeur et un goût désagréable se percevront d'autant mieux que l'eau est moins fraîche. Ces tels examens se feront en général sur une eau tiède.

I -1-1 : Aspects physiques : (9)

- Turbidité : L'eau doit être limpide. Ce paramètre peut être déterminé à l'aide d'un turbidimètre. Le résultat peut être donné en unité de turbidimétrie

- Coloration : Cette détermination peut s'effectuer en comparant la teinte artificiellement obtenue dans l'eau distillée par addition de 1,245 g de chloroplatinate de potassium et 1 g de chlorure de cobalt cristallisé pour 1 litre.

- Conductivité : C'est une mesure d'appréciation servant à évaluer globalement la quantité d'éléments minéraux dissous dans l'eau.

- pH : Le pH est l'inverse du logarithme décimal du nombre mesurant la concentration d'ions H_3O^+ dans un milieu. L'eau rencontrée dans la nature n'est jamais de l'eau pure, mais de l'eau contenant des éléments en dissolution qui en altèrent la neutralité, qui modifient le pH idéal de 7.

- Radioactivité : Elle peut être due soit à des éléments constants comme le potassium légèrement radioactif soit à d'autres éléments présents sous forme de traces comme le radium, thurium, uranium, etc ... , elle peut être mesurée par l'electroscope.

I -1-2 : Aspects chimiques : (9)

Il existe un grand nombre de déterminations possibles destinées à évaluer les points suivants :

- Evaluation des resultats globaux tels que :
residus secs, degrés hydrotinimétriques, reselectivité, alcalinité, taux de matières organiques.

- Evaluation de la potabilité :
matières organiques, ammoniacque, nitrites, chlorure, etc... .

- Recherche des éléments nuisibles :
plomb, arsenic, selenium, chrome, cyanure, nitrates, fluorures, etc... .

Dans ce contexte les paramètres les souvent mesurés sont :

-Le residu sec: il donne le poids des éléments restants après évaporation de l'eau soumise à l'analyse .

- la conductivité: elle donne l'état de minéralisation (salinité) d'une eau sans donner d'indication sur la nature des éléments présents .

- la dureté et l'alcanilité: ces facteurs permettent d'estimer la minéralisation d'une eau notamment en carbonate de calcium , de magnésium et en anhydride carbonique titré .

- les taux de matières organiques : elles peuvent être d'origine animale (urée , tyrosine , leucine ,) ou d'origine végétale . On peut évaluer les matières organiques biodégradables par la DBO_5 et les matières organiques non biodégradables par la DCO .

- la teneur en oxygène dissous : une eau potable doit contenir de l'oxygène . En l'absence de cet élément on peut supposer qu'elle a été le siège de fermentation et d'une intense vie microbienne .

- la teneur en métaux lourds : il s'agit ici de doser certains métaux lourds qui même à concentrations très faibles peuvent engendrer des effets toxiques (cas du mercure , plomb , etc....) .

Les méthodes qui viennent d'être envisagées permettent d'apprécier la potabilité du point de vue chimique , mais ne suffisent pas pour établir la composition chimique complète d'une eau . On trouve en effet toujours , d'autres éléments tels que : Sodium , Potassium , Calcium , Silice , etc.... , parfois des métaux comme le Fer et le Manganèse....

-Éléments dont la présence est en petite quantité ou exceptionnelle dans une eau : on peut citer entre autres , les fluorures et les cyanures .

Le tableau N° "A" nous donne les valeurs limites admises dans une eau potable .

.../...

Tableau "A" : Valeurs limites admises .

D'après les normes internationales applicables
à l'eau de boissons (O M S) .

Les éléments	Teneur admissible	Teneur excessive	Teneur souhaitable
-Matières solides			
totales	500 mg/l	1500 mg/l	
-Couleur	5 unités	50 unités	
	(échelle au platino-cobalt		
-Turbidité	5 unités	25 unités	
	(unités turbidométrique		
-Goût	acceptable		
-Saveur	acceptable		
-pH	7 à 8,5	moins de 6,5 ou plus de 9,2	
-Chlorures (Cl ⁻)..	200 mg/l	600 mg/l	250 mg/l
-Sulfates(SO ₄ ⁼)...	200 mg/l	400 mg/l	250 "
-Magnésium (Mg ⁺⁺)..	50 mg/l	150 mg/l	125 "
-Calcium (Ca ⁺⁺)....	75 mg/l	200 "	
-Nitrates (NO ₃ ⁻) ...	plus de 50 mg/l en Nitrates		10 (en N)
	peuvent donner une		
	méthémoglobinémie infantile		
-Fluor	une teneur inférieure à 0,5 mg/l		1,0 mg/l
	favorise la carie dentaire		
-Fer	0,3 mg/l	1,0 mg/l	0,1 "
-Manganèse	0,1 "	0,5 "	0,05 "
-Cuivre	1,0 "	1,5 "	0,05 "
-Zinc (Zn ⁺⁺).....	75 "	200 "	5 "
- Composés phénoliques	0,001 "	0,002 "	0,001 "
-plomb	0,1 "		0,005 "
- Sélénium	0,05 "		
-Arsenic	0,2 "		0,05
-Chrome	0,05 "		0
-Cyanure	0,01 "		0

I -2 : Microbiologie de l'eau : (15)

Les eaux destinées à l'alimentation humaine doivent être potables, c'est à dire exemptes d'organismes et de tout polluant dangereux pour la santé de ceux qui la consomment .

Ces eaux ont plusieurs origines :

- Elles proviennent de nappes profondes théoriquement bien protégées d'une contamination microbienne .

- Les nappes phréatiques étaient autrefois peu recommandées pour l'alimentation humaine .Elles sont de toute évidence largement soumises aux pollutions microbiennes. Leur contenu en matières organiques, en particulier en Phénols,et leur traitement par chloration sont à l'origine de mauvais goûts (chlorophénols)redoutés par les consommateurs .

- Avec les eaux de surface (fleuves,rivières,lacs et etangs),les pollutions microbiennes sont maximales.

Cependant les données épidémiologiques actuelles nous montrent que ces eaux,surtout les eaux de surface,peuvent être dangereuse pour la santé publique ,s'affirme encore, par le passé,par l'apparition d'épidémies massives et meurtrières,mais elle apparait surtout sous forme difuse,plus insidieuse et constante.

I.-2-1 : Les indices de contamination fécale : (4)

Les indices de contamination fécale sont des microorganismes vivant normalement dans l'intestin de l'homme et des animaux, dont par conséquent la présence dans une eau traduit une contamination fécale, corrélativement un risque de présence de germes pathogènes, ce sont les coliformes, *Escherichia coli* (ou les coliformes fécaux) et enterobactéries dans leur ensemble, mais aussi des *Streptocoques fécaux* et les *Clostridium sulfito-réducteurs*.

I.-2-1-1 : Principe général de mise en évidence des contaminations : (4, 13)

Chaque milieu est caractérisé non par une espèce microbienne, mais par un ensemble d'espèces constituant une association. Il en résulte que si la contamination des eaux à partir d'une source bien déterminée est à craindre parce que l'association correspondante peut comprendre des espèces dangereuses, il est possible pour détecter cette contamination :

- De rechercher directement les espèces pathogènes, ce qui est souvent complexe de les isolés, de les identifier et l'on obtient rarement des résultats quantitatifs.

- ou si cela présente des avantages de commodité ou de sensibilité, de rechercher une autre espèce ou un groupe d'espèces de la même association: cette espèce, ou ce groupe d'espèces, constitue alors un indice ou un témoin de la contamination.

I -2-1-2 : Les caracteristiques d'un bon indice de contamination : (4, 2)

Ce sont :

-La specificité à l'égard du milieu, source de la contamination, l'ideal étant evidemment que le microorganisme choisi en soit rigoureusement caracteristique, la specificité indique l'origine strictement fecale du temoin de la contamination.

-La sensibilité de detection qu'il permet; elle ^{est} d'autant meilleure que le microorganisme choisi represente une fraction plus importante de la population de la source de contamination .

-La resistance du germe definie par sa durée de vie dans le milieu exterieur, il est parfois souhaitable que la resistance du germe indice est superieure à celle des germes pathogenes de l'association concernée .

La recherche des indices de contamination fecale est l'application générale pour le contrôle de l'eau, parmi les microorganismes de la flore intestinale, les germes indices ont été choisis en fonction des critères cités ci-dessus.

Les microorganismes les plus fréquents dans l'intestin sont des anaérobies, notamment dans le caecum (Bifidobacterium, Ristella) et des micro-aérophiles (Lactobacilles), mais ces bacteries ne sont pas utilisables comme indices, en raison des problèmes posés par leur mise en evidence.

Puis par ordre de concentration décroissante, on trouve les Entérobacteries parmi lesquelles Escherichia coli (E.coli) est la plus fréquente, les Strepto-coques fécaux et les Clostridium sulfito-reducteurs; ce sont ces trois groupes qui ont été retenus comme indices .

I -2-1-3 : Coliformes totaux : (2,14)

Les coliformes selon la définition I S O sont des bacilles gram négatif, non sporulés, oxydase négatif, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayant des propriétés équivalentes et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 heures à une température de 35 - 37°C ($\pm 0,5^\circ\text{C}$).

La classification sanitaire de ces coliformes comprend essentiellement:

- E.coli .
- Klebsiella (pneumoniae, oxytoca).
- Enterobacter (cleaeca, aerogenes).
- Citrobacter (freni, diversus, amulonaticus).

I -2-1-4 : Coliformes fécaux : (19,2,4)

Le terme "coliformes fécaux " se rapporte à des coliformes présentant les mêmes propriétés (décrites au dessus) à $44 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Ils sont assimilés à E.coli qui de plus produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane, ils sont incapables d'utiliser le citrate de Sodium comme unique source de carbone et de produire de l'acetyl methyl carbinol .

Leur valeur de témoin de contamination fécale est :

Le groupe des coliformes pris dans son ensemble ne présente pas une bonne spécificité; ce sont des bactéries qu'on trouve dans l'intestin, mais qu'on peut trouver aussi dans d'autres environnements; toutefois, certains représentants du groupe se distinguent à cet égard.

E.coli est sans doute la plus spécifique de toutes les bactéries de contamination fécale, sa présence dans l'eau est sans ambiguïté, elle est sensible à la détection des pollutions fécales, tandis que sa résistance laisse à désirer, comparativement aux bactéries pathogènes.

Remarque : (13)

L'absence des bactéries fécales ne signifie pas que l'eau soit à l'abri d'une contamination, il peut même arriver par malchance que la première contamination de cette nature provienne d'individus porteurs de germes pathogènes .

I. -2-1-5 : Les Entérobactéries : (4)

Le principe de substitution du groupe des coliformes au groupe complet des Entérobacteriaceae en tant qu'organismes indicateurs, a été proposé par SEELIGER en 1955 , HABS en 1958, KRETZCHEMAR en 1959 pour l'eau chlorée et surtout par MOSSEL à partir de 1958 pour les raisons suivantes :

- La définition taxonomique très imparfaite du groupes des coliformes.
- Le caractère faussement sécurisant de la mise en évidence des seuls lactose - positifs alors que les Entérobactéries pathogènes. Les Salmonelles par exemple sont lactose - négatives .
- La sensibilité réduite du test lorsque le nombre de coliformes lactose - positifs est petit par rapport au nombre du Entérobactéries totales.

I -2-1-6 : Les Streptocoques fécaux : (4), (2)

Dans la famille des *Actobacteriaceae*, bactéries gram positifs; catalase microaérophiles ou anaérobies, les streptocoques se distinguent par leur forme coccoïde, leur mode de groupement en paires ou en chainettes et leur caractère homofermentaire .

Dans ce groupe serologique D de Lanciefield et par le fait que leur habitat normal étant le tube digestif des animaux à sang chaud, ils croissent à 44°C . Parmi ces Streptocoques fécaux on distingue les stérocoques (*Str.fecalis* et ses variétés, ainsi que *Str.feacium*, *Str.durans*) qui vivent généralement dans l'intestin humain et deux autres espèces qui vivent généralement dans l'intestin des animaux. (*Str.bovis* , *Str.equinus*).

Leur valeur d'indice est :

Les Str.fécaux sont utilisés depuis longtemps comme indicateurs de pollution dans les eaux .

Leur spécificité est relativement satisfaisante, leur résistance est grande, leur présence en nombre excessif est le signe d'un défaut d'hygiène; en fin leur mise en évidence au laboratoire ne pose pas de problèmes particuliers.

I -2-1-7 : Les Clostridium Sulfito-réducteurs : (14, 2, 4)

Les spores de Clostridium Sulfito-réducteurs sont des spores de bactéries anaérobies Sulfito-réductrices en bacilles, à gram positif, possédant pas de catalase en ayant l'aspect morphologique des Clostridium.

Leur valeur d'indice est :

- Leur présence en nombre faible dans les selles humaines ou animales en fait un témoin peu sensible .

- Leur spécificité est faible, car il existe des Clostridium perfringens

d'origine rigoureusement tellurique .

- Les spores sont dans le milieu naturel .

I -2-2 : Les germes pathogenes : (19)

Certaines maladies infectueuses sont transmises à l'homme par l'absorption d'eau ou d'alimentation pollués, parmi les bacteries les plus *susceptibles* d'être rencontrées et dont les techniques de recherche sont codifiées, figurent : *Salmonella*, *Shigella*, *Streptococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio cholérique*, leur recherche sont demandées lorsqu'une notion de cas pathologique existe .

I -2-2-1 : Les Salmonelles : (3) (11)

Ce sont des Entérobacteries dont 2500 types sont connus, poussant rapidement sur des milieux liquides à température optimale de 35 à 37°C, elles sont essentiellement parasites du tube digestif de l'homme et des animaux .

I -2-2-2 : Les Vibrion-cholériques : (3)

Ce sont des bacilles gram négatif, sero-anaérobies facultatifs, incuvrés, très mobiles, non exigeants, à température de culture 37°C . Ils sont tués par un pH acide ($\text{pH} < 5$) et ^{se} cultuvent très bien sur un pH = 8 à 9, apparaissent sous formes de colonies fines jaunâtres sur une gelose sélective .

I -2-2-3 : Les Pseudomonas aeruginosa : (19)

L'espèce *Pseudomonas aeruginosa* est fréquemment isolée au cours d'infection humaine survenant le plus souvent chez les blessés, des brûlés et des sujets

porteurs d'affections unitaires, sa présence dans les eaux la fait considérer
comme un indicateur de pollution .

CHAPITRE II

LES MALADIES HYDRIQUES

II - 1 : Introduction : (5)

Les maladies transportées ou occasionnées par l'eau furent, jusqu'à la fin du dernier siècle, responsables de graves épidémies qui devastaient des régions entières.

Cependant les maladies hydriques figurent encore parmi les trois grandes causes de morbidité et de mortalité dans les pays sous développés.

Elles sont dues :

- Soit à une defaillance lors du traitement dans la station de préparation d'eau potable, des microorganismes peuvent alors se retourner dans l'eau destinée à la consommation.

- Soit à une pollution de l'eau potable dans le réseau de distribution par un égout à l'occasion de fuites ou par siphonnement renversé.

- Soit à une eau souterraine non traitée dans le cas du système privés.

Ces maladies peuvent être d'origine bactérienne, virale et parasitaire.

II - 2 : Origine bactérienne :

II - 2-1 : Choléra : (8,7)

Le genre vibrion du choléra (vibrion comma) fut découvert en 1883 par KOCH et lui a donné le nom de bacille virgule en raison de sa forme incurvée.

Le choléra est une maladie épidémique, à incubation très courte, variant de quelque heures à cinq jours au maximum, dès la période d'incubation le malade peut éliminer des vibrions en se comportant comme un porteur de germes propagateur de l'infection, le début de la maladie est en générale brusque

Il est caractérisé par :

- Ralentissement du pouls.
- Vomissement.
- Diarrhée à type spécial, les matières éliminées ont l'aspect d'eau de riz, renfermant des grains plus au moins agglomérés : grains riziformes.
- Des crampes - hypothermie - l'anurie conséquence de la deshydratation provoquée par la diarrhée.
- L'hypothermie est de 35°c aux extrémités, ce qui explique lacyanose des extrémités.
- A cette période succède parfois une période de réaction fébrile avec crise urinaire, des lésions portent exclusivement sur l'intestin grêle dont la muqueuse est hypothermie de couleur violet aubergine avec des taches hémorragiques.

Le vibrio comma se rencontre exclusivement dans les selles et jamais dans le sang. En période épidémique, on le trouve dans l'intestin de l'individu en apparence d'indemne, soit en incubation, soit en convalescence. On le trouve aussi dans l'eau au voisinage des foyers cholérique. Il n'existe jamais chez les animaux.

II - 2 - 2 : Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes : (8)

La typhoïde et paratyphoïde représentent l'épidémie type d'origine hydrique, c'est une maladie infectieuse aigue causée par Salmonella typhi, elle fût découvert en 1880 par EBERTH. Elle se caractérise par l'inflammation du tissu lymphatique intestinal. Ces lésions peuvent donner lieu à des hémorragies et même à des perforations intestinales, sans traitement rapide, peut durer plusieurs semaines et entraîner la mort du patient.

.../...

II.-2-3 : La Dysenterie bacillaire (Shigellose) : (2)

Le bacille *Shigella* fut identifié par SHIGA en 1898, il est responsable du syndrome dysentérique. Cette dysenterie est caractérisée par la disparition des matières fécales lesquelles se trouvent remplacées par des glaires accompagnées de sang, de pus, de débris nécrotiques, Des coliques associées à des épreintes et à un nombre considérable de selles sont remarquées (le nombre de selles est de quarante et plus par 24 heures). Ce syndrome est l'expression d'une localisation morbide sur le gros intestin. Tous ces phénomènes rappellent la dysenterie amibiène, mais cette dernière donne lieu à des abcès au foie.

Autre que signes intestinaux, des symptômes toxiques sont remarqués avec déshydratation, des manifestations articulaires, des troubles nerveux à forme de poliomyélite ou de polynevrite. Au niveau du gros intestin se forme des ulcérations étendues, elles peuvent parfois devenir le signe d'un processus gangréneux.

II. - 2 - 4 : E. coli : (5)

L'E.coli est un saprophyte constant du tube digestif. Les affections aiguës imputables à E.coli sont dues au germe E.coli qui produit une enterotoxine, ils provoquent des gastro-enterites : nausées, déshydratation, mais pas de fièvre. Ils ne représentent cependant que 1% des E.coli et on peut admettre que leur participation directe aux maladies hydriques est aléatoire. La corrélation existante entre la Salmonelles, les coliformes fécaux (auxquels appartient E.coli) explique que la présence de ceux ci dans l'eau soit un indicateur de pollution.

.../...

II - 2 - 5 : Yersinia enterocolitica : (5)

Elle est responsable d'un certain nombre de diarrhées, surtout chez les enfants, elle est transmise par l'eau de boissons et par l'eau d'arrosage des légumes.

II - 3 : Origine virale:

II - 3 - 1 : Poliomyélite : (8)

Par mi les infections virales transmises par l'eau, on a beaucoup parlé dans le passé de la poliomyélite, depuis 1940, l'enthousiasme pour soutenir cette théorie s'est quelque peu émoussé. L'efficacité remarquable de la vaccination antipoliomyélite rend le débat purement académique.

II - 3 - 2 : L'hépatite infectieuse : (15)

Il en est différemment de l'hépatite infectieuse ou épidémique (hépatite A). Bien que le virus n'ait encore jamais été cultivé, la démonstration de la transmission de la maladie par inoculation de suspension fécale apporte à l'hypothèse de la contamination hydrique un argument de poids, elle reste l'une des plus préoccupantes à l'heure actuelle et qu'elle est certainement la plus liée du contexte hydrique.

II - 3 - 3 : Les infections dues aux virus Coxackie et Echo : (5)

Ils représentent un véritable danger, ils sont responsables de paralysie, de méningites aseptiques et de rhinites.

II - 4 : Origine parasitaire : (15)

Les infections parasitaires sont sans doute les plus répandues à la surface du globe, elles se vivent dans les pays où les conditions d'hygiène sont encore précaires. La Bilharziose atteindrait chroniquement 200 millions d'individus dans les régions chaudes.

L'ankylostomose très fréquente sous les tropiques puisqu'elle toucherait 600 millions d'individus, peut être transmise par les eaux de boisson contaminées (eaux de rivière).

La dysenterie amibième se rencontre chez les sujets ayants séjournés dans les pays chauds. Mais à côté de cette amibe classique apparaissent maintenant fréquemment des amibes du genre Naegleria fréquemment isolées dans le monde entier à partir des eaux de lacs, de piscine ou de distribution. Ces amibes sont capables de provoquer des meningites Encéphalitiques rapidement mortelles.

Le parasite Giardia lamblia est transmis par l'intermédiaire de l'eau de distribution qui préalablement infectée par des rongeurs était insuffisamment épurée physiquement.

Le tableau B illustre les principales maladies et ces agents infectueux

.../...

Tableau " B " : (5)

Organismes	Maladies	Principal site atteint
<p><u>1- Bactérie</u></p> <p>- Shigella</p> <p>- Salmonella typhi</p> <p> " enteritidis</p> <p> " choléraesuis</p> <p>- E.coli</p> <p>- Vibrio cholerae</p> <p>- Francisella tularemia</p> <p>- Leptospira icterohaemorrhagiae</p>	<p>Shigellose (dysenterie Bacillaire)</p> <p>Fièvre typhoïde</p> <p>" enterique</p> <p>" gastro- enterites</p> <p>" "</p> <p>Cholera</p> <p>Tularemie</p> <p>Leptospirose</p>	<p>Système gastro- intestinal</p> <p>Intestin</p> <p>Système gastro-intestinal</p> <p>" " "</p> <p>Intestin</p> <p>Système respiratoire foie rate gaulions lymphatiques</p> <p>Foie</p>
<p><u>2 - Virus :</u></p> <p>- Enterovirus</p> <p> * Poliovirus</p> <p> * Coxsackievirus</p> <p> * Echovirus</p> <p>- Adenovirus</p> <p>- Réovirus</p>	<p>Poliomyélite -méningite aseptique</p> <p>Myocardites méningite</p> <p>Méningite aseptique</p> <p>Pharyngite</p> <p>Maladie respiratoire diarrhée</p>	<p>Moëlle épinière meninges</p> <p>Cœur - muscles</p> <p>Méninge</p> <p>Pharynx</p> <p>Appareil respiratoire et digestif</p>

⌋ H A P I T R E *III*

METHODOLOGIE D' ANALYSE

III-1 : Techniques de prélèvement : (1)

III-1-1 : Introduction :

Il y'a quelques années, les analyses d'eaux effectuées par les laboratoires qui procédaient eux même aux prélèvements ne portaient que sur des éléments majeurs . De nos jours, l'évolution des techniques analytiques de plus en plus sophistiquées, la liste des éléments à doser et les limites de detection à atteindre ont contraint des laboratoires à une spécialisation de plus en plus poussée . Ce phénomène de spécialisation a engendré certains changements dans la structuration des étapes d'analyses en ce sens que par exemple :

- Les préleveurs ne sont plus des analystes.
- Les contacts entre préleveurs et les analystes sont assez rares .
- l'opération de prélèvement prend de plus en plus d'importance .

En effet si un prélèvement correct est indispensable à l'obtention de résultats analytiques significatifs, il est tout aussi important de savoir le devenir de l'échantillon entre le prélèvement et l'arrivée au laboratoire . Ce facteur est tellement important qu'un prélèvement ne peut être fait n'importe où, et par n'importe qui . Il faut prendre ainsi en compte aussi bien l'intervalle de temps entre le prélèvement et l'analyse au laboratoire, que les variations de l'élément à déterminer qui doivent être les plus faibles possibles .

III-1-2 : Choix de points de prélèvement : (1)

Le choix des points de prélèvements est à faire suivant les d'espèces; cependant on peut adopter certains critères généraux qui se resument comme suit :

- Les points de prélèvement doivent être choisis de façon que les échantillons soient représentatifs des différents captages alimentant le réseau ;

- Parmi ces points de prélèvement doivent figurer ceux où les échantillons sont représentatifs des conditions les plus défavorables à l'intérieur du système du point de vue d'un risque de contamination ;

- Les points de prélèvement doivent être uniformément repartis dans tout le réseau ;

- De façon générale , les points de prélèvement doivent être choisis de sorte que les échantillons soient représentatifs de l'ensemble du réseau et de ses principaux éléments ;

- La position des points de prelevement doit être telle qu'on puisse y avoir accès facilement ;

- Dans les systèmes alimentés par plusieurs captages, il faut choisir les points de prélèvement en tenant compte du nombre d'habitants desservis à partir de chaque captage.

.../...

EU- 1- 3 : Prélèvement de l'échantillon de l'eau : (1)

Le prélèvement doit être fait avec asepsie rigoureuse et en quantité suffisante (250 ml au moins),

Les précautions à prendre en vue de préserver la stérilité du prélèvement et les modalités d'ordre pratique qui doivent être respectées au cours du prélèvement sont :

* Pour l'eau de robinet : - D'abord on retire du robinet tout accessoire qui risque de provoquer des éclaboussures puis on nettoie soigneusement l'orifice du robinet à l'aide d'un tissu propre;

- On tourne le robinet de façon à obtenir le débit maximale et on laisse l'eau s'écouler pendant 1 à 2 minutes ;

- On stérilise le robinet pendant 1 minute au moyen d'une flamme obtenue en faisant flamber un coton - tige préalablement imbibé d'alcool; à défaut on peut se servir d'un brûleur à gaz ou d'un briquet;

- On ouvre le robinet en prenant des précautions pour ne pas le contaminer de nouveau et on laisse couler pendant 1 à 2 minutes à débit moyen;

- On devisse le bouchon du flacon tout en le tenant dirigé vers le bas (de façon à empêcher l'entrée des poussières susceptibles d'être porteuses de germes), on place immédiatement le flacon sous le jet d'eau et le remplir.

* Pour l'eau provenant d'un cours d'eau au réservoir :

- D'abord on devisse le bouchon du flacon en suivant les consignes citées ci-dessus ;

- On tient le flacon par sa partie inférieure, on l'enfonce dans l'eau jusqu'à une profondeur d'une vingtaine de centimètres en maintenant l'ouverture dirigée vers le haut, mais en position oblique; si l'eau n'est pas stagnante on dirige l'ouverture du flacon contre le

le courant ;

- On doit ensuite reboucher le flacon comme on l'a indiqué précédemment.

* Même technique pour le prélèvement de l'eau de mer et de piscine.

* Pour un puits sans pompe :

- On flambe un seau en y versant un peu d'alcool à brûler;

- On puiselle de l'eau dans le puits à l'aide de ce seau;

- On remplit le flacon d'échantillon comme indiqué

précédemment.

III-1-4 : Le maintien de l'information : (6)

III-1-4-1 : Lavage des flacons de prelevement :

Le premier point est le lavage et le rinçage des flacons. Dans le cas des prélèvements destinés à l'analyse d'éléments bactériologiques, le lavage à l'acide nitrique peut être utilisé mais les détergents sont aussi compatibles avec les analyses futures. Toujours dans ce cas, le lavage doit être suivi d'une stérilisation; celle-ci peut être obtenue de deux manières différentes suivant le type de matériau des flacons :

-Stérilisation par chaleur pour les flacons de verre (four pasteur à 100°C pendant 1 heure 30 minutes);

-Irradiation à une dose de 2,5 Mrad par des électrons accélérés à 100 Mev pour les flacons en polyéthylène .

III-1-4-2 : Choix du matériau du flacon :

Ce choix est dicté par plusieurs impératifs, entre autre, l'effet du matériau lui-même et l'élément à doser . Il est évident que bien souvent le rempli d'un flacon peut conduire à des effets de mémoire et à la pollution . Pour les éléments bactériologiques le matériau le plus utilisé est le verre mais on peut aussi prendre le polyéthylène à usage unique .

.../...

IV-1-5 : Transport des échantillons et délai d'analyse :

Les flacons prélevés doivent être conservés dans une glacière à température comprise entre 4 et 10 °C à l'abri de la lumière .

Le transport des échantillons doit être rapide afin que l'examen au laboratoire puisse être effectué dans les 6 heures au maximum qui suivent le prélèvement .

III-2 : Analyses bacteriologiques : (2)

Les contrôles microbiologiques des eaux destinées à l'alimentation humaine peuvent, suivant le type d'analyse, comporter :

- numeration totale des germes .
- recherche et numeration des témoins de contamination fecale :
 - * Coliformes totaux.
 - * Coliformes fecaux souvent assimilés à E.coli .
 - * Streptocoques fecaux .
 - * Clostridium sulfito-réducteurs (Clostridium perferingens .
- recherche des germes pathogenes .
- recherche des bacteriophages fecaux .

III-2-1 : Numeration des germes totaux : (2)

C'est un dénombrement direct des colonies issues des germes contenus dans la prise d'essai après ensemencement sur ou dans un support nutritif solide .

III-2-2 : Recherche et numeration des témoins de contamination fecale :

Deux methodes sont applicables :

- methode de la filtration sur membrane :

C'est une technique qui permet non seulement de separer les bacteries de l'eau à analyser mais de réaliser une dispersion régulière de ces bacteries à la surface de la membrane

- methode des milieux liquides :

C'est une methode de dénombrement indirect par calcul statistique après repartition de l'eau à analyser

Cette methode utilise deux épreuves *

* une epreuve présumptive .

* une épreuve confirmative .

III-2-2-1 : Précision des deux methodes : (2)

Les hypothéses de base pour les comptages bactériens en milieu liquide sont les suivantes :

- aucune variabilité opératoire (erreur de pipage par-ex) .
- variabilité biologique nulle ou négligeable, c'est à dire pas de variabilité du milieu de culture d'un tube à l'autre .

-distribution au hasard des germes dans la suspension conduit à une loi de POISSON pour le nombre de particules presentes dans le volume qui sert à ensemercer les tubes .

Les tables statistiques indiquent un nombre le plus probable (NPP), des valeurs superieures et inferieures correspondants à des intervalles de confiances à 95 % .L'erreur relative du NPP est inverssment proportionnelle à la racine carrée du nombre de tubesensemencés, c'est à dire que pour diminuer cette erreur il faut augmenter le nombre de tubes .

Pour le comptage de colonies sur milieu solide, et si l'on admet que l'hypothése d'une ditribution des germes dans la suspension suit une loi de POISSON, l'erreur relative est inverssment proportionnelle à la racine carrée du nombre total de colonies comptées.

III-2-2-2: Sensibilité des deux méthodes : (2)

La sensibilité de la méthode du NPP est excellente puisque dans un système de séries de 5 tubes on peut déceler 5 germes /100 ml.

La filtration sur membrane accepte des prises d'essai de 100 à 500 ml (sans tenir compte d'un éventuel colmatage). Le seuil de détection pour une boîte est donc de 50 à 100 germes/100 ml .

III-2-3 : Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs : (3)

La recherche des Clostridium se fait dans des tubes contenant de la gélose VEILLON additionnée d'une solution de Sulfate de Sodium à 3%, et quelques gouttes de solution d'alun à 5 % .

III-2-4 : Recherche des germes pathogènes : (3)

La recherche des Vibrio-cholérique se fait à partir de deux isolements

La recherche des Salmonella se fait à partir de deux enrichissements et deux isolements .

C H A P I T R E IV

LE SITE

Le site, objet de notre étude se trouve au **piédmont** de l'atlas Blidéen dont le chef lieu est la ville de BLIDA. Celle-ci située à 50 km à l'ouest d'ALGER abrite actuellement plus de 250 000 habitants.

L'atlas Blidéen, s'étend entre les parallèles 36° 30' et 36° Nord et les longitudes 3° 20' et 2° 40' à l'Est du Méridien International.

Il forme la partie centrale de l'atlas tellien, qui s'allonge en direction du Sud Ouest vers le Nord Est suivant les rivages Méridionaux de la mer Méditerranée. L'atlas Blidéen occupe une superficie de 1572,2 km².

C'est une région montagneuse qui se distingue par l'altitude de son mont le plus haut " CHREA 1550 m d'altitude ", devenu une station d'hiver où foisonnent plus en plus d'habitations dépourvues de toute commodité hygiénique " réseau d'assainissement inexistant, dépôt d'ordures, ".

Au Nord Est de ce mont se situe " Djebel FERAOUN ".

Tempérée, humide avec des mois plus vieux et parfois neigeux, et des étés chauds et secs, le climat appelé couramment " climat Méditerranéen " procure à cette région une végétation dense et renferme une faune rubérante : pin, cedre, olivier, châtaignier, chênais, caroubier, lavande, asphodèle

Au piedmont du Djebel FERAOUN, prend naissance " Oued Blatt " dont son eau fera objet de notre étude. Cet Oued repose sur une énorme quantité de schiste dur et très silicieux, presque entièrement dépourvu de calcaire, ce qui permet l'infiltration des eaux de précipitation qui rejaillissent plus loin et alimentent l'oued. L'eau de cet oued est capté d'une manière anarchique (absence de périmètre de protection, non respect des normes) en sa partie supérieure en 2 endroits aux lieux dits " HAKOU FERAOUN supérieur " et " HAKOU FERAOUN inférieur " distant de 300 m environ et qui se rejoignent en un troisième point appelé " AIN EL HOUTTA " situé beaucoup plus bas en

bordure de route qui mène sur " CHRETA " . L'eau est acheminée par le biais de canalisations en PVC ,déposées à même le sol,ce qui les rend sujet à des fuites et à des dégradations .

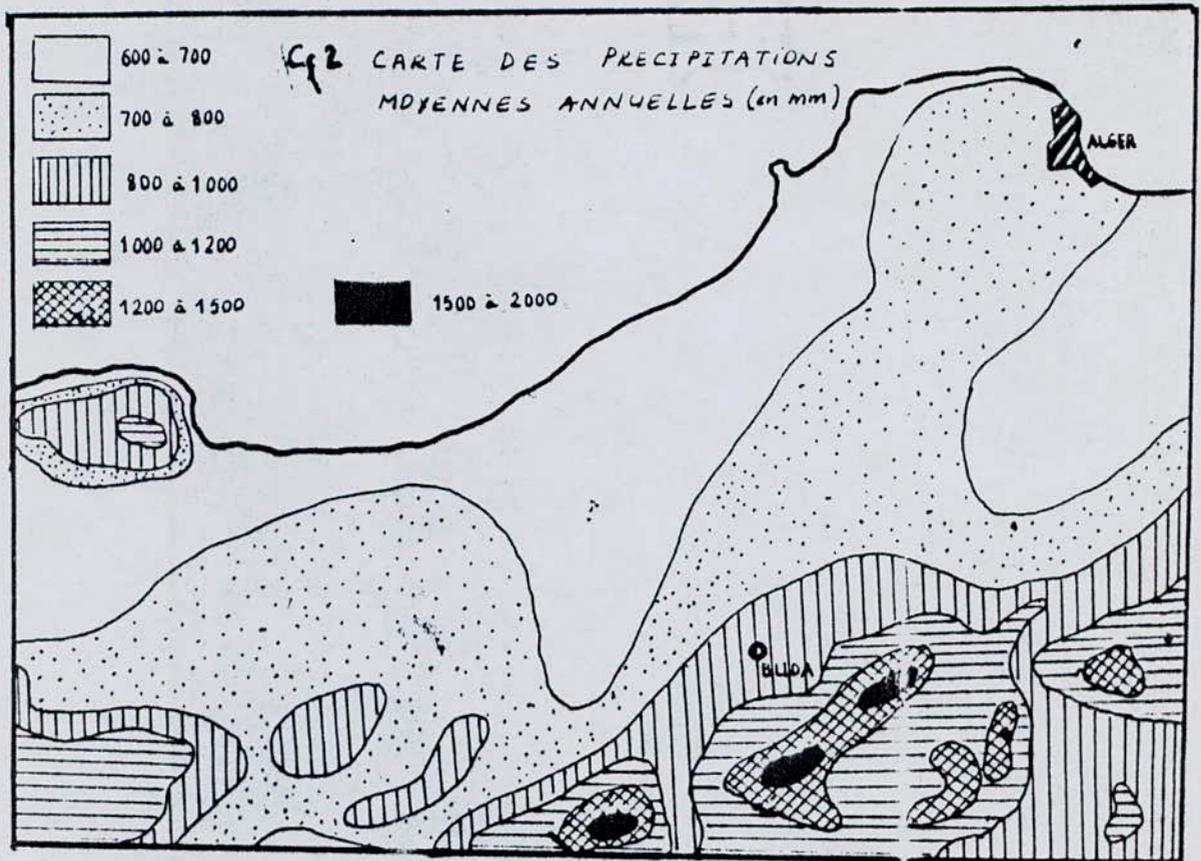
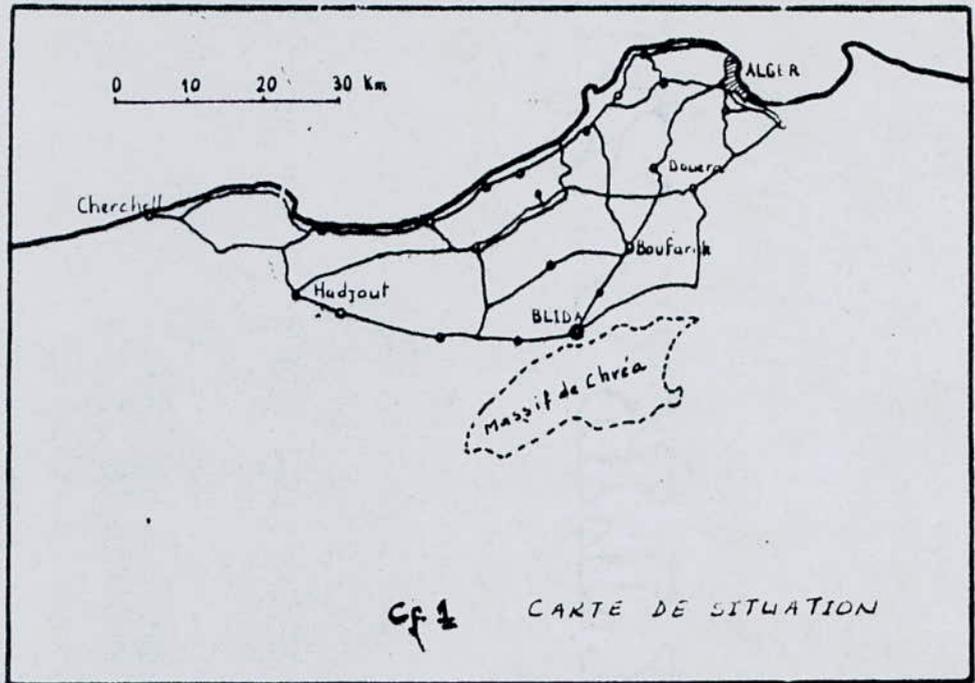
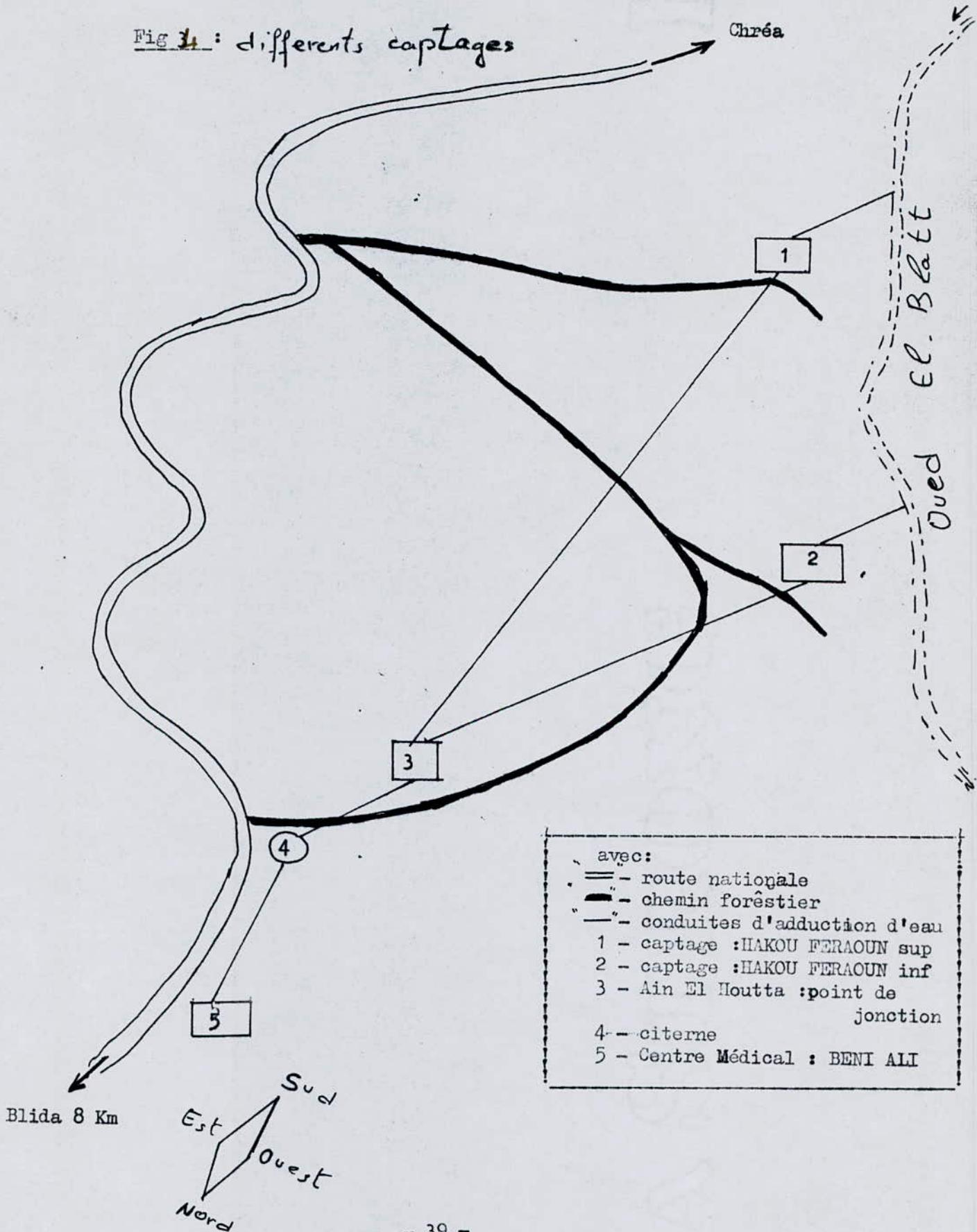


Fig 4 : différents captages



- avec:
- - route nationale
 - - chemin forestier
 - - conduites d'adduction d'eau
 - 1 - captage : HAKOU FERAOUN sup
 - 2 - captage : HAKOU FERAOUN inf
 - 3 - Ain El Houtta : point de jonction
 - 4 - citerne
 - 5 - Centre Médical : BENI ALI

CHAPITRE V

PARTIE EXPERIMENTALE

V-1 : Echantonnage :

Les prélèvements ont été faits dans des flacons de 250 ml (en verre) qui ont été stérilisés dans une étuve à température maintenue à 170°C pendant deux heures .

Les prélèvements des échantions d'eau à analyser ont été répartis dans le réseau, dont il est le sujet de notre étude, en des points répartis comme suit :

* Source captée nommée HAKOU FERAOUN SUPERIEUR .

* source captée nommée HAKOU FERAOUN INFERIEUR.

* AIN EL HOUTTA qui représente le point de jonction dont son eau provient des deux sources captées citées si-dessus. Les prélèvements sont faits avant et après mélange de ces deux sources.

* Après le point de jonction se trouve deux citernes dont leurs eaux sont destinées à l'alimentation et on effectue le prélèvement dans le Centre Medical de BENI ALI; à partir d'un robinet dont la technique a été mentionnée dans le chapitre .

Après chaque prélèvement on note : la température, l'heure de prélèvement et le taux de chlore résiduaire .

En fin les échantillons ainsi prélevés sont conservés durant le transport au laboratoire dans une glacière maintenue à une température de 4°C .

Les analyses bactériologiques ont eu lieu au plus tard deux heures après le prélèvement .

V - 2 : Technique d'analyses :

V - 2-1 : Numération des germes aérobies totaux : (17)

Exécution des dilutions décimales :

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

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

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

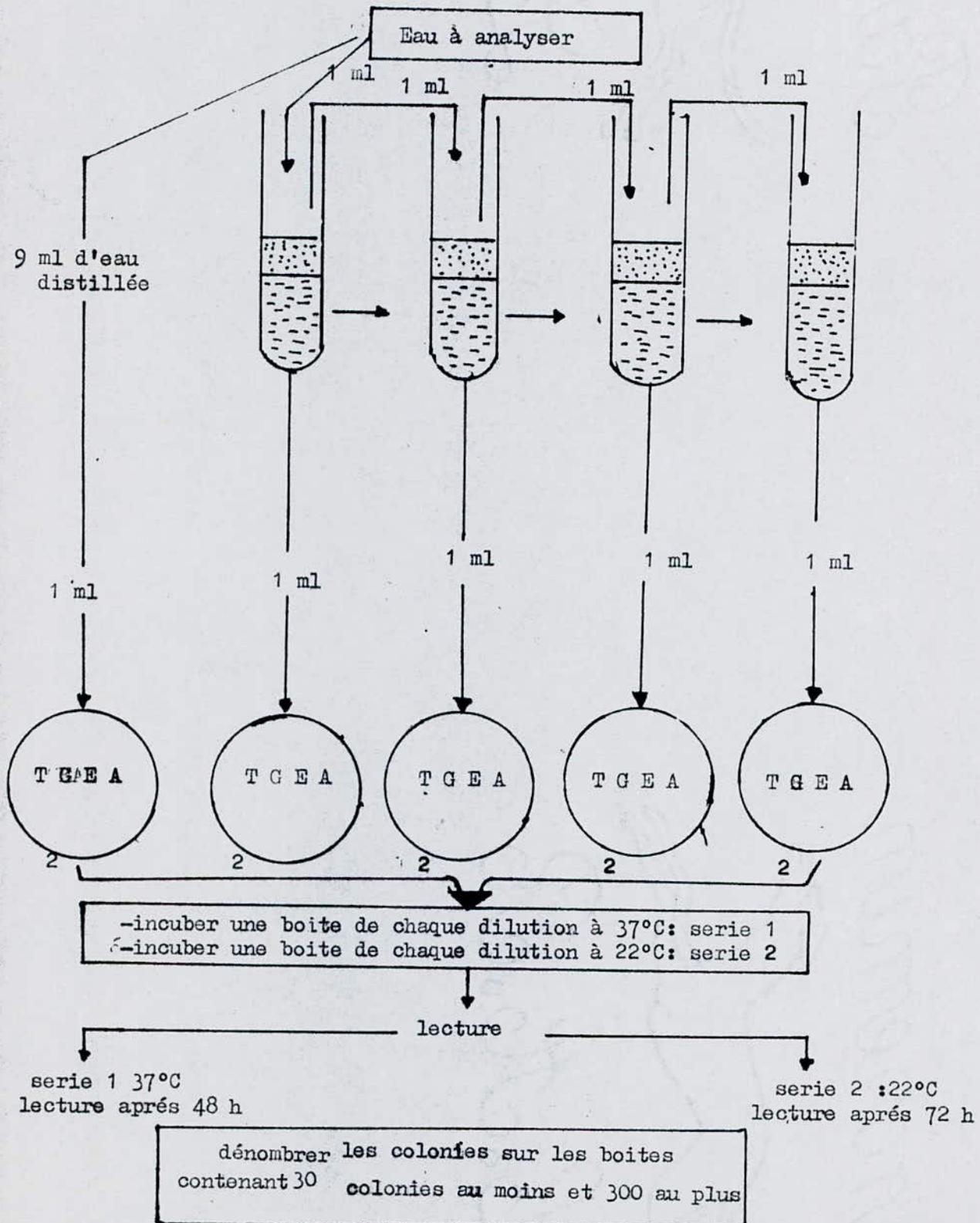
Dans chacune des deux boites de petri stériles, de 90 mm de diamètre, nous avons mis 1 ml d'eau à analyser, 1 ml de la dilution $\frac{1}{10}$ dans deux autres boites " série 1 " et 1 ml de la dilution $\frac{1}{100}$ dans deux autres boites "série 2".

Sur chaque boite de pétri, nous avons marquer 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 coulions aseptiquement dans les boites de pétri 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 incubions chaque boite de chaque dilution à 37°C et l'autre boite à 22°C. Nous faisons la lecture après 24 heures et 48 heures pour les boites incubées à 22°C. Nous faisons le dénombrement sur les boites contenant 30 colonies au moins et 300 au plus.

Recherche et dénombrement des germes totaux :



V - 2-2 : Recherche et dénombrement des coliformes ; (13)

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

Test présomptif :

Nous utilisons le bouillon lactosé au poupre de bromocrésol (B.C.P.L.).

Tous les tubes sont munis de cloche du durham pour déceler le dégagement 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.

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 (NPP) de coliforme totaux dans 100 ml d'eau analysée.

.../...

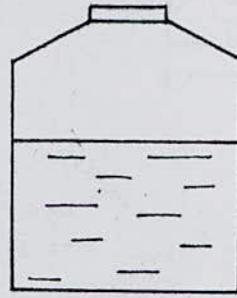
Test confirmatif :

A partir de chaque bouillon lactosé au poupre de bromocrésol positif pour la recherche des coliformes totaux, nousensemencions 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 réactif d'Erlich Kovacs étaient considérés comme positifs, c'est à dire comme contenant des coliformes fécaux.

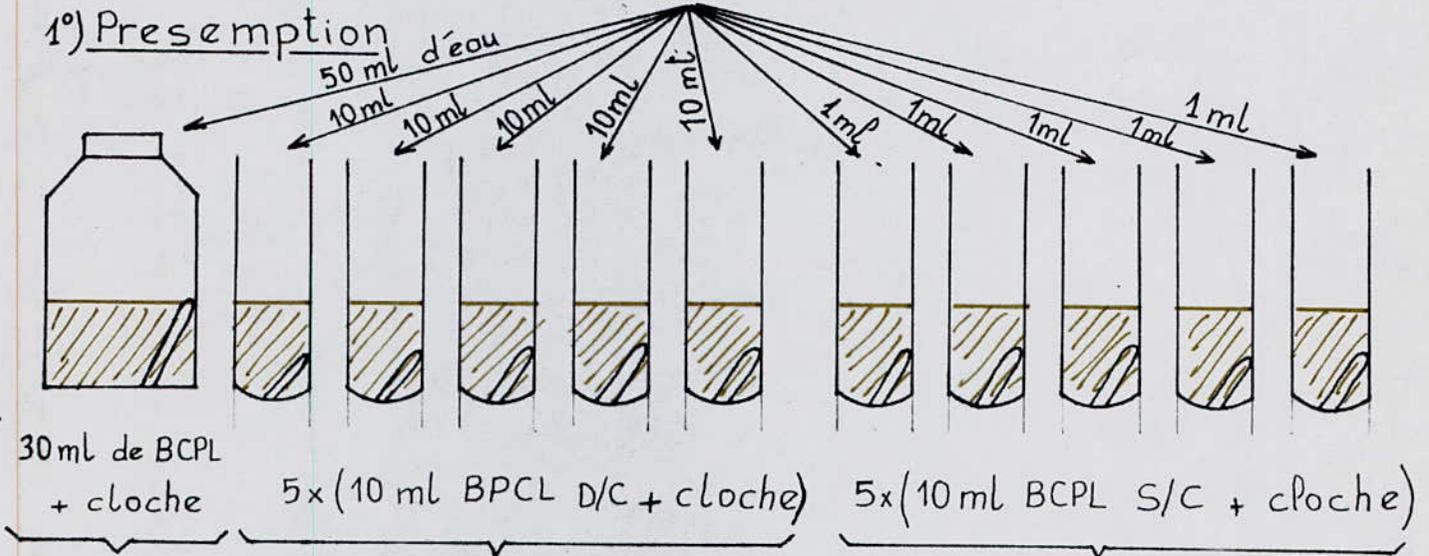
Nous notions le nombre de tubes positifs dans chaque série et nous nous reportions à la table de Mac Grady pour obtenir le nombre le plus probable de coliformes fécaux présents dans 100 ml d'eau analysée.

Recherche et dénombrement des coliformes



Eau à analyser

1°) Presomption



Incubation 48 h à 37°C

Virage du milieu au jaune
+ gaz dans la cloche

Absence de gaz
tube "-"

tube positif ⇒ présence de coliformes

2°) Confirmation :



6 gouttes de Kovacs

Milieu Indole + cloche

Incubation 24 h à 44°C

Absence de gaz tube "-"

Si culture et gaz tube "+"

Présence d'É. COLI

V - 2-3 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux : (13)

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

Test présempatif :

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 d'eau à analyser avec 50 ml de bouillon de Rothe double concentration.
- * Cinq tubes de 10 ml de bouillon de Rothe double 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 trouble après une incubation de 48 heures à 37°C qui étaient soumis obligatoirement au test confirmatif après avoir noté le nombre de tubes positifs.

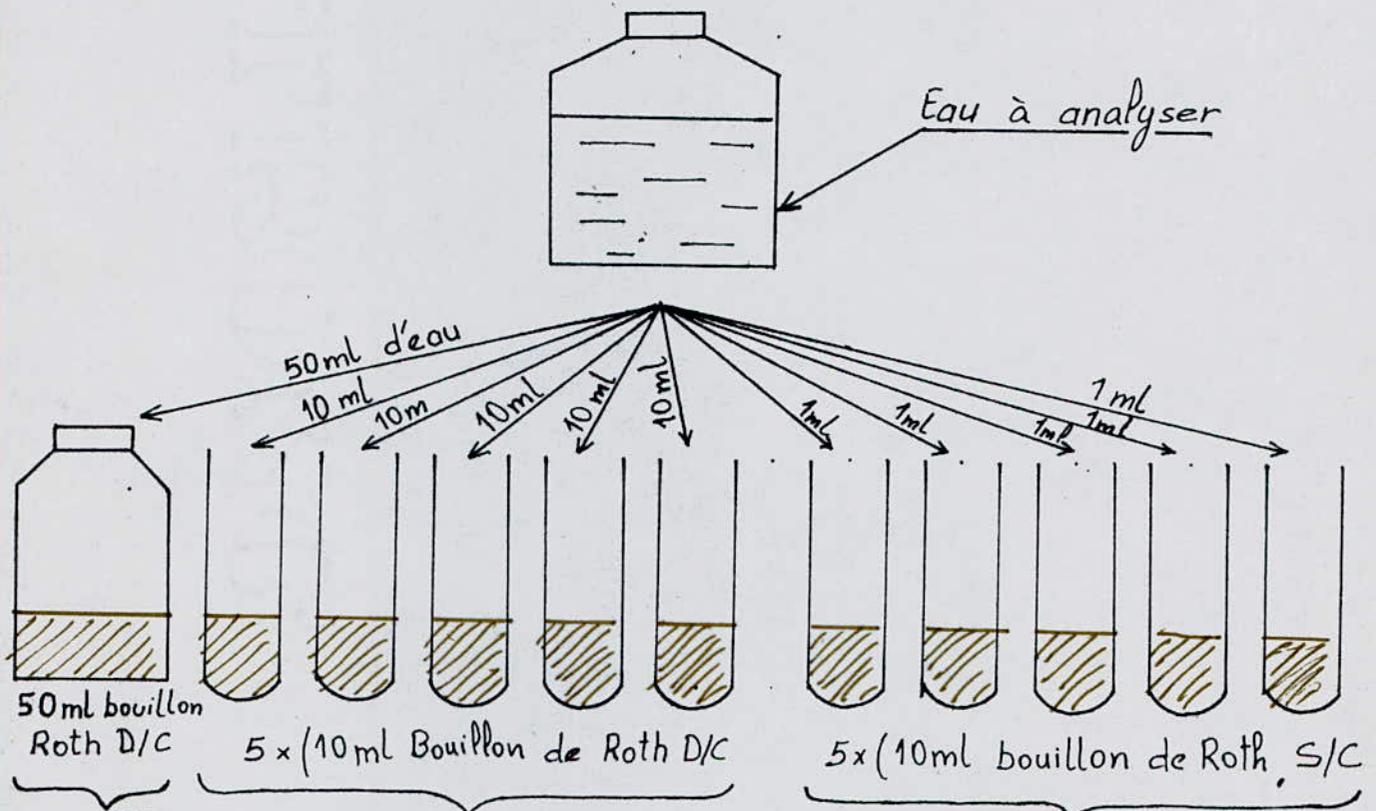
Test confirmatif :

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

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

Recherche et denombrement des Streptocoques

fecaux



Incubation 48 h à 37°C

tube positif

tube négatif

Ensemencer dans un bouillon

EVA pour confirmation

Incubation 24 h à 37°C

Si l y a culture et virage au jaune avec présence d'une pastille violette au fond du tube

présence des streptocoques

V-2-4 : Recherche et dénombrement des Clostridium sulfite-réducteurs (17)

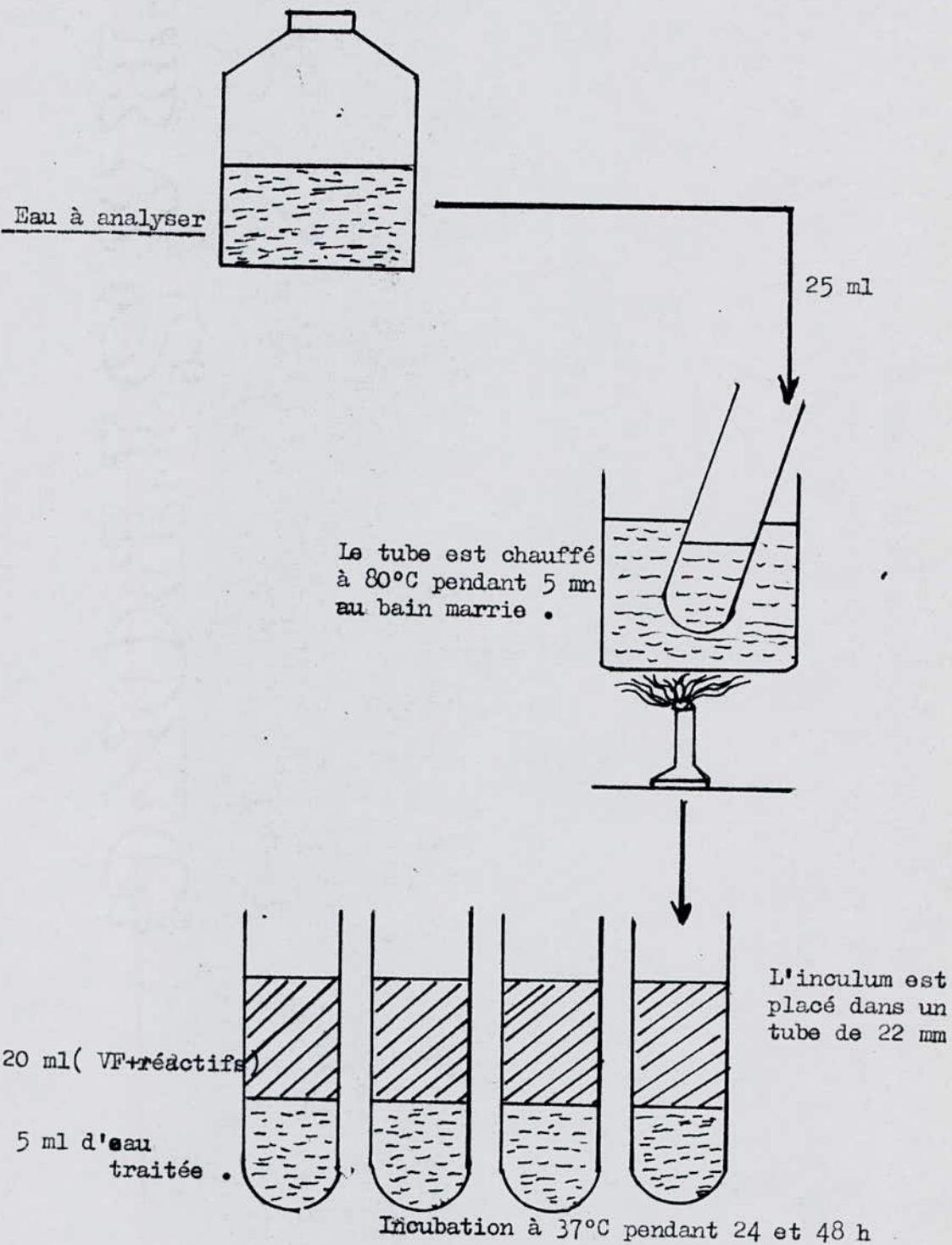
nous plaçons 20 à 25 ml d'eau à analyser dans un tube de 22 mm de diamètre au bain marie à 80°C pendant 5 minutes, nous faisons repartir 5 ml d'eau préalablement traitée . Nous cou lions dans chacun d'eux 20 ml de gelose viande fondue additionnée de réactifs (5 ml d'une solution stérile à 5 % c'est à dire une ampoule de sulfite de sodium, plus une ampoule d' alun de fer) . Nous mélangeons doucement sans incorporer d'air et nous refroidissons sous l'eau de robinet .

Nous considérons comme résultat d'une spore de bactérie anaérobie Sulfite-réductrice toute colonie noire entourée d'un halo noir après une incubation de 48 h 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 devenue impossible à la 48^{ème} heure .

nous exprimions le résultat en nombre de spores par 100 ml d'eau analysés .

Dénombrement des Clostridium Sulfito-réducteurs .



Les colonies de Clostridium Sulfito-réducteurs apparaissent entourées d'un halo noir .

V-2-5 : Recherche des germes pathogènes : (A7)

V-2-5-1 : Technique de recherche de Vibriion cholérique :

- premier enrichissement :

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

- deuxième enrichissement avec premier isolement :

Nous faisons un isolement sur gelose alcaline nutritive biliée (G N A B.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) .

- deuxième isolement :

A partir du deuxième enrichissement E.P.A.2, nous pratiquons un isolement sur G.N.A.B, (G N A B 2), à partir des colonies suspectes présentes sur les boîtes de G.N.A.B, nous aurions procédé à une rapide identification pour pouvoir communiquer un résultat presomptif puis une identification complète . Sur G.N.A.B, 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 filmde 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 16 h à 37 °C et nous aurions fait une oxydase et une

.../...

agglutination en eau physiologique et au serum polyvalent antichlorique . Pour des tubes de KIA présentant l'aspect d'un culot jaune, pente rose dans ^{les} premières heures absence d' H_2S .

- premièrement: agglutination positive au serum antibiotique polyvalent et negative en eau physiologique ; La souche du Vibriion chlorique .

Nous aurions repiqué la souche sur gélose ordinaire en tube incliné . Après une incubation de 18 h à 37 °C, nous aurions envoyé la souche au laboratoire de référence pour confirmation du diagnostic .

- deuxiement d'agglutination en eau physiologique et au serum : resultat negatif .

V-2-5-2 : Technique de recherche des Salmonella : (17)

- premier ensemencement :

Nous ensemencions séparément 2 flacons de 100 ml de bouillon sélérite double concentration (SFB1) avec 100 ml d'eau à analyser .

- deuxième et premier isolement :

Après une incubation de 18 heures 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 ensemencant 1 ml de SFB1 sur un tube de SBF simple concentration (SFB 2).

Nous incubons à 37 °C pendant 18 heures le tout .

- deuxième isolement :

A partir du tube du deuxième enrichissement (SFB 2), nous pratiquons un deuxième isolement sur deux boîtes d'Hektoen (HK 2) et nous incubons pendant 18 heures à 37° C. Sur Hektoen, les colonies auraient été de taille moyenne, lisses, colorées envers avec un centre noir.

Nous aurions fait une identification biochimique sur trois ou quatre (3 ou 4) colonies suspectes par boîte de Hektoen que nous aurions repiqué sur gélose tryple sucre fer (T S I).

Nous aurions identifié les ntérobactéries sur T S I après incubation de 18 heures à 37°C. Pour les T S I présentant un culot de glucose fermentation, nous aurions absence d' ntérobactéries. Pour les T S I présentant un culot de glucose fermentation positive, nous aurions présence d' ntérobactéries, nous aurions fait une réaction à l'oxydase qui est négative pour les

.../....

Entérobactéries.

Sur les T S I, 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.

V.-3 : Resultat et interpretation :

Les analyses bacteriologiques que nous avons effectués à raison de deux fois par semaine allant de 04/03/1989 au 27/03/1989 ont donné les resultats énumérés dans les tableaux (1,2,3,4,5 et 6).

Exemple de calcul :

On prend comme exemple le point de prélèvement de "HAKOU FERAOUN superieur ", du 04/03/1989.

Denombrement des germes totaux :

- Le nombre de colonie à dilution 1 : 52.
- Le nombre de colonie à dilution 1/10 : 63.
- Le nombre de colonie à dilution 1/100 : 52.

Pour 1 ml on aura :

$$\frac{52 + 63 (10) + 52 (100)}{3} = 1956,66 \text{ germes totaux .}$$

Soit 1956.66 germes totaux dans 100ml d'eau .

Denombrement des coliformes totaux :

- Le flacon de B.C.P.L à double concentration de 50 ml d'eau : ~~soit 4.~~
- Les cinq tubes de B.C.P.L à double concentration de 10 ml d'eau :
+ + + + - soit 4.
- Les cinq tubes de B.C.P.L à simple concentration de 1 ml d'eau :
+ + + - - soit 3.

Le nombre le plus probable (NPP) sera 143 . EN se référant à la table de MAC-GRADY nous lisons 18 coliformes totaux dans 100 ml d'eau .

Denombrement des coliformes fecaux :

Nous notons les tubes de SCHUBERT positifs.

.../...

- Le tube correspondant au flacon de 50 ml d'eau : soit 0
- Les quatre tubes correspondants aux tubes de 10 ml d'eau : + + - - soit 2
- Les trois tubes correspondants aux tubes de 1 ml d'eau : + + - soit 2

Le NPP serait égal à 022 . En se référant à la table de MAC-GRADY nous lisons 04 coliformes fécaux dans 100 ml d'eau .

Denombrement des Streptocoques fécaux :

- Les Rothe à double concentration de 50 ml d'eau : +
- Les cinq tubes de Rothe à double concentration de 10 ml d'eau :
+ + + - -
- Les cinq tubes de Rothe à simple concentration de 1 ml d'eau :
+ + + - -

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

- * Les tubes EVA correspondants au flacon de 50 ml d'eau : + soit 1
- * Les tubes EVA correspondants aux tubes de 10 ml d'eau : + + - soit 2
- * Les tubes EVA correspondants aux tubes de 1 ml d'eau : + + - soit 2

Le NPP serait égal à 122 . En se référant à la table de MC-GRADY nous lisons 10 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 : 1 colonie

Le résultat sera : $0 + 0 + 0 + 1 = 1$ colonie dans 20 ml d'eau soit
 $5 \times 1 = 5$ Clostridium sulfito-réducteurs dans 100 ml .

Denombrement des germes pathogenes :

Durant les deux dernières semaines nous avons complété nos analyses par la recherche des Salmonelles et des vibrion cholera dont nous avons constaté l'absence dans tous les échantillons prélevés .

La variation de nombre des différents germer pour le même point de prélèvement est illustrée dans le Tableau 07 .

Tableau - 1 -

Date	Germes Totaux / 100 ml	Coliformes Totaux/100 ml	Coliformes Fecaux/100 ml	Str.fecaux / 100 ml	Clostridium Sulfito-reducteurs
04/03/1989	195 617	28	04	10	05
06/03/1989	288 315	35	05	17	05
11/03/1989	330 415	54	11	08	20
13/03/1989	225 615	22	07	14	10
18/03/1989	320 153	43	12	18	10
20/03/1989	370 891	54	14	07	15
25/03/1989	216 532	24	08	08	05
27/03/1989	186 353	21	06	10	05

Point de prélèvement : " HAKOU FERAOUN superieur "

Date	Germs Totaux /100 ml	Coliformes Totaux/100 ml	Coliformes Fécaux/100 ml	Str.fécaux /100 ml	Clostridium Sulfito-rédu- -cteurs/100ml
04/03/1989	285 329	35	13	05	05
06/03/1989	259 217	43	07	11	10
11/03/1989	298 135	22	08	12	05
13/03/1989	310 515	35	17	22	10
18/03/1989	225 915	35	10	14	10
20/03/1989	271 153	17	07	05	05
25/03/1989	202 353	22	06	04	05
27/03/1989	316 192	54	28	22	10

Tableau - 2.

Point de prélèvement : "HAKOU FERAOUN inferieur"

Date	Germes Totaux	Coliformes Totaux /100 ml	Coliformes fécaux/100 ml	Str.fécaux /100 ml	Clostridium Sulfito-réduc- -teurs /100 ml
04/03/1989	211 532	35	07	11	05
06/03/1989	351 917	43	10	17	05
11/03/1989	306 525	35	11	18	15
13/03/1989	286 153	28	08	18	10
18/03/1989	325 172	54	11	13	10
20/03/1989	391 528	92	17	10	15
25/03/1989	251 234	21	10	09	05
27/03/1989	192 555	18	08	11	10

Tableau - 2 -

Point de prélèvement : " Ain El Houtta " : HAKOU FEROUN superieur .

Date	Germes Totaux /100 ml	Coliformes Totaux/100 ml	Coliformes fécaux/100 ml	Str.fécaux /100 ml	Clostridium Sulfite-réduc- -teurs/100 ml
04/03/1989	308 915	43	14	06	05
06/03/1989	315° 915	54	10	09	15
11/03/1989	321 315	22	10	14	05
13/03/1989	323 915	28	13	22	15
18/03/1989	298 617	35	09	11	10
20/03/1989	260 939	21	08	04	05
25/03/1989	224 175	18	07	05	03
227/03/1989	300 471	43	34	18	15

Tahleau - n.

Point de prélèvement : " Ain El Houtta " : conduite HAKOU FERACUN inferieur

Date	Germes Totaux /100 ml	Coliformes Totaux/100ml	Coliformes fécaux/100 ml	Str.fécaux /100 ml	Clostridium Sulfito-réduc- -teurs/100 ml
04/03/1989	215 266	35	17	08	10
06/03/1989	326 662	54	10	14	10
11/03/1989	378 915	28	09	17	05
13/03/1989	303 404	28	11	18	05
18/03/1989	337 892	43	10	11	10
20/03/1989	316 353	54	14	10	15
25/03/1989	288 954	18	10	09	05
27/03/1989	329 571	28	24	14	05

Tableau 5

- 62 -

Point de prélèvement : Ain El Houtta " : point de jonction (mélange)

Date	GermeS Totaux /100 ml	Coliformes Totaux/100ml	Coliformes fécaux /100 ml	Str.fécaux /100 ml	Clostridium Sulfito-réduc- -teurs/100 ml
04/03/1989	110 323	35	17	10	05
06/03/1989	057 892	14	07	09	00
11/03/1989	115 213	28	09	21	05
13/03/1989	023 526	14	03	07	00
18/03/1989	022 345	13	04	07	05
20/03/1989	143 654	28	13	07	05
25/03/1989	022 772	05	02	03	00
27/03/1989	023 156	04	02	03	00

Tachéou - G-

Point de prélèvement : " Centre Médical BENI ALI " .

Points de prélèvement Germes /100 ml	" H.F sup "	" H.F inf "	" Ain El Houtta H.F sup "	" Ain El houtta H.F inf "	"Ain El Houtta " mélange	" Centre Medical BENI ALI "
Germes Totaux	186 353 à 370 891	202 353 à 316 192	211 532 à 391 528	260 939 à 324 175	215 266 à 378 915	022 345 à 115 213
Coliformes Totaux	21 à 54	17 à 43	18 à 92	18 à 54	18 à 54	04 à 35
Coliformes fécaux	07 à 18	06 à 28	07 à 17	07 à 34	10 à 24	02 à 17
Str.fécaux	07 à 18	04 à 22	09 à 18	04 à 22	08 à 18	03 à 11
Clostridium Sulfito- réducteurs	05 à 20	05 à 10	05 à 15	05 à 15	05 à 15	00 à 05

avec :- H.F sup: HAKOU FERAOUN superieur .
- H.F INF : HAKOU FERAOUN inferieur .

Tableau 07 : variation du nombre de germes pour chaque point de prélèvement .

On remarque que :

- L'eau est contaminée dès le départ c'est à dire en amont de l'Oued au lieu dit "HAKOU FERAOUN superieur" , cela est dû probablement aux eaux usées deversées dans le cours d'eau par les habitations depourvues de reseaux d'assainissement se trouvant au piedmont de Djebel Feraoun , en plus de l'apport de la pollution engendrée par la presence des animaux sauvages et des bovins que nous avons remarqué sur les lieux dont les excrements souillent l'eau .
- La pollution fecale augmente en descendant l'Oued d'un point à un autre et cela est dû probablement , en plus de la presence des animaux , aux nombreuses fuites constatées sur tout le long du reseau reliant les differents captages .

Exemple : Si on prend la date du prelevement du 04/03/1989 on remarque que pour les points de prelevement suivants :

* " HAKOU FERAOUN inferieur " : - nombre de germes totaux = 285 329

- nombre de coliformes totaux = 35

* " Ain El Houtta " conduite HAKOU FERAOUN inferieur :

- nombre des germes totaux = 308 915

- nombre descoliformes totaux = 43

- Le nombre de germe fluctue pour le même point de prelevement et cela est dû probablement au phenomène de dilution (precipitation , fente de neige , taux d'eaux usées deversées d'un jour à un autre ...) .

Exemple : En prenant le point de prelevement de "HAKOU FERAOUN" on constate :

* Le 04/03/1989 : - nombre de germes totaux = 285 329

- nombre de coliformes totaux = 35

.../...

* Le 06/03/1989 : - nombre de germes totaux = 259 217

- nombre de coliformes totaux = 43

* Le 11/03/1989 : - nombre de germes totaux = 298 135

- nombre de coliformes totaux = 22

- Pour le dernier point c'est à dire au centre medical de BENI ALI , nous constatons que le nombre de germes diminue avec la presence de chlore , et augmente avec l'absence de ce dernier . Toute fois , elle reste toujours au delà des normes .

En conclusion , on peut dire que l'eau est de mauvaise qualité bacteriologique ce qui exige un moyen de correction .

C H A P I T R E VI

PLAN D' ASSAINISSEMENT

VI - 1 : Directives générales : (11)

Tout eau de qualité douteuse doit faire objet d'une surveillance accrue.

Cette surveillance attentive et constante doit s'appuyer sur un programme permanent et systématique, d'enquêtes mis en oeuvre, il comprend plusieurs étapes :

- Périodicité des inspections sanitaires et des échantillons d'eau (essais bactériologique, détermination du clore résiduel, ...);

- Identification des sources de pollutions éventuel;

- Examen du bon fonctionnement des installations mis en places.

Obeissant à l'adage qui dit que " prévenir vaut mieux que Guérir ", et à fin quelle soit la plus efficace possible la protection de l'eau doit s'opérer le plus en amont possible c'est à dire au niveau du captage.

VI - 2 : Les captages et leur protection : (11)

Après avoir localiser le ou les points d'eau à capter pour l'alimentation de l'agglomération en eau potable, on dirige cette eau par des tranchées ou des tuyaux de drainage convenablement disposés vers des réservoirs de stockage.

Dans la mesure du possible il faut que les prises d'eau soient établies en amont des régions habitées. Par mesure de précaution, on établit toujours au voisinage du captage ou aux endroits susceptibles d'amener des pollutions, des zones ou des périmètres de protection.

a)- Périmètre de protection immédiat : Ce périmètre qui est destiné à protéger le captage, est limité en général par une cloture de fil de fer. La zone ainsi délimitée doit rester inculte. Il est en outre interdit d'y déposer des engrais, d'élever du bétail, de creuser des puits ou de procéder à des constructions.

Les dimensions du périmètre variant suivant la nature du point d'eau. Pour une source il faut envisager une zone de 10 à 25 m de rayons; pour un puit, une circonférence de 25 m et en fin, pour une galerie drainante, une zone latérale de 10 à 200 m de chaque côté .

b) .- Périmètre général de protection : ce type de périmètre est destiné à protéger tout ou partie du bassin d'alimentation . Le plus souvent ceci se limite à des points particuliers tels que les gouffres des pays calcaire, les anciennes carrières ou des galeries de mines .

VI -3 : Traitement d'une eau de surface :

Sachant que, en règle générale, les eaux de surface risquent assez facilement d'être contaminées, elles sont souvent traitées et désinfectées avant leur distribution aux consommateurs; on utilise couramment la filtration lente sur sable .

VI -3-1 : Filtration lente sur sable et les principes généraux régissant

la construction d'un filtre : (12)

Pour une eau de mauvaise qualité bactériologique est pour un mode d'approvisionnement par gravité, la filtration lente sur sable est la plus appropriée comme mode de traitement pour les approvisionnements d'eau en milieu rural .

Elle constitue une méthode commode et peu coûteuse et réduit la flore bactérienne de 80 à 95% suivant son abondance initiale, ainsi que la turbidité. Lors du traitement par filtration lente sur sable, les particules colloïdales sont arrêtées tandis que les matières organiques subissent une dégradation .

Les éléments essentiels d'un filtre à sable lent sont :

VI - 3- 1- 1 : Réservoir d'eau surnageante :

Le réservoir qui est formé d'une extension verticale (au-dessus de la surface du lit de sable), de parois latérales du bassin filtrant joue un double rôle :

- Il assure à l'eau brute une période d'attente de quelques heures pendant laquelle se produisent une sédimentation, une agglomération et une oxydation des particules en suspension.

- Il fournit une charge d'eau suffisante pour vaincre la résistance hydraulique du lit filtrant et provoquer l'écoulement par gravité de l'eau à travers le filtre.

Dans la pratique, on choisit généralement une charge de 1,0 - 1,5 m exceptionnellement de 2,0 m, mais rarement plus.

Les parois doivent s'élever d'environ 20 - 30 cm au dessus du niveau de l'eau dans le réservoir .

VI - 3- 1- 2 : Lit filtrant :

En principe, le milieu à travers lequel passe l'eau est un sable spécialement choisi, mais à défaut de sable convenable on s'est déjà servi d'autres substances granuleuses : corail broyé, écorces de riz brûlées

Un certain degré d'uniformité est toutefois souhaitable.

On choisit généralement un sable à coefficient d'uniformité compris entre 2 et 3 . Les milieux filtrants doivent être composés de grains durs et durables, de préférence arrondis, de diamètre effectif compris entre 0,15 et 0,35 mm .

Le gravier supportant le lit filtrant est fait de quelques couches à grains fins au sommet, et à gros grains à la base.

Le diamètre efficace des grains de la couche de gravier inférieur doit être au moins le double de celui des ouvertures d'entrée dans le collecteur de drainage. (le sable de chacune des couches successives doit être gabarité de telle façon que le diamètre effectif de ses particules les plus menues (d_{10}) ne soit pas inférieur au quart de celui des grains les plus petits de la couche immédiatement sous-jacente).

La couche de gravier supérieur doit être choisie avec un diamètre de grains d_{10} égal à plus de quatre fois le d_{15} du sable de filtration le plus fins provenant de dépôts naturels, dans la taille des grains dépend du point d'extraction. Le gravier des filtres à sable lents doit être conforme à des normes analogues à celles qui sont applicables au milieu filtrant. Les pierres doivent être dures, de préférence arrondies, de masse volumique égale ou supérieure à 2,5.

Pour une vitesse de filtration de 0,5 m/ heure utilisée généralement en filtration lente, les couches de gravier ont les caractéristiques suivantes :

- Première couche (couche supérieure) :

épaisseur : $e = 6$ cm, gravier de 0,7 à 1,4 mm de diamètre.

- Deuxième couche : $e = 6$ cm, gravier de 6 à 12 mm de diamètre.

- Troisième couche : $e = 6$ cm, gravier de 6 à 12 mm de diamètre.

- Quatrième couche (couche inférieure) :

$e = 12$ cm, gravier de 18 à 36 mm de diamètre.

Le fond du filtre , en briques ou en dalles de béton, a généralement une hauteur de 16 cm.

En général, il convient de tenir compte de trois (03) considérations :

- Juste en surface de la peau filtrante doit se former une zone dans laquelle abondent les bactéries. Son épaisseur est généralement de 0,3 à 0,4 m;
- A plus grande profondeur on trouve la " zone d'oxydation minérale ". son épaisseur peut aller de 0,4 à 0,5 m;

- Enfin le 3^{ème} point concerne le nettoyage du filtre par raclage et qui correspond à l'enlèvement de la couche de sable superficielle sur une épaisseur de 1 à 2 cm. Annuellement et pour un nettoyage bimensuel, l'épaisseur du lit filtrant diminuera de quelques 10 cm ; par conséquent, en prévoyant une épaisseur supplémentaire de 0,5 on pourra exploiter le filtre pendant 5 ans sans avoir à recharger le matériau filtrant.

En conclusion il faut prévoir pour le lit filtrant une épaisseur totale initiale de 1,2 à 1,4 m . On peut prévoir à proximité du fond du lit filtrant une couche d'environ 0,1 m de charbon actif qui peut ainsi adsorber toutes les dernières traces de substances génératrices d'odeur qui ont résisté au processus de filtration, ainsi qu'une couche de coquillage broyés pour corriger le pH d'une eau naturellement agressive.

VI - 3- 1- 3 : Système de drainage par la base (plancher collecteur) :

Ce système de drainage supporte le milieu filtrant et assure un débouché sans obstacle à l'eau traité qui s'écoule par le fond du filtre.

Entre le collecteur de drainage proprement dit et le lit filtrant lui même, doivent être disposées des couches de gravier, ces couches permettent d'une part d'éviter un colmatage des canalisations de drainage par les particules du milieu filtrant qui y pénètrent, et d'autre part d'assurer un soutirage uniforme de l'eau filtrée quand le nombre de drains est restreint.

VI - 3-1-4 : Bassin filtrant :

La plupart des bassins filtrants sont construits à parois verticales ou quasi verticales, assez hautes pour recevoir les divers éléments qui viennent d'être décrits.

D'après ce qui vient d'être cité précédemment, la hauteur du bassin filtrant se composera donc de la somme des hauteurs suivantes :

- Franc-bord au dessus du niveau de l'eau surnageante :	0,25 m
- Eau surnageante :	1,25 m
- Milieu filtrant (1ère mise en service) :	1,25 m
- Quatre couches de gravier support :	0,30 m
- Fond de filtre, en briques :	0,16 m

Total : 3,21 m

Les matériaux de construction les plus couramment utilisés sont :

le béton pour le fond; le béton (massif ou armé), la pierre ou la brique pour les parois. Ces derniers doivent être étanche, non seulement pour éviter les pertes d'eau en cours de traitement, mais aussi pour éviter une éventuelle contamination de l'effluent traité.

VI - 3- 1- 5 : Commande des filtres :

Afin d'être sûr que les filtres fonctionneront conformément aux caractéristiques calculées et décrites précédemment, il importe que les canalisations, les vannes et les autres commandes qui servent à régulariser l'écoulement soient toutes prévues et calculées avec le même soins.

.../...

Fondamentalement, il est indispensable de disposer de moyens qui permettent :

- d'admettre l'eau brute dans le réservoir d'eau surnageante;
- d'évacuer l'écume et les autres flottantes à la surface de l'eau surnageante;
- de vidanger l'eau surnageante avant le nettoyage du filtre;
- d'abaisser le niveau de l'eau dans le lit filtrant;
- de régler la vitesse de filtration pour l'ajuster à mesure que croît la résistance du lit au cours d'une période de fonctionnement entre deux nettoyages;
- de faire de sorte que la pression ne puisse pas changer de sens à l'intérieur du lit en installons par exemple un déversoir;
- de conduire l'effluent du filtre jusqu'au réservoir d'eau filtrée;
- de rejeter l'eau filtrée à l'égout ou de la diriger sur la canalisation d'alimentation d'un autre filtre pendant la maturation;
- de remplir d'eau traitée (provenant d'autre filtre) injectée à contre courant, le lit de sable après qu'il a été nettoyé.

VI - 3- 1- 6 : Couverture des filtres :

La couverture des filtres peut s'imposer pour l'une ou plusieurs des raisons suivantes :

- éviter la dégradation de la qualité de l'effluent quand il fait froid, c'est à dire moins de 6°C pendant plusieurs mois dans l'année ou moins de 2°C pendant un mois au moins dans l'année;
- lutter contre la croissance d'algues dans l'eau surnageante en maintenant celle-ci dans l'obscurité;

- éviter la dégradation de la qualité de l'eau brute par des contaminants aéroportés et des fientes d'oiseaux.

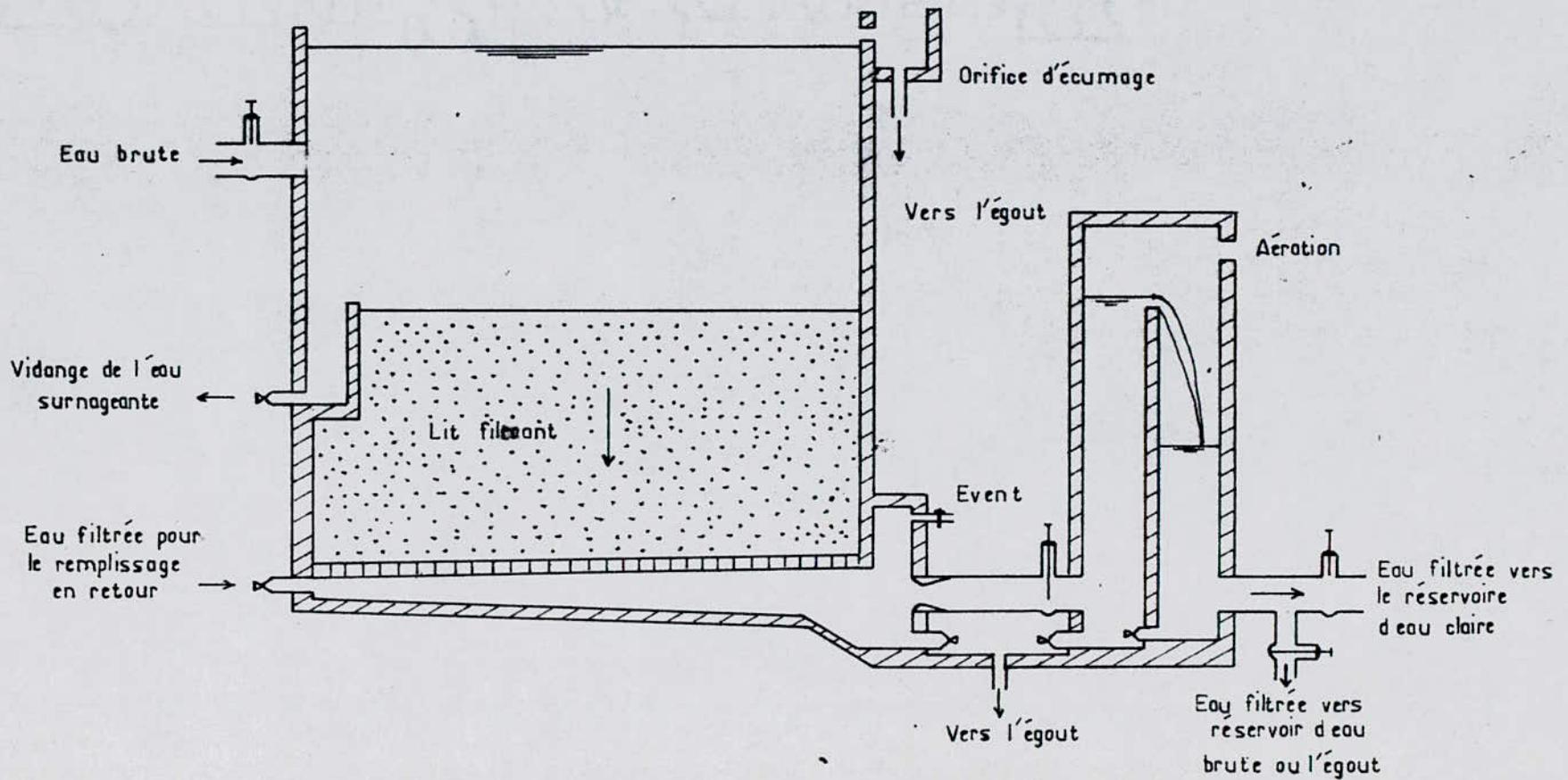


Fig. 5: Schéma d'un filtre lent, avec ses vannes de commande

VI - 3- 2 : La désinfection : (19)

Du point de vue bactériologique, la désinfection des eaux, n'a pour but de détruire tous les organismes vivants dans l'eau mais plus ^{tôt} de garantir l'absence de tous germes infectieux et de mettre hors risque de contamination un point d'eau ou un système de distribution ayant subi une pollution. Dans la pratique et pour le cas des eaux potables, l'habitude a été prise de parler de stérilisation alors qu'il s'agit en réalité d'une désinfection, ce dernier terme est plus volontiers utilisé lorsqu'il s'agit des eaux usées.

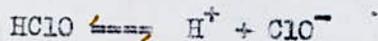
Quand une eau est de qualité bactériologique insuffisante on peut la désinfecter ou la corriger par l'un des procédés suivants :

VI - 3- 2- 1 : Procédé au chlore gazeux : (19)

En milieu aqueux, le chlore donne de l'acide hypochloreux non dissocié, suivant la réaction :



L'acide hypochloreux HClO formé s'ionise en donnant l'ion hypochloreux selon la réaction suivante :



Le chlore agirait sur les bactéries par empoisonnement enzymatique de leurs centres vitaux selon un processus relativement lent du fait des délais nécessaires à sa diffusion dans le cytoplasme.

VI - 3- 2- 2 : Procédé au bioxyde de chlore : (19)

Le bioxyde de chlore associé à deux grandes possibilités décolorantes et désodeurisantes a un pouvoir oxydant élevé qui facilite la destruction des matières organiques. Le pH du milieu est important car l'action bactéricide du bioxyde de chlore diminue avec l'acidité du milieu.

On peut déterminer expérimentalement la quantité de chlore nécessaire " demande en chlore " et la concentration en chlore résiduel par la méthode dite au " break point ".

Nous présentons en figure 6 , la courbe qui nous permet de suivre l'évolution des différentes formes de chlore dans l'eau.

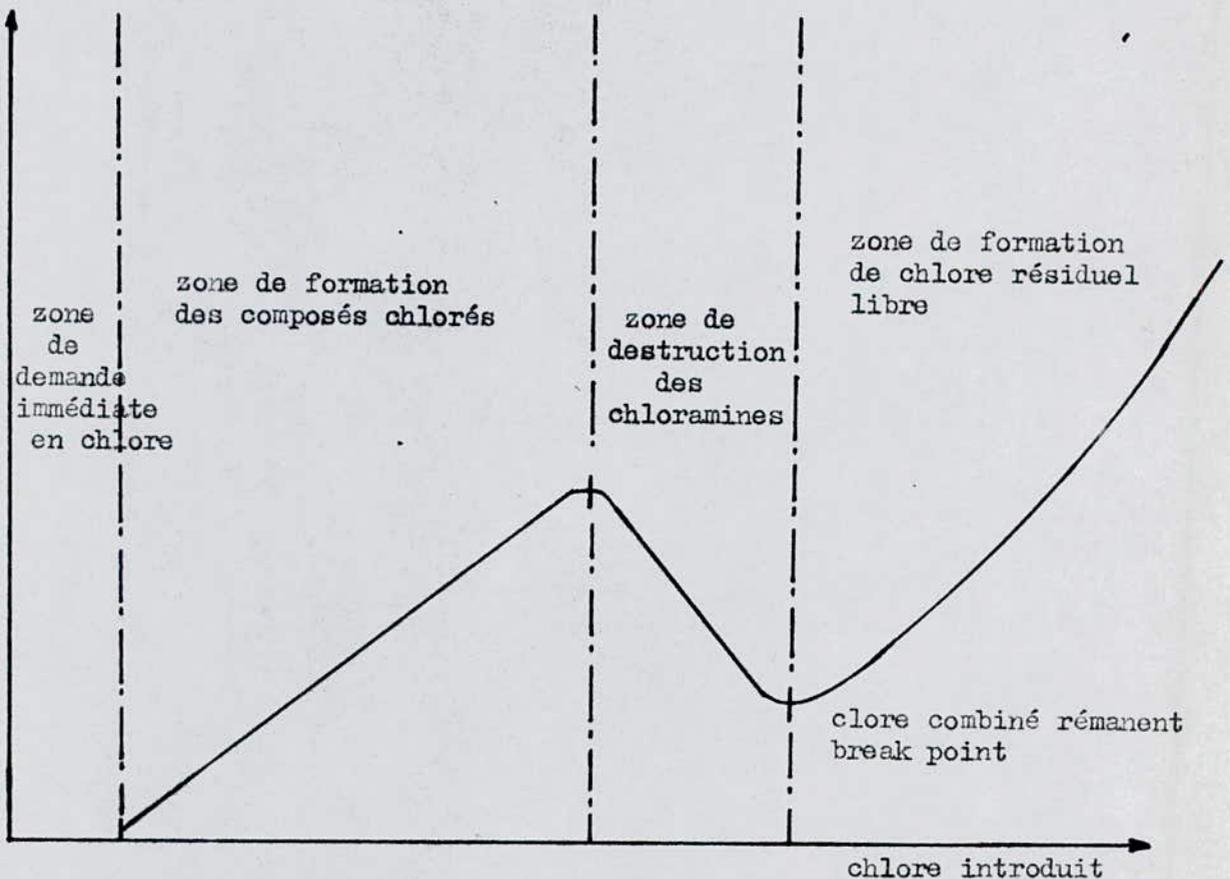


Fig : 6 Evolution du chlore et de ses composés au cours du traitement

VI - 3- 2- 3 : Procédé à l'ozone : (19)

L'ozone, de forme moléculaire O_3 , est une forme allotropique de l'oxygène; très instable, il se décompose rapidement en oxygène :



Son action catalytique sur l'oxydation par l'oxygène dissous est à l'origine des pouvoirs bactéricide et virulicide de l'ozone.

VI - 3- 2- 4 : Procédé au permanganate de potassium : (9)

Ce sel est un oxydant énergique; une durée de contact de 40 mn oxyde les matières organiques et détruit les toxines microbiennes et les germes.

VI - 3- 2- 5 : Procédé à l'ultraviolet (U.V.) : (9)

Tout comme les composés chimiques cités plus haut; les rayons UV exercent une action destructive sur les microbes. Cette propriété étant en particulier mise à profit dans les salles d'opérations chirurgicales, il est aussi confirmé que l'action des rayons UV diminue les épidémies en période d'été ensoleillé.

VI - 4 : Application aux eaux de BLIDA :

Vue que notre eau étudiée présente une mauvaise qualité bactériologique, et acheminée par gravité au réservoir de stockage, on a pour la filtration lente sur sable comme mode de traitement.

VI - 4- 1 : Essais de filtration lente sur sable :

Ces essais ont été effectués comme suit : on a pris 2 colonnes en verre de 1 m de hauteur chacune et de diamètre 8cm. On les a remplies jusqu'à hauteur de 60 cm chacune de sable préalablement lavé, de diamètre effectif de 0,30mm pour l'une et 0,45 mm pour l'autre.

Le dispositif fut placé au niveau du captage de " AIN EL HOUTTA " tout en prenant soins de maintenir le débit constant (0,64ml/s) à l'aide d'un robinet (voir figure).

On a laissé évacuer cette eau pendant 4 jours afin de permettre la formation de la couche bactérienne épuratrice qui se forme sur la partie supérieure du filtre sur une épaisseur de 1 à 2 cm. Il est à signaler que nous avons laissé une hauteur d'eau d'environ 10 cm afin de ne pas assécher la partie supérieure du filtre.

Les analyses ont été opérées au 5, 7, 9, 15 et 30^{ème} jour. des échantillons ont été pris avant et après passage de l'eau dans le filtre.

Les résultats sont illustrés dans le tableau N° 8 et 9.

Temps en jours	GermeS totaux /100 ml		Coliformes Totaux/100ml		Coliformes fécaux /100ml		Str.fécaux /100 ml		Clostridium Sulfito-réducteurs /100 ml	
	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après
05	285315	208696	28	11	13	09	11	07	05	00
07	320636	30563	34	21	17	11	13	09	10	00
09	285257	190536	54	34	28	17	21	14	15	10
15	250966	180732	43	28	21	14	17	13	05	00
30	320235	250156	34	21	17	13	11	09	15	10

Tableau 8 : Essai de filtration lente sur sable :

sable de diamètre effectif = 0,45 mm .

Temps en jours	GermeS Totaux		Coliformes Totaux/100ml		Coliformes fécaux/100 ml		Str. fécaux /100 ml		Clostridium Sulfito-reducteurs /100 ml	
	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après
05	245631	143521	35	17	22	11	17	09	10	00
07	315166	220571	43	22	14	09	14	08	05	00
09	259236	170917	34	21	11	07	11	08	10	00
15	289176	208150	54	34	10	06	17	12	15	05
30	280916	220315	28	22	09	07	13	10	10	05

Tableau 9 : "Essai de filtration lente sur sable

sable de diamètre effectif = 0,30 mm .

On constate que pour le premier essai, c'est à dire colonne remplie de sable de 0,30 mm de diamètre effectif, le taux d'abaissement de la pollution fecale est de l'ordre de 45% pour les trois premiers prelevements (5^{ème}, 7^{ème} et 9^{ème} jour), et ce taux diminue pour les deux derniers prelevements (après 15 et 30 jours), cela est dû probablement pour le colmatage du filtre .

Pour le deuxième essai, c'est à dire colonne remplie de sable de 0,45 mm de diamètre effectif, le taux d'abaissement de la pollution fecale est de l'ordre de 30% pour les trois premiers prelevements (après 5, 7 et 9 jours), et ce taux diminue, mais lentement pour les deux derniers prelevements (après 15 et 30 jours) .

De ces deux resultats on peut dire que le filtre lent à sable fin est plus efficace qu'un lent à sable plus gros, mais il se colmate plus rapidement .

En general on opte pour un sable de diamètre effectif allant de 0,15 à 0,35 mm .

VI -4-2 : Dimensionnement du filtre lent à sable :

La surface du filtre est fonction de la quantité d'eau nécessaire quotidiennement aux habitants s'approvisionnant des eaux de " Oued Blatt".

Nous ferons nos calculs de telle façon que l'ouvrage soit fonctionnel dans les 20 ans à venir au moins . Si on note P_0 la population actuelle qui est de 10 000 habitants ; et si on prend comme taux d'accroissement démographique, le taux d'accroissement national qui est de 3,2% ($i=3,2\%$), la population future P_n de la région serait $P_n = P_0(1+i)^n$ avec $n =$ nombre d'années = 20 ans, d'où $P_n = 18000$ habitants .

La dotation journalière en eau pour chaque habitant est de 60 l/j.hab ce qui donnera pour l'ensemble des habitants, une dotation $Q = 45 \text{ m}^3 / \text{h}$

La vitesse de filtration est de 12 m/j, $= V$, la surface du filtre sera alors donnée par $S = \frac{Q}{V}$ d'où $S = \frac{45 \text{ m}^3 / \text{h}}{0,5 \text{ m} / \text{h}} = 90 \text{ m}^2$

Le nombre de filtre q nécessaire peut être donné par la relation (12) suivante : $q = \frac{1}{4} \sqrt{Q}$, Q est exprimé en m^3 / h . $q = 1,67$

L'ouvrage pourra être construit en aval à 50 m avant le réservoir de stockage avec 10 m de longueur et 9 m de largeur .

On a opté pour un filtre, pour des raisons économiques et pratiques .

VI-4-3 : Dosage du chlore libre résiduel :

Durant la période des analyses bactériologiques des eaux de Oued El Blatt, on a pu doser, pour chaque prélèvement effectué au centre médical de BENI ALI, le taux de chlore libre résiduel à l'aide d'un comparateur. Les résultats sont mentionnés sur le tableau ^{no} :

Chlore libre résiduel mg/ l	00	0,2	00	0,5	0,8	00	0,7
Date	04/03/89	06/03/89	11/03/89	13/03/89	18/03/89	20/03/89	25/03/89

Tableau ^{no} : Dosage du chlore libre résiduel
Centre Médical BENI ALI

On constate que pour les dates du : 04/03/89 , 11/03/89 , 20/03/89 et 27/03/89 le taux de chlore libre résiduel était nul et le nombre de germes était élevé (voir le Tableau 6). alors que pour les autres journées il y avait une certaine diminution des germes . Toutefois pour des doses de chlore libre résiduel supérieur à 0,5 mg / l, on a constaté que l'eau avait un goût désagréable; Alors qu'une dose de 0,3 à 0,5 mg/l est à souhaiter .

VII-5 : Conclusion et recommandations :

Les résultats des contrôles microbiologiques effectués tout le long de notre étude reflètent une contamination fécale certaine . Il est impératif d'installer une commission d'urgence chargée en 1^{er} lieu de :

- intensifier les contrôles bactériologiques surtout en période de grandes chaleurs pour parer à toute épidémie éventuelle ;

-établir des périmètres de protection aux alentours des points de captage ;

-interdire toute forme de pâturage aux alentours des captages ;

-refaire les conduites d'adduction des eaux de "Oued Blatt", en les enterrant sous une profondeur d'au moins 0,5m afin d'éviter toute fuite engendrées par les chûtes de pierres fréquentes dans cette région ;

-installer un système de chloration après le réservoir de stockage

par pompe doseuse afin de prévenir tout excès ou défaut de chlore ;

et en 2^{ème} lieu de doter les habitations se trouvant en amont de l'Oued d'un réseau d'assainissement ; pour ce point nous suggérons qu'il soit confié sous forme de projet de fin d'étude ; et enfin d'installer un système de filtration lente sur sable au lieu et de dimensionnements indiqués précédemment afin de prévenir toute forme de pollution fécale .

- I -- Table de N P P.
- II -- Interprétation de la recherche des germes fécaux. Qualités bactériologiques de l'eau.
- III -- Détermination du diamètre effectif.
- IV -- Dosage du chlore libre résiduel.

I. Nombre le plus probable (10)

et intervalle de confiance pour un système de

1 fraction de 50 ml, 5 fractions de 10 ml et 5 fractions de 1 ml

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P. dans 100 ml	Limites de confiance à 95%	
1 tube de 50ml	5 tubes de 10ml	5 tubes de 1ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	1	0,5	4
0	0	2	2	0,5	6
0	1	0	1	0,5	4
0	1	1	2	0,5	6
0	1	2	3	0,5	8
0	2	0	2	0,5	6
0	2	1	3	0,5	8
0	2	2	4	0,5	11
0	3	0	3	0,5	8
0	3	1	5	0,5	13
0	4	0	5	0,5	13
1	0	0	1	0,5	4
1	0	1	3	0,5	8
1	0	2	4	0,5	11
1	0	3	6	0,5	15
1	1	0	3	0,5	8
1	1	1	5	0,5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	0,5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	69
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	101
1	4	5	43	15	117
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	101
1	5	2	54	18	138
1	5	3	92		
1	5	4	161		

II : Interprétation de la recherche des germes fécaux .Qualité bacteriologique

de l'eau : (43)

Coliformes Totaux	Coliformes fécaux	Str.fécaux	Conclusion
-	-	-	Eau de bonne qualité bacterio- logique : potable
+	+	+	Eau de mauvaise qualité bacteriologique : non potable
+	+	-	Eau de mauvaise qualité bacteriologique : non potable
+	-	+	Eau de mauvaise qualité bacteriologique : non potable
+	-	+	Eau de qualité bacteriologique suspecte : consommation déconseillée

La présence des Clostridium Sulfito-reducteurs dans l'eau associée à celle des coliformes fécaux (E.coli) ou des Str.fécaux (ou des deux à la fois) confirme la non potabilité de l'eau .

II : Interprétation de la recherche des germes fécaux .Qualité bacteriologique

de l'eau : (43)

Coliformes Totaux	Coliformes fécaux	Str.fécaux	Conclusion
-	-	-	Eau de bonne qualité bacterio- logique : potable
+	+	+	Eau de mauvaise qualité bacteriologique : non potable
+	+	-	Eau de mauvaise qualité bacteriologique : non potable
+	-	+	Eau de mauvese qualité bacteriologique : non potable
+	-	+	Eau de qualité bactabiologique suspecte : consommation déconseillée

La présence des Clostridium Sulfito-reducteurs dans l'eau associée à celle des coliformes fécaux (E.coli) ou des Str.fécaux (ou des deux à la fois) confirme la non potabilité de l'eau .

III: Détermination du diamètre effectif : (12)

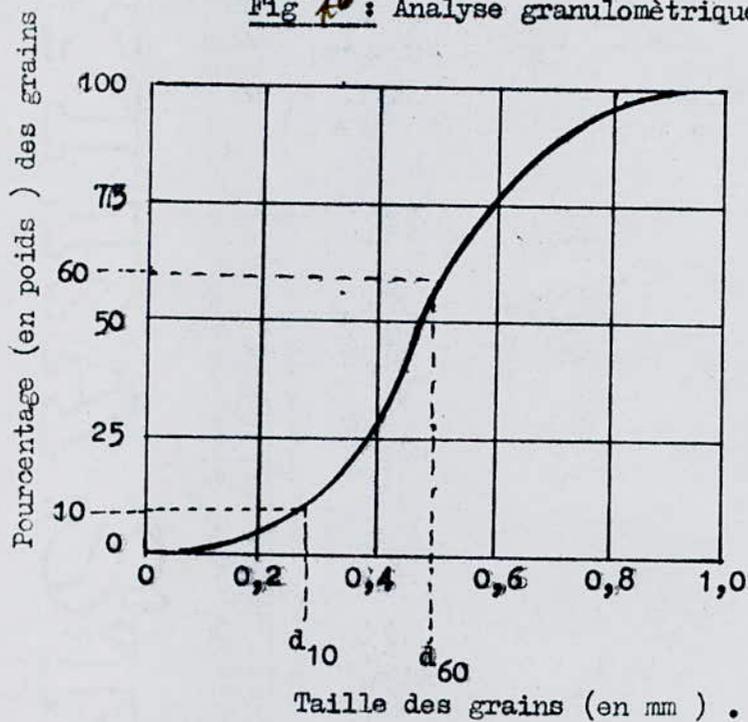
Le diamètre effectif des particules d'un sable est défini comme suit :

$$d_{\text{eff}} = \frac{d_{10}}{d_{60}}$$

tel que :

- d_{10} : la taille des mailles laissant passé 10 % de la masse globale du sable lors d'un tamisage .
- d_{60} : la taille des mailles laissant passé 60 % de la masse globale du sable lors d'un tamisage .

Fig 70 : Analyse granulométrique .



IV - Dosage du chlore libre résiduel : (18)

Les comparateurs du commerce sont essentiellement de deux types : 1) le type à disque formé d'un disque rotatif portant de petites rondelles de verre coloré, et 2) le type à lame contenant des étalons liquides renfermés dans les ampoules en verre. Mais, dans les deux cas, les éléments sont les mêmes : une boîte munie d'un oculaire frontal et renfermant deux cellules disposées de façon qu'elles soient simultanément dans le champ de l'oculaire.

L'une des cellules, contenant un échantillon d'eau sans réactif, est disposé dans l'alignement avec les rondelles de verre coloré placées sur la roue ou avec les ampoules contenant les étalons. L'échantillon d'eau renfermant le réactif est placé dans l'autre cellule. En présence de chlore libre, une coloration apparaît. La concentration du chlore est estimée d'après la position qui correspond à la concordance des couleurs dans les deux cuves, observées à travers l'oculaire. La couleur de chaque élément du disque ou de chaque ampoule correspond à une certaine concentration de chlore; il faut utiliser des disques ou des ampoules d'étalonnage différent selon le réactif employé. (Fig) .

Cependant on peut se servir de deux réactifs, la diéthyl-N,N paraphénylène diamine (DPD) et l'orthotolidine (OT); le second à l'inconvénient d'être cancérologène .

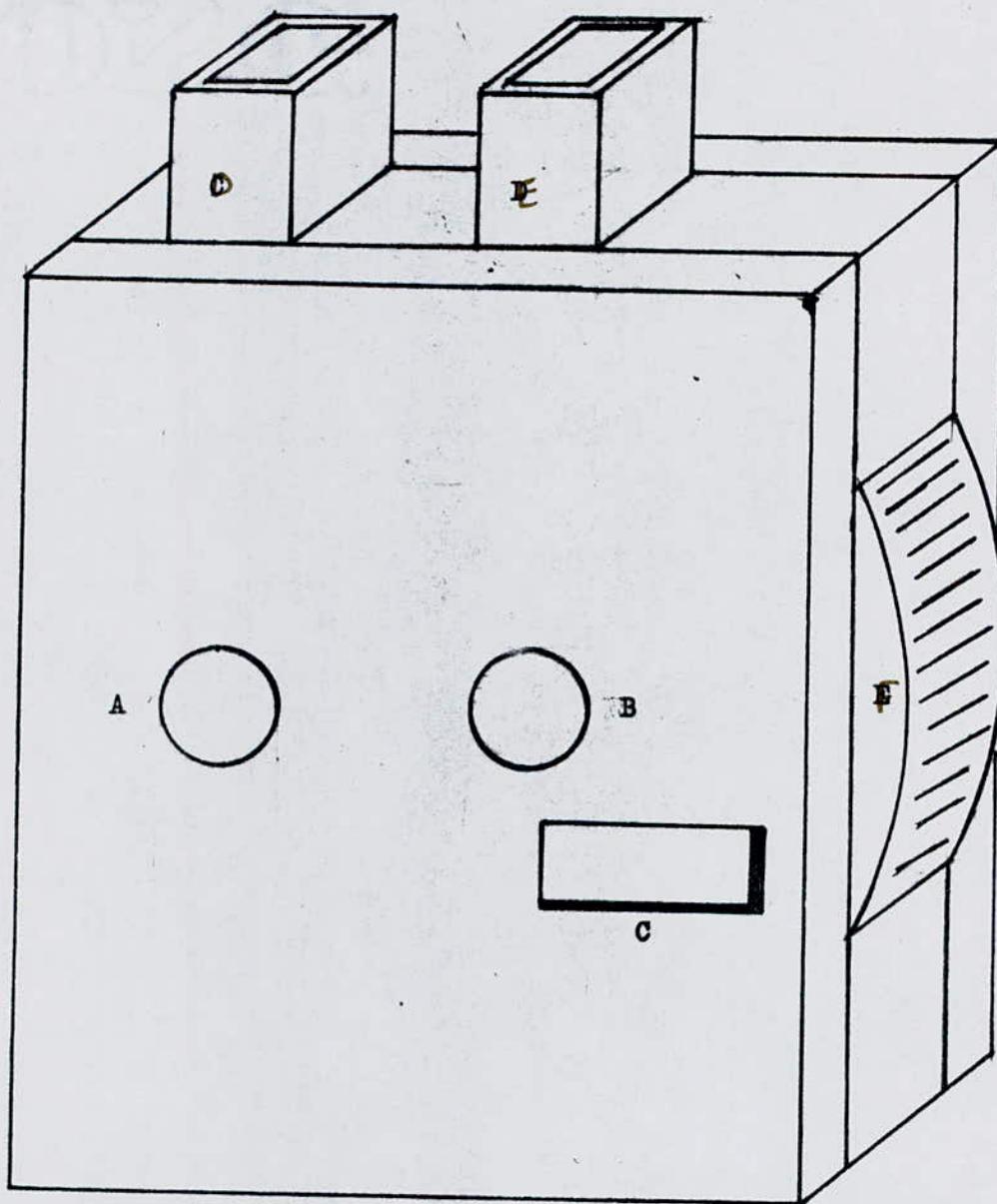


Fig 8 : comparateur visuel

- avec :
- A - rondelle en verre
 - B - " " " "
 - C - lecture de la valeur
du chlore libre en mg/l
 - D - cuve contenant l'eau à
analyser
 - E - cuve contenant l'étalon
 - F - disque rotatif

-ooOoo- B I B L I O G R A P H I E -ooOoo-

- 1 : BADRI L., MAROUENE L. - Revue pharmacie du Magreb - C H U de Sfax
Tunisie, N° 7 de Mai 1984.
- 2 : BARON D., - Contrôle microbiologique des eaux destinées à l'alimentation
humaine - publication I U T. RENNES - Chimie.
- 3 : BOURAS . - Etude microbiologique des eaux de "Oued Abrâr" en vue d'établir
un plan d'assainissement - Thèse d'I N G janvier 1988.
- 4 : CATSARAS M. - Cours International de microbiologie des denrées alimentaires -
publication : Institut Pasteur de Lille, CERBA 1980.
- 5 : CHEVAL A. - La désinfection des eaux de consommation - Institut Pasteur d'Alger.
- 6 : DEVOUCAUX J., BOUSQUET G. - Conservation des échantillons -
T S M : 5/81 Page 289.
- 7 : DOPTER J., SACQUEPPE G. - Bactériologie - Edition : MASSON, 4ème Ed.
- 8 : EL BEY - Cours de microbiologie - H.P.B. 1976/1977.
- 9 : GUYOT C. - Hydrologie - Edition que sais-je .
- 10 : HALIMI S. - L'atlas Blidéen -
- 11 : HAUDUROY P. - Dictionnaire des bactéries pathogènes, bactériologie humaine.
Edition MASSON et C^{ie} 1973.
- 12 : HUISMAN H. - Filtration lente sur sable - Ed O.M.S. Geneve 1974.
- 13 : I N S P- Séminaire National sur les aspects prioritaires de l'hygiène du milieu. -
du 19 au 24/12/1987 W. Chlef.
- 14 : Laboratoire des eaux de Paris. - Analyse microbiologique des eaux 1984.
- 15 : LECLERC H., BUTLAUX R., GUILLAUME J., WATTRE P. - Microbiologie appliquée -
doin éditeurs Paris 1977.

- 16 : LHEUREUX P. - L'alimentation en eau potable -
- 17 : MOUFFOK F., MAKHLOUF B., LEBRAS E. - Méthodes d'analyses bactériologiques
des eaux de consommation.
- 18 : O.M.S. - Directives de qualité pour l'eau de boisson - Vol : 3 Genève 1986.
- 19 : RODIER . - Analyse de l'eau-8ème Edition 1984.

1924年7月27日

