

وزارة التعليم و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

الدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
المكتبة - BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

1E\*

## ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

# PROJET DE FIN D'ETUDES

### S U J E T

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES EAUX  
DU LAC DE REGHAIA EN VUE DE LEUR  
UTILISATION DANS L'AGRICULTURE

Proposé par :

Etudié par :

Dirigé par :

M<sup>er</sup> : NAKIB M

M<sup>elle</sup> MAROUF Z

M<sup>er</sup> NAKIB M

M<sup>elle</sup> TAZEROUT R

M<sup>elle</sup> ZOUGHLACHE

PROMOTION : JANVIER 1987

EDWARDS

FRANKLIN

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

DEDICACES

A NOS familles et A NOS amis (es)

II- VANT PROPOS



II Nous avons effectué ce travail sous la direction de Mr NAKIB et M<sup>lle</sup> Zoughleche ; nous les prions de trouver ici le témoignage de notre profonde gratitude pour les conseils avisés qu'ils n'ont cessé de nous prodiguer tout au long de cette étude.

Nous sommes très reconnaissants à messieurs et dames les membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail.

Nous remercions vivement Mr Rebhi et Mr Ouazib respectivement directeur du département et responsable du laboratoire de traitements des eaux de l'institut national de recherches hydrauliques

Que M<sup>lle</sup> GUEFFAF. M. soit assurée de notre reconnaissance pour son aide efficace.

Nous tenons également à remercier M<sup>lle</sup> Louiza pour avoir pris soin de la frappe de ce document.

Que tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, soient assurés de notre profonde sympathie.

S O M M A I R E

المدسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

PREMIERE PARTIE

	PAGES:
1 - LES ACTIVITES PRODUCTRICES DE POLLUTION .....	3
1-1- LES ACTIVITES URBAINES .....	3
1.1.2 - LES ACTIVITES AGRO-INDUSTRIELLES.....	3
1.1.3 - LES ACTIVITES INDUSTRIELLES.....	4
1.1.4 - FORME DE POLLUTION.....	6

2. INTERET D'UTILISATION DES EAUX DU LAC EN AGRICULTURE ET CON-  
 CONTRAINTES LIMITANT

CETTE UTILISATION.....	12
2.1 INTERET D'UTILISATION DE CES EAUX.....	12
2.2 CONTRAINTES LIMITANT L'UTILISATION DES EAUX DU LAC EN AGRICULTURE.....	13
2.2.1 PATHOGENICITE.....	13
2.2.1.1 RECHERCHE DES GERMES PATHOGENE.....	13
2.2.1.2 VOIES DE TRANSMISSION LORS DE L'USAGE AGRICOLE.....	17
2.2.1.3 SURVIE DES BACTERIES.....	17
A DANS LE SOL.....	17
B. SUR LE VEGETAL .....	19
2.2.1.4 TRANSPORT DES AGENTS PATHOGENES DANS LE SOL.....	19
2.2.2 TOXICITE.....	22
2.2.2.1 LA CONCENTRATION SALINE DES EAUX.....	22
2.2.2.2 L'ACTION SPECIFIQUES DES SELS.....	24
2.2.2.3 LES MICROPOLLUANTS MINERAUX.....	26
2.2.2.4 LES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES.....	30
2.2.3 LA PERMEABILITE DES SOLS RECEPTEURS.....	31

3- <u>PRESENTATION DES SOLS DE LA REGION DE REGHATA</u> .....	37
3.1- <u>CLASSE DES SOLS EVOLUES D'APPORT ALLUVIAL</u> .....	37
3. 1.1- SOL PEU EVOLUE d'APPORT ALLUVIAL MODAL .....	37
3. 1.2- SOL PEU EVOLUE D'APPORT ALLUVIAL VERTIQUE .....	37
3. 1.3- SOL PEU EVOLUE D'APPORT ALLUVIAL HYDROMORPHE.....	38
<u>3.2 CLASSE DES SOLS VERTISOLS</u>	
3.2.1 CLASSE DES SOLS VERTISOLS .....	58
3.2.2 SOLS A ENCROUTEMENT CALCAIRE .....	38
<u>3.3 CLASSE DES SOLS CALCIMAGNESIQUES</u> .....	39
3.3.1 SOLS CALCIMAGNESIQUE MODAL .....	39
3.3.2 SOLS CALCIMAGNESIQUES A ENCROTEMENT CALCAIRE .....	39
3.4 <u>CLASSE DES VERTISOLS A SESQUIOXYDES DE FER</u> .....	39

(( )) U A T R I E M E // )) A R T I E  
 //

	PAGES:
4- PARTIE EXPERIMENTALE .....	57
4.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE .....	57
4.2 METHODES D'ANALYSE .....	57
4.2. 1 METHODES D'ANALYSE CHIMIQUE .....	57
4.2. 2 METHODES D'ANALYSE MICROBIOLO- -CIQUE. ....	61
4.3 RESULTATS ET INTERPRETATIONS .....	70
4.3.1 INTERPRETATION DE L'ANALYSE CHIMIQUE. ....	70
4.3.2 INTERPRETATION DE L'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE .....	81

(( I N Q U I E M E // )) A R T I E

5. SITUATION ACTUELLE DE L'ALGERIE EN MATIERE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT.	
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	85
5.1 SITUATION ACTUELLE DE L'ALGERIE EN MATIERE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT .....	85
5.1.1. ETUDES ET RECHERCHES REALISEES DANS LE DOMAINE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT. ....	85
5.1.2 REGLEMENTATION POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT .....	85
5.1.3 LES EAUX USEES INDUSTRIELLES .....	86
5.1.4 LES EAUX USEES URBAINES .....	87
5.2 CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS.....	88

## INTRODUCTION

Il traverse le monde et particulièrement en Algérie, la localisation préférentielle des activités humaines grandissantes (Urbaines, industrielles ou agro-industrielles) à proximité immédiate de l'eau aggrave de plus en plus la situation en matière de pollution du milieu.

Il nous rappelle d'abord que le terme pollution ne couvre pas seulement l'introduction dans un milieu d'une substance généralement toxique ou gênante mais aussi la disparition d'un élément préexistant nécessaire à la vie tel que l'oxygène dissous dans l'eau.

Il nous rappelle ensuite que la nuisance qui en résulte ne menace pas seulement la santé des individus et des collectivités mais aussi le milieu où l'homme vit et trouve ses ressources renouvelables ou non.

Les pollutions ne se limitent pas seulement à l'eau mais il faut considérer simultanément tous les milieux par lesquels elles peuvent atteindre l'homme, milieux qui peuvent d'ailleurs interférer entre-eux; les polluants atmosphériques peuvent être une source considérable de la pollution du milieu aquatique et du sol et inversement, les polluants contenus dans une eau d'irrigation peuvent contaminer le sol et les plantes qui s'y développent.

Un exemple concret est celui de la pollution du lac de Reghaia. Notre étude porte sur la caractérisation de ces eaux en vue de définir les possibilités de leur utilisation pour l'irrigation. Cela devra permettre d'économiser l'eau, de recycler les fertilisants et d'accroître la production agricole.

Notre étude comportera cinq parties:

- Première partie: Une synthèse bibliographique sur les activités productrices de pollutions.
- Deuxième partie: L'intérêt de l'utilisation des eaux du lac de Reghaia pour l'irrigation et les contraintes limitant l'utilisation de ces eaux pour l'irrigation.
- Troisième partie: Présentation des sols de la région de Reghaia.
- Quatrième partie: Partie expérimentale avec l'exposé des méthodes utilisées et des résultats obtenus.
- Cinquième partie: Situation actuelle de l'Algérie en matière de protection de l'environnement.
- Conclusion Générale et Recommandations.

REMIERE

ARTIE

## Les activités productrices de pollution

### 1- Les Activités Urbaines:

Les activités humaines engendrent des déchets solides (ordures) et des déchets liquides ('eaux usées) (20,22). Seuls les déchets liquides nous intéressent pour notre étude bibliographique.

Les eaux usées rassemblées par les égouts des agglomérations et déversées dans les oueds ou dans la mer ont souvent créé des déséquilibres écologiques et d'importantes altérations (20).

Les effluents urbains se caractérisent par une composition en éléments polluants plus ou moins homogène à cause de leur origine ménagère et par un pH de 7 à 7,5 environ (15) (près de la neutralité) donc aptes à une épuration biologique, laquelle est possible entre pH 6,5 et pH 8,5 (15).

### 2- Les activités agro-industrielles

Parmi ces industries, on peut citer:

- Les industries laitières: dont les eaux usées sont caractérisées par des pointes de pH et de charge organique,
- Les conserveries de légumes et fruits: industries saisonnières rejetant des eaux de lavage relativement peu polluées,
- Les abattoirs et conserveries de viande: la charge polluante de ces eaux dépend surtout du taux de récupération du sang,
- Les brasseries et industries des fermentations: les rejets proviennent surtout du nettoyage des salles et des bouteilles. Ces eaux sont polluées par des matières en suspension et des matières azotées;
- Les sucreries et distilleries: eau boueuse provenant du lavage de betterave;
- Les feculeries et industrie de la pomme de terre : ces rejets sont très fermentescibles, car chargés d'amidon et de protéines (15).

Les eaux résiduaires de l'industrie alimentaire ont pour caractéristiques communes:

- Une pollution essentiellement organique et biodégradable;
- Une tendance générale à l'acidification et à la fermentation rapide;
- Toutes ces eaux se traitent essentiellement par voie biologique (15).

3- Les activités industrielles:

Les substances chimiques, dont un grand nombre sont dangereuses, sont déversées dans l'environnement en quantités considérables, par divers processus industriels, notamment dans les industries chimiques et électriques (2).

Les plus représentatives qu'on retrouve dans les effluents liquides de la totalité des industries sont groupées, au tableau (1).

Industries	Substances dangereuses										
	As	Cd	Hydrocarbure Chlorés*	Cr	Cu	Cyanures	Pb	Hg	Diverses Mat. Organiques**	Se	Zn
Mines et métallurgie	X	X		X	X	X	X	X		X	X
Peintures et teintures.		X		X	X	X	X	X	X	X	
Pesticides	X		X			X	X	X	X		X
Industries électrique et électronique			X		X	X	X	X		X	
Impression et reprographie.	X			X	X		X		X	X	
Placage et finition des métaux		X		X	X	X					X
Fabrication des substances chimiques			X	X	X			X	X		
Explosifs	X				X		X	X	X		
Caoutchoucs et matières plastiques			X			X		X	X		X
Accumulateurs		X					X	X			X
Industrie pharmaceutique	X	X						X	X		X
Industrie textile			X	X	X				X		
Pétrole et charbon	X		X				X				
Pâtes et papiers								X	X		
Cuir				X		X			X		

Source : U.S Environmental Protection Agency

\* : Y compris diphényles polychlorés

\*\* : Exemple : Acroléine, chloropicrine, Sulfate de diméthyle, pentachlorophénol, dinitrobenzène, dinitrophénol, nitroaniline et pentachlorophénol.

La pollution des eaux résiduaires est à dominances chimique fonction du type d'industrie et même de la technologie (Bechac.J.P 1984 et Valiron F.1983). Par leurs utilisations diverses, les eaux résiduaires de la zone industrielle Rouiba -Reghaia sont à dominance;

a- En matières minérales lourdes ou colloïdales; elles proviennent de :

SONATIBA , SONELEC, SONATRO, SONAGTHER.

Fonderie : SONACOME

Acieries : SNIC ,SNS, SN Métal, SONATITE.

b- En huiles grises et produits d'hydrocarbures. Provenance :

- Parcs d'entretien et réparation d'engins, de véhicules.....

SONATRO, SONATRACH, CADAT, SONAGTHER, SONATRAM

- Cantines et restaurants (toutes les unités)

- Ateliers de mécanique (SONACOME, SONATRAM, SAPTA)

- Traitement des sous produits d'abattoirs (SONIPEC)

c- Organique à Forte  $DBO_5$  :

Provenance:

- Traitement de sous produits d'abattoirs (SONIPEC)

- Fabriques de conserves de fruits et légumes -(N.C.A)

- Brasserie et limonaderie (SNEMA)

- Fabrique de papiers et dérivés (SACI P, SNED)

- Fabriques de textiles (cofamitex, tricotex, Bochetex)

d- En produits non-biodegradables ou toxiques et en métaux

Provenance:

- Fabriques de détergents (SNIC)

- Fabriques d'insecticides (SNIC)

- " de produits pharmaceutiques (PCA)

- decaperies et unités de traitement de surfaces des métaux (SNS, SINM, SOCOME, SNLB, SAMABA, SAPTA, SONATRAM, Pompes Algériennes)

- Siderurgies SNS

- Unité de production de gaz (SNS)

- Fabriques de matières plastiques.

Forme de Pollution

La pollution de l'eau se manifeste sous trois formes principales:  
Pollution physique, Chimique et Biologique.

a- Pollution Physique!

Elle est due aux matières en suspension, à la couleurs, la température et aux odeurs.

Ses effets sont groupés au tableau ci-après:

Caractéristiques Physique	Propriétés.	Références.
Substance en suspension * Matières solides * pellicules d'hydrocarbures	Peuvent obturer les pores du sol colmater la surface du terrain, diminuer la pénétration de l'eau diminuer la teneur en oxygène dissous	Ayers J.P 1976
Température	Diminution de la teneur en Oxygène dissous, réduction de la solubilité des gaz	TEBBUTT, T.H.Y 1971 DAJOZ 1971
Couleur	N'influe pas sur l'utilisation d'une eau pour l'irrigation mais constitue un indice de présence de matières organiques (acides organique)	(TEBBUTT, THY 1971) (AYERS R.S 1976)
Odeur	Manque d'aération, décomposition anaérobie de la matière organique dissolution d'impuretés (phenols, chlorophenols)	"

B-Pollution chimique: Elle est relative aux provenance des eaux usées.

Substances x	Composés	Effets néfastes	Réf.
Composés organiques de synthèse	Détergents,pesticides, composés cycliques d'huiles lourdes,goudron...etc	Toxique pour l'homme	(BE)ACTP 1984)
Substance: minérale de type métaux lourds	Plomb,Cadmium,mercure Arsenic	Toxique pour l'homme	"
Les Sels	Nitrates,hitrites,sufates, phosphates.	Methemoglobi- -nemie Effets vasomo- -teurs. Troubles de conscience.	(CAUSERET,T 1984)

C-Pollution Biologique:

Ayant pour origine les organismes apportés par les excréments humains,ou par les effluents rejetés par les hopitaux.Ces organismes provoquent:

- Infections bacteriennes : CHOLERA,Fievre,Typhoide,Para-Typhoid
- Infections virales : poliomyelite,hepatite virale infectieuse..

Maladie Hydrique	Agent	Références
CHOLERA	Vibio-Choléra	(TERNISIENS 1963)
TYPHOIDE	Salmonella-Typhi	(TERBOTT.T.H.Y 1971)
PARA-TYPHOIDE	Salmonella-Para-Typhi	(MENZIEZ.J.D 1971)
DISENTRIE BACILLAIRE	Shigella	(G.A.I.D.A,1984)

Toutes ces "formes de pollution" déversées dans un cours d'eau sont soumises aux phénomènes de sédimentation et d'Auto-épuration. Ce dernier fait intervenir un grand nombre de micro-organismes, de types variés, qui utilisent et minéralisent les substances organiques apportées au cours de la pollution. Après leur transformation, ces dernières s'élimineront dans l'atmosphère ou seront utilisées par les végétaux (15-28- et 25)

Dans le cas favorable d'un milieu aquatique bien aéré, les micro-organismes présents vont pouvoir dégrader toutes les substances organiques déversées.

Les algues et les protozoaires sont consommés par divers invertébrés servant finalement de nourriture aux poissons.

Mais ces divers micro-organismes nécessitent de l'oxygène, ce qui limite la quantité de matière organique, capable de s'épurer de cette manière dans <sup>l'eau</sup> courante (28)

Selon, la source d'énergie qu'ils utilisent, ces micro-organismes sont classés en trois groupes:

-Les phototrophes ,comme les plantes, utilisent l'énergie lumineuse.

Ce sont les algues et quelques bactéries.

Elles synthétisent la totalité de leur constituants cellulaires à partir du gaz carbonique comme source de carbone et d'une source d'azote minéral ( 28 )(25)

Les chimioolithotrophes sont essentiellement les bactéries qui obtiennent leur énergie de l'oxydation d'une substance minérale. Elles sont étroitement spécialisées et leur source d'énergie est liée directement à l'oxydation d'une substance donnée. C'est le cas des nitrosomonas qui tirent leur énergie de l'oxydation des sels ammoniacaux en nitrites et des Nitrobacter qui tirent leur énergie de l'oxydation des nitrates en nitrites ( 28 )(25)

-Les chimio-organotrophes représentent la très grande majorité des micro-organismes, bactéries, levures, champignons filamenteux, protozoaires. Ils tirent leur énergie de réactions d'oxydo-réduction dans les quelles le donneur d'hydrogène ou d'électron est une substance organique ( 28 )

S'ils s'agit d'aérobies, les électrons sont transportés jusqu'à l'oxygène de l'air par des transporteurs respiratoires en présence de la cytochrome oxydase.

-L'oxydation aérobie du glucose par exemple procure 19 fois plus d'ATP que la fermentation. Les micro-organismes aérobies peuvent convertir 50% du Carbone contenu dans le substrat (source de carbone et d'énergie) en carbone cellulaire. Le reste étant converti en gaz carbonique (28)

Dans le cas des micro-organismes anaérobies qui ne supportent pas le contact de l'eau, l'hydrogène se fixe sur des molécules organiques dites accepteurs d'hydrogène qui s'accumulent dans le milieu.

- Mais l'accepteur terminal peut également être une substance minérale c'est le cas des bactéries sulfato-réductrices les Desulfotribrio ou des méthanobactéries qui réduisent le gaz carbonique en méthane (28-29). La toxicité de l'oxygène vis à vis de ces micro-organismes provient de la formation d' $H_2O_2$  dégradable qu'en présence de la catalase.

Ayant un faible rendement énergétique, les micro-organismes anaérobies doivent dégrader beaucoup plus de matière organiques que les aérobies pour former la même quantité de matière vivante.

// DEUXIEME // ARTIE  
//

INTERET D'UTILISATION DES EAUX DU LAC EN AGRICULTURE ET CONTRAINTES LIMITANT CETTE UTILISATION.

Il convient de faire une distinction entre l'irrigation pratiquée avec les eaux brutes et celles utilisant les eaux épurées ou des eaux de surface polluées Comme celle du lac de Reghaia.

Dans le premier cas il s'agit en fait de faire absorber la charge polluante de l'effluent par un système sol - culture, la valorisation agricole n'est pas l'objectif principal mais plutôt un résultat secondaire d'une opération d'élimination d'une pollution (29(10))

Dans le cas des de l'irrigation par les eaux du lac de Reghaia, la production agricole est la finalité première.

2-1 INTERET D'UTILISATION DE CES EAUX

La justification de l'irrigation des cultures avec les eaux du lac, " eaux pollées " provient :

- de l'indisponibilité d'une ressource d'eau douce naturelle à un prix acceptable.
- du potentiel d'éléments fertilisants contenus dans les eaux usées.
- du désir de conserver les eaux douces de qualité supérieure pour un usage plus noble.
- de l'interdiction de décharger les eaux usées dans les plans d'eau superficielles(27)

Enfin , on dira que l'optimum théorique du fonctionnement de "l'irrigation avec ces eaux" est atteint si le transit de l'eau dans le sol aboutit aux résultats suivants:

- L'essentiel de la charge polluante est bloqué dans le milieu poreux que constitue le sol, puis consommé par la pratique culturale (nutrition des micro-organismes, des plantes, amendement du sol) sans que la structure du sol soit dégradée.
- l'eau est en partie absorbée par la végétation en même temps que les éléments minéraux assimilables: azote, phosphore, potasse etc...
- La part de l'eau qui excède les besoins des plantes rejoint des circulations souterraines ou superficielles, une fois débarrassée des éléments les plus polluants (matière organique, agents pathogènes, azote..).

Elle n'entraîne en percolant que des ions n'altérant pas ou peu la qualité des eaux (3)

2.2. CONTRAINTES LIMITANT L'UTILISATION DES EAUX DU LAC EN AGRICULTURE

Bien qu'il y'ait beaucoup d'avantage à irriguer avec les eaux polluées ,il ya quelques inconvenients associés à cette pratique dont le plus grave est relatif aux risques pour la santé humaine (18). Les problèmes sanitaires liés aux germes pathogènes, aux métaux lourds et aux produits chimiques contenus dans ces eaux proviennent des risques d'infection par l'intermediaire de l'air, des sols, des récoltes,des ressources en eaux utilisées pour la production d'eau potable ou bien par contact direct avec les executants des opérations d'irrigation (5) D'autres limites concernent les nuisances telles-que mauvaises odeurs pour l'environnement immédiat, la pollution à long terme du sol et de la nappe phréatique sous jacente (19)

2.2.1 PATHOGENICITE:

Si de nombreux micro-organismes participent à l'équilibre biologique existant à la surface de la terre et même le conditionnent ,d'autres par contre, tendent à détruire cette harmonie.Ils sont hautement nuisibles pour l'homme ou les animaux en provoquant chez-eux des troubles plus ou moins graves.Ils sont dits pathogènes, l'eau en est le principal vecteur à travers ses différents usages

- Usage domestique
- Usage agricole
- Usage récréatif
- Usage industriel- Alimentaire.

A chaque usage, une norme fixe une limite qui est située très bas,dans une échelle d'évaluation de risque."

Les eaux du lac de Reghaia, dans leur utilisation agricole,répondent elles aux normes fixées à cet égard ?. Nos analyses <sup>feront</sup> réponse à cette question ou du moins nous renseigneraient sur le niveau de contamination microbiologique de ces eaux.

2.2.1.1. RECHERCHE DES GERMES PATHOGENES:

Les analyses bactériologiques les plus fréquemment effectuées concernent non pas des micro-organismes pathogènes mais des bacteries jouant un rôle d'indicateurs;

- d'indicateur de pollution pour une eau naturelle
- d'indicateur d'efficacité de traitement pour une traitée.

En général les mêmes germes sont utilisés dans l'une ou l'autre situation

a : ROLE DES INDICATEURS D'EFFICACITE DE TRAITEMENT

L'absence de pathogène dans une eau traitée ne témoignera pas de l'efficacité du traitement ; la présence de ces derniers est inconstante. Il convient d'utiliser des signes d'efficacité indépendants de la présence de ces pathogènes mais qui permettent d'affirmer que si ceux-ci survenaient dans l'eau avant son traitement celui-ci réussirait à les éliminer.

b - ROLE DES INDICATEURS DE POLLUTION

Le risque microbiologique est un risque aigu correspondant à une pollution essentiellement intermittente. Il ne s'agit donc plus de rechercher la présence et la concentration de l'agent de risque, comme c'est le cas le plus fréquent dans le risque chimique, mais de prévoir dans quelle mesure une telle présence pourrait survenir et selon les modalités d'utilisation de l'eau, en évaluer l'acceptabilité de risque ; cela explique la place relativement faible donnée à la recherche des micro-organismes pathogènes eux-mêmes dans les réglementations internationales ou nationales. L'essentiel est de mettre en évidence des témoins valables mettant en garde contre la possibilité d'une pollution accidentelle des micro-organismes pathogènes.

c- CHOIX D'UN GERME TEMOIN DE LA CONTAMINATION:

Les intestins humains et animaux sont le réservoir de bactéries et de virus (16) et leur recherche est orientée sur des germes fécaux qui les accompagnent et qu'on appelle germes "Tests de contamination fécale". Ce sont des micro-organismes beaucoup plus résistants que les germes pathogènes dans l'environnement et toujours ou fréquemment isolés du tube digestif de l'homme ou de l'animale. (16)

Trois facteurs doivent être pris en considération pour le choix d'un germe témoin de la contamination:

Sa Spécificite:

Un germe peut être exclusivement d'origine fécale il peut aussi être rencontré dans les salles et végéter 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 bacterie est resistente, plus les chances de l'isoler seront grandes dans le temps .

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

a) Le Denombrement des germes totaux:

Cet examen vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de micro-organismes , en particulier de bacteries se developpant dans les conditions aérobies de culture.

b) Le Dénombrement des coliformes:

Sous le terme de coliformes est regroupé un certain nombre d'espèces bacteriennes appartenant au fait à la famille des Enterobacteriaceae et dont la caractéristique classique est la fermentation du lactose avec production de gaz. Un grand nombre d'entre-eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait constituent des indicateurs fécaux de la première importance.

Escherichia-coli est le type d'habitat fécal exclusif. certains types, sont entérophages.

c) Le dénombrement des streptocoques fécaux:

Ceux sont les streptocoques du groupe D de lancefield (voir annexe) et sont des temoins de pollution fécale-. Certaines espèces de streptocoques sont spécifiques à l'homme (S.Faecolis) tandis que d'autres le sont à l'animal (S.bovis S,éguinos) . Ainsi le rapport de coliformes fécaux/Streptocoques fécaux determine l'origine de la pollution:

- Si celui-ci est supérieur à 4 ,la pollution est essentiellement d'origine humaine.
- Si celui-ci est inférieur à 0,7 la pollution est essentiellement d'origine animale (bétail) (26)

d - Denombrement des bacteries sulfito-réductrices:

\* Les clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des temoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes exclusivement végétatives des coliformes fécaux et streptocoques fécaux, permettrait ainsi de déceler une pollution fécale ancienne.

\* Les clostridium sulfito-réducteurs étant pratiquement toujours présents dans les rivières et le sol, leur absence dans une nappe sous jacente, et surtout l'absence de leur spores, de moindre taille et plus difficiles à retenir, constituent un bon signe de l'efficacité de la filtration naturelle.

\* Ils constituent en eux-même une nuisance.

e - Recherche des bacteriophages:

Certains sont considérés comme temoins d'une contamination fécale d'autres sont des phages spécifiques de bacteries possédant un antigène le plus souvent présent dans certaines bacteries pathogènes.

( l'antigène Vi des salmonella peut être utilisé pour la recherche des phages Vi) (26)

2.2.1.2 VOIES DE TRANSMISSION LORS DE L'USAGE AGRICOLE

La dispersion de la population des germes infectieux au cours des opérations d'arrosage et son évolution ultérieure implique l'intervention de nombreux processus dont l'importance varie avec les circonstances plus importants sont:

Le personnel d'irrigation entrant presque obligatoirement en contact direct avec ces eaux. Un risque secondaire résulte pour l'entourage immédiat des vêtements ramenés à la maison s'ils ne sont pas quittés après le travail ou s'ils sont joints au reste du linge pour être lavés.

Les appareils de distribution sont susceptibles d'émettre des aérosols, certains en quantités importantes. Ces aérosols entraînés par le vent, peuvent être transportés à des distances appréciables et inhalés les boues sèches émettent également des poussières.

Si les capacités de filtration et de rétention du sol sont insuffisantes, il apparaît un risque de contamination des nappes souterraines en cas de fort ruissellement, il existe également un danger de contamination des eaux de surface.

A côté de ces menaces, relativement localisées sur et autour <sup>du</sup> périmètre irrigué et souvent ressenties comme secondaire, sauf par les intéressés directs, les alarmes les plus habituellement manifestées résultent de la contamination microbienne ou parasitaire des produits du sol et des risques consécutifs pour le consommateur (5) Hygiène et sécurité sur les stations.

( ) Boutin P. et Coll. de traitement d'eaux résiduaire.

L'appréciation de ces risques suppose la connaissance au moins approchée des possibilités de survie des germes dans conditions du terrain (13) cité par (5)

2.2.1.3 SURVIE DES BACTERIES

a - dans le sol (13) (14) (Boutin).

Les facteurs favorables à la survie bactérienne sont:

- Humidité et temps pluvieux
- Sols humiques ou coigileux, neutres ou faiblement alcalins
- température basse
- Insolation faible ou nulle, ou l'abri de la lumière
- Microflore du sol peu active.

A base température et en cas d'Hygroscopie élevée les bacteries sur-  
-vivaient longtemps.

Dans les couchis superficielles (20cm environ), il existe une biomasse natu-  
-relle abondante dotée d'une activité anti-biotique et comportant des bacterio-  
-phages et des protozoaires susceptibles de détruire les bacteries des eaux  
usées.

La destruction des bacteries gram (-) libère des endotoximes lipolysaccha-  
-oïdes pouvant, bien plus que bacteries, traverser le sol jusqu'à de grandes  
profondeurs, allant jusqu'à polluer les eaux souterraines .

Si l'on amène des agents pathogènes dans le sol audessous du niveau du  
filtre efficace que constitue la couche organique superficielle, ceux-ci sur-  
-vivent bien plus longtemps, d'où l'extreme importance de protéger les eaux  
souterraines contre ces intrusions. (1)

Parmi les études faites sur le temps de survie de bacteries d'origine  
entérique , nous citons celle de MALLOMAN et LITSKY, ces derniers ont fait  
leur étude dans divers types de sols contenus dans des cylindres en Fer galva-  
-nisé de 101,6 cm de diamètre et de 45,7 cm de profondeur, aux quels avait été  
ajoutée de la boue stérilisée artificiellement avec diverses cultures pures de  
bacteries. (12)

Au cours des dix semaines que durèrent les expériences, ils observèrent  
une concentration de coliformes et de streptocoques continuellement élevée, et  
cela quel que fut le pourcentage de la boue ajoutée.  
Les resultats sont illustrée aux tableau (2) et (3)

Cette variation de la longévité des streptocoques liée aux variations  
de la teneur en matière organique d'un même type de sol incita MALLMANN et  
LITSKY à vérifier le temps de survie des coliformes (*Escherichia-Coli*) et des  
streptocoques (*Streptococcus faecalis*) dans divers types de sol, mais sans en varier la  
teneur en matière organique. IL notèrent que les streptocoques mouraient en moins  
de onze semaines mais, par contre, que les coliformes persistaient.

Plusieurs auteurs signalèrent des temps de survie prolongés des coliformes  
dans sols, ces temps peuvent aller de 3 Mois à 7 ans (7,8,9,10,11 ). D'autre  
chercheurs observèrent des périodes de longévité allant jusqu'à 80 Jours pour  
des bacteries provenant d'une culture virulente de *Salmonella typhosa*.  
Mallmann et Litsky conclurent à la suite de leurs travaux que les coliformes  
fécaux persistaient dans le sol pendant de longues périodes et que les stre-  
-ptocoques fécaux disparaissaient plus rapidement, et les *Salmonella typhosa*  
plus rapidement encore que ces derniers.

Sur le même sujet de la survie des coliformes fécaux (E.Col) et des streptocoques fécaux (S.Faecalisvar.Liquefaciens) d'importants travaux de recherche furent effectués par Donsel, Geldriecte et Clarke (17) cité par (12). Ils remarquèrent qu'au cours de l'été les coliformes fécaux survivaient un peu plus longtemps que les streptocoques fécaux (3,3 jours étant nécessaires pour réduire de 90% les premiers, contre 27 jours pour les seconds), et qu'au cours de l'automne le temps de survie était le même (de l'ordre de 13 Jours), tandis qu'en hiver les streptocoques fécaux survivaient plus longtemps (env. 20jrs) que les coliformes fécaux. Ces renversements saisonniers de temps de survie des coliformes par rapport aux streptocoques fécaux, qui étonnent de prime abord, peuvent présenter certains avantages à titre d'indicateurs sanitaires.

#### b- Sur le Végétal

Les conditions de contamination du produit sont multiples: Projection directe d'eau, mais aussi contamination indirecte par les gouttelettes de pluie éclatant sur le sol et projetées en retour vers les parties basses du végétal, contact avec le sol souillé au moment de la récolte, etc...

Les conditions de survie sur le végétal sont beaucoup plus difficiles pour le germe, exposé à la dessiccation et à l'irradiation, que sur ou dans le sol. (18) (30) (46). Il faut distinguer ces deux conditions sans se dissimuler que la conservation prolongée dans le sol contribue à maintenir un potentiel infectieux à proximité immédiate du végétal cultivé. Il est à noter que les germes pathogènes pour l'homme ne peuvent pas franchir la cuticule superficielle des produits végétaux intacts, mais qu'ils sont évidemment susceptibles d'être abrités par les crevasses, sans pour autant pouvoir de la gagner et éventuellement coloniser la masse du produit (56) cité par (5)

#### 2.2.1.4 TRANSPORT DES AGENTS PATHOGENES DANS LE SOL

La migration des bactéries dans le sol est fonction des conditions géochimiques et de la porosité du sol. Dans les sols sablonneux, les bactéries coliformes, peuvent parcourir des distances supérieures à 800m, dans d'autres cas on a signalé des maximums de 450m.

Dans les sols lourds, la migration est sensiblement réduite (13)

Tableau N° 9 CONCENTRATION DE COLIFORMES (NPP MOYEN DE E.COL.)  
exprimée en log. par 100g de sol séché.

Nombre de Semaines après l'ensemencement	BOUE BRUTE STERILISEE AJOUTEE			
	0%	5%	10%	20%
0	5.64	6.08	5.98	5.43
5	5.58	5.03	5.70	5.59
11	3.19	4.36	5.03	3.81

Tableau N° 3 CONCENTRATION DES STREPTOCOQUES (NPP MOYENNE DE  
S.F.AELALIS EXPRIME EN LOG. PAR 100g DE SOL SECHE

Nombre de Semaines après l'ensemencement	BOUE BRUTE STERILISEE			
	0%	5%	10%	20%
0	5.231	5.499	6.360	6.435
5	2.015	1.827	3.295	3.540
11	0	0.977	1.200	0.700

PRESENCE BACTERIENNE DANS LES EAUX AYANT SUBI UNE POLLUTION  
FECALE.

Les bactéries liées aux excréations fécales et énumérées au tableau 1 peuvent être présentes dans l'eau usée.

TABEAU 1- PRINCIPALES BACTERIES PATHOGENES PRESENTES DANS  
LES EAUX USEES ET POLLUEES ET MALADIES QU'ELLES RISQUENT  
DE PROVOQUER CHEZ L'HOMME

BACTERIE	MALADIE
<u>VIBRIO CHOLERA</u>	CHOLERA -PARACHOLERA
<u>VIBRIO CHOLERA</u> NAG	MALADIES VOISINES DU CHOLERA
<u>VIBRIO PARAHAEMOLYTICUS</u>	ENTERITE
AUTRES TYPES DE VIBRIONS	ENTERITE
<u>SALMONELLA TYPH</u>	FIEVRE TYPHOIDE
<u>SALMONELLA PARATYPH</u>	FIEVRE PARATYPHOIDE
AUTRES SALMONELLES	ENTERITE
<u>ESCHERICHIA COLI</u> (Types pathogés)	ENTERITE
<u>SHIGELLA DYSENTERIAE</u>	DYSENTERIE
<u>SHIGELLA FLEXNERI ET AUTRES</u>	PARADYSENTERIE
<u>CLOSTRIDIUM BOTULINUM</u>	BOTULISME
<u>CLOSTRIDIUM PERFRINGENS</u>	ENTERITE
<u>LEPTOSPIRA</u>	LEPTOSPIROSE - (MALADIE de WEIL)
<u>MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS</u>	TUBERCULOSE
<u>YERSINIA ENTEROCOLITICA</u>	ENTERITE ARTHRITE

Toutes les études menées démontrent qu'un sol de texture et d'épaisseur moyennes arrête totalement les bactéries, à fortiori les oeufs ou les Kystes de parasites (19)

## 2.2. Toxicité

Les repercussions de la présence de certaines substances chimiques dans l'eau d'irrigation peuvent être décrites comme suit :

### 1° Effet sur la croissance végétale

- a) Effets osmotiques dus à la salinité élevée de l'eau
- b) Effets phytotoxiques de la présence des quantités excessives de certains ions ( oligo-éléments,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  )

2° Effets sur les propriétés physiques et chimiques des sols liés à une modification de sa teneur en sodium transférable.

### 3° Effets sur la qualité des cultures :

- a) Déséquilibre entre les nutriments, provoqué par la présence ou l'absence dans l'eau de certains éléments nutritifs des plantes;
- b) Transmission aux consommateurs d'éléments dangereux ( métaux lourds, mercure, cadmium etc... ) (12)

Les paramètres gouvernant ces repercussions sont :

#### 2.2.1. La concentration saline des eaux

Pour un sol donné, l'aptitude des plantes à extraire, l'eau diminue à mesure qu'augmente la teneur en sels de l'eau d'irrigation, qui accroît la pression osmotique.

Une plante pourrait le cas échéant supporter une salinité plus élevée si la pression liée à l'humidité du sol était plus faible (11).

.../...

Pour un sol donné, l'aptitude des plantes à extraire l'eau diminue à mesure qu'augmente la teneur en sels de l'eau d'irrigation, qui accroît la pression osmotique. Une plante pourrait le cas échéant supporter une salinité plus élevée si la pression liée à l'humidité du sol était plus faible (11).

Le danger constitué par la salinité du sol peut s'accroître rapidement en présence d'évapo-transpiration; la majeure partie du sel, restant dans le sol. Un excès d'eau d'irrigation entraînerait en profondeur hors de portée des racines les éléments solubles.

Le niveau de la salinité des terres irriguées est influencé par la composition chimique de l'eau et le degré de lixiviation (18,8,9,10).

Le risque de salinisation peut-être minoré de 10 à 30% des eaux à forte teneur en calcium; Sulfate, bicarbonate si la fraction de lessivage correspond à celle d'une irrigation bien réalisée soit 10 à 20% de lessivage (4). On explique généralement cette atténuation des effets de la salinité par la faible solubilité de la chaux et du gypse (sulfate de calcium) (4)<sup>N</sup>. Dès que ces types de sels commencent à s'accumuler dans le sol, leur solubilité est vite dépassée et leur précipitation commence.

Ils sont donc éliminés de l'eau du sol et ne participent plus à la salinité globale du sol (4).

Il semble raisonnable de tenir compte d'une diminution modeste jusqu'à 20% du risque de salinisation dans le cas d'eaux riches en calcium et en Magnésium (20 à 30 mg/l) et contenant en outre un fort pourcentage en bicarbonates et sulfates.

La salinité mesurée par la conductivité électrique et le taux d'adsorption du sodium des effluents sont des facteurs essentiels, en ce qu'ils conditionnent la vie et l'efficacité du système sol/plante.

La pression osmotique peut-être évaluée à l'aide des formules suivantes:

$$P_{os} = 0,00036 \times CE \text{ } 25^{\circ}C \times 10^6 \text{ (Thorneand Thorne, 1951)}$$

ou

$$P_{os} = 0,321 \times CE \text{ } 25^{\circ}C \times 10^3 \text{ (Campbell et all, 1948).}$$

Ces deux relations donnent des résultats comparables sachant que la Pos est exprimée en atmosphères alors que l'unité de CE est le millimhos/cm.

La concentration acceptable du sel dans les eaux d'irrigation varie, selon la tolérance des cultures, les propriétés du sol (texture, alcalinité et richesse en matières organiques) et la gestion des eaux (7) (8) (9) (10)

### 2-2-2 L'action spécifique des sels:

Sauf cas exceptionnels, les éléments solubles susceptibles d'être présents en quantités importantes dans l'eau d'irrigation sont en nombre limité. Ils sont représentés par les cations  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Na}^+$  et les anions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  et  $\text{HCO}_3^-$ , les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}$  étant les plus fréquents.

En dehors de leur participation directe aux effets osmotiques provoqués dans le sol par l'eau d'irrigation, ces ions peuvent avoir une action directe ou indirecte sur le comportement des cultures.

En premier lieu, du fait de leur apport dans le milieu nutritif, on peut assister à des modifications des conditions d'alimentation de la plante par le jeu des antagonismes ioniques: perturbation de la nutrition potassique, concurrence entre les cations, action antagoniste des anions sur la nutrition nitrique. C'est cependant l'action spécifique des ions  $\text{Cl}^-$  et  $\text{Na}^+$  qui se révèle la plus importante. Les effets nocifs spécifiques des ions  $\text{Cl}$  et  $\text{Na}$  sont en rapport avec leur accumulation dans la plante (4)

Enfin, le sodium apporté par l'eau d'irrigation exerce en outre une action néfaste sur la végétation, de façon indirecte, en modifiant les propriétés physiques du sol.

Les ions  $\text{Na}^+$  demeurent dans le sol à l'état soluble et lorsque leur concentration devient importante, ils remplacent les autres cations sur le complexe absorbant.

La formule qui permet d'évaluer le potentiel de risque est celle du coefficient d'adsorption du sodium. (S.A.R).(W) (16 et 30).

$$S.A.R = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}}$$

ou les teneurs sont exprimées en még/l.

Un autre problème peut se poser, c'est celui de la perméabilité directement lié à des modifications défavorables du sel dues à une forte teneur en sodium dans l'eau d'irrigation.

Le rôle des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  dans les proportions rencontrées naturellement dans les sols est de maintenir la structure de ces derniers. Lorsque les sols sont soumis à l'irrigation avec des eaux riches en sodium échangeable, ce dernier peut se substituer aux ions alcalino-terreux des argiles et defloculer celles-ci, ce qui entraîne une imperméabilisation (34)

Ce phénomène se mesure par la valeur du SAR de l'eau utilisée, et de sa salinité. Pour une valeur de SAR donnée, la defloculation plus grande que l'eau est minéralisée (4).

Les limites peuvent varier dans la pratique en fonction de la nature des sols; d'irrigation pose un problème de perméabilité si elle est utilisée dans des sols du type gonflants (riches en argiles), quand le SAR dépasse la valeur 6 à 9 (4).

### 2.2.3 LES MICROPOLLUANTS MINÉRAUX

Il s'agit essentiellement des métaux lourds et certains métalloïdes qui ont été très largement étudiés en laboratoire et sur le terrain (26).

Certains de ces éléments, les oligo-éléments, sont nécessaires à la production végétale et leur présence dans les eaux est favorable dans la mesure où leur teneur reste inférieure à certains seuils au delà des quels ils deviennent indésirables. Il s'agit du zinc, du cuivre, du manganèse, du bore, du molybdène, du cobalt et du Fer (23)

D'autres éléments tels-que le plomb, le mercure, le cadmium, le chrome, l'aluminium, le nickel et l'arsenic ne sont pas utiles dans le sol, et leur concentration ne doit pas dépasser certaines limites, car ils contamineraient les plantes. Le cadmium, le plomb et le mercure sont également tous toxiques pour les organismes animaux qu'ils affectent à travers la chaîne alimentaire (23)

Le risque pour l'homme paraît faible, étant donné la part susceptible d'être prise dans la ration alimentaire par des aliments végétaux (5)(7)(12)

Avec la plupart des métaux, une phytotoxicité devrait se manifester bien avant qu'un risque apparaisse pour l'homme. Le problème étant peut-être différent pour les animaux.

Quant à la contamination des nappes profondes, elle est improbable, étant donné le pouvoir de rétention des horizons pédologiques vis à vis des éléments. On se montrera prudent dans les sols acides, perméables, à faible complexe absorbant (sols sableux par exemple)

2.2.3.1 NIVEAU DE CONCENTRATION DES METAUX LOURDS DANS LE SOL ET LES VEGETAUX

Les végétaux peuvent présenter des sensibilités différentes par rapport aux métaux lourds. Il faut signaler la difficulté de connaître avec précision les effets des métaux toxiques contenus dans l'eau et surtout de relier leurs effets aux doses de métaux apportés (26).

MERCURE

Il est incontestablement le plus toxique des métaux lourds. Il présente le caractère cumulatif dans les tissus animaux et végétaux et de ce fait passe dans la chaîne trophique.

CADMIUM

Le cadmium est absorbé par la plante ou il se cumule: la catastrophe d'ITAI-ITAI, au Japon est une maladie cadmique: l'eau utilisée dans les rivières contenait du cadmium (suite à un rejet industriel, qui est passé dans la plante contaminat. Le riz, l'Homme.

### Cuivre

Chez les végétaux, le cuivre provoque, aussi bien dans les racines que dans les parties situées au-dessus du sol, un développement anormal. En solution nutritives 10 mg/l CuO ont une action deteriorante. 5,0 mg/l ne produisent de lésions que chez certains végétaux .

### Chrome

Pour l'homme, il présente des propriétés cancerigènes.

L'action toxique des sels chromiques sur les végétaux se manifeste par un dépérissement général du végétal et par une destruction graduelle de l'appareil chlorophyllien. Les composés de chrome trivalent sont toutefois infiniment moins toxiques que les sels d'acide chromique (33) *cité par (31)*

Dans des cultures en sable, des doses de chromate de sodium de 0,1 mg/Cr ont provoqué, le plus souvent de fortes deteriorations sur le blé, le seigle, l'orge, le maïs et le petit pois (33) *cité par (31)*

### Fer

Le sulfate de fer subit dans l'eau et le sol, une décomposition par hydrolyse et une oxydation. Il se forme par conséquent un dépôt d'hydroxyde ferrique, et un lessivage des sels de calcium et de potassium. Ceci donne lieu à une acidification du sol. Dans l'émissaire, les eaux résiduaires contenant du sulfate de fer provoquent surtout des envasements et des modifications de la composition chimique. Lorsqu'on irrigue des prairies avec des eaux renfermant du sulfate de fer, on voit disparaître graduellement les diverses espèces de trèfle et les herbes douces, qui sont remplacées par des prêles, des herbes acides et des mousses (48) *cité par (31)*

### Fluor

L'acide fluorhydrique à 33 mg/l provoque sur les végétaux (pin, chêne, plane), après un temps de contact de 3 à 4 semaines des décolorations qui débutent par une bande jaunâtre sur le bord des feuilles, et prennent graduellement une teinte brunâtre plus foncée.

En combinaison avec l'hydrogène, le fluor constitue un poison particulièrement violent pour les végétaux (52) *cité par (31)*

Tableau n° 5 : Concentration maximales en oligo-éléments  
(par Everest et Paul) (14).

(a) Concentration autorisée (mg/l)		
Element constitutif	Eaux utilisées continuellement sur tous sols	Utilisation jusqu'à 20ans sur les sols à texture Fine, pH entre 6,0 et 8,5
Aluminium (Al)	5,0	20,0
Arsenic (As)	0,10	2,0
Bore (B)	0,75	2,0
Cadmium (Cd)	0,01	0,05
Chrome (Cr)	0,1	1,0
Cobalt (Co)	0,05	5,0
Cuivre (Cu)	0,20	5,0
Fer (Fe)	5,0	20,0
Plomb (Pb)	5,0	10,0
Manganèse (Mn)	0,20	10,0
Molybdène (Mo)	0,01	0,05 <sup>(b)</sup>
Zinc (Zn)	2,0	10,0

- (a) Ces niveaux n'ont normalement pas d'effets négatifs sur les plantes ou végétaux.
- (b) pour sols acides, finement texturés seulement, sols acides à teneur élevée d'oxyde de fer.

### L'hydrogène sulfuré

L'hydrogène sulfuré a pour effet de convertir la chlorophylle en phéophytine. Par la suite, la phéophytine disparaît à son tour, et il se produit une décoloration

### Lithium

Des quantités de sulfate de lithium de 0,2 mg/l ont une action défavorable sur la croissance de la plupart des végétaux (89). *cité par (31)*

### Aluminium

Selon des observations assez récentes (14), l'origine de l'action toxique de terrain fortement acides sur la croissance des végétaux doit être cherchée en premier lieu, dans l'influence de l'Aluminium. Les ions Al ont un effet toxique sur les germes de citrouilles, de maïs et de haricots. L'effet toxique s'étend également au riz et au blé.

A des pH inférieurs à 5, les sels solubles d'aluminium, aussi bien que l'hydrate d'alumine, abaissent fortement l'absorption d'acide phosphorique.

L'aluminium exerce en outre, sur les végétaux, une action physiologique toxique indirecte (intoxication des racines)

### Bore

Une teneur en bore de 0,56 mg/l dans l'eau d'irrigation ne détériore pas les cultures. Mais 1 mg/l de bore peut déjà provoquer des dégâts chez les végétaux sensibles, tandis que des plantes moins sensibles, peuvent tolérer de 3 à 4 mg/l (22) *cité par (31)*

### 2-2-4 Les Micropolluants Organiques

Ce sont des substances qui peuvent avoir une action néfaste pour leur utilisation en agriculture. Il s'agit généralement, de produits organiques de synthèse qui sont utilisés dans la vie courante et qui se retrouvent dans les eaux usées domestiques. (26)

Les détergents, largement utilisés dans les ménages, présentent plusieurs inconvénients:

Ils influent sur les propriétés d'échange d'ions du sol.

Ils ont enfin une action nefaste sur les micro-organismes et sur les plantes (20)

Les conséquences nefastes dues aux anti-parasitaires de synthèse peuvent se résumer ainsi:

rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaires.

Danger à court ou à long terme pour l'homme et ses descendants.

Rupture de l'équilibre naturel : extinction progressive d'espèces nuisibles ou non, développement inattendu d'organismes servant de nourriture aux espèces en déclin, accoutumance de quelques races aux pesticides, d'où une extension des quantités utilisées. (Rodier). (26)

### 2-3 PERMEABILITE DES SOLS RECEPTEURS

La perméabilité dépend de la forme et de la taille des espaces poreux à travers lesquels coule l'eau, du poids spécifique et de la viscosité de l'eau du poids spécifique et de la viscosité de l'eau du sol (Traite pratique de l'irrigation) (33).

Une faible perméabilité cause une mauvaise pénétration de l'eau dans le sol pendant l'irrigation des cultures.

Ce facteur réduit la qualité d'eau mise en réserve dans le sol.

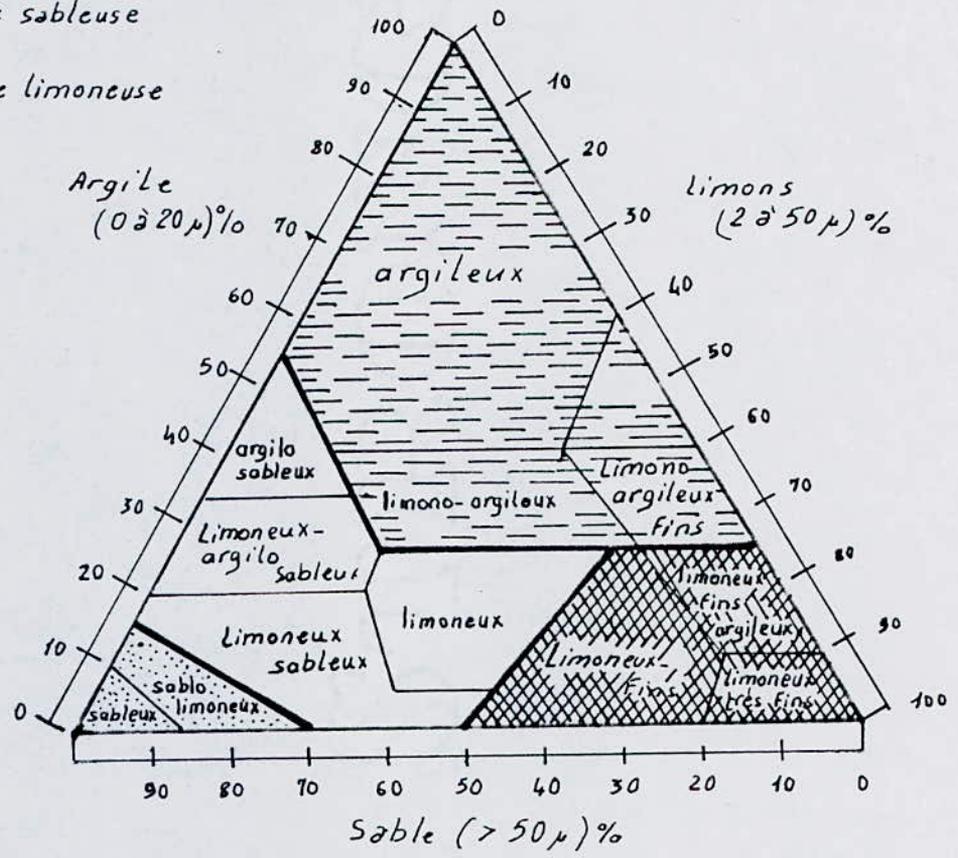
Divers facteurs notamment les caractéristiques physiques (texture du sol, les couches ou stratification, le compactage) ou chimiques (le type de minéraux argileux et les cations échangeables) influent sur la perméabilité. Mais l'eau d'irrigation peut rendre un sol moins perméable si elle est riche en matières en suspension ou en certains sels (Sodium). (4)

(Ayers R.S et D.Westcot 1976 F.A.O N° 29)

Les teneurs limites en M.E.S pour que des eaux polluées puissent être utilisées pour l'irrigation sont de 20 à 30 mg/l.

L'apport par l'eau de quantités notables de matières organiques est également un facteur important dans le colmatage des sols. Ces apports de matières organiques favorisent le développement de la végétation, celle-ci générant à son tour de la matière organique engendrant ainsi un processus de colmatage (Valliron). (24)

-  Texture équilibrée
-  Texture argileuse
-  Texture sableuse
-  Texture limoneuse



Triangle des textures

Directives pour l'interprétation de la qualité  
de l'eau destinée à l'irrigation. (Everest et Paul  
( Everest et Paul (14) a )

Le problème et l'élément	Pas de problèmes	Problèmes croissants	Problèmes graves
Salinité (b)			
Conductivité électrique de l'eau d'irrigation (mho/cm)	750	750 - 3000	3000
Perméabilité			
Conductivité électrique de l'eau d'irrigation mho/cm (taux d'absorption du sodium (c))	500	500	2000
Toxicité spécifique de l'ion			
Provenant de l'absorption par les racines			
Sodium (évalué en fonction du taux d'absorption du Sodium)	3	3 - 9	9
Chlorures [mg/l]	142	142 - 355	355
Bore [mg/l]	0,5	0,5 - 2,0	2,0 - 10
Absorption par les feuilles (e) (aspersion)			
Sodium [mg/l]	69	69	-
Chlore [mg/l]	106	106	-
Divers (f)	5	5 - 30	30
NH <sub>4</sub> - N, mg/l pour les cultures sensibles			
NO <sub>3</sub> - N, HCO <sub>3</sub> (avec irrigation par aspersion aérienne)	90	90 - 520	520
"	Normalement	6,6 ÷ 8,4	

(a) Les interpretations se fondent sur les effets possibles des éléments constitutifs sur les cultures et/ou les sols. Les directives sont souples et devraient être modifiées le cas échéant en fonction de l'expérience locale ou des conditions particulières de culture, de sol et de méthodes d'irrigation (US Coop-Extension 1975).

(b) Hypothèse: on appliquera de l'eau pour les cultures, et de l'eau pour le lessivage du sol (SR); la tolérance des cultures à la salinité est variable. On se référera aux tableaux de Tolérance des cultures et au  $R$  ;  $\text{mmho/cm} \times 640 = \text{qualité totale approximative de résidus secs, en mg/l ou en ppm}$ ;  $\text{mmho} \times 1000 = \text{microhes}$

(c) Taux d'absorption du sodium: calculé à partir d'une équation modifiée, élaborée par le U.S salinity laboratory pour tenir compte des effets cumulatifs des précipitations , de la dissolution de calcium dans les sols et des concentrations de  $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$ .

(d) La plupart des cultures abboréscentes et des espèces baises ornementales sont sensibles au sodium et au chlore (valeurs indiquées). La plupart des cultures n'y sont pas sensibles. Pour la sensibilité au bore , se reporter au tableau de tolérances au bore ( )

(e) Les feuilles irriguées par aspersion (têtes rotatives) peuvent porter des traces de brûlures par suite de l'absorption du sodium ou du chlore en conditions de faible humidité / Forte évaporation (L'évaporation accroît la concentration des ions dans les couches d'humidité sur les feuilles,

(e) L'excès d'azote risque d'affecter la production ou la qualité de certaines cultures: bettraves sucrières ,agrumes,avocats,abricots, etc. ( $1\text{mg/l NO}_3\text{-N} = 1,25\text{ kg N}/1200\text{ m}^3$  d'eau d'arrosage).  $\text{HCO}_3$  dissous dans l'eau d'irrigation par aspersion aeriene tend à provoquer un dépôt blanc de carbonate, sur les fruits et les feuilles

Tableau 6.

Tolérance des plantes au Bore (Ayers 1975)

(Classement par degré de tolérance)

Sensible 0,5 mg/l	Semi-tolérant 1mg/l	Tolérant 2mg/l
Citronnier	Patate douce	Carotte
Pamplemoussier	Tomate	Laitue
Oranger	Citrouille	Choux
Abricotier	Maïs	Navet
Cerisier	Orge	Batave Fourragère
Vigne	Petit pois	Palmier datier
Pommier	Radis	Asperge
Artichaut	Pomme de terre	Tamaris
Noyer	Tournesol	
1mg/l	2mg/L	10mg/L

/// ROISIEME



ARTIE

## PRESENTATION DES SOLS DE LA REGION DE REGHAIA

Les sols du périmètre de Réghaia sont caractérisés par des profondeurs moyennes, légèrement pierreux et de qualité médiocre, à moyenne pour l'agriculture.

Nous distinguons les quatre classes de sols suivantes :

- 1 - Classe des sols peu évolués d'apport alluvial ,
- 2 - Classe des sols de vertisols ,
- 3 - Classe des sols calcimagnésiques ,
- 4 - Classe des sols sesquioxydes de fer ( ou de manganèse ).

### 3.1. Classe des sols peu évolués d'apport alluvial.

Ces sols sont le plus souvent développés sur des alluvions récentes. Ils présentent un horizon humifère de 15 à 30 cm reposant sur un matériau plus ou moins stratifié à granulométrie hétérogène.

Dans cette classe de sols nous distinguons trois sous-groupes :

#### 3.1.1. Sols peu évolués d'apport alluvial modal.

La texture de ces sols est équilibrée et le profil présente une porosité moyenne à bonne.

#### 3.1.2. Sols peu évolués d'apport alluvial vertique.

Ce sous-groupe présente une texture à quantité importante d'argile 35 % . 40 % et une porosité de médiocre à moyenne.

On retrouve ces sols à l'Est de Réghaia, région située non loin de l'Oued.

..../..

### 3.1.3. Sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphe.

La texture de ces sols est argilo-limoneuse, la porosité est moyenne à bonne et le profil présente de nombreuses tâches d'oxydo-réduction.

La nappe se trouve à 70 cm de profondeur.

On retrouve ces sols dans la partie Sud -Est de Réghaia.

## 3.2. Classe des sols vertisols

La structure de ces sols est polyédrique à prismatique grossière, leur macroporosité est très faible et la cohésion ainsi que la consistance sont très fortes.

Ce sont des sols argileux à dominance d'argiles gonflantes dont les proportions avoisinent le plus souvent 35 à 40 %.

La couleur est en général foncée, relativement à leur teneur en matière organique.

Nous distinguons deux sous-groupes dans cette classe de sols vertisols.

### 3.2.1. Sous-groupe hydromorphe

Ce sous-groupe de sol développé sur des alluvions anciennes. La texture de ces sols est très argileuse, la porosité est faible à médiocre et le profil présente des tâches d'oxydo-réduction entre 40 et 48 cm ; la nappe se trouve entre 80 et 120 cm de profondeur. On retrouve ces sols dans la partie Sud-Est de Réghaia.

### 3.2.2. Sous-groupe à encroûtement calcaire

La texture de ces sols est très fine, argilo-limoneuse à la surface, elle devient argileuse en profondeur. La porosité est moyenne à médiocre.

.../...

### 3.3. Classe des sols calcimagnésique :

Dans cette classe de sols nous distinguons deux sous-groupes :

#### 3.3.1. Sous-groupe modal :

On trouve ce sous-groupe au bas des pentes Sud du sahel en bordure de la plaine de la Mitidja.

La texture de ces sols est limono-argileuse.

La porosité est bonne à moyenne.

#### 3.3.2. Sous-groupe à encroûtement calcaire :

La texture de ces sols est argilo-limoneuse, la porosité est bonne à moyenne, on trouve ce type de sol dans les environs de Aïn Taya.

### 3.4. Classe des sols à sesquioxydes de fer :

La richesse en sesquioxydes résulte d'une hydrolyse des minéraux très poussée.

Dans cette classe de sol nous distinguons un seul sous-groupe.

#### 3.4.1. Sous-groupe modal :

La texture de ces sols est limono-argileuse, la porosité est bonne.

Horizons [cm]		0 ÷ 20	20 ÷ 50	50 ÷ 120
Granulometrie %	A	18	18	3
	LF	22	24	32
	LG	16	17	18
	SF	19	20	24
	SG	24	22	19
calcaire	total	2	2	4
	actif	-	-	
M.O %		1,1	1,1	
C.E. 25: extrait mm <sup>h2o</sup>		1,1	1,3	
pH		7,8	7,9	7,8
Complexe absorbant [meq/100g]	Mg	1,3	1,3	
	K	0,45	0,32	
	Na	0,7	0,7	
	T*	11	13	

T\* = C.E.C (capacité d'échange cationique)

Source I. N. R. H.

Tableau "a" représentant les analyses de sol  
peu évolué d'apport alluvial modal

Tableau (b) représentant les analyses des sols  
peu évolués d'apport alluvial vertical.

Horizons [cm]		0 ÷ 40	40 ÷ 80	80 ÷ 120	120 ÷ 200
Granulométrie %	A	42	42	47	42
	LF	23	27	24	30
	LG	9	10	10	7
	SF	11	11	8	4
	SG	11	10	7	18
Calcaire	total	0	0	1	17
	actif	-	-	-	6
M.O %		1,8	1,6	1,1	-
C.F 25° extrait. mmhos/cm		0,9	1,0	1,2	-
pH		7,5	7,5	7,3	
Complexe absorbant meq/100g	Ca				
	Mg				
	K	0,6	0,5		
	Na	0,8	0,7		
	T*	2,5	2,5		

Source I. N. R. H.

Tableau (c) représentant les analyses des sols peu évolués  
d'apport alluvial hydromorphe.

Horizons [cm]		0 ÷ 20	20 ÷ 50	50 ÷ 70
Granulométrie %	A	40	41	39
	LF	46	44	49
	LG	8	7	7
	SF	2	2	1
	SG	1	1	1
Calcaire	Total	17	20	27
	Actif	11	11	12
M.O %		2	1,5	1
C.E. 25° extrait mmhos/cm		1,5	1,9	2,2
pH		7,5	7,9	8

Source I.N.R.H.

Tableau (A) représentant les analyses des sols de classe vertisols et sous-groupe hydromorphe

Horizons [cm]		0 ÷ 40	40 ÷ 80	80 ÷ 120
Granulométrie %	A	57	65	62
	LF	32	27	30
	LG	3	2	2
	SF	2	1	1
	SG	1	0	0
Calcaire	total	16	15	18
	actif	9	11	12
n.o %		1,5	1,3	0,9
C.E 25° extrait [mmhos/cm]		1,5	1,5	2,5
pH		7,8	8,1	8,1

Source I.N.R.H.

Tableau (e) représentant les analyses des sols de classe vertisols et sous-groupe à encroûtement calcaire.

Horizons [cm]		0 ÷ 30	30 ÷ 60	60 ÷ 120	120 ÷ 150
Granulométrie %	A	38	35	45	44
	LF	31	32	28	28
	LG	13	12	11	12
	SF	10	11	8	7
	SG	2	3	2	3
Calcaire	Total	1	1	0	0
r. o %		1,4	1,3	1,3	
C.E. 25° extrait [mmhos/cm]		1,2	1,1	1,1	1,1
pH		7,5	7,4	7,4	5,5
Complexe absorbant meq/100g	Ca				
	Mg	5,5	6,4	7,8	
	K	0,8	0,7	0,7	
	Na	1,2	1,0	1,0	
	T*	34	30,0	34,0	

Source I.N.R.H.

Tableau(f) Représentant les analyses des sols de  
Classe Calcimagnésique et sous-groupe  
modal.

Horizon (cm)		0 ÷ 20 cm	20 ÷ 80 cm	80 ÷ 100 cm
Granulométrie %	A	30	28	28
	L.F	24	23	23
	L.G	16	16	18
	S.F	20	21	24
	S.G	08	10	07
Calcaire	Total	16	18	20
	Actif	09	10	10
M.O %		15	15	04
CE 25° Extrait. mmhos/cm		0.8	1.8	1.1
P.H		7.2	7.2	7.2

Source I.N.R.H

Tableau (9) Représentant les analyses des sols de classe Calcimagnésique et de sous-groupe à Encroûtement Calcaire

Horizon (cm)		0 ÷ 30	30 ÷ 90	130 et Plus
Granulométrie %	A	33	33	25
	L.F	19	16	24
	L.G	14	15	12
	S.F	25	25	26
	S.G	07	05	09
Calcaire	Total Actif	04	05	13
M.O %		1.7	1.7	1.0
C.E 25° Extrait mmhos/cm		0.8	0.9	0.7
P.H		7.5	7.6	7.6

Source I.N.R.H

Tableau(H) Représentant Les analyses des Sols de Classe Sesquioxydes de fer et de Sous-groupe modal.

Horizon (cm)		0 ÷ 30	30 ÷ 70
Granulométrie %	A	30	26
	L.F	30	26
	L.G	19	21
	S.F	10	10
	S.G	10	13
Calcaire	Total		
	Actif	0.1	0.1
M.O. %		0.9	0.9
CE.25° Extrait mmhos/cm		1.7	0.9
P.H		6.1	6.1
Complexe Absorbant meq/100g	Ca		
	Mg		
	K	0.21	0.21
	N <sub>4</sub>	0.90	0.33
	T*	14	15

Source I.N.R.H

ESQUISSE DU SUSTRATUM DE LA REGION D'ETUDE

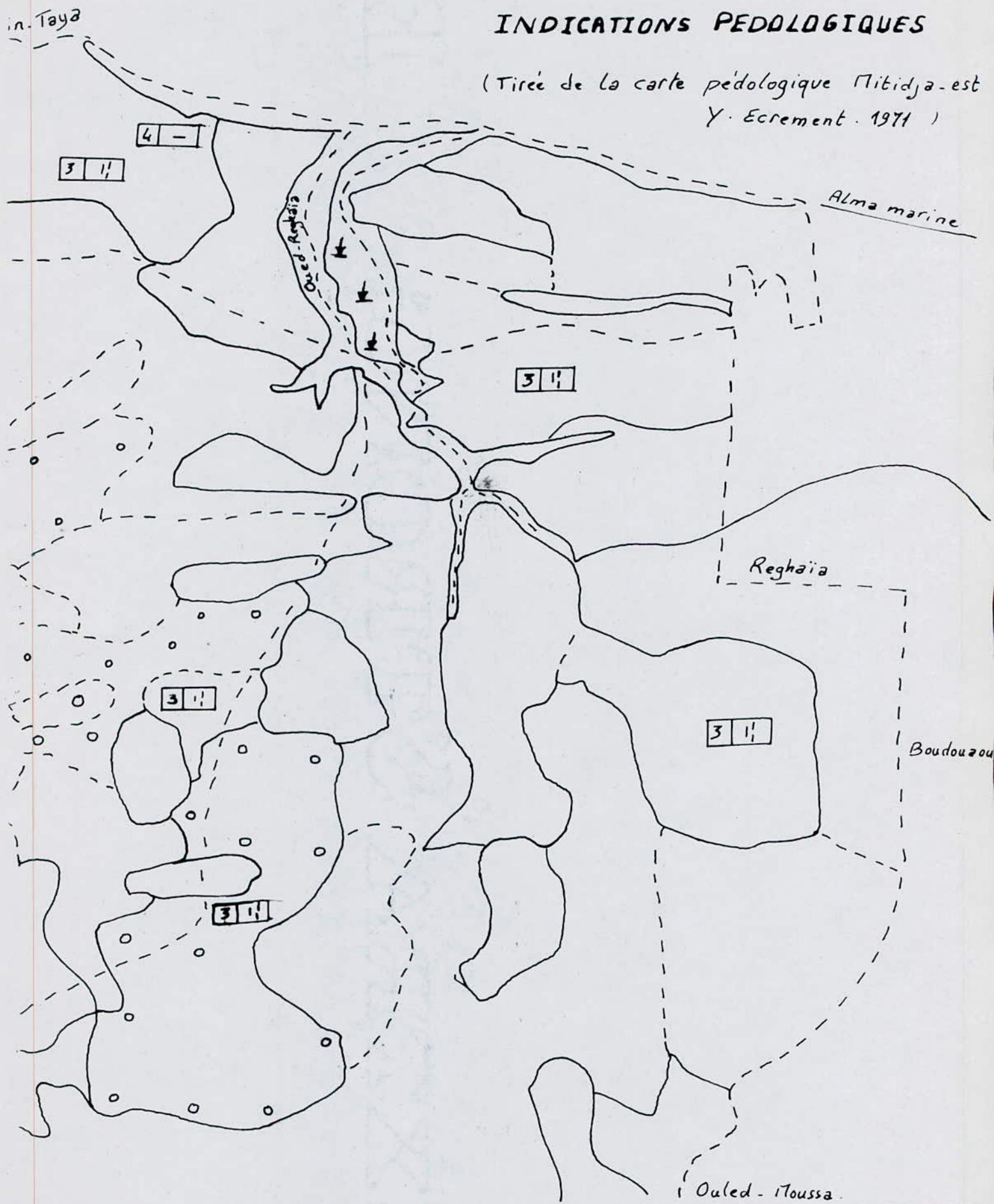
(Tirée de la carte pédologique Mitidja - est  
Y. Ecrement . 1971 )



Echelle : 1/50.000

# INDICATIONS PEDOLOGIQUES

(Tirée de la carte pédologique Mitidja-est  
Y. Ecrement. 1971)



Echelle 1/50.000

LEGENDE DES INDICATIONS PÉDOLOGIQUES

action de l'eau:

hydromorphie



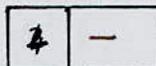
pseudo-gley



Submersion totale



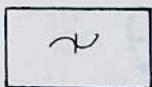
Plan d'eau



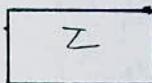
LEGENDE DU SUBSTRATUM



Substratum Sableux



substratum argileux



Substratum Limon-calcaire.



Sable



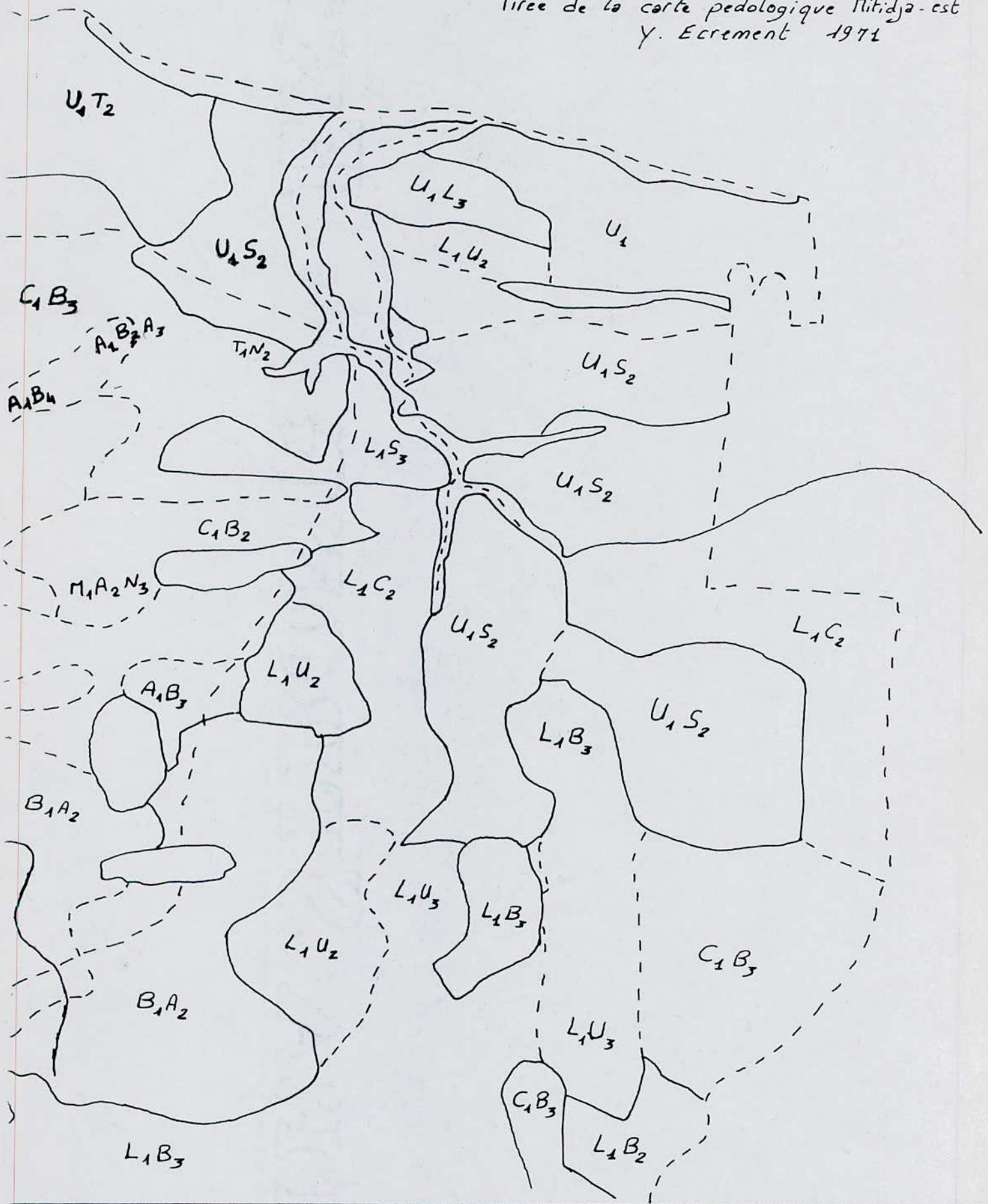
Argile



Limon calcaire

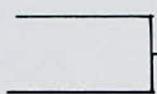
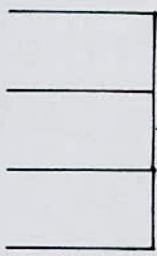
CARTE TEXTURALE

Tirée de la carte pédologique Nitidja-est  
Y. Ecrement 1971



Echelle : 1/50.000

LEGENDE DES TEXTURES:

Texture détaillée Précision de la carte reprise au 1/20.000	Regroupement de textures échelle du 1/50.000 et échelle plus petites.
Sableux — S	
Sablo - limoneux T	
Limoneux - Sableux U	
Limoneux L	
Texture équilibrée M	
Limoneux - argileux C	
Argileux - Sableux N	
Argilo - Limoneux B	
Argileux A	

classe des profondeurs :

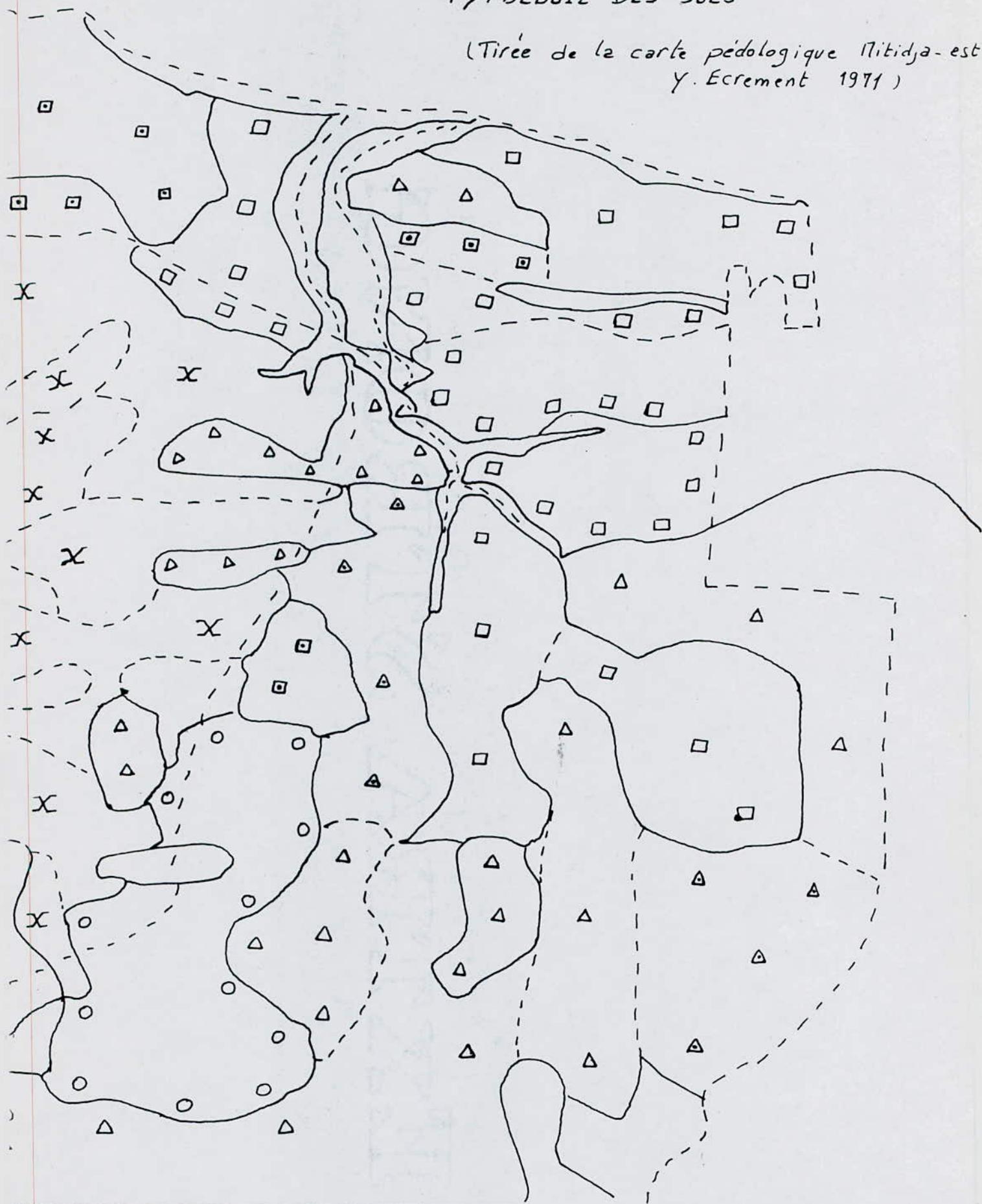
- de 0 à 30cm - 1
- 30 à 80cm - 2
- 80 à 120cm - 3
- au delà de 120cm - 4

exemple de Lecture  
recouvrement Sableux  
Texture équilibrée  
Limo - argileux  
Argilo - Limoneux.

Source I.N.R.H.

# TYPLOGIE DES SOLS

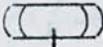
(Tirée de la carte pédologique Nitidja-est  
Y. Ecrement 1971)

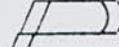


Echelle : 1/50.000.

### Légende de Typologie des sols

Re présentation	classe	sous-classe	Groupe	Sous-groupe
X	SOL peu évolué	non climatique	d'apport ALLUVIAL	vertique
O	vertisols	à drainage externe nul ou réduit	à structure anguleuse sur au moins les 15cm supérieurs.	hydromorphe.
□	Sols calcimagnésiques	Sols carbonatés	Sols bruns calcaires	modal
◻	Sols calcimagnésiques	Sols carbonatés	Sols bruns calcaires	à encroûtement calcaire
Δ	Sols à sesquioxides de fer.	Sols rouges formés sous un climat méditerranéen.	à réserve calcique et le plus souvent peu lessivés	rouge modal
A	Sols à sesquioxides de fer.	Sols rouges formés sous un climat méditerranéen.	à réserve calcique et le plus souvent peu lessivés.	à encroûtement calcaire.

 U A T R I E M E

 A R T I E

LIBRA STAMPATORIA EXTRA

1etz : points de prelevements

v : maraiage

v : urbains

+ : point de deversements

de la zone industrielle

\* : point de

ville de Reghaia

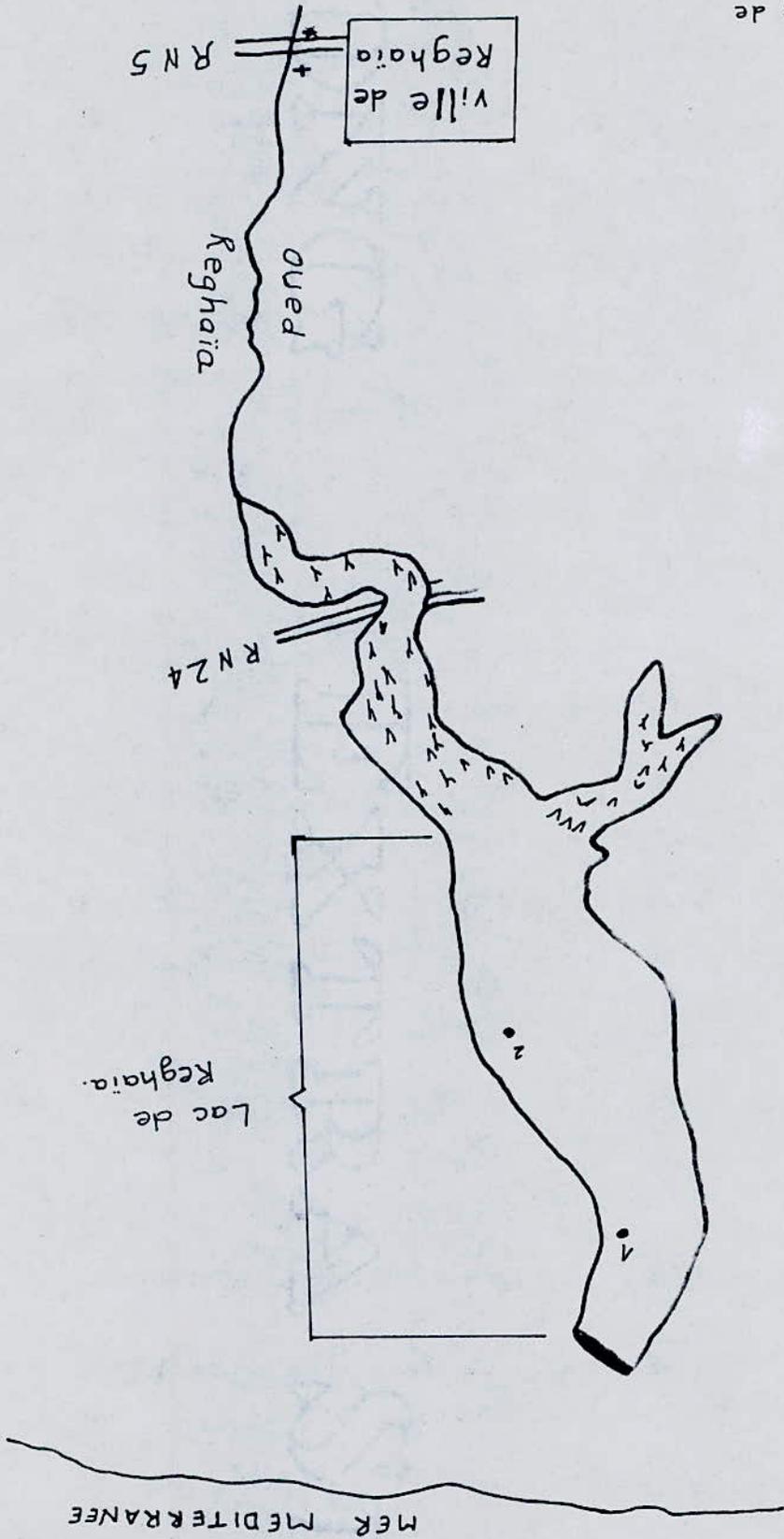
RNS

oued Reghaia

RN24

Lac de Reghaia

MER MEDITERRANEE



## EXPERIMENTATION:

### 4-1 . OBJECTIFS DE L'ETUDE:

Notre but vise à valoriser les eaux du lac de Reghaia par une production agricole tout en protégeant l'environnement.

La caractérisation de ces eaux "polluées" nous permettra de situer les contraintes et de fixer leur utilisation dans l'agriculture.

Pour ce faire, nous avons effectué des prélèvements en deux points: au milieu du lac et en aval au niveau de la station de pompage.

Faute de pluies intenses, le bassin de stockage des eaux conçu pour l'irrigation était vide et bien sûr, un prélèvement n'ya pu être effectué.

Nos analyses sont axées sur les paramètres suivants:

- Valeur de ces eaux en éléments fertilisants;
- Teneur de ces eaux en sels;
- Les matières en suspension ;
- Contamination microbiologique de ces eaux.

### 4-2 METHODES D'ANALYSE:

Le choix des méthodes d'analyse appliquées se justifie en fonction des moyens existant au laboratoire de traitement des eaux de l'I.N.R.H.

Dans ce chapitre, nous décrirons brièvement les méthodes d'analyse utilisées pour chaque élément.

#### 4.2.1 METHODES D'ANALYSE CHIMIQUE

##### a/ le pH:

Cette méthode utilise un comparateur constitué d'un boîtier dans le quel on place des tubes à essais contenant l'eau analyser additionnée de réactifs appropriés qui développent une coloration.

b/ L'OXYGENE DISSOUS:

La quantité d'oxygène dissous présente dans un milieu receptr est un paramètre important lié à l'activité biologique du milieu, la présence de polluants réducteurs, ou pouvoir d'autoépuration.

Nous avons utilisé la méthode de Winkler qui consiste en une précipitation de l'oxygène dissous, En milieu alcalin l'hydroxyde manganoux précipité, absorbe complètement l'oxygène pour former l'oxyde manganique qui est ensuite dissous par acidification en présence de l'iodure de sodium. L'iode libéré est titré par le thiosulfate de sodium.

c/ DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (D.C.O)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation énergétique des matières organiques et minérales présentes dans l'eau.

Nous avons utilisé la méthode standard qui consiste en une oxydation des matières contenues dans l'échantillon par un excès de bichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. Après ébullition pendant deux heures, refroidissement, et dilution, on dose l'excès de bichromate de potassium par le sulfate de fer et d'ammonium.

d/ DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE (D.B.O.)

Elle est définie comme étant la quantité d'oxygène nécessaire par unité de volume d'eau pour l'oxydation microbologique des matières organiques présentes dans l'eau pendant un certain temps et dans les conditions de l'essai.

En pratique, on détermine la  $D.B.O_5^{20}$ , c'est à dire la D.B.O avec incubation de cinq jours à une température de 20°C.

Nous avons utilisé la méthode de dilution; après un ensemencement et une incubation de Cinq jours à 20°C à l'obscurité, on mesure l'oxygène consommé par la méthode de Winkler décrite ci-dessus (c).

e/ LES MATIERES EN SUSPENSION:

L'eau exempte de matières décantables, est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle après deux heures à l'étude à 105°C. Le résultat est exprimé à l'état sec en mg/l (méthode gravimétrique).

f/ LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE (CE 25°C):

La mesure de la conductivité d'une eau nous permet d'apprécier sa salinité globale, c'est à dire quantité de matières solubles ionisables qu'elle contient, elle dépend largement de la température; pour standardiser les résultats, nous avons calculé la C.E 25°C.

g/ L'AZOTE "KJELDAHL" (N) :

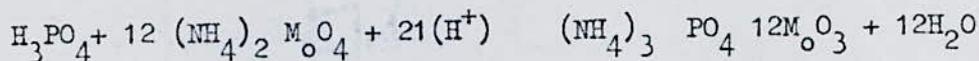
Il représente le total des fractions ammoniacales et organiques contenues dans l'échantillon à analyser.

Nous avons utilisé la méthode KJELDAHL qui permet la transformation en ammoniaque des composés d'origine biologique.

Après minéralisation par voie humide de l'azote organique, l'ammoniac en milieu fortement alcalin est entraîné par un courant de vapeur d'eau, recueilli dans un tampon borique, puis titré en continu par une solution d'acide chlorhydrique dilué.

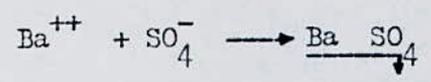
h/ ORTHOPHOSPHATE (P.O<sub>4</sub><sup>3-</sup>) :

Nous avons utilisé la méthode colorimétrique; le molybdate d'ammonium  $MO_7 (NH_4)_4 H_2O$  réagit en milieu acide en présence des phosphates en donnant un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique développe une coloration bleue susceptible d'un dosage colorimétrique.



J/ LES SULFATES (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>)

Les sulfates sont précipités sous forme de sulfate de baryum par le chlorure de baryum.



Le précipité obtenu, très fin est stabilisé par la gélatine (40g). On effectue une mesure turbidimétrique à la longueur d'onde 495 mm.

K/ NITRATES (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) :

Les NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sont réduites en NO<sub>2</sub><sup>-</sup> par une solution d'hydrozine, en milieu alcalin et en présence de Cu SO<sub>4</sub> comme catalyseur.

Les NO<sub>2</sub><sup>-</sup> obtenus sont alors dosées par colorimétrie, diazotation avec l'acide sulfanilique et l'alpha-naphtylamine, on mesure la densité du colorant ainsi formé à 520 mm.

I/ LES CHLORURES:

Le dosage a été effectué selon la méthode de Mohr. Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent : Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>.

m/ SODIUM, POTASSIUM:

Le dosage a été effectué par spectrométrie de flamme, lorsque les atomes d'un élément sont excités par une flamme, ils émettent des radiations de longueur d'onde déterminée dont l'intensité peut être mesurée par spectrométrie.

La concentration initiale du cation à doser est déduite de la valeur absolue de l'intensité de l'émission spectrale mesurée.

M) LE BORE:

Nous avons utilisé la méthode colorimétrique au carmin; une solution de carmin évaporé en présence de bore et en milieu acide donne un résidu rouge soluble dans un solvant convenable (alcool éthylique 95°)

O/ CALCIUM ET MAGNESIUM:

Leur concentration est importante à connaître pour les eaux d'irrigation, le dosage a été effectué par spectrophotométrie à absorption atomique.

P/ METEAUX LOURDS:

Zinc, fer, chrome, manganèse, iode; la détermination de ces éléments est importante en raison de leur toxicité.

Le dosage a été effectué par spectrophotométrie à absorption atomique.

CONCLUSION:

L'étude et la détermination des différents paramètres physicochimiques et biochimiques permettent d'évaluer quantitativement et qualitativement les modifications du milieu naturel, et de déterminer l'aptitude des eaux du lac à l'irrigation.

4-2-2 METHODES D'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE

RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES GERMES TOTAUX

Cette recherche consiste en une estimation du nombre total des germes présents dans l'eau, la technique de recherche est la suivante:

PRINCIPE

Il s'agit d'un dénombrement de germes totaux contenus dans 1 ml d'eau aux dilutions : 1; 1/10; 1/100 ensemencés sur milieu gelose tryptone-glucose-extrait de levure (T.G.E.A.) à 22°C et 37°C.

MODE OPERATOIRE:

L'ensemencement est réalisé dans la masse, c'est à dire que l'on coule le milieu gelose tryptone -glucose extrait de levure (T.G.E.A) dans des boites de Petri steriles contenant 1 ml d'eau des differentes dilutions.

Pour chaque dilution, il faudra utiliser deux boites de petri qui seront incubées à deux températures differentes, l'une à 37°C l'autre à 22°C.

LECTURE

-Pour la serie de 37°C, le dénombrement se fait au bout de 24 et 48 heures.

- Pour la serie de 22°C le dénombrement se fait au bout de 72 heures.

\* Cette technique est celle décrite dans la norme expérimentale: AFNOR ESSAI des eaux T 90-402 (Avril 1977).

RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES ENTEROBACTERIES (COLIMETRIE PAR LA TECHNIQUE NPP)

Le test de colimétrie consiste à rechercher et à évaluer dans les eaux, les bacteries de famille des enterobacteriaceae et plus particulièrement les Esherichia-coli (Colibacilles). Rappelons que cette catégorie de bacteries normalement présente dans le tube digestif de l'homme, représente plus de 80% de la flore bacterienne aerobie.

TECHNIQUE DE RECHERCHE PAR LA METHODE DE NPP

a) Test de presumption:

La recherche des coliformes se fait sur bouillon glucose au vert brillant celui-ci est représenté sous deux formes:

- Bouillon glucose au vert brillant (V.B.G) à double concentration (DC) permettant l'ensemencement de grands volume d'eau à analyser (10ml)

-Bouillon glucose au vert brillant (V.B.G) à simple concentration (S.G) permettant l'ensemencement de faibles quantités d'eau à analyser soit (0,1 à 1 ml).

MODE OPERATOIRE:

-Ensemencer séparément 3 flacons de 100ml de V.B.G à double concentration avec 100ml d'eau à analyser

-Ensemencer séparément 3 tubes de 10ml de V.B.G à double concentration avec 10ml d'eau à analyser.

-Ensemencer séparément 3 tubes de 10ml de V.B.G à simple concentration avec 1 ml d'eau à analyser.

- Ensemencer séparément 3 tubes de 5 ml de V.B.G à simple concentration avec 0,1 ml d'eau à analyser.

Placer les tubes ainsi ensemencés à l'étuve à 37°C après 24h. d'étude, examiner les tubes et vérifier la présence ou l'absence de culture, c'est à dire de trouble.

b) TEST DE CONFIRMATION

b<sub>1</sub> DES ENTEROBACTERIES

A partir de chaque tube de V.B.G de culture positive, prendre à l'aide d'une pipette stérile 7 gouttes de bouillon et le placer dans un tube à vis stérile. Ensuite faire fondre de la gélose biliee au cristal violet et au rouge rentre (V.R.B.G), après refroidissement, la couler aseptiquement dans les tubes contenant des 1 ml de bouillon V.B.G provenant de la culture positive des tubes sont remplis au 3/4 avec le VRBG et incubé à 37°C pendant 24h.

Après 24 heures d'incubation à 37°C la présence d'enterobacteries est revelée par un léger virage au jaune du milieu et généralement par une fragmentation de la gélose, traduisant la fermentation du glucose et le dégagement de gaz: propriétés propres aux enterobacteries.

b<sub>2</sub> DES ESCHERICHIA -COLI: TEST DE MAC KENZI

Ce test permet non seulement l'identification des Escherichio-coli mais aussi leur denombrement dans l'eau analysée. En effet , les Escherichia-coli sont <sup>des</sup> germes qui ont les propriétés suivantes:

- de cultiver à 44°C
- d'attaquer le lactose avec production de gaz
- de produire de l'indole.

MODE OPERATOIRE:

A partir des V.B.G à culture positive, ensemencer avec 7 gouttes, respectivement.

- Un bouillon au vert brillant lactose + Cloche Durham (V.B.L)
- Une eau peptonée simple exempte d'indole.

Ce milieu est maintenu en incubation à 37°C pendant 24h. s'il ya culture et dégagement de gaz à partir du lactose dans les cloches et si la réaction indole est positive dans le cas où le reactif de KOVACS Provoque l'apparition d'un anneau rouge dans le milieu , ensuite le dénombrement est effectué suivant la méthode du nombre le plus probable (N.P.P.)

\* Cette technique est décrite dans la norme expérimentale: AFNOR T 90-413 .Denombrement des coliformes et coliformes fécaux présumés après ensemencement en milieu liquide, calcul du nombre le plus probable. Aout 1977.

4- RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FECAUX  
(STREPTOCOQUES DE GROUPE D PAR LA TECHNIQUE NPP)

Ce test nous permet de préciser l'origine fécale des Contaminations. Au cours d'une autoépuration, les colibacilles disparaissent en premier, les streptocoques assez résistants, disparaissent ultérieurement.

TECHNIQUE:

a) Test de présomption:

La recherche des streptocoques se fait sur bouillon de Rothe simple et double concentration.

Dans un flacon contenant 100 ml de bouillon de Rothe DC ajouter aseptiquement, 100 ml d'H<sub>2</sub>O à analyser.

- Dans trois tubes contenant chacun 10 ml de bouillon de Rothe double concentration ajouter aseptiquement et séparément, 10 ml d'eau à analyser.
- Dans trois tubes contenant 10ml de bouillon de Rothe simple concentration, ajouter 1 ml d'eau à analyser selon le même procédé.
- Dans trois tubes contenant 10ml de bouillon de Rothe simple concentration ajouter 0,1 d'eau (soit 2 gouttes à la pipette pasteur)

Incuber le tout à 37°C pendant 24 heures.

Et noter la présence ou l'absence de trouble dans les tubes de milieu de Rothe.

b) TEST CONFIRMATIF:

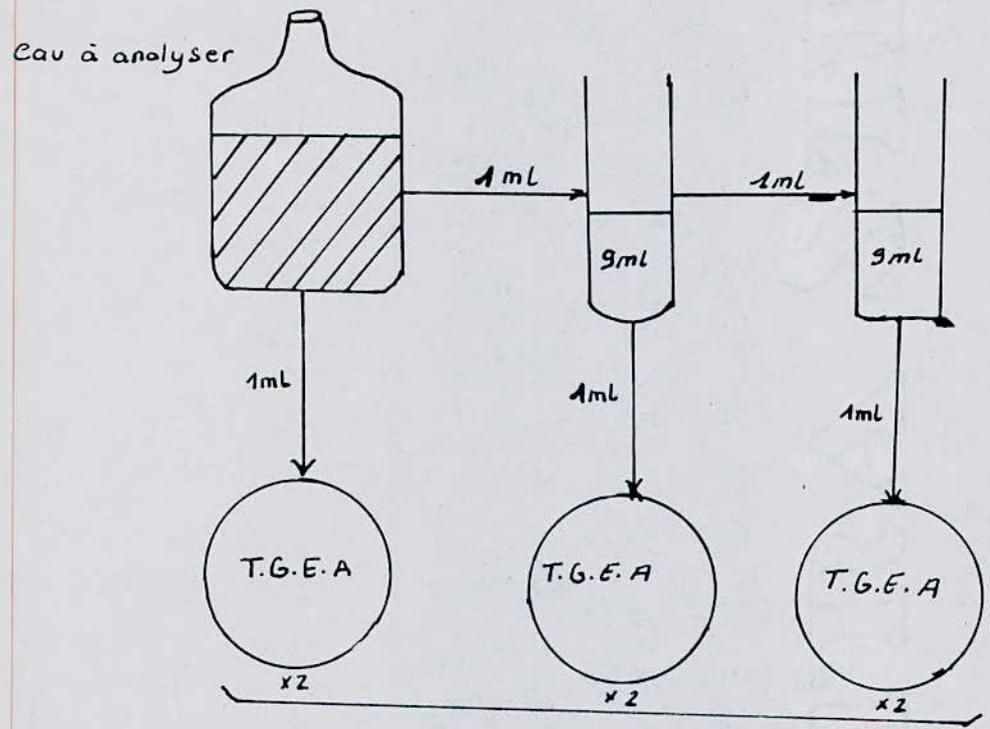
A partir des tubes de milieu de rothe de culture positive ensemercer, à l'aide d'une pipette pasteur, 6 gouttes, un bouillon à l'éthyl violet azide de sodium (EVA)

Et incuber à 45°C pendant 24 heures.

Dans les tubes où il ya présence de streptocoque D, il ya culture dans le bouillon EVA qui, en outre, devient jaune avec formation d'une pastille violette au fond du tube.

Ce type de méthode est préconisé par la réglementation Française des eaux d'alimentation.

# DENOMBREMENT DES GERMES TOTAUX.



incuber une boite de chaque dilution à 37°c : Serie 1  
incuber une boite de chaque dilution à 22°c : Serie 2

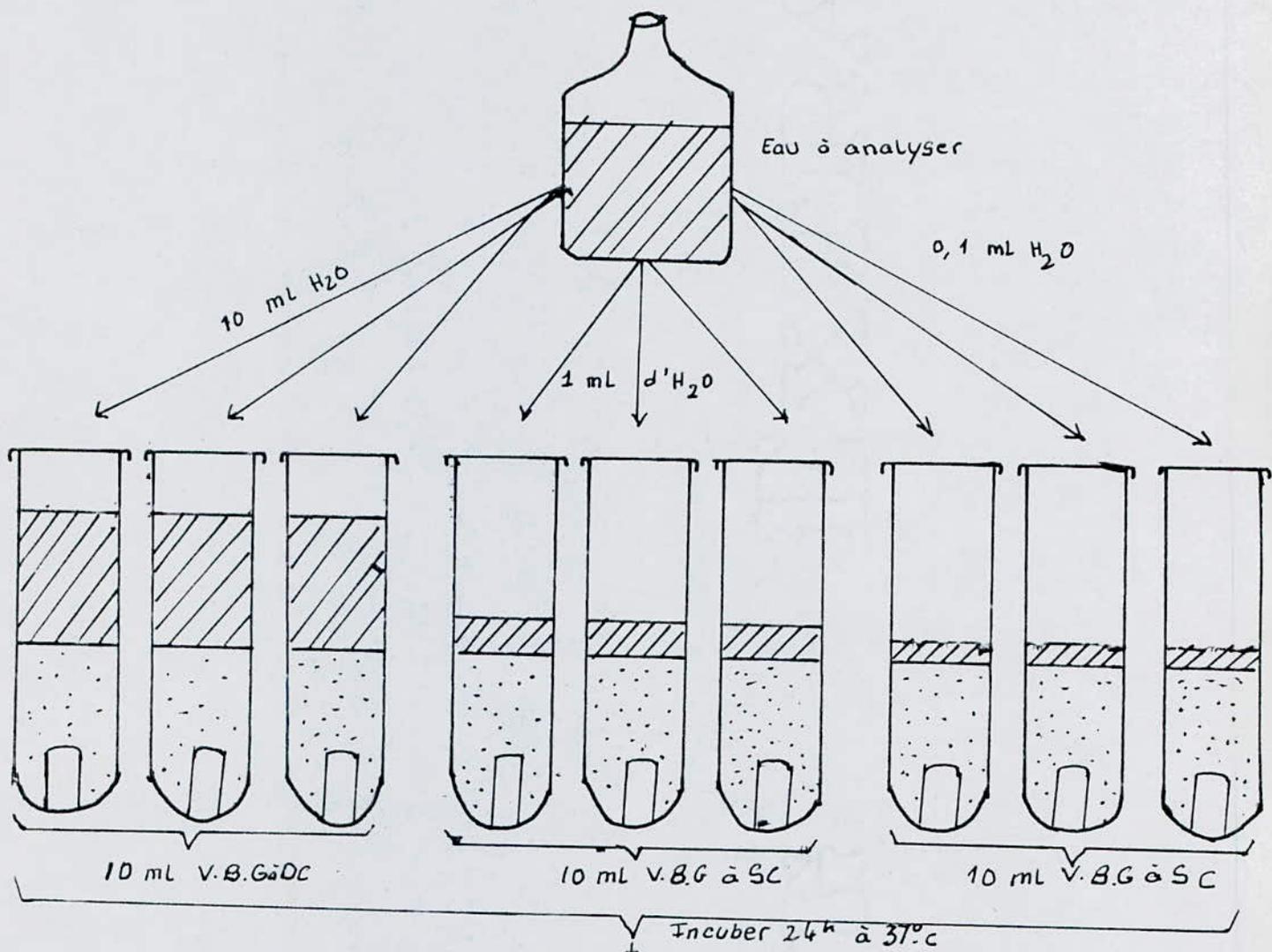
LECTURE

après 48h  
Serie n°1

après 72h  
Serie n°2

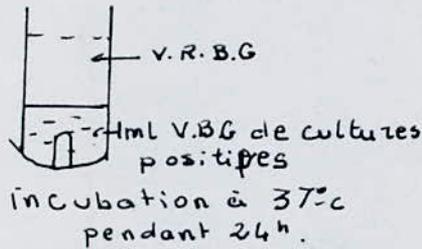
Denombrement des colonies sur les boites contenant  
50 colonies au moins, 300 colonies au plus.

# RÉCHERCHE ET DENOMBREMENT DES ENTEROBACTERIES (COLIMÉTRIE)



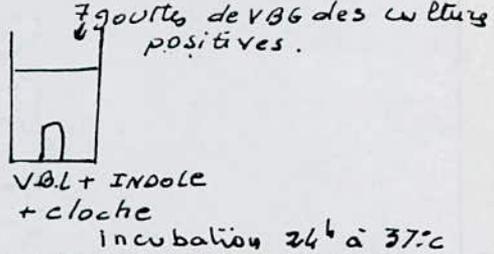
Identifier les tubes de cultures positives.

Recherche des coliformes



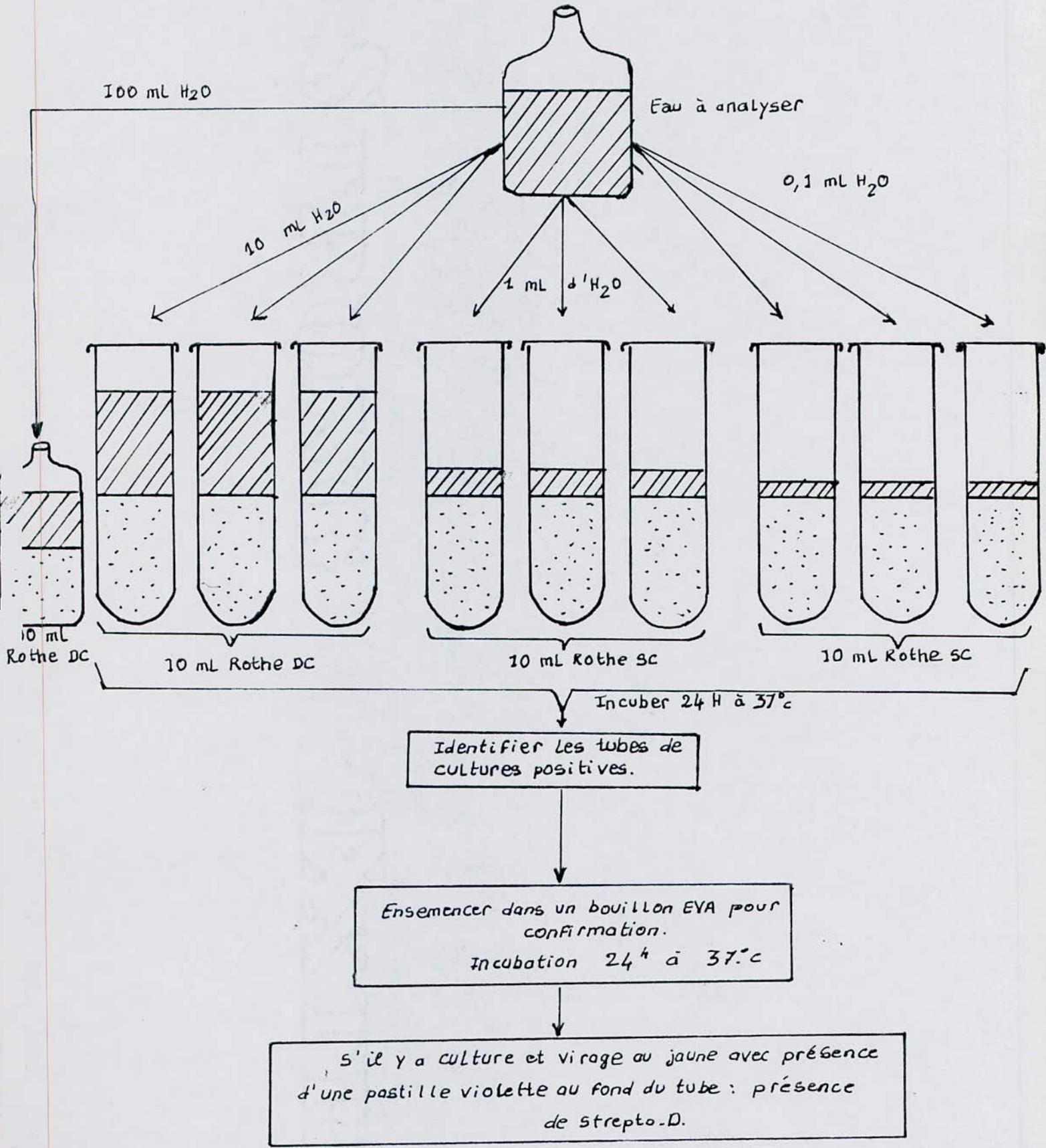
Virage du milieu au jaune + gaz dans la cloche = présence de Coliformes.

Recherche des Escherichiacoli. Test de Mac Kenzi

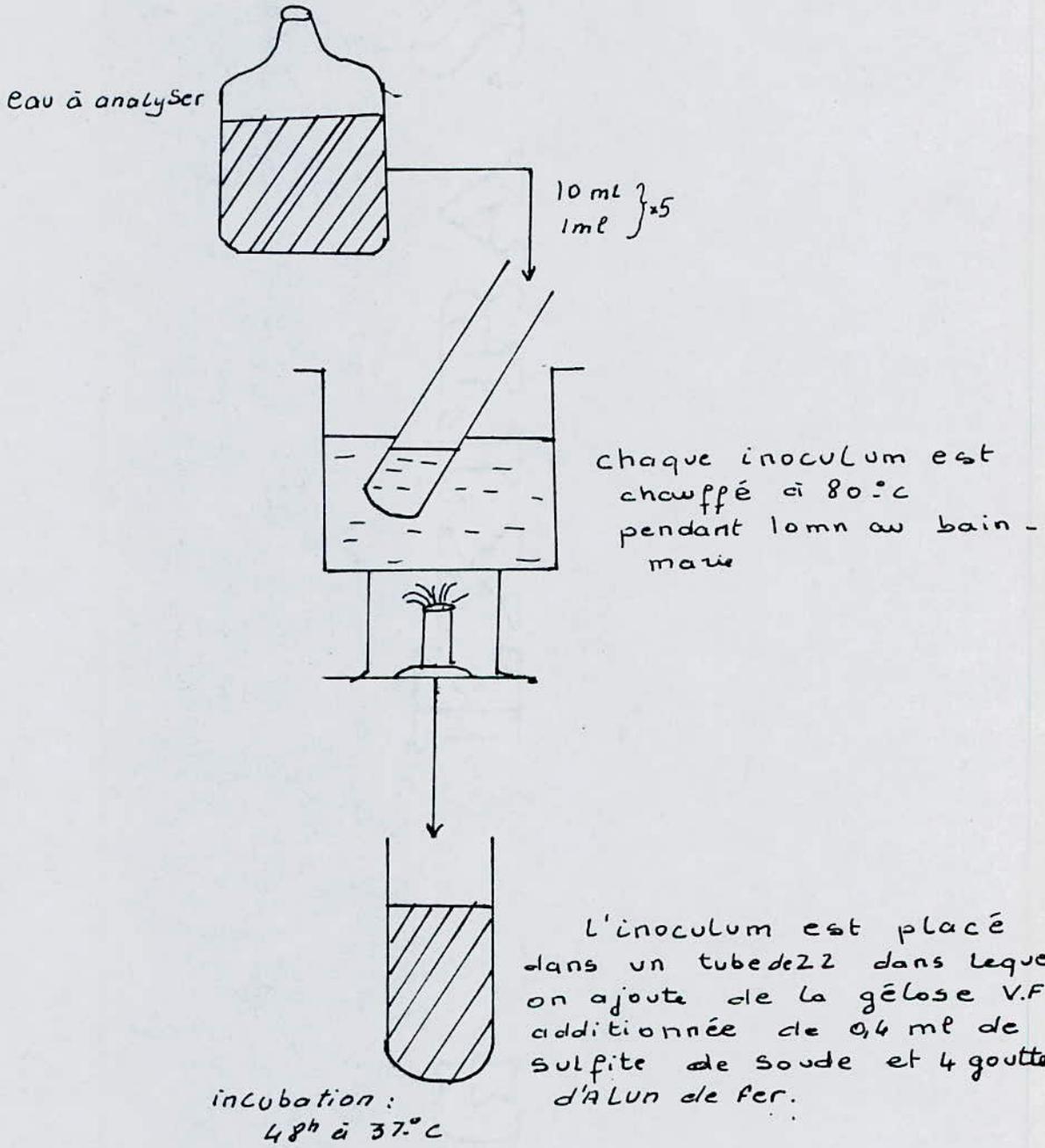


Si culture et gaz (+) en V.B.L et indole (+) en cas peptoné = Présence de Escherichiacoli

# RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FECAUX (Streptocoques D)



RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES CLOSTRIDIUM SULFITO-REDUCTEURS.



Les colonies de clostridium Sulfito-Reducteurs apparaissent entourés d'un Halo noir.

Tableau déterminant le nombre le plus probable

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N. P. P dans 100 ml.
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0,1 ml	
0	0	0	0
0	0	1	3
0	0	2	6
0	0	3	9
0	1	0	3
0	1	1	6
0	1	2	9
0	1	3	12
0	2	0	62
0	2	1	9
0	2	2	12
0	2	3	16
0	3	0	9
0	3	1	13
0	3	2	16
0	3	3	19
1	0	0	4
1	0	1	7
1	0	2	11
1	0	3	15
1	1	0	7
1	1	1	11
1	1	2	15
1	1	3	19
1	2	0	11
1	2	1	15
1	2	2	20
1	2	3	24
1	3	0	16
1	3	1	20
1	3	2	24
1	3	3	29
2	0	0	9
2	0	1	14
2	0	2	20
2	0	3	26

Tableau déterminant Le nombre Le Plus Probable (Suite)

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P. dans 100ml
3 tubes de 10ml	3 tubes de 1ml	3 tubes de 0,1ml	
2	1	0	15
2	1	1	20
2	1	2	27
2	1	3	34
2	2	0	21
2	2	1	28
2	2	2	35
2	2	3	42
2	3	0	29
2	3	1	36
2	3	2	44
2	3	3	53
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	0	3	55
3	1	0	43
3	1	1	71
3	1	2	120
3	1	3	160
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	2	3	290
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	1400

RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES CLOSTRIDIUM SULFITO-REDUCTEURS

- On repartit l'eau à analyser comme suit:

- 5 tubes à raison de 10 ml d'eau
- 5 tubes à raison de 1 ml d'eau

On porte ces tubes au bain-marie à 80°C pendant 10mn afin de ne laisser viables que les spores de clootridium.

Après destruction des formes végétatives, l'échantillon est incorporé à un milieu de base fondu. (Viande-Foie), régénéré, additionné de sulfite de sodium et d'Alum de fer ammoniacal. Après solidification et incubation, la présence de germes sulfito-réducteurs se traduit par un halo noir autour des colonies. Ceci se traduit par la réduction de sulfite en sulfure entraînant la formation de sulfure de fer qui forme un halo noir autour des colonies.

\* Ce type de méthode est préconisé par la réglementation Française des eaux d'alimentation dans la circulation du 21 Janvier 1960.

4.3 Résultats et interprétations:

4.3.1 Interprétation de l'analyse chimique:

Sur la base d'un ensemble de valeur observées (n) échantillons nous avons calculé la moyenne arithmétique.

La dispersion de la moyenne est calculée à partir de l'écart types:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}}$$

- ou = écart type
- x = moyenne arithmétique
- x<sub>i</sub> = valeurs prises par la variable
- n = nombre de valeurs observées.

Avant d'interpréter l'utilisation agricole de ces eaux, donnons un bref aperçu sur l'état de pollution du lac à travers quelques résultats de nos analyses.

Le lac présente des eaux claires ne dégageant aucune odeur et à température suivant dans l'ensemble la température ambiante.

Le pH de ces eaux est près de la neutralité.

Le lac offre des eaux modérément polluées, le stade ultime de l'auto-épuration n'est pas tout à fait atteint; la D.B.O<sub>5</sub>, la plus basse enregistrée est de 8 mg/l, ceci est traduit par la présence d'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), résultat de la dégradation incomplète de la matière organique.

En outre, le coefficient de corrélation DBO<sub>5</sub>/DCO est égal à 0,18, cette valeur est inférieure à 0,2 et les eaux du lac ne sont pas biodégradables; elles sont à dominance minérale, les teneurs élevées en M.E.S après calcination en témoignent ainsi que la forte charge en demande chimique en oxygène (DCO=60mg/l). Le lac présente aussi une forte teneur en phosphates (soit 2,74 mg/l) et en nitrates (soit 11,27 mg/l), ces derniers demeurent toxiques pour les poissons et contribuent à accélérer le processus d'eutrophisation dans le lac. A partir de ces concentrations en phosphates et en nitrates, nous pouvons classer notre lac comme un lac eutrophe et ce, d'après la classification donnée par NEUMANN.

RICHESSSE DES EAUX DU LAC EN ELEMENTS FERTILISANTS

a/ Les éléments majeurs:

La quantité d'éléments fertilisants fournis par l'irrigation avec les eaux du lac est faible, comparée aux doses d'engrais minéraux apportés aux sols. Néanmoins, elle constitue un apport non négligeable de fertilisants.

Notons tout de suite que la forme ammoniacale, qui sauf en sol calcaire est fortement absorbée sur le complexe échangeur de cations du sol.

Malheureusement les récoltes se développent moins bien quand elles reçoivent seulement de l'azote ammoniacal que lorsqu'elles reçoivent des nitrates.

Tableau n° 6 : concentration de l'eau étudiée en  
éléments fertilisants [mg/l]

Elements en [mg/l]	$\bar{x}$	$\sigma$
$NO_3^-$	11.27	$\pm 6.84$
$NO_2^-$	1.04	$\pm 0.72$
$NH_4^+$	3.85	$\pm 2.5$
$PO_4^{2-}$	2.74	$\pm 1.37$
$K^+$	16.63	$\pm 3.11$
$CO_3H^-$	377.2	$\pm 41.17$
$SO_4^{2-}$	163.3	$\pm 12.91$
$Cl^-$	342.27	$\pm 38.16$
$Na^+$	207.91	$\pm 37.23$
$Mg^{2+}$	32.18	$\pm 17.51$
$Ca^{2+}$	117.28	$\pm 10.65$
$CO_3^{2-}$	0	0
N	4,69	$\pm 7$

Tableau n° 7 : Résultats des analyses physico - chimiques

paramètres	$\bar{x}$	$\sigma$
PH	7.06	$\pm 0,61$
T:°c	17.55	$\pm 0.15$
M.E.S mg/l	21.95	$\pm 4.30$
DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	11.95	$\pm 3.33$
DCO (mg O <sub>2</sub> /l)	66.8	$\pm 8$
DBO <sub>5</sub> / DCO	0.18	$\pm 0.07$
CE 25°c mmhos/cm	1900	$\pm 212$
Minéralisation (mg/l)	1153	$\pm 100.80$

Tableau n° 8 : Concentration de l'eau étudiée  
en métaux lourds et bore [mg/l]

Eléments (mg/l)	$\bar{x}$	$\sigma$
Zn	0.1	
Mn	7.66	$\pm 0,7$
I	0.11	
Cr	traces	
Fe	0.3	$\pm 0.1$
B	0.15	

Elements Fertilisants	Kg par Hectare
Azote	46,5
Phosphore	27,4
Potassium	166,3

Tableau n° 3 : Elements Fertilisants Fournis annuellement par l'irrigation avec Les eaux du Lac , en considérant une hateur d'eau de 100cm.

Ceux-ci très mobiles et non fixés sur l'argile ou l'humus sont facilement lessivés .Le phosphore et le potassium sont mieux retenus par le sol.

On pourrait prendre à titre d'exemple une hauteur d'eau de 100 m par an.Ceci implique que chaque hectare reçoit 10000 m<sup>3</sup> d'eau,pouvant apporter les quantités d'éléments fertilisants indiquées au tableau ci-après N° 9

b/ Les éléments secondaires:

Il s'agit essentiellement de certains métaux lourds (Fe,Cu,M) et du bore.

Les valeurs moyennes des éléments secondaires sont consignées dans le tableau N° 8

En ce qui concerne les métaux et metalloïdes analysées les valeurs trouvées sont inférieures aux normes de toxicité des sols et des plantes.

De plus le sol à prédominance argileuse, capacité d'échange cationique importante, permet de fixer certains éléments métalliques et d'éviter ainsi la pollution des eaux souterraines.

LE CALCIUM:

Les teneurs en calcium sont inférieures à celles du sodium,ceci est défavorable au sol; le calcium intervient dans la formation de complexe argilo-humique alors que le sodium est defloculant.

Lorsque le calcium est absorbé sous forme d'oxyde, d'hydroxyde ou de carbonate de calcium, celui-ci élève le pH du sol constituant ainsi un amendement calcaire (28).

Il est également à remarquer que la forte teneur en calcium risque de poser des problèmes de chloroses, en sols neutres ou calcaires qui sont très réponsus en ALGERIE.

### LE SODIUM:

La teneur en sodium des eaux du lac est élevée, ceci peut réduire la perméabilité des sols récepteurs, entraîner une pollution des eaux de drainage du fait de sa mobilité ou provoquer des " Brûlures" à la plante lorsque l'arrosage a lieu en période de végétation (un ensoleillement intense favorise cet effet).

### LE MAGNESIUM:

Les concentrations élevées en magnésium des eaux du lac (32,18mg/l) et du sol (allant de 16 mg/100g à 95 mg/100g) évitent tout risque de carence des cultures en cet élément.

Celui-ci contribue à la formation de la chlorophylle, à l'absorption d'acide phosphorique par les plantes sous forme de phosphates de magnésium ( $Mg PO_4$ ); et tout comme le calcium à la formation du complexe argilo-humique.

### LE CHLORE:

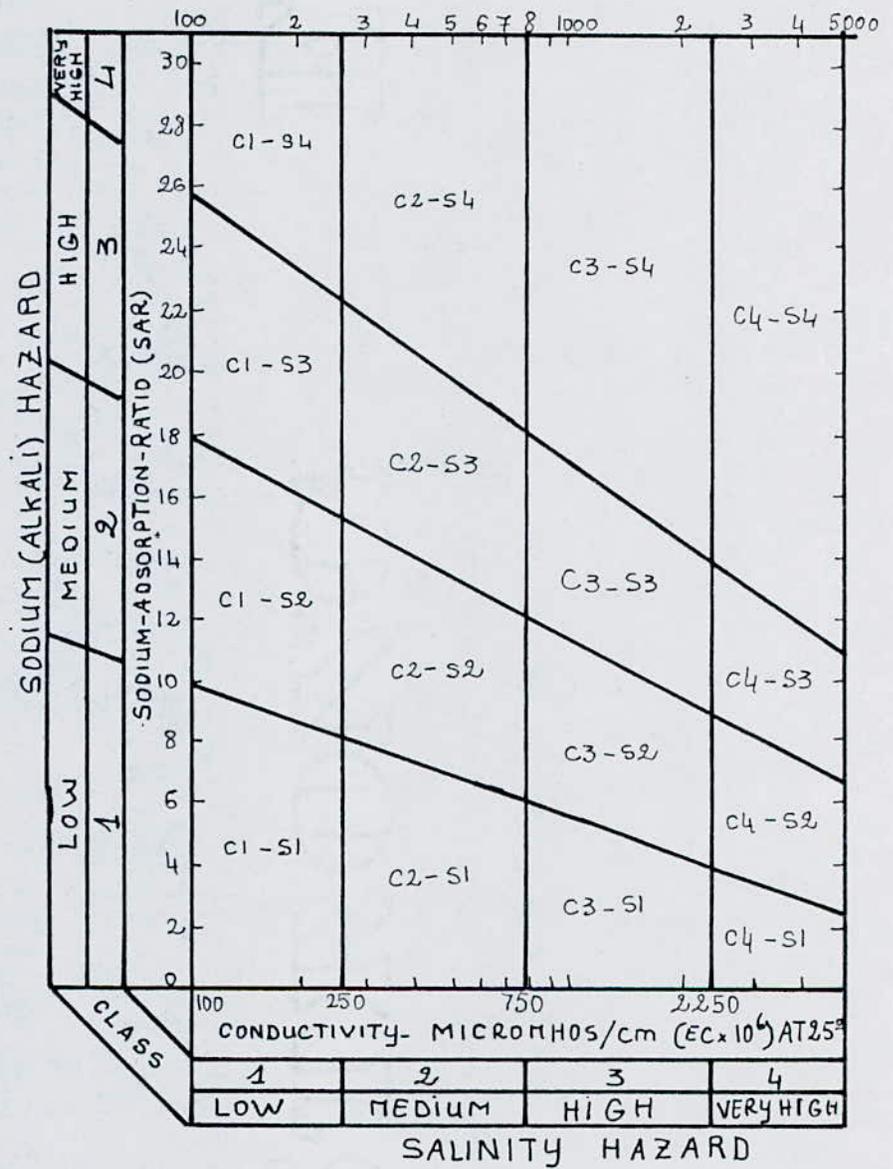
Ses sels de chlore sont aussi redoutables que les sels de sodium. Cependant, les eaux du lac en présentent une forte teneur (342,27mg/l) soit 9,68 mg/l dépassant la limite souhaitée pour les eaux d'irrigation, soit 106 mg/l (14-a).

### LES SULFATES:

Aucune indication, sauf que la teneur en sulfate dans le lac (soit 163,25 mg/l) n'a pas atteint la valeur considérée comme dangereuse (soit 192mg/l)

### LES CARBONATES:

H  $CO_3$  dissous dans l'eau d'irrigation par aspersion aérienne tend à provoquer un dépôt blanc de carbonate, sur les fruits et les feuilles.



— DIAGRAMME DE CLASSIFICATION  
DES EAUX D'IRRIGATION —  
[USDA handbook N°.60]

Tableau n°10

Degré	Qualité	Classes	
1	"Excellente"	C1-S1	Eau utilisable sans danger pour l'irrigation de la plupart des cultures, sur la plupart des sols
2	"Bonne"	C2-S1 C2-S2	En général, eau pouvant être utilisée sans contrôle particulier pour l'irrigation de plantes moyennement tolérantes au sel, sur sols ayant une bonne perméabilité  Principaux problèmes dus aux plantes trop sensibles, au sodium et aux sols à forte capacité d'échange d'ions (sols argileux)
3	Admissible	C3-S1	En général eau convenant à l'irrigation des cultures tolérantes au sel, sur des sols bien drainés. L'évolution de la salinité doit cependant être contrôlée.  Principaux problèmes dus aux plantes trop sensibles, au sodium et aux sols à faible perméabilité.
4	"Médiocre"	C4-S1 C4-S2 C4-S3	En général, eau fortement minéralisée pouvant convenir à l'irrigation de certaines espèces bien tolérantes au sel et sur des sols bien drainés et lessivés.
5	Mauvaise	C3-S4 C4-S3 C4-S4	Eau ne convenant généralement pas à l'irrigation, mais pouvant être utilisée sous certaines conditions : sols très perméables, bon lessivage, plantes tolérant très bien le sel.

LA SALINITE :

La conductivité électrique:

La valeur moyenne de la conductivité électrique consignée au tableau N° 5 est assez élevée, cela du à la richesse des eaux du lac en éléments minéraux qui sont de bon conducteurs.

Le coefficient d'absorption du sodium (S.A.R):

Ces le critère d'efficacité des eaux pour l'irrigation, il exprime le rapport de la teneur en sodium à la teneur en calcium et magnésium.

Le S.A.R variant de 3,35 à 5,42 et la CE 25°C de 1 700 à 2 100 mm hos/cm, les eaux du lac peuvent être classées dans le groupe C<sub>3</sub>S, d'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation, eau de qualité admissible, convenant à l'irrigation des cultures tolérantes aux sels, sur sols bien drainés. L'évolution de la salinité doit cependant être contrôlée.

Les principaux problèmes sont dus aux plantes trop sensibles, au sodium et aux sols à faible perméabilité. La région de Reghaia constitue une contrainte à cette utilisation.

Les matières en suspension:

Les teneurs indiquées dans la littérature concernant l'utilisation des eaux à des fins agricoles indiquent des valeurs comprises entre 20 et 30 mg/l. Ces limites correspondent en fait à la teneur moyenne des eaux du lac.

La texture des sols de la région est favorable à cette utilisation; la filtration n'est pas nécessaire, les risques de colmatage pourront donc être écartés.

En ce qui concerne les obstructions du matériel d'arrosage, il y est remédié par le choix le plus adéquat de celui-ci, notamment pour le diamètre des orifices ainsi que par un entretien régulier.

#### 4.3.2 - INTERPRETATION DE L'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE:

##### 1- GERMES TOTAUX:

Nous n'avons effectué qu'un seul dénombrement des germes totaux donc nous ne pouvons distuter la variation de la microflore aerobie meso-phile dans le lac.

De la station I à la station II, il ya une réduction considérable des ces germes quoique les conditions de développement demeurent presque identiques pour les deux stations.

Le chiffre le plus élevée est 1100.00/100ml est celui-ci n'indique pas une forte contamination microbienne du lac d'ailleurs quelques soit le milieu utilisé, le developpement de l'ensemble des bacteries presentes n'est jamais obtenu: certaines espèces demandent des apports nutritifs et des conditions de milieu qui sont défavorables à la prolifération d'autres espèces.

##### 2- COLIFORMES TOTAUX:

Le nombre de coliformes est constant sur tout les prelevements ce qui est en rapport avec les conditions du milieu (lac) qui demeurent pratiquement stables.

En outre la valeur de pH, température, l'oxygène dissous sont favorables au developpement des germes, cependant la charge organique demeure non importante; d'ou le nombre peu élevé des coliformes totaux.

##### 3- ESCHERICHIA-COLI

Leur concentration dans les eaux du lac est la même que celle des coliformes totaux; ce qui est indice d'une pollution fécale v v que dans le tractus intestinal, Escherichia-Coli prédomine. Des dilutions plus poussées auraient pu déterminer leur teneur relativement à tous les coliformes.

Tableau n°11 : Résultats des analyses microbiologiques

Prélevements date des Paramètres	22.11.86	24.11.86	7.12.86	21.12.86
T° C	17.2	16.8	18.2	18
pH	7.7* 7.7+	7.5* 7.7+	7.6* 7.6+	7.4+ 7.5*
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	13* 11+	17.0* 12.0+	17.5* 12.5+	9.5+
O <sub>2</sub> (mg/l)	6.8* 10.45+	6.2* 10.1+	4.8** 9.3+	6.4* 11+
N.P.P de Germe totaux / 100ml				après 24 <sup>h</sup> à 37°C : 9700* 3800+ après 48 <sup>h</sup> à 37°C : 11000* 4300+ après 72 <sup>h</sup> à 22°C : 110000* 60000+
N.P.P de Coliformes Totaux / 100ml	1400* 1400+	1400* 1400+	1400* 1400+	1400* 1400+
N.P.P de Escherichia-Coli / 100 ml	1400* 1400*	1400* 1400+	1400* 1400+	1400* 1400+
N.P.P de Streptocoques Fécaux / 100ml	1400* 1400+	290+ 1400*	0* 0+	53* 1400+
N.P.P de Clostridium Sulfito- réducteurs / 100ml				Présence

+ : au niveau de la pompe.  
\* : au milieu du marais.

4- STREPTOCOQUES FECAUX:

Une variation apparait à chaque prelevement sans pour autant qu'il y'ait modification des caractéristiques du milieu.

Le chiffre rond "0" demeure suspect; d'autant plus que ceux-ci présentent une meilleure résistance dans des conditions hostiles que les coliformes.

Les variations entre les deux stations peut s'expliquer par la présence d'une voilière (élevage des canards) proximité de la station I sachant que les streptocoques fécaux des animaux ne survivent que très peu dans les milieux naturels.

Le rapport coliformes fécaux/Streptocoques fécaux,moins donne des precision la dessus.

Il est de :

- 1 pour le premier prelevement
- 4,8 pour le second ,Celui-ci indique une pollution essentiellement urbaine.
- 26,4 pour le quatrième: il indique aussi une pollution essentiellement humaine.

CLOSTRIDIUM SULFITE-REDUCTEUR:

Nous avons mis en évidence leur présence quant à leur comptage celui-ci à été défectueux.

CONCLUSION

Sur le critère de potabilité, ces eaux sont de très mauvaise qualité bactériologique. Leur utilisation agricole, impose des restrictions quant au nombre des certains germes fécaux.

- pas plus de 10 coliformes et 10 stre ptocoques fécaux dans 100 ml d'eau par la reglementation des cressonières (reglement sanitaire departemental type circulaire, du 9 Aout 1978)
- pas plus de 23 coliformes/100ml si elle est utilisée par aspersion et plus de 2,2 coliformes/100ml si elle est employée par irrigation pour la culture de produits. Consommés crus (Reglementation de californie)
- pas plus de 100 coliformes pas 100ml dans 80% d'échantillons selon,l'organi-sation mondiale de la santé (O.M.S)
- pas plus de 1000 germes par 100 ml selon l'organisation mondiale de la santé (O.M.S)

( ( INQUIEME // ) ) ARTIE  
//

## 5 - SITUATION DE L'ALGERIE EN MATIERE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT .

### CONCLUSION ET RECOMMANDATION :

5.1. Situation actuelle de l'Algérie en matière de protection de l'environnement.

5.1.1. Etudes et recherches réalisées dans le domaine de la protection de l'environnement :

En Algérie, un nombre très limité d'études et plutôt occasionnelles ont été menées dans le domaine de l'environnement ; celles qui existent sont souvent destinées à donner les justifications nécessaires à la mise en place d'équipements anti-pollution. Compte tenu du code de l'environnement, ce domaine encore vierge, nécessite un intérêt particulier.

5.1.2. Règlementation pour la protection de l'environnement :

La loi n° 83.03 du 5 Février 1983 a pour objet la mise en oeuvre d'une politique nationale de protection de l'environnement tendant à :

- La protection, la restructuration et la valorisation des ressources naturelles ;
- La prévention et la lutte contre toute forme de pollution et nuisance ;
- L'amélioration du cadre et de la qualité de la vie.

Cette loi précise que la protection de la nature, le maintien des équilibres biologiques et la conservation des ressources naturelles contre toutes causes de dégradation sont d'intérêt national et qu'il est donc du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde du patrimoine naturel et plus particulièrement à la protection de l'eau. Cette protection de l'eau vise à satisfaire ou à concilier les exigences :

- De l'alimentation en eau potable et de la santé publique ;
- De l'agriculture, de l'industrie et de toutes les autres activités humaines d'intérêt général ;

.../...

- De la vie biologique du milieu recep<sup>t</sup>eur et spécialement de la faune piscicole ;
- De la conservation et de l'écoulement des eaux.

Afin de pouvoir protéger la nature contre toutes formes de dégradation, l'étude d'impact sur l'environnement nécessite un intérêt particulier. Cette étude est un outil de base qui vise à faire connaître et évaluer les incidences ou indirectes des projets sur l'équilibre écologique, ainsi que sur le cadre et la qualité de vie de la population.

Les études préalables à la réalisation de l'aménagement ou d'ouvrages qui, par l'importance de leurs dimensions ou de leurs incidences sur le milieu naturel, peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact.

La présente loi exige que le contenu de l'étude d'impact doit comprendre au minimum une analyse de l'état initial du site et de son environnement, l'étude des modifications que le projet y engendrerait et les mesures envisagées pour supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences dommageables pour l'environnement.

### 5.1.3. Les eaux usées industrielles :

Des indications sommaires fournies par le Ministère de l'Intérieur font état de l'existence de **2545** Unités industrielles considérées comme polluantes. Selon cette même source d'information, **422** appartiennent à la première classe, **730** Unités à la deuxième classe et **1 393** Unités à la troisième classe suivant la classification du décret 76.34 du 20 Février 1976 relatif aux établissements dangereux, insalubres et incommodes et dont l'application n'est souvent pas respectée.

La petite et moyenne industrie sont généralement implantées dans le tissu urbain et deversent leurs effluents dans le réseau d'assainissement urbain.

.../...

Cette pratique est particulièrement préjudiciable aux opérations de traitement des eaux usées urbaines en raison de la présence d'éléments toxiques susceptibles d'inhiber l'épuration des eaux usées.

#### 5.1.4. Les eaux usées urbaines :

La réalisation de réseaux d'évacuation d'eaux usées domestiques reste un objectif à atteindre pour de nombreuses collectivités.

Le taux de raccordement de la population aux réseaux d'assainissement est inférieur à celui de l'eau potable, mais tend à s'améliorer ces dernières années, suite à la mise en oeuvre des plans d'urbanisme des villes. Le taux de raccordement moyen national est de **32,8 %**, toutes les zones confondues. En milieu urbain, le taux de population raccordé au réseau est actuellement de **67,4 %**, alors qu'en zone rurale, le système d'assainissement autonome reste plutôt la règle générale.

D'une manière générale, les rejets d'eaux usées sont effectués sans épuration préalable dans le réseau hydrographique, à la mer pour les villes cotières, ou hors du périmètre urbain à l'intérieur du pays.

Cependant, une prise de conscience de l'impact de la pollution sur l'environnement se concrétise actuellement par l'implantation à travers le pays d'une vingtaine de stations d'épuration.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS:

Nos recherches même partielles ont apporté des précisions analytiques sur la nature des eaux du lac et nous ont permis de tirer quelques conclusions et recommandations.

L'Utilisation des eaux du lac comme eau d'irrigation a contribué largement à diminuer le déficit d'eau de la région.

SO: utilisation nécessite de leur certaines contraintes liées au sel et au choix de certaines espèces de plantes résistantes à la salinité, telles que certaines cultures b maraichères et arbres fruitiers.

Le danger de phytotoxicité par les micro-polluants minéraux n'existe pas, ceci reste valable pour l'année 1987. car s'il y'avait création d'industries susceptibles de modifier le bilan de ces derniers dans l'eau du marais on aurait le risque de voir ces éléments devenir toxiques. en tenir compte de leur accumulation dans les tissus? (Animaux ou Végétaux).

-Vu les normes à l'égard des risques microbiologiques, ces eaux sont utilisables. Néanmoins, le risque atéatoire peut être atténué par une bonne pratique de ces eaux.

- n'irriguer que des cultures industrielles (générales betteraves) lesquelles sont généralement utilisées après transformation.
- Déterminer au délai entre l'irrigation et pâturage
- Créer des écrans végétaux et utiliser des arroseuses à faible pression pour limiter la dispersion des germes infectieux.

Cependant par le choix des cultures et par une bonne méthode de travail, l'utilisateur de ces eaux peut obtenir de bons rendements et s'apercevoir qu'une eau considérée comme " inutilisable " concernant la qualité est en réalité " utilisable " dans certaines conditions.

L'utilisation d'une eau même de qualité médiocre est à recommander dans les zones où l'eau constitue un facteur limitant.

- BIBLIOGRAPHIE -

(1)

- 1 BAUSUMI H. T et coll. (1978) "Microbial aerosols from a field source during sprinkler irrigation with wastewater" in state of Knowledge in Land treatment of wastewater (McKim H.L. Vol 2. 1978, U.S corps of Engineers, CRREL, Hanover N.H., 273 - 280 .
- 2 Edwards .S. Kempa (1980) Problèmes de santé liés à la réutilisation des effluents et effets de la présence de substance chimiques dangereuses .
- 3 DURAND. H (1979) Epandage des eaux usées .
- 4 Ayers R.S et DW WESTCOT (1976) la qualité de l'eau en agriculture .  
Bult F.A.O d'irrigation et de drainage n°29 .
- 5 BOUTIN. P. (1982) Risques sanitaires provenant de l'utilisation d'eaux polluées ou de boues résiduelles de station d'épuration en agriculture  
T.S.M , n 12 ; pp 547. 555 .
- 6 BECHAG J.P, P.B.; B.П, P.N. (1984) Traitement des eaux usées .  
Ed. Eyrolles .
- 7 BENCHALAL. K. (1981) Contribution à l'étude de la réaction de quelques espèces maraichères au compost d'ordures ménagères obtenu sous climat méditerranéen .
- 8 BLONDEUF (1975) Le traitement centralisé des boues .  
T.S.M., n° 6 ; pp. 231-238 .
- 9 GOUNY P. (1983) Critères de qualité des eaux d'irrigation.  
C.N.P.A. Dossier technique n°1. L'eau en agriculture  
extrait des cahiers du CENECA

- (2)
- 10 I.S.B.Π. (1974) L'épandage des eaux usées manuel de recommandations techniques de la documentation française.
  - 11 RHOADES, J. D. (1972) Quality of water for irrigation, Soil Science, 113: 217. (1972)
  - 12 A.J. DRAPEAU. S.JANKOVIC. Manuel de microbiologie de l'environnement O.N.S (1977).
  - 13 EBBA LUND (1980) Problèmes de santé liés à la réutilisation des effluents. I. Bactéries. Séminaire à Alger. (1980).
  - 14 BOWER, C.A. et al. Sodium hazard of irrigation water as influenced by leaching fraction and by precipitation or solution of Calcium carbonate. Soil Science, 106:29 1968.
  - 15 GOMELLA C. et GUERREE Π. (1978) Les eaux dans les agglomérations urbaines et rurales. 284 pages.
  - 16 H. LECLERC. R. BUTTIAUX. J. GUILLAUME. P. WATTRE Microbiologie appliquée.
  - 17 Dr. A. VAN-HAUTE (1980) Précautions sanitaires et traitements requis dans le cas de réutilisation industrielle et d'épandage d'eaux usées. Séminaire de "1980" à Alger.
  - 18 GERBA, C.P. et LANCE. J. C. (1980) "Pathogen Removal From wastewater During Groundwater recharge". (Ed. Asano, T. and Roberts, P.V.)

19 LARKIN, E.P. et al. (1978) Land application of sewage wastes potential for contamination of food-stuffs and agricultural soils by viruses and bacterial pathogens. Conférence à l'université de San Antonio Texas. (1978).

20 GARRASNE, P.A. (1979) Utilisation agricole des boues d'origine urbaines. Association Française pour l'étude des eaux.

21 DURAND, D. (1977) Systèmes d'utilisation de l'eau dans le monde. Ed CSU. SEDES. ISBN.

22 JUSTE S. (1979) Valorisation agricole des boues issues du traitement des eaux usées urbaines. Cebedeau, N° 632. PP 461-467.

23 LEGRET P. (1984) Les métaux lourds dans les boues de stations d'épuration. Valorisation agricole et extraction des métaux toxiques. Labo central des ponts et chaussées; n° 4.2. pp. 35-40.

27 TAKASHI ASANO, Dr ROBERT GHIRELLI (1980) Reutilisation des eaux usées pour la recharge des eaux souterraines et l'irrigation agricole. Séminaire à Alger (1980).

26 RODIER, J. 1974. L'analyse de l'eau. Ed Dunod (7<sup>ième</sup> é)

24 VALIRON, F. (1983) La réutilisation des eaux usées. Tec. et doc. pp 105-129.

25 RODRIGUES H. (1980) Fondements théoriques du traitement biologique. Vol II; pp 1313-1757.

28. PESSON P. (1980) : LA POLLUTION DES EAUX CONTINENTALES  
(ed : GAUTIER - VILLARS)
- 29 - THOMANN C. (1983) : LES POSSIBILITES D'UTILISATION DES EAUX  
USEES EN AGRICULTURE  
(TECHNIQUE ET DOCUMENTATION. pp 10-16).
- 30 - RENSİK J.H, IR. (1965) : INSTALLATION PILOTE POUR EAUX DE  
LAITERIE.  
(CEBEDEAU, N° 257, pp 201-204.).
- 31 - F.MEINCK P, STOFF. H, KOHLSHUTTER. LES EAUX RESIDUAIRES  
INDUSTRIELLES (1970). (MASSON).
- 32 - M.G. MASTANTUONO (1979). INTRODUCTION A L'EPURATION BIOLOGIQUE  
RAPPELS ET DEFINITIONS - CALCUL, CONCEPTION  
ET ENTRETIEN DES STATIONS D'EPURATION.  
(TEC et DOC)
- 33 - O.W. ISRAELSON ET V.F. HANSEN (1965). TRAITE PRATIQUE DE  
L'IRRIGATION - (INTERCONTINENTAL EDITIONS, INC).

A B R E V I A T I O N S  
oooooooooooo0000oooooooooooo

\* LES ABREVIATIONS UTILISEES SONT:

- CE 25°C : CONDUCTIVITE ELECTRIQUE à 25 °C
- DBO<sub>5</sub> : DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE
- DCO : DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE
- Meg/l : MILLIEQUIVALENT GRAMME PAR LITRE
- M.E.S : MATIERES EN SUSPENSION
- M.L : METAUX LOURDS
- M.M : MATIERES MINERALES
- M.O : MATIERES ORGANIQUE
- S.A.R : COEFFICIENT D'ABSORPTION DU SODIUM.

## ANNEXE

### Composition des milieux de culture utilisés pour les analyses microbiologiques

La recherche des germes totaux nécessite :

- Gelose tryptone - glucose - extrait de levure (T.G.E.A)

dont la composition est :

- tryptone	6g
- extrait de levure deshydraté	3g
- Agar	15g
- eau distillée	1000 ml

La recherche de Clostridium sulfite-réducteurs nécessite :

- milieu de base (Gelose - Viande Foie glucosé) (V.F.G)

dont la composition est :

- Viande Foie	30g
- Glucose	2g
- amidon	2g
- agar	11g
- eau distillée	1000 ml.

pH 7,6 ÷ 7,8

Autoclave à 115°C pendant 20mn.

Au moment de l'emploi, on ajoute à 20 ml de milieu de base

fondue :

- 0,5 ml de solution de sulfite de Sodium à 5%
- 4 gouttes d'Alun de Fer ammoniacal.

- La recherche des Streptocoques fécaux du Groupe D nécessite :

.. Bouillon glucosé à l'azide de Sodium ou milieu de Roche

comme milieu de préemption dont la composition est :

a) pour milieu à double concentration :

tryptone	40 g
Glucose	10 g
Chlorure de Sodium	10 g
phosphate bipotassique	5,4 g
phosphate monopotassique	5,4 g
Azide de sodium	0,4 g
Eau distillée	1000 ml.

$$\text{pH} = 6,7 \div 7$$

le tout est mis à l'autoclave à 121°C pendant 1mn.

b) pour milieu à simple concentration :

tryptone	20 g
Glucose	5 g
Chlorure de sodium	5 g
Phosphate bipotassique	2,7 g
phosphate mono potassique	2,7 g
Azide de sodium	0,2 g
Eau distillée	1000 ml.

$$\text{pH} = 6,8 \text{ à } 7.$$

Le tout est mis à l'autoclave à 121°C pendant 15mn.

- Bouillon glucosé à l'ethyl violet et azide de Sodium (E.V.A.)  
ou milieu de Litsky comme milieu de confirmation.

La composition est comme suit :

- tryptone	20 g
- glucose	5 g
- Chlorure de sodium	5 g
- phosphate bipotassique	2,7 g
- phosphate monopotassique	2,7 g
- azide de sodium	0,3 g
- ethyl-violet	0,0005 g
- eau distillée	1000 ml.

pH 6,7 ÷ 7.

Streptocoques du groupe D de Lancefield :

C'est l'ensemble des streptocoques qui possède l'anti-gène D caractéristique du groupe D de Lancefield, c'est à dire les streptocoques Faecalis (et ses variétés zymogènes), Streptococcus bovis, streptococcus equinus.

EXTRIA STIRONG

A B R E V I A T I O N S  
oooooooooooo0000oooooooooooo

\* LES ABREVIATIONS UTILISEES SONT:

CE 25°C : CONDUCTIVITE ELECTRIQUE à 25 °C

DBO<sub>5</sub> : DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE

DCO : DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE

Meg/l : MILLIEQUIVALENT GRAMME PAR LITRE

M.E.S : MATIERES EN SUSPENSION

M.L : METAUX LOURD

M.M : MATIERES MINERALES

M.O : MATIERES ORGANIQUE

S.A.R : COEFFICIENT D'ABSORPTION DU SODIUM.

