

République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique

Université 08 Mai 1945

-Guelma-

Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers

Département de Biologie.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Spécialité : Biochimie Microbiologie Appliquée

Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaires

Thème

**QUALITE DES EAUX DE SOURCES ISSUES D'UN
PERIMETRE IRRIGUE GUELMA - BOUMAHRA**

Présentée par :

- **ABDOUROIHMANE ALI SALIM**
- **AMIRA IMANE**
- **GHERIBI AMINA**

Membres de jury :

- Président** : Mr. Nouar. (Université 08 Mai 1945)
Examineur : Mr. Rouibi. (Université 08 Mai 1945)
Examineur : Mr. Ghraïb. (Université 08 Mai 1945)
Encadreur : Mr. Kachi.S (Université 08 Mai 1945)

Juin 2012

REMERCIEMENTS

Louangé à Dieu le Miséricordieux qui nous a éclairé la voix de la science et de la connaissance et par sa grâce on a réussi à achever ce travail.

Nous remercions nos parents pour leur patience, leurs encouragements et leur soutien.

Tout le corps enseignant du Département de Biologie de l'Université 8 mai 1945 de Guelma pour la qualité de leur enseignement.

Nos reconnaissances, nos vives gratitudees et nos sincères remerciements vont à

Monsieur :Abd Elghani Ellagoune, Directeur de Station (ADE) et Salah Amraoui chef de labo, pour avoir bien accueilli et facilité notre travail.

Que Monsieur, Mahdi Boukerddine, Mesdemoiselles, Mebarka Baout et Samira

Bouchebout, Mesdames; Nawel Regimi, Radia Chouaref, Amel Fislil, Wahiba Dridi,

trouvent ici l'expression de profonde gratitude d'avoir accueillie dans leur laboratoire et d'offrir les moyens et beaucoup de facilités techniques dans nos expériences.

Toutes les personnes qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce document.

Nos vifs remerciements s'adressent à monsieur Kachi.SProfesseur à l'Université de Guelma, qui nous a fait l'honneur de nous diriger et nous guider avec patience et gentillesse tout au long de la réalisation de ce projet.Ses encouragements, sa disponibilité constante et surtout ses conseils nous ont été d'une précieuse aide.

Nous tenons, à remercier sincèrement les membres du jury de nous faire l'honneur de lire et d'évaluer ce travail. (Mr. Nouar.), a leur présidé et (Mr.Rouibi. et Mr. Ghraib.), a leur examinassions.

Enfin, nous exprimons tous le bonheur du monde à nos collègues de la promotion sortante 2012 qui nous ont soutenus dans les moments difficiles, et encouragé durant notre travail.

Fig. 1: Carte du relief de la wilaya de Guelma.....	4
Fig. 2 : Photos du barrage Hammam Debagh Guelma.....	6
Fig. 3 : l'évolution mensuelle de la température de 1994 à 2010.....	7
Fig. 4 : L'évolution moyenne mensuelle des précipitations à la station de Belkheir.....	8
Fig. 5 : Coupe hydrogéologique.....	9
Fig.6 : Carte de localisation des différents secteurs du périmètre d'irrigation... ..	12
Fig. 7: Parcelle de pomme de terre irriguée par aspersion dans le périmètre de Boumahra.....	13
Fig. 8: Evolution des superficies irriguées dans le périmètre Guelma-Boumalira.....	
Fig. 9: Dosage de nitrates.....	32
Fig. 10: Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables à 22 et à 37°C.....	37
Fig.11 : Germes totaux à 37°C.....	39
Fig.12 : Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries Coliformes ; Méthode par filtration (Norme NF EN ISO 9308 1).....	43
Fig.13 Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux; méthode par filtration sur membrane (Norme ISO 7899- 2 et Norme NF T 90-416)	45
Fig.14 : La température.....	46
Fig.n° 15 : Le pH.....	48
Fig. n°16 : Teneur en O2 dissous.....	49
Fig. n°17 : Teneur en TDS.....	50
Fig. n°18 : La turbidité.....	51
Fig. n° 19 : La conductivité.....	52
Fig. n°20 : Teneur en Calcium.....	53
Fig. n°21 : Teneur en Magnésium.....	54

Fig. n°22 : Teneur en Chlore.....	55
Fig. n° 23 : La dureté (TH).....	56
Fig. n°24 : TAC.....	57
Fig. n°25 : Teneur en sulfates.....	58
Fig. n°26 : M.E.S.....	59
Fig. n°27 : Teneur du résidu sec.....	60
Fig. n°28 : Teneur des nitrates.....	61
Fig. n° 29 : Teneur des nitrites.....	62
Fig. n°30 : Teneur de l'Ammonium.....	63
Fig. n°31 : Teneur du fer.....	64
Fig. n°32 : Germes totaux à 22°C.....	65
Fig. n°33 : Germes totaux à 37°C.....	66
Fig. n°34 : Les germes totaux.....	66
Fig. n°35: Coliformes totaux.....	67
Fig. n°36 : Les coliformes totaux.....	67
Fig. n°37 : Les Coliformes fécaux.....	69
Fig. n°38 : Confirmation de la présence d'E. Coli.....	69
Fig. n° 39: Streptocoques fécaux de groupe D.....	70
Fig. n° 40: Confirmation de Streptocoques fécaux.....	71
Fig. n°41 : Les streptocoques fécaux.....	70

abréviations

- : Caractère négatif
- % : Pour cent
- + : Caractère positif
- ± : Plus ou moins
- ° : Degré
- ASR** : Anaérobies sulfitoréducteurs
- BCPL** : Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol
- °C : Degré Celsius
- Ca⁺ : Calcium
- CF** : Coliforme fécaux
- Cl** : Chlorure
- cm** : Centimètre
- CSR** : Clostridium sulfato-réducteur
- CT** : Coliforme totaux
- d : Variable
- D/C** : Double concentration
- E** : Est
- E. coli** : *Escherichia coli*
- Eva Litsky** : Bouillon à l'éthyle violet et aide de sodium
- °F : Degré français
- Fig.** : Figure.
- g/l** : Gramme par litre
- GT** : Germes totaux
- h** : Heure
- H₂O** : Eau
- H₂S** : Hydrogène sulfuré

S/C : Simple Concentration

SF : Streptocoque Fécaux

SS : *Salmonella-Shigella*

T : Température

Tab : Tableau

TDA : Tryptophane décarboxylase

TDS : Taux des sels dissous

TH : Dureté totale

TGEA : Tryptone-Glucose-Extrait de levure-Agar

TSI : Triple Sagar Iron.

UFC : Unité formant colonie.

Produced with ScanTOPDF

Liste des tableaux :

N° de tableau	Titre du tableau	N° de page
1	Caractéristiques géographiques et topographies de la station de Guelma	7
2	Les secteurs irrigués (OPI, 2003)	11
3	Types et quantités de fertilisants utilisés au niveau de la nappe alluvionnaire de Guelma (2005 / 2006)	14
4	Identification des engrais utilisés dans la zone d'étude (2004 / 2006)	15
5	Les installations classées de Guelma et les milieux récepteurs de leurs rejets	16
6	Autres types de pollution anthropiques. (Mouchara N, 2009).	17
7	Autres maladies hydriques	21
8	Température mesurée	47
9	pH	48
10	Oxygène dissous	50
11	TDS	50
12	Turbidité	51
13	Conductivité	52
14	Calcium	53

15	Le magnésium	54
16	Le chlore	55
17	TH	56
18	TA et TAC	57
19	Les sulfates	58
20	M.E.S	59
21	Résidu sec	60
22	Les nitrates	61
23	Les nitrites	62
24	L'ammonium	63
25	Le fer	64
26	Le taux des germes totaux	66
27	Le taux des Coliformes totaux	67
28	Les Coliformes fécaux	68
29	Le taux des streptocoques fécaux (groupe D)	71
30	Comparaison des teneurs aux normes Européennes et Françaises	73

Table des matières

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale	01
Chapitre I : Aperçu général sur la zone d'étude	
1. Situation administrative et géographique	03
2. Présentation de la zone d'étude	04
3. Données naturelles	05
3.1. Géologie	05
3.2 Réseaux hydrographique	05
3.2.1 Barrages existants	05
3.3. Climatologie	06
3.3.1 Les températures	07
a) Les températures moyennes mensuelles	07
3.3.2. Les Précipitations	07
a) Les précipitations moyennes mensuelles	07
3.4. Hydrogéologie	08
3.4.1. Structure et géométrie de l'aquifère	08
Conclusion	09

Chapitre II : Impact du périmètre irrigué sur la qualité des eaux.	
Introduction.....	10
1.Présentation du périmètre irrigué de Guelma-Boucheougouf.....	10
1.1.Source de l'eau d'irrigation.....	11
1.2.Mode d'irrigation dans la zone d'étude.....	12
1.3.L'évolution des superficies irriguées dans le périmètre Guelma-Boumahra.....	13
2.Pollution.....	14
2.1.Définition.....	14
2.2. Les principaux types de pollutions et leurs origines.....	14
2.2.1. Pollution d'origine agricole.....	14
2.2.2. Pollution industrielle.....	15
3. Les maladies à transmission hydriques.....	18
3.1. Les principales infections d'origine hydrique.....	18
3.1.1. Maladies attribués à l'eau d'origine bactérienne.....	18
a) Fièvre typhoïdes et paratyphoïdes.....	18
b) Gastroentérites aiguës et diarrhées.....	19
➤ <i>Escherichia coli</i>	19
➤ <i>Yersinia enterocolitica</i>	19
➤ <i>Salmonella sp</i>	20
3.1.2.Maladies attribués à l'eau d'origine chimique.....	20
➤ Plomb.....	20
➤ Nitrate/Nitrite.....	21
➤ Pesticides.....	21
Conclusion.....	22
Chapitre III : Matériels et méthodes.	
Introduction.....	23

1. Mode de prélèvement	23
1.1. Stratégie et but de l'échantillonnage	23
2. Analyse physico-chimique	24
2.1. Analyse physique	24
2.1.1. Le matériels du terrain	24
2.1.2. Les paramètres physiques	25
a) Température (T).....	25
b) Conductivité électrique (CE)	25
c) Potentiel d'Hydrogène (pH).....	25
d) Oxygène dissous (O ₂)	25
e) Turbidité	26
2.2. Analyse chimique	26
2.2.1. Matériels de laboratoire	26
2.2.2. Les prélèvements	27
2.2.3. Les paramètres chimiques	27
a) Titre Alcalimétrique simple et complet (TA et TAC)	27
b) Dosage du Calcium (Ca ⁺²) (Méthode par complexométrie)	27
c) Dosage du Magnésium (Mg ⁺²)	27
d) Dosage du Chlorures (Cl ⁻)	27
e) Détermination des Résidus sec	29
f) Détermination des matières en suspension (M.F.S.)	30
g) Dosage des ions Nitrites (Méthode Spectrométrique).....	31
h) Détermination des Sulfates (SO ₄ ²⁻).....	31
i) Détermination de Nitrates NO ₃	32
j) Dosage de l'Ammonium.....	33
k) Détermination du fer.....	33
3. Analyse bactériologique	34
3.1. Méthode d'analyse.....	34
3.1.1. Matériels.....	35
a) Pour échantillonnage.....	35
b) Matériel au laboratoire.....	35
3.2. Protocole de recherche.....	36
3.2.1. Recherche et dénombrement des germes revivifiables à 22 et à 37°C	36
3.2.2. Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries Coliformes.....	41

3.2.3. Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux.....	46
Chapitre IV : Résultats et discussions	
Introduction.....	47
1. Les paramètres physico-chimiques.....	47
1.1. Paramètres physiques	47
1.2. Paramètres chimiques	53
2. Les paramètres bactériologiques.....	63
Conclusion.....	71
Conclusion générale.....	72
Références bibliographiques.	
Résumé (Français, anglais et arabe)	

Produced with Scantopdf

INTRODUCCION GENERAL

Produced with ScanTOPDF

Parmi les grands défis du XXI^e siècle, celui de l'eau est évidemment au premier plan, au même titre que les sols cultivables et l'énergie. Est-ce à un problème de quantité d'eau disponible auquel l'humanité sera confrontée dans les prochaines décennies ? Est-ce plutôt un problème de qualité d'eau qu'il faudra surmonter ?

Certains pays, « riches » en eau, verront la pollution (déjà très importante) de leurs ressources s'accroître; à un niveau tel qu'il sera difficile d'y remédier. Parallèlement, et quelque part indécemment, les pays économiquement développés seront de plus en plus exigeants sur la qualité de leurs eaux ainsi que sur la sensibilité et le nombre des contrôles à effectuer sur les eaux distribuées et les eaux rejetées dans le milieu récepteur.

Les traitements de l'eau visent donc à éliminer les éventuels micro-organismes pathogènes, les polluants et les excès de sels minéraux. Ils sont également destinés à maintenir la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau dans les réseaux de distribution jusqu'au robinet du consommateur.

La qualité de l'eau fait l'objet d'une surveillance réalisée par les producteurs et les distributeurs d'eau et d'un contrôle sanitaire permanent de la part de l'administration (plus de 203 prélèvements en 2009).

But de travail:

La couverture des besoins alimentaires de la population humaine qui croient à une vitesse considérable, (6 à 7 milliards d'hommes selon les estimations approximatives) qu'il faudra nourrir correctement, cela nous incite donc à mobiliser tous les moyens scientifiques pour intensifier les productions, tout en luttant en parallèle contre les maladies phytosanitaires et la pollution de nos ressources en eaux en vue de préserver la qualité du produit.

➤ L'augmentation considérable de la productivité agricole à l'hectare dans le monde n'aurait pas été possible sans la généralisation de l'emploi des engrais et pesticides. Les pesticides peuvent ensuite être soumis à des phénomènes de transport, liés à la pollution des eaux.

➤ La lutte contre la pollution passe par un contrôle rigoureux de la qualité de nos ressources en eaux et par une meilleure connaissance des mécanismes de transferts des

produits phytosanitaires et des engrais au niveau du sol et sous sols et des stratégies de limitation de pollution.

La région de Guelma connaît un développement rapide accompagné d'une croissance très poussée de la population. Cet accroissement démographique et économique nécessite d'énormes quantités d'eau destinées à différents secteurs d'activité de l'homme (urbaine, industrielle et agricole).

Depuis la mise en service en 1996 du périmètre irrigué Guelma-Boucheouf la problématique liée à la qualité des eaux d'irrigation à partir de l'oued Seybouse et l'utilisation intensif des fertilisants et pesticides menace sévèrement la qualité de nos ressources en eaux souterraines dans la plaine.

L'objectif principal de ce travail est de faire un diagnostic générale sur la qualité physique, chimique et bactériologique des eaux de quelques sources issues de périmètre irrigué Guelma-Boumahra et de détecter les variations temporelles de la qualité de l'eau et d'en comprendre l'origine, afin d'appliquer les mesures appropriées pour protéger ou améliorer la qualité de nos ressources en eaux souterraines.

Selon la loi n° 83 – 17 du 16 Juillet 1983 modifiée et complétée et selon l'article 61:

« L'organisation chargée de la gestion d'une zone irriguée est tenu de *contrôler le niveau de la nappe phréatique* et de s'assurer que ce niveau est compatible avec une exploitation rationnelle des sols. Il suit également *l'évolution des sols et la qualité des eaux d'irrigation*, au moyen d'analyse périodique, »

CHAPITRE I

Aperçu général sur la zone d'étude

Produced with Scantopdf

I. 1. Situation administrative et géographique :

La wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba – Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum-El-Bouaghi et Tébessa), outre la proximité du territoire Tunisien à l'Est.

Sur une superficie de 3.686.84 Km² et abrite une population (Estimée à fin 2009) de 494079 Habitants dont 25 % sont concentrés au niveau du Chef-Lieu de Wilaya. La densité moyenne de cette population est de 132 Hab. /Km².

La géographie de la Wilaya se caractérise par un relief diversifié (Fig. n°1) dont on retient essentiellement une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau. Ce relief se décompose comme suit :

- **Montagnes**: 37,82 % dont les principales sont: Mahouna (Ben Djerrah) de 1.411 M d'Altitude ; Houara (Ain Ben Beidha) de 1.292 M d'Altitude ; Taya Bouhamdane) 1.208 M d'Altitude ; D'bagh (Hammam Debagh) : 1.060 M altitude
- **Plaines et Plateaux** : 27,22 %
- **Collines et Piémonts** : 26,29 %
- **Autres** : 8,67 %. (Mouchara N, 2009)

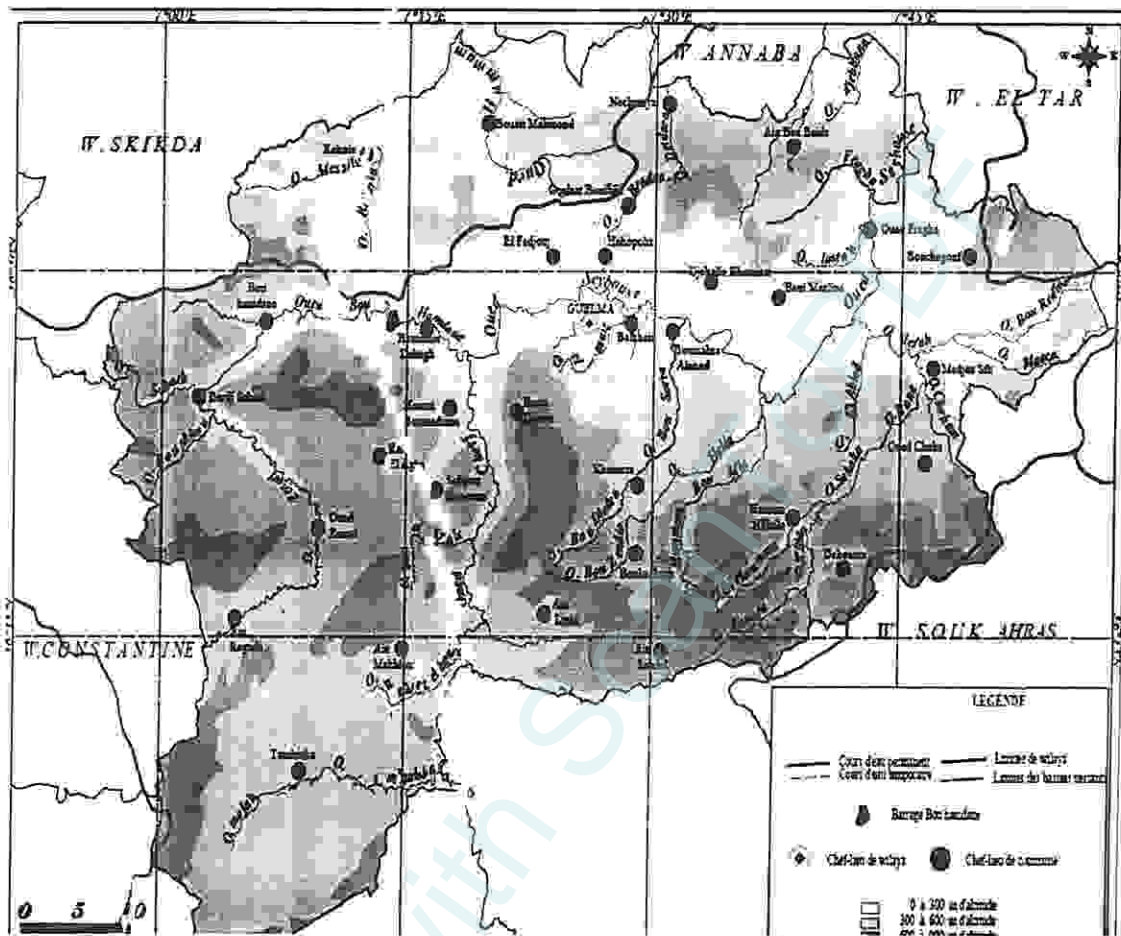


Fig. n°1: Carte du relief de la wilaya de Guelma. [3]

I.2. Présentation de la zone d'étude :

Le bassin de la Seybouse est l'un des plus grands bassins hydrographiques en Algérie, sa superficie est de l'ordre de 6471 km². Il s'étend vers le sud sur une distance de 160 Km jusqu'aux confins de l'atlas Saharien. La Seybouse, Oued méditerranéen, naît dans les hautes plaines semi-arides. Il résulte de la confluence de deux Oueds qui sont le Charef et le Bouhamdane au niveau de M'djez Ammar et se termine dans la mer Méditerranée au Nord, après un parcours de 160 km. (Mouchara N, 2009)

Le bassin de Guelma est localisé dans la zone tellienne de la chaîne alpine de l'Algérie du nord- orientale. Il a une forme allongée d'Est en Ouest sur 20km de longueur et de 3 à 10km de largeur. Cette zone est constituée d'un ensemble de terrasses emboîtées les unes aux autres correspondant à une dépression de 50 km² de surface, traversée d'Ouest en Est par la

Seybouse qui constitue le principale cours d'eau superficiel de la région et ou viennent se jeter les petits oueds du bassin versant secondaire.

- Localité : Guelma.
- Longitude : 07° 28' E
- Latitude : 36° 28' N
- Altitude : 227m (Mouassa S, 2006).

I.3. Données naturelles:

I.3.1. Géologie :

La géologie de la région de Guelma est caractérisée par des formations allant du Quaternaire au Trias, présentant ainsi une lithologie très variée et qui comprend essentiellement: les alluvions (sables, graviers, cailloutis.....), les grès, les marnes, les argiles et les calcaires.

Le fond du bassin correspond à un synclinal comblé par des sédiments. Cette dépression forme le réservoir aquifère de la vallée de Guelma est remplie par les alluvions d'âge Mio-plio-quaternaire. Ce remplissage constitue l'ancienne et actuelle terrasse de la vallée de la Seybouse. (Mouchara N, 2009)

I.3.2. Réseaux hydrographique :

Le bassin de Guelma est drainé essentiellement par l'oued Seybouse et ses principaux affluents qui sont Oued El Maiz, Oued El Skhoune et Oued Zimba (Fig. n°1). Il prend sa source à Medjez Amar (point de rencontre entre Oued Charef et Oued Bouhamdane). Il traverse la plaine de Guelma - Boulegouf sur plus de 45 Km du Sud au Nord. Son apport total est estimé à 408 millions m³/an à la station de Boudroua (commune d'Ain Ben Beida), le reste du réseau hydrographique constitué d'une multitude de cours d'eau temporaires et qui servent au drainage des eaux de pluie. Le sens d'écoulement exoréique c'est à dire du sud vers le nord.

Quant au régime des écoulements, il reste tributaire des précipitations et de l'importance des pentes. (Mouchara N, 2009)

I.2.1.3. Barrages existants :

Le principal barrage est celui de Hammam Debagh sur Oued Bouhamdane d'une capacité de 220 HM³ est destiné à :

- L'irrigation des plaines de : Guelma, Bouchegouf sur 9.600 HM³
- L'AEP de Guelma, Hammam Debagh, Roknia. (Mouchara N, 2009)

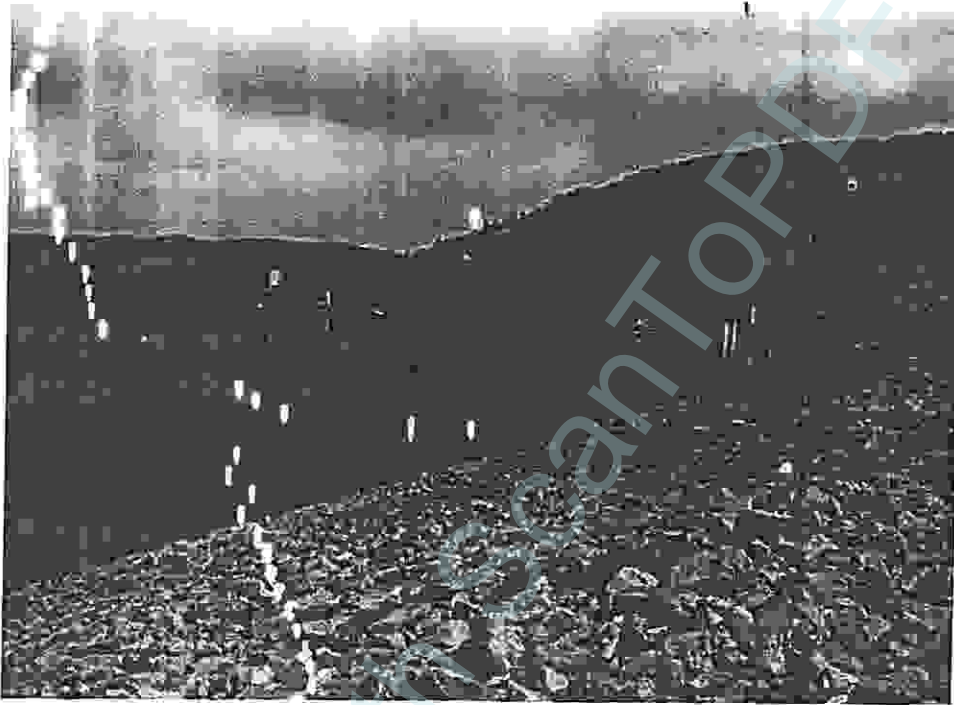


Fig. n°2 : Photos du barrage Hammam Debagh Guelma (Mouchara N, 2007)

I.3. Climatologie

Le climat est un facteur abiotique important dans l'étude de la typologie et la fonction d'un milieu. La région de Guelma est caractérisée par un climat continental avec un hiver froid et pluvieux, de type humide et sub-humide et un été très chaud et sec, quelques nuages orageux rompent la monotonie du temps, accompagnés d'averses de grêle et de fortes précipitations brèves et locales, alterne souvent avec des chaleurs brûlantes qui peuvent se manifester de manière violente même en Juillet et début Août. (Mouassa S, 2006).

L'infiltration efficace et le ruissellement entraînent de manière très différente les polluants. Dans les périmètres irrigués, l'infiltration permet l'entraînement en profondeur des fertilisants et des pesticides. (Mouassa S, 2006).

Pour la région d'étude, nous disposons des données climatiques de la station de Guelma (ONM) située à Belkheir pour une période de 19 ans allant de 1985/2004. Le tableau n°1 représente les caractéristiques géographiques et topographiques de la station. (Mouassa S, 2006).

Station de Guelma	Altitude	Longitude	Latitude	Période d'observation
	227	7 ° 28 E	36° 28 N	1985 à 2004

Tab. n°1: Caractéristiques géographiques et topographies de la station de Guelma.

(Mouchara N, 2009)

I.3.1. Les températures.

I.3.1.1. Les températures moyennes mensuelles.

La température moyenne mensuelle la plus élevée est observée pendant d'été au mois de d'aout avec une température 27,65 °C. Par contre la température la plus basse est de 9.89 °C est observée au mois de décembre. Les autres mois présentent des températures intermédiaires. L'écart entre le mois le plus chaud et le mois et plus froid est de 17,7 °C et la température moyenne inter-annuelle est de l'ordre de 19 °C. (Mouassa S, 2006).

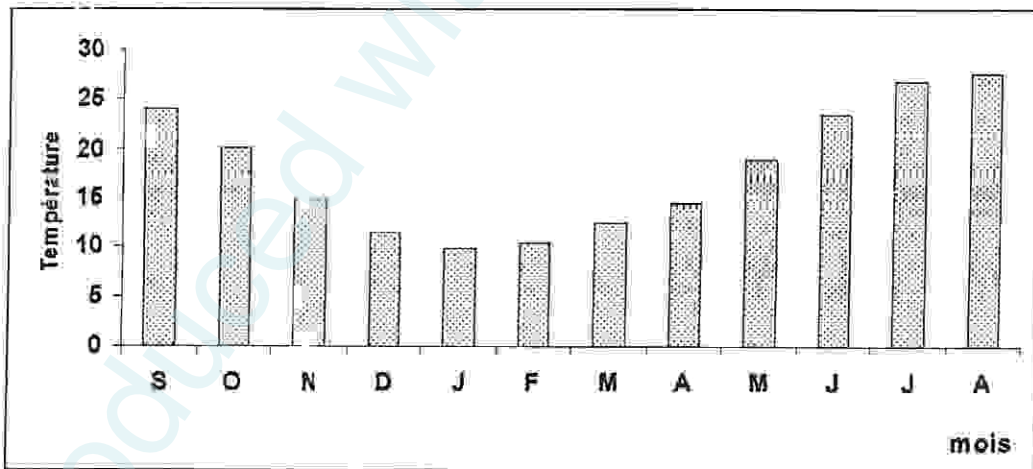


Fig. n°3 : l'évolution moyenne mensuelle des températures à la station de Belkheir (1985-2004). (Mouassa S, 2006).

I.3.2. Les Précipitations

I.3.2.1. Les précipitations moyennes mensuelles.

D'après la figure 3, la plus grande valeur de précipitation moyenne mensuelle, est enregistrée au mois de janvier (93,48mm), par contre la plus faible valeur correspond au mois

de juillet avec 4,29mm. La précipitation moyenne inter-annuelle est de 587,62 mm. (Mouassa S, 2006).

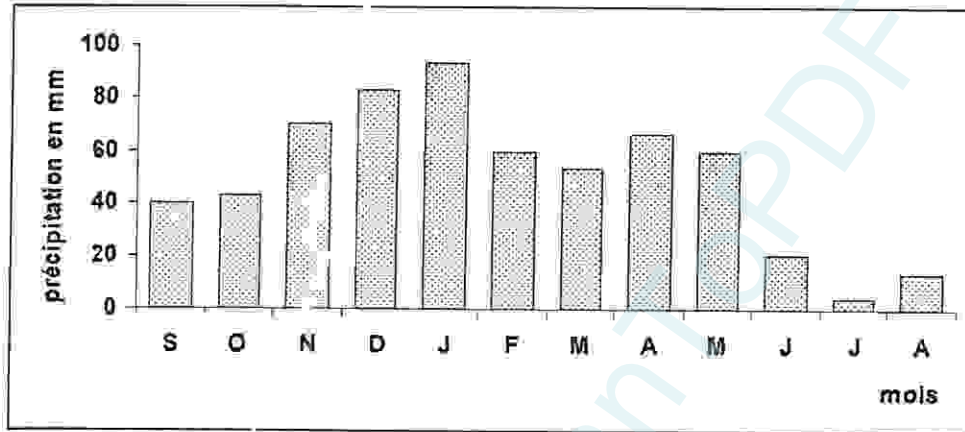


Fig. n°4 : l'évolution moyenne mensuelle des précipitations à la station de Belkheir (1985-2004). (Mouassa S, 2006).

I.4. Hydrogéologie

Introduction

La protection des nappes aquifères contre toute pollution de surface, passe impérativement par la reconnaissance de la géométrie, structure de la nappe aquifère et de sa dynamique.

I.4.1. Structure et géométrie de l'aquifère

La nappe alluviale de Guelma est composée de trois unités différentes par leur lithologie et leur stratigraphie :

- L'unité de la vallée actuelle de l'oued Seybouse, avec une altitude de 220m et 120m (Ouest, Est) appelée *basse terrasse*.
- L'unité de la vallée ancienne qui domine la première unité par une altitude variant entre 230m à 280m, e. s'étend vers le Sud entre la ville de Guelma et le village de Boumahra. Cette unité forme la *haute terrasse*.

La liaison entre ces deux unités se fait par un talus interrompu par les petits oueds.

- L'unité des travertins ou la plaine des calcaires travertineux, constituée sur la bordure Sud-ouest de la haute terrasse, avec une altitude de 250m. (Mouchara N, 2009)

Le substratum des formations alluvionnaires est constitué essentiellement par des marnes gypseuses d'âge Miocène (Fig. n°5)

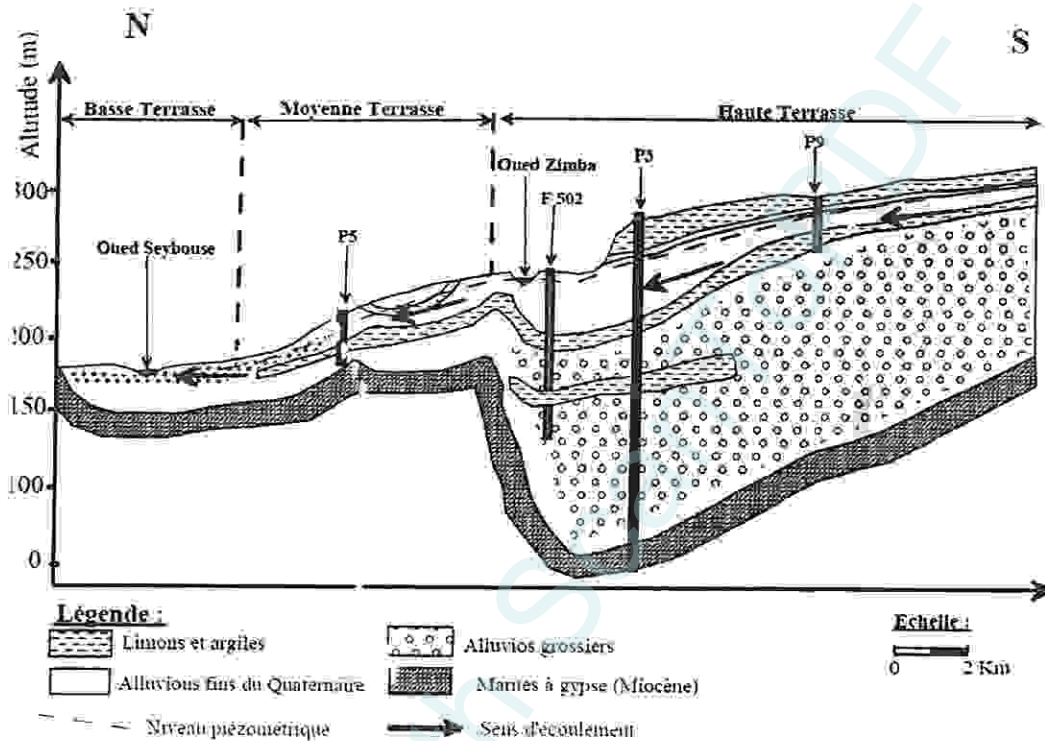


Fig. n°5 : Coupe hydrogéologique (Mouchara N, 2009)

Conclusion.

La région de Guelma est soumise à un climat méditerranéen, la moyenne des précipitations est de l'ordre de 588mm et de température moyenne de 17,86 °C.

Il est à noter que les meilleures zones aquifères à potentiel hydraulique important sont localisées entre Guelma ville et Oued Boussorra ce qui témoigne de l'intense activité de certains affluents de la Seybouse à savoir : Oued Maïz, Oued Zimba et Oued Bousorra qui ont formé de véritables cônes de déjection à leur débouché.

CHAPITRE II

Impact du périmètre irrigué sur la
qualité des eaux

Produced with Scantopdf

Introduction

L'aménagement hydro-agricole de la plaine de Guelma est fondé sur l'utilisation des eaux du barrage Bouhamdene, lâchées dans oued Seybouse qui constitue la seule source d'irrigation. Le périmètre irrigué de Guelma-Boucheouf a eu des effets socio-économiques positifs sur les agriculteurs en améliorant la production agricole. La région se caractérise par la production des pommes de terre et tomates.

Cependant, ce développement agricole qui est à l'origine de l'augmentation des revenus peut être aussi à l'origine des sérieux problèmes environnementaux dus, d'une part à une pratique agricole mal maîtrisée par les agriculteurs (apport de fertilisants et des produits agro-chimiques), et d'autre part aux activités des unités de transformations des produits agricoles qui génèrent des effluents pollués qui conduit à la dégradation du milieu récepteur.

Dans la plaine de Guelma, des études récentes ont souligné l'existence de problèmes de dégradation de la qualité des eaux souterraines. Ces problèmes peuvent limiter la durabilité de la production agricole et risquent de provoquer des détériorations irréversibles. Ces processus de dégradation de la qualité des eaux souterraines seraient-ils les répercussions directes de l'intensification agricole, l'irrigation en particulier ?

II.1 Présentation du périmètre irrigué de Guelma-Boucheouf

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production, et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides

Le périmètre d'irrigation de Guelma-Boucheouf dispose d'une superficie équipée de 9985 ha et d'une superficie irriguée de 9250 ha. Il s'étend sur environ 80 Km, depuis la confluence des oueds Bouhamdene et Cherf, donnant naissance à l'oued Seybouse jusqu'au nord de Drean. Le périmètre est situé de part et d'autre de l'oued Seybouse. (Mouchara N, 2009)

Le périmètre d'irrigation est constitué de six secteurs autonomes sur le plan d'aménagement et de desserte en eau (Tab. n°2). L'irrigation du périmètre se fait à partir du réseau d'irrigation, celui-ci est un dispositif composé d'organes permettant la répartition, la prise en charge et la distribution de l'eau à chaque exploitation agricole, pour pallier au déficit d'eau. (Mouchara N, 2009)

Secteur	Superficie (Ha)		Besoin en eau. 10 ³ m ³	Année mise en service
	équipée	irriguée		
Cherf	605	565	3.400	2000
El fedjoudj	2.355	2.190	13.000	2003
Guelma	3.500	3.255	19.400	1996
Boumahra	2.600	2.420	14.400	2001
Bouchehouf	880	820	4.900	2001
Drean	2.560	2.750	16.400	Travaux différés
Total	12.900	12.000	71.500	

Tab. n° 2 : Les secteurs irrigués (OPI, 2003).

II.1.1. Source de l'eau d'irrigation:

La plaine de Guelma est équipée en installation hydraulique qui assure une irrigation moderne de ses terres agricoles. Les seuils d'irrigation : Guelma, Boumahra, fournissent les eaux d'irrigation à ces terres.

L'eau d'irrigation du périmètre est acheminée aux différents secteurs par l'oued Seybouse. Le barrage de Hammam Debagh réalisé à 20km à l'amont est situé sur oued Charef constitue la source principale d'alimentation avec un volume de 30 à 55 m³/an. Le périmètre est géré actuellement par l'Office Nationale d'Irrigation et de Drainage (ONID). La desserte en eau retenue consiste en des lâchers de barrage suivant les besoins en eau d'irrigation dans les périmètres. (Mouchara N, 2009)

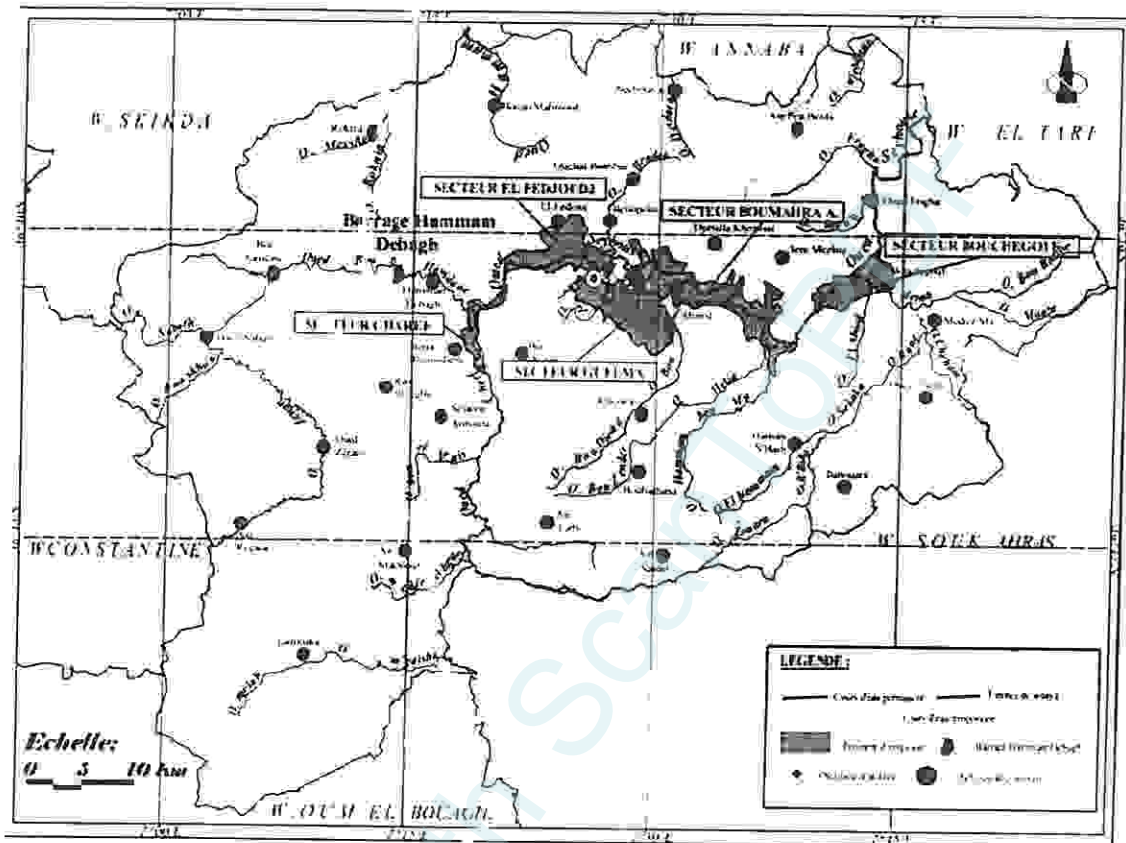


Fig. n°6: Carte de localisation des différents secteurs du périmètre d'irrigation Guelma- Bouhegouf. (Mouchara N, 2008)

II.1.2. Mode d'irrigation dans la zone d'étude :

L'irrigation du périmètre se fait à partir du réseau d'irrigation, celui-ci est un dispositif composé d'organes permettant la répartition, la prise en charge et la distribution de l'eau à chaque exploitation agricole. La technique d'irrigation envisagée est l'irrigation par aspersion, son principe est un système d'arrosage qui consiste à distribuer l'eau sous forme de pluie sur le sol. (Mouchara N, 2009)

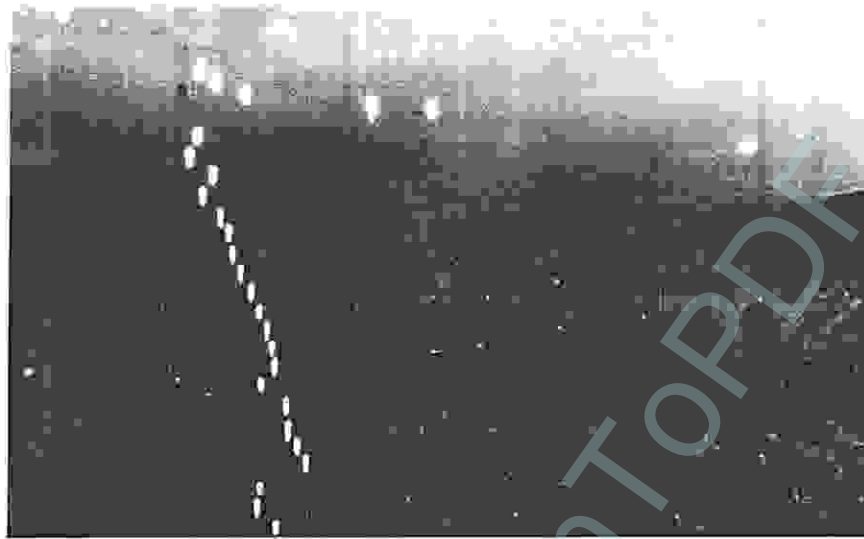


Fig. n°07 : Parcelle de pomme de terre irriguée par aspersion dans le périmètre de Boumahra (ONID)

II.1.3. L'évolution des superficies irriguées dans le périmètre Guelma-Boumahra

On s'intéresse à connaître l'évolution et la superficie des terres irriguées dans le périmètre Guelma-Boumahra, car c'est le secteur qui constitue le meilleur réservoir en eaux souterraines de la plaine de Guelma. (Mouchara N, 2009)

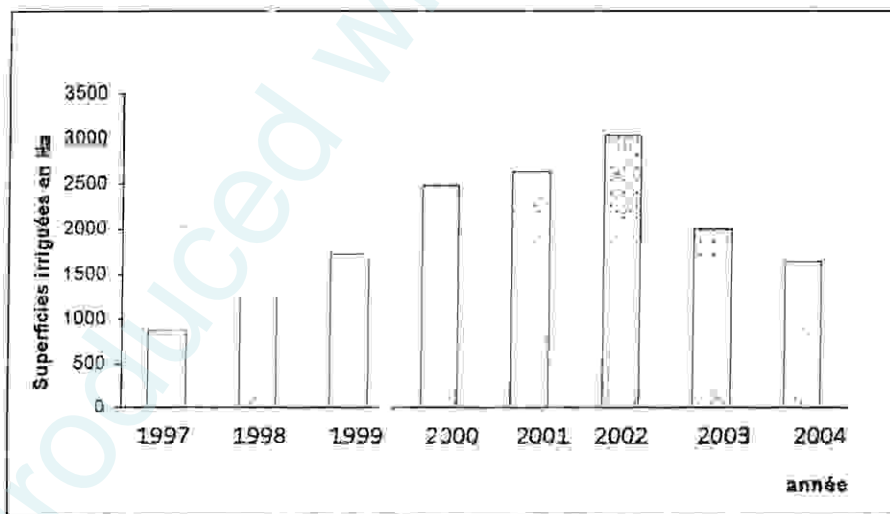


Fig.n°8: Evolution des superficies irriguées dans le périmètre Guelma-Boumahra. (Mouchara N, 2009)

II.2. Pollution.

II.2.1. Définition:

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. Elle entraîne une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement.

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique et biologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe parfois considérablement la composition physico-chimique des eaux de surface, ces dernières sont le vecteur principal de transport de ces substances dans les nappes souterraines. Elle change les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques, aussi compromet-elle les utilisations de l'eau et l'équilibre du milieu aquatique. (Mouchara N, 2009)

II.2.2. Les principaux types de pollutions et leurs origines:

La pollution des eaux peut avoir diverses origines. Elle peut être d'origine domestique, industrielle ou agricole. Dans la zone d'étude, la pollution d'origine agricole constitue le type de pollution principale pour les eaux souterraines et de surfaces.

II.2.2.1. Pollution d'origine agricole :

Les pratiques actuelles des cultures et de l'élevage influencent fortement le régime et la qualité des eaux. L'utilisation massive des engrais et des produits chimiques de traitement des plantes détruit la vie dans les rivières. Le transfert des engrais et pesticides vers la nappe se fait soit par infiltration sur l'ensemble de la surface cultivée, soit par rejet dans les puits perdus et gouffres.

Une enquête auprès des fermes pilotes faite par Mouchara N., 2008, a permis d'identifier et quantifier les types d'engrais à base d'azote utilisés à raison de 1,5 q / ha. (Tableau n°3).

Tab. n°3 : Types et quantités de fertilisants utilisés au niveau de la nappe alluvionnaire de Guelma (2005 / 2006) (Mouchara N, 2008)

Espèces	Objectifs	T.S.P 46%	Urée 46%	15.15.15
Blé dur	300 ha	150 qx	450 qx	-

Blé tendre	50 ha	75 qx	75 qx	-
Orge	100 ha	100 qx	100 qx	-
Avoine	20 ha	20 qx	20 qx	32 qx
Fève	16 ha	-	-	30 qx

Les analyses physico-chimiques des eaux souterraines des travaux récents ont montré des teneurs élevées en nitrate et qui ne peuvent être que d'origine agricole, compte tenu de la nature et des quantités des fertilisants utilisés au niveau du périmètre d'irrigation Guelma-Boucheouf qui peuvent être infiltrés vers la nappe superficielle ou être drainés vers oued Seybouse via ses affluents.

Tab. n° 4 : Identification des engrais utilisés dans la zone d'étude (2004 / 2006)

(Mouchara N, 2008)

Types d'engrais	Observations
N.P.K : 15.15.15	N P ₂ O ₅ K ₂ O : Azote : 15% P ₂ O ₅ : 15% K ₂ O : 15%
Urée 46%	CO(NH ₂) ₂ : hydrolyse--- ammonification---- nitrification ---- nitratation (NH ₄ NO ₃)
U.A.N 32%	Azote total : 32% Azote ammoniacal : 7% Azote nitrique : 7,8% Azote uréique : 16,4%

II.2.2. Pollution industrielle :

Les polluants d'origine industrielle sont très variés selon le type d'activité, ils peuvent être, des substances organiques, sels minéraux, des métaux lourds, des produits organiques de synthèse. Les installations classées de la wilaya de Guelma, recensées par l'Inspection de L'Environnement pour l'année 2006, sont présentées dans le Tableau n°5.

Tab. n° 5 : Les installations classées de Guelma et les milieux récepteurs de leurs rejets

Nature de l'activité	Nbre	Milieu récepteur	Caractéristiques du rejet
Raffinerie de sucre	1	Oued Maïz	Forte concentration en matière organique dissoute et en suspension
Fabrication de la céramique vaisselle (Céramique)	1	Oued Maïz	Teneur élevée en MES, Kaolin. Cd, Pb, Cr.
Fabrication de marbre et /ou de carrelage	5	Oued Maïz Oued Seybouse chaâbet Maâmora Oued Boussora	Teneur élevée en MES, ciments blancs
Fabrication de faïence	1	Oued Maïz	Teneur élevée en MES, Pb, Cd
Fabrication de vélo et motocyclette (CYCMA)	1	Oued Maïz	Ni, Cr, Fe
Boissons gazeuses	7	Oued Skhoûne Oued Maïz	Alcalinité élevée, teneur en MES, détergents, DBO
Station de lavage et graissage	15	Oued Bouhamdane Oued Skhoûn Oued Maïz Oued Zimba Oued Seybouse	graissc, Pb
Imprimerie	8	Oued Skhoûn Oued Maïz	
Abattoir	1	Oued Skhoûne	Forte concentration en matière Organique dissoute et en suspension
ORAVIE	1	chaâbet Maâmora	Forte concentration en matière organique, germes pathogènes

Laiterie «La Guelmoise»	1	Oued Seybouse	Forte concentration en matière organique dissoute
Conserveirie de tomate	1	Oued Seybouse	Teneur élevée en MES, matières organiques dissoutes, pH parfois alcalin
Moulin	3	Oued Seybouse Oued Zimba	Teneur élevée en MES
Fabrication de l'eau de javel	2	Oued Skhoûne Oued Maïz	Chlorure

Les autres types de pollution d'origine anthropique sont représentés dans le Tableau n°6

Tab. n°6 : Autres types de pollution anthropiques.

Type de pollution	Nature	Source ou agent causal
Pollution thermique	Rejets d'eaux chaudes	Centrales électriques
Fertilisants chimiques	Nitrates, phosphates, mercure	Agriculture
Pesticides	Insecticides, Fongicides	Agriculture
Composés organiques	PCB, solvants chlorés	Industries
Matière organique	Glucides, lipides, protides	Effluents domestiques
Pollution microbiologique	Bactéries, virus	Effluents urbains

II.3. Les maladies à transmission hydriques:

Dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie, loin s'en faut. Elle véhicule en particulier nombre de micro-organismes, bactéries et virus en tout genre, qui y vivent et s'y développent, ainsi que nombre de parasites dont les hôtes ont besoin d'eau pour vivre ou se

reproduire. Or de tels organismes peuvent engendrer des maladies parfois graves lorsqu'ils pénètrent dans le corps humain. L'eau est ainsi le vecteur de transmission privilégié de ces maladies que l'on dit hydriques.

Les micro-organismes abondent dans les eaux souillées par les déjections animales et humaines, et leur transmission à l'homme se fait par simple ingestion d'eau infectée. Ils se propagent donc rapidement dans les pays qui ne disposent pas de bonnes conditions d'hygiène.

Aujourd'hui, ces maladies hydriques sont à l'origine de la mortalité très élevée des populations des pays en voie de développement.

II.3.1. Les principales infections d'origine hydrique :

II.3.1.1. Maladies attribués à l'eau d'origine bactérienne :

a) Fièvre typhoïdes et paratyphoïdes

Ce sont de véritables septicémies dues à des salmonelles : *Salmonella typhi* et *salmonellaparatyphi A, B et C*. Elles sont caractérisées par de la fièvre, céphalées, diarrhée, douleurs abdominales, accompagnées d'un abattement extrême (le typhos) et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelles : hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaire, atteintes hépatiques, respiratoires, neurologiques.

La contamination se fait par voie digestive à partir d'eaux contaminées par des matières fécales, d'aliments avariés ou par des mains sales. La bactérie traverse sans la léser la barrière intestinale et se fixe dans les ganglions mésentériques. Après incubation elle se répand dans la circulation sanguine ce qui conduit à une septicémie. Elle libère lors de son élimination une endotoxine neurotrope qui lèse le système abdominal provoquant des ulcérations. (Roland V.2003)

b) Gastroentérites aiguës et diarrhées

➤ *Escherichia coli*

C'est une bactérie saprophyte du tube digestif de l'homme et des animaux qu'elle envahit dès les premières heures de la vie. Elle se multiplie par milliards dans les matières fécales. Leur extrême abondance et leur résistance dans l'eau sont telles que ces bactéries ont été retenues comme germe-test de contamination fécale des eaux.

Bien que fort nombreuses, ces bactéries ne sont guère pathogènes : 5 à 6 pour cent des souches seulement chez l'enfant. C'est dans de très rares cas qu'elles passent dans le sang provoquant une septicémie ou des infections urinaires. (Roland V.2003)

➤ *Campylobacter jejuni*

Bien qu'étant l'une des causes les plus courantes de gastroentérites, ce n'est que vers la fin des années 1970 que cette bactérie a été reconnue comme agent d'infection gastrointestinale. Son taux d'infection dans la population est estimé à 1% et plus de 2000000 de cas par an sont comptabilisés aux Etats-Unis. Il en est de même au Royaume-Uni et dans d'autres nations développées. C'est une infection sporadique apparaissant en été, le plus souvent à la suite de manipulations de nourriture mal cuite, essentiellement de produits avariés.

L'impact de *Campylobacter* dans les pays en voie de développement est de plusieurs fois supérieur à celui observé dans les pays développés et donne lieu à l'apparition de porteurs sains. La plupart des infections surviennent pendant l'enfance et leur fréquence diminue avec l'âge. Le risque de contamination encouru par les touristes dans les pays à risque varie de 0 à 39 pour cent. (Roland V.2003)

➤ *Yersinia enterocolitica*

De nombreuses espèces animales constituent le réservoir de cette bactérie. Porc, lapin, mulots. Le lait, les coquillages, les crèmes glacées et les crudités (carottes râpées, salades, légumes) ont conduit à des milliers d'infections. En ce qui concerne l'eau, sa transmission est oro-fécale. Elle provoque une entérocolite souvent sanglante qui régresse au bout d'une semaine. Des complications abdominales peuvent néanmoins survenir laissant penser parfois à une crise d'appendicite. (Roland V.2003)

➤ *Salmonella sp.*

Il existe plusieurs centaines de salmonelles dont la classification a été modifiée de nombreuses fois et qui n'est toujours pas bien stabilisée. Leur transmission par voie hydrique est oro-fécale.

L'origine des salmonelles remonte à la nuit des temps. En effet, elles auraient divergé du genre *Citrobacter* après l'apparition des amphibiens et des reptiles, il y a 300 millions d'années. Puis la sous-espèce I se serait différenciée à l'émergence des animaux à sang chaud, il y a 200 millions d'années engendrant les fièvres typhoïdes.

Estimées à 841 espèces par Kaufman-White, c'est la sous espèce *enterica* qui est responsable des affections des animaux à sang chaud. Elles sont responsables de 8,6 pour cent des diarrhées infantiles hospitalisées dont 88 pour cent chez des enfants de 1 à 5 ans. Les sérotypes *Typhi*, *Paratyphi A*, *B* et *C* sont responsables des salmonelloses humaines les plus graves, parfois mortelles. D'autres sous-espèces d'origines animales peuvent être responsables de gastroentérites autolimitées avec fièvre de l'ordre de 2 jours et diarrhées n'excédant pas 7

jours. De même, d'autres sous-espèces peuvent être saprophytes d'animaux à sang froid. (Roland V.2003).

UL3.1.2. Maladies attribués à l'eau d'origine chimique :

Certaines substances comme les métaux lourds ne sont pas éliminées par l'organisme. Elles s'y accumulent, et leur ingestion prolongée peut être de maladies graves, même si leur teneur dans l'eau est faible. Ingerée en grande quantité, lors d'une pollution accidentelle, ces mêmes substances sont rapidement toxiques. [1]

➤ **Plomb**

Le plomb passe rapidement dans le sang et va perturber de nombreux mécanismes biochimique, touchant principalement le système nerveux mais aussi d'autres fonctions, comme la reproduction. Les enfants exposés de manière prolongée à de faibles doses de plomb peuvent ainsi développer un saturnisme, une maladie caractérisée par divers troubles pouvant être irréversibles : ceux-ci concernent la croissance, le développement du système nerveux central, le développement intellectuel et le comportement. À plus fortes doses, le plomb peut même induire chez les adultes, et aussi bien chez les hommes que chez les femmes, des troubles de la reproduction, des insuffisances rénales, ou des encéphalopathies. Il peut également se fixer sur les os où il ne sera pas gênant tant qu'il ne sera pas renvoyé dans le sang ; or cela peut se produire en particulier chez les femmes enceintes – entraînant une exposition du fœtus, et chez les personnes âgées qui se retrouvent empoisonnées de manière brutale. [1]

➤ **Nitrate/Nitrite**

Au-delà d'un certain seuil de concentration, les nitrites peuvent engendrer, chez les enfants et surtout les nourrissons très sensibles à une absorption trop importante, un empoisonnement du sang appelé une méthémoglobinémie ou encore maladie bleue. Les nitrates ne sont pas nocifs en soit pour la santé. Mais sous l'action d'une bactérie présente dans le corps humain, ils se transforment en nitrites – qui eux oxydent l'hémoglobine du sang qui ne peut plus fixer l'oxygène et perturbe la respiration cellulaire. Même à faible concentration, ils peuvent également engendrer à long terme des cancers chez les adultes lorsqu'ils sont associés à certains pesticides avec lesquels ils forment des composés cancérigènes. Le risque demeure difficile à évaluer et les normes actuelles, qui fixent les seuils de concentration des nitrites à 50 mg/l représentent une application raisonnable du principe de précaution. [1]

➤ Pesticides

La difficulté avec les pesticides est qu'ils forment une famille très nombreuse : plusieurs centaines de molécules très diverses sont en effet utilisées. En outre, dans la nature, ces molécules se dégradent et en génèrent d'autres. Les toxicités de ces substances, pesticides et produits de dégradation, diffèrent et sont mal connues pour la plupart, l'incertitude portant sur les effets à long terme de doses infimes répétées. Certains sont cancérogènes comme l'atrazine. [1]

Tab n°7 : Autres maladies hydriques. [2]

Type de maladie	Maladie	Agent causal
Virale	Poliomyélite	Virus de la poliomyélite
	Méningite	Virus de coxsackie A
	Myocardite	Virus de l'hépatite A,E
	Hépatite infectieuse	Rotavirus-Calcivirus-Virus
	Gastro-entérite	deNorwalk-Astrovirus - Coronavirus like.
Parasitaire	Amibiase	Amibe
	Paludisme	Plasmodium
	Gastro-entérite	Giardia lamblia-Giardia intestinalis- Plasmodium
Fongique	Condidose	Candida albicans

Les maladies à transmission hydrique constituent un véritable problème de santé publique et il faut conjuguer les efforts entre les différents acteurs de la santé pour diminuer le taux de morbidité de cette maladie. [2]

Conclusion:

En définitive, qu'on se situe en milieu rural ou dans un cadre urbain, les pathologies à transmission hydrique n'apparaissent qu'en cas de mauvaise maîtrise de son environnement par l'homme. Un périmètre agricole bien géré, où on évite que l'homme ne pollue les eaux de surface, où on nettoie régulièrement les conduites d'amenée d'eau ou les drains ne posent aucun problème épidémiologique. De la même façon, un quartier urbain bien bâti, pourvu de

réseaux d'eau et d'assainissement, ne présentant aucune eau de surface stagnante ou souillée, sera un milieu sain.

Produced with ScanTOPDF

CHAPITRE III

Matériels et méthodes

Produced with ScantOPDF

Introduction

L'Organisation Mondiale de la Santé estime, en effet que 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement associées à l'eau.

Cependant, l'utilisation des eaux issues d'un périmètre impose la prise en considération des risques sanitaires liés à la présence potentielle de composés chimiques toxiques et de germes infectieux, qui peuvent dégrader la qualité des sols et des eaux souterraines. De ce fait, il est important de connaître la qualité de ces eaux et de chercher le degré de leur de pollution

1. Mode de prélèvement

En dehors des études de contrôle et des recherches scientifiques, la plupart des prélèvements d'eau résultent de l'application des textes législatifs et réglementaires ayant pour objet l'hygiène publique, la lutte contre la pollution, la surveillance des installations classées et des stations de traitement, la police des eaux, etc.

Donc, avant de procéder aux opérations analytiques, il est essentiel que toutes les dispositions soient prises pour que les résultats donnent bien une représentation exacte de la composition de l'eau.

1.1 Stratégie et but de l'échantillonnage

L'échantillonnage consiste à prélever l'eau à analyser, des points étudiés en respectant certaines règles et consignes, dans le but d'obtenir de bons résultats à la fin :

- L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.).
- La nature de récipient du prélèvement est très importante car celui-ci ne doit pas entrer en réaction avec l'eau à analyser ou permettre la fuite de certains gaz. Pour l'analyse chimique, une bouteille en plastique en PET est utilisée.
- Chaque flacon doit être accompagné d'une fiche signalétique permettant de rassembler les renseignements utiles au laboratoire ainsi que les observations relevées au cours des opérations.
- Après chaque prélèvement, l'étiquetage est primordial pour éviter tout risque de confusion, sur chaque étiquette doivent être mentionnés l'heure et la date du prélèvement.
- Le volume nécessaire pour une analyse complète d'eau peut varier de 2 à 5 litres.



- D'une façon générale, le transport à la température de 4 °C et à l'obscurité dans des emballages isothermes permet d'assurer une conservation satisfaisante.
- Le prélèvement subira obligatoirement un certain temps de transport et une éventuelle attente au laboratoire avant la mise en route analytique. Ces temps devront être réduits au minimum (il est préférable de mesurer sur place les paramètres physiques ; entre 24h jusqu'au 1mois selon le paramètre chimique mesuré.)
- De plus, le prélèvement conditionne les résultats analytiques et, par voie de conséquence, l'interprétation qui sera faite. **Rodier J. (1996)**

2. Analyse physico-chimique

2.1. Analyse physique

2.1.1. Le matériels du terrain

Pour assurer la durabilité des sources en eaux issues du périmètre irrigué de Guelma-Boumahra, douze points d'eaux ont fait l'objet de prélèvements et s'étalent dans l'espace entre Guelma et Boumahra et tout le long de la route nationale de Guelma-Souk-Ahras.

Les matériels utilisés sur le terrain sont : les échantillons d'eau, un multi paramètre de type Hanna 2829 qui mesure les paramètres physiques à savoir: le pH, la température, la conductivité, l'oxygène dissous, TDS, la salinité et la résistivité et un appareil photo numérique. Ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et susceptibles de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur le site. Ils donnent les premières indications sur la qualité des eaux.

2.1.2. Les paramètres physiques :

a) Température (T)

La température de l'eau dépend des échanges thermiques avec l'air ambiant et du rayonnement solaire. La température influence des paramètres comme (l'oxygénation, la conductivité, la solubilité de différentes substances, ...etc.). La température joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique bactérienne et de l'évaporation des eaux. Elle varie en fonction de la température extérieure (l'air) des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol.

b) Conductivité électrique (CE)

La conductivité dépend à la fois de la quantité d'ions présents dans le milieu et à la présence des espèces ioniques en solution. En mesurant la conductivité, nous essayons d'avoir une estimation de la quantité de sels ionisables dissous. Les valeurs de la conductivité traduisent l'état des milieux.

d) Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH permet de mesurer l'acidité de l'eau et la concentration en ions H^+ . L'alcalinité mesure donc l'ensemble des substances susceptibles de réagir avec les ions hydrogènes, en particulier, les ions carbonates et bicarbonates. Pour la dureté, elle mesure la quantité d'ions calcium et magnésium présents.

e) Oxygène dissous (O₂)

L'oxygène est présent dans l'eau sous forme dissoute ou gazeuse. A une température et une pression données, il existe une quantité maximale d'oxygène sous forme dissoute. C'est la teneur en O₂ pour laquelle l'eau est saturée à 100%. D'autre part, la présence de l'oxygène dans l'eau résulte d'une diffusion à partir de l'air au niveau de la surface et surtout de l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques, notamment des algues du phytoplancton.

f) Turbidité

Elle permet de préciser les informations visuelles de la couleur de l'eau. La turbidité est causée par les particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers est relative: Certaines populations habituées à consommer une eau très colorée n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant, une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension: la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte. Elle se mesure sur le terrain à l'aide d'un tube plastique transparent.

2.2 Analyse chimique

2.2.1 Matériels de laboratoire

Le spectrophotomètre, l'autoclave, des produits chimiques et autres matériels sont utilisés au laboratoire pour faire les analyses :

- Appareil à distiller par entrainement de la vapeur

- Autoclave
- Bain marie
- Balance
- Bêchers
- Conductimètre
- Dessiccateur
- Dispositif de filtration (pompe à vide)
- Disques Etuve universelle
- Enceinte thermostatée (étuve)
- filtrants en fibre de verre (filtres de Wattman)
- Fiole jaugée 200 ml
- Matériel nécessaire pour le dosage de l'oxygène (oxymètre)
- Ph mètre
- Pipetes graduées
- Plaque chauffante
- Spectrophotomètre HACH 2500
- Turbidimètre
- Verrerie

2.2.2. Les prélèvements :

La nature de matériaux du récipient de prélèvement est très importante car celui-ci ne doit pas entrer en réaction avec l'eau à analyser ou permettre la fuite de certains gaz. De plus, le prélèvement conditionne les résultats analytiques et, par voie de conséquence, l'interprétation qui sera faite. Pour l'analyse chimique, nos échantillons ont été prélevés dans des bouteilles en plastique des eaux minérales.

2.2.3. Les paramètres chimiques

a) Titre Alcalimétrique simple et complet (TA et TAC)

➤ Principe

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

➤ Réactifs utilisés

- Acide chlorhydrique ou sulfurique N/50.
- Solution de phénolphtaléine dans l'alcool à 0,5%
- Solution de méthylorange à 0,5%
- Eau permutée exempte d'anhydrique carbonique libre (par ébullition de 15 min)

➤ **Mode opératoire**

* **T.A :**

- 100ml d'eau à analyser
- 02 à 03 gouttes de Phénolphtaléine
- Si une coloration rose apparaît titrer avec l' H_2SO_4 (N/50) jusqu'à la disparition de couleur.
- Si la couleur n'apparaît pas TA=0. (PH<8,3 c.-à-d. TA =0)

Expression des résultats : TA (F°) = V_{Titre}

* **T.A.C :**

- 100ml d'eau à analyser.
- 02 à 03 gouttes de méthylorange
- Titrer par l' H_2SO_4 (N/50) jusqu'au virage rouge orange.

Expression des résultats : TAC (F°) = $V_{\text{titré}} - 0,5$.

b) **Dosage du Calcium (Ca^{+2}) (Méthode par complexométrie)**

➤ **Principe :**

Le principe est identique à celui de la méthode complexométrique décrite pour la dureté totale. Comme le dosage se fait à un PH élevé, le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisi ne se combine qu'avec le calcium.

➤ **Réactifs utilisés**

- Indicateur coloré : Murexide
- Solution d'EDTA (N/50)
- Solution d'hydroxyde de sodium à 2N

➤ **Mode opératoire**

- Introduire 50ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer au col large. Ajouter 2ml de solution d'hydroxyde et quelques graines d'indicateur coloré.

Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rose au violet soit V le volume de solution d'EDTA versé.

Expression des résultats : $[Ca^{+2}] \text{ mg/l} = V_{[EDTA]} \times F \times 8$

c) Dosage du Magnésium (Mg^{+2})

➤ **Réactifs utilisés**

- Solution d'EDTA (N /50).
- Noir Euriochrome T
- NH_4OH à pH=10

➤ **Mode opératoire :**

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer au col large. Ajouter 02 ml NH_4OH à pH=10 et une pûcée de Noir Euriochrome T.

-Titrer par EDTA (N/50) jusqu'au virage de la couleur bleu (V_2)

Expression des résultats : $[Mg^{2+}] \text{ mg/l} = (V_2 - V_1) \times F \times 4,8$

V_2 : Volume titré de Calcium et de Magnésium

V_1 : Volume titré de Calcium

d) Dosage du Chlorures (Cl)

➤ **Principe**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrates 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.

➤ **Réactifs utilisés**

- Solution de chromate de potassium à 10%
- Solution de nitrate d'argent N/10.

➤ **Mode opératoire**

- Introduire 25 ml d'eau à analyser, dans un erlenmeyer au col large. Ajouter 02 à 03 gouttes de solution de chromate de potassium à 10%.

- Verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 min.

Expression des résultats : Soit V le nombre de millilitres de nitrate d'argent N/50 utilisés

$$\text{Teneur} = V (\text{ml}) \times 142$$

e) Détermination des Résidus sec

➤ Principe

Le résidu sec correspond au poids de la totalité des matières dissoutes par litre d'eau. Une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé

➤ Mode opératoire

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincer avec de l'eau distillée et dessécher.
- Prélever 200 ml d'eau à analyser
- Porter à l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- Peser immédiatement et rapidement

Expression des résultats : $R/S (\text{mg/l}) = (P_p - P_v) \times 5 \times 1000$

P_p : Poids plein de la capsule

P_v ; Poids vide de la capsule.

f) Détermination des matières en suspension M.E.S

➤ Principe

L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle

➤ Matériel spécial

- Dispositif de filtration sous vide ou sous pression (rampe)
- Membrane de filtration

➤ Mode opératoire

- Mettre les membranes filtrantes dans une étuve à 105 °C pendant 20 min.

- Laisser refroidir dans le dessiccateur
- Ensuite les peser soit P_1 : poids des membranes avant filtration
- Placer les membranes dans la rampe à filtration et faire passer 200 ml d'eau à analyser à travers.
- Rendre les membranes à l'étuve (à 105 °C) afin de les sécher pendant 20 min
- Les laisser refroidir au dessiccateur puis les peser une 2ème fois soit P_2 : Poids des membranes après filtration
- Expression des résultats : M.E.S (mg/l) = $(P_2 - P_1) \times 5 \times 1000$

g) Dosage des ions Nitrites (Méthode Spectrométrique)

➤ **Principe**

Les ions nitrites réagissent en milieu acide (PH=10,9) avec le sulfamide en formant sel de di-azonium (diazotation) qui forme avec le N-(1-naphtyl)-éthylènediamine-dichlorohydraté un colorant azoïque rouge. $\lambda_{max} = 543nm$ (Rodier. 1978)

➤ **Réactifs utilisés**

- Solution de nettoyage (solution d'acide chlorhydrique à $d=1,12g=25\%$).
- Réactif mixte
- Solution d'acide phosphorique
- Solution standard de 100mg/l

➤ **Mode opératoire**

- prendre 50 ml d'eau à analyser
- ajouter 1 ml du réactif mixte
- attendre 10 min

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^-

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 543nm (Rodier.1978)

h) Détermination des Sulfates (SO_4^{2-}) (Méthode Allemande : MLKERN)

➤ **Principe**

Les ions sulfates sont précipités et pesés à l'état de sulfate de baryum

➤ **Réactifs utilisés**

- Solution mère de sulfates à 1g/l à partir de Na_2SO_4
- Solution stabilisante
- Solution de chlorure de baryum

➤ **Mode opératoire**

- Prendre 20ml d'eau à analyser puis compléter à 100ml d'eau distillée
- Ajouter 5ml de la solution stabilisante
- Ajouter 2ml de chlorure de baryum
- Agiter énergiquement pendant 1mn
- Passer au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 420nm

Expression des résultats : $\text{Mg/l SO}_4^{2-} = \text{La valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{la dilution}$

i) **Détermination de Nitrates NO_3^- (Méthode au salicylate de sodium)**

➤ **Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

➤ **Réactifs utilisés**

- Solution de salicylate de sodium à 0,5%
- Solution d'hydroxyde de sodium 30%
- H_2SO_4 Concentré
- Tartrate double de sodium et de potassium
- Appareillage
- Étuve
- Spectrophotomètre U.V visible

➤ **Mode opératoire**

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve $75 - 88^\circ\text{C}$ (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir
- Reprendre le résidu avec 2ml. H_2SO_4 laisser reposer 10 mn
- Ajouter 15 ml d'eau distillée
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro au 415 nm.

Les résultats sont exprimés en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm



Fig. n°9 : Dosage de nitrates

j) **Dosage de l'Ammonium (Méthode spectrométrique manuelle)**

➤ **Principe**

Mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et Hypochlorite en présence de nitrosopentacyanoferrate (III) de sodium (nitroprussiate de sodium)

➤ **Réactifs utilisés**

- Eau exempte d'ammonium
- Réactif coloré
- Dichloroisocyanurate de sodium
- Solutions étalant: Chlorures d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ou le sulfate d'Ammonium

➤ **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 4 ml du réactif I
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H_2O distillée et attendre 1h.30
- * L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4^+
- * Effectuer la lecture à 655 nm.

Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l.

k) **Détermination du fer (méthode à l'orthophénanthroline)**

➤ **Principe**

Addition d'une solution de phénanthroline 1,10 à une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge- orange à une longueur d'onde de 510nm.

Pour le dosage du fer total et du fer total dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le Fe^{3+} en Fe^{2+} .

➤ **Réactifs utilisé**

-Tous les réactifs seront préparés à partir d'eau bidistillée exempte de toute trace de fer.

-Tampon Acétate

- Chlorhydrate d'hydroxylamine à 10%

- Solution de phénanthroline -1,10

- Solution mère étalon de fer à 0,01g/l

➤ **Mode opératoire :**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine et mélanger soigneusement.

- Ajouter 2 ml de tampon acétate.

- Ajouter 2 ml de la solution 1,10 de phénanthroline et conserver à l'obscurité pendant 15min. Enfin passer au spectro pour mesurage à la longueur d'onde de 510 nm.

-Expression des résultats : Le résultat est donné en mg/l.

3. Analyse bactériologique :

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Les organismes pathogènes sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc faire l'objet d'une recherche spécifique. Ainsi, il est préférable de rechercher des germes qui sont dénommés « germes indicateurs de pollution fécale », qui sont les coliformes : coliformes totaux, coliformes thermo-tolérants, Escherichia Coli et aussi les streptocoques fécaux.

✓ Les coliformes thermo-tolérants

Tous les coliformes d'origine fécale sont thermo-tolérants. Ce sont des indicateurs relativement fiables de contamination fécale.

✓ Escherichia Coli

C'est un excellent marqueur de contamination fécale, récente ou rapprochée.

✓ Les Streptocoques fécaux

Ils sont en grande partie d'origine humaine. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale, et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution.

3.1. Méthode d'analyse

L'analyse débute par l'acte de prélèvement qui doit mettre en œuvre des méthodes propres à assurer l'absence de contamination de l'échantillon et la survie bactérienne (conditions de conservation).

Les analyses sont effectuées au laboratoire de l'Algérienne de Distribution des eaux de Guelma (ADE) qui travaille selon les normes ISO.

3.1.1. Matériels

a) Pour échantillonnage

Pour effectuer les prélèvements, il est préférable d'utiliser :

- Des flacons en verre à bouchon rodé 250 ml: Les flacons destinés aux prélèvements bénéficieront d'un nettoyage au détergent et à l'eau de javel puis sont rincés avec de l'eau du robinet et à la fin avec de l'eau distillée. Une fois les flacons nettoyés, ils subiront une stérilisation (afin d'éviter tout risque de contamination) qui peut être soit :

* Par la chaleur humide (autoclave) avec une température de 121°C maintenue pendant 20 minutes.

* Par la chaleur sèche (four pasteur) avec une température de 170°C peut même aller à 175°C, pendant 1 heure.

- Glacière contenant des poches de glace (4°C).

b) Matériel au laboratoire

- Boîtes Pétri
- Béc Bunsen
- Bain marie
- Cloche de Dirham
- Etuve (22°C, 37°C, 44°C)
- Membranes filtrantes stériles à usage unique de porosité 0,45µ et 47mm de diamètre
- Milieux de culture
- Pince stérile
- Pipettes Pasteur
- Pompe à vide
- Portoir
- Rampe de filtration à 3 postes
- Tubes à vice

3.2. Protocole de recherche

3.2.1. Recherche et dénombrement des germes revivifiables à 22 et à 37°C :

a) Objet et domaine d'application.

Cette méthode consiste en la recherche et le dénombrement des microorganismes dans les eaux étudiées par comptage des colonies à 22° et à 37°C.

b) Définition.

Dans le sens de cette méthode, on entend par microorganismes : Bactéries, Levures, Moisissures se développant en aérobiose, lorsque l'essai est effectué selon la méthode spécifiée.

La recherche des micro-organismes aérobies non pathogènes dit revivifiables, permet de dénombrer les bactéries se développant dans les conditions habituelles de culture et représentant la teneur moyenne en bactéries d'une ressource naturelle. Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sous certaines conditions ; ils peuvent générer des problèmes. Ce sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique.

La méthode de référence pour l'analyse consiste en un dénombrement du nombre de germes par ml d'eau selon :

* Germes totaux à 22°C : compte des colonies obtenues après incubation à 22°C pendant 72 heures.

* Germes totaux à 37°C : comptage des colonies obtenues après incubation à 37°C pendant 24 heures.

c) Mode opératoire

A partir des douze échantillons à analyser, et qui sont considérés comme des solutions mères; porter aseptiquement 1 ml de chaque échantillon dans des boîtes de Pétris étiquetés au préalable.

Compléter ensuite avec 19 ml de gélose trypticase fondue et maintenue à 45°C.

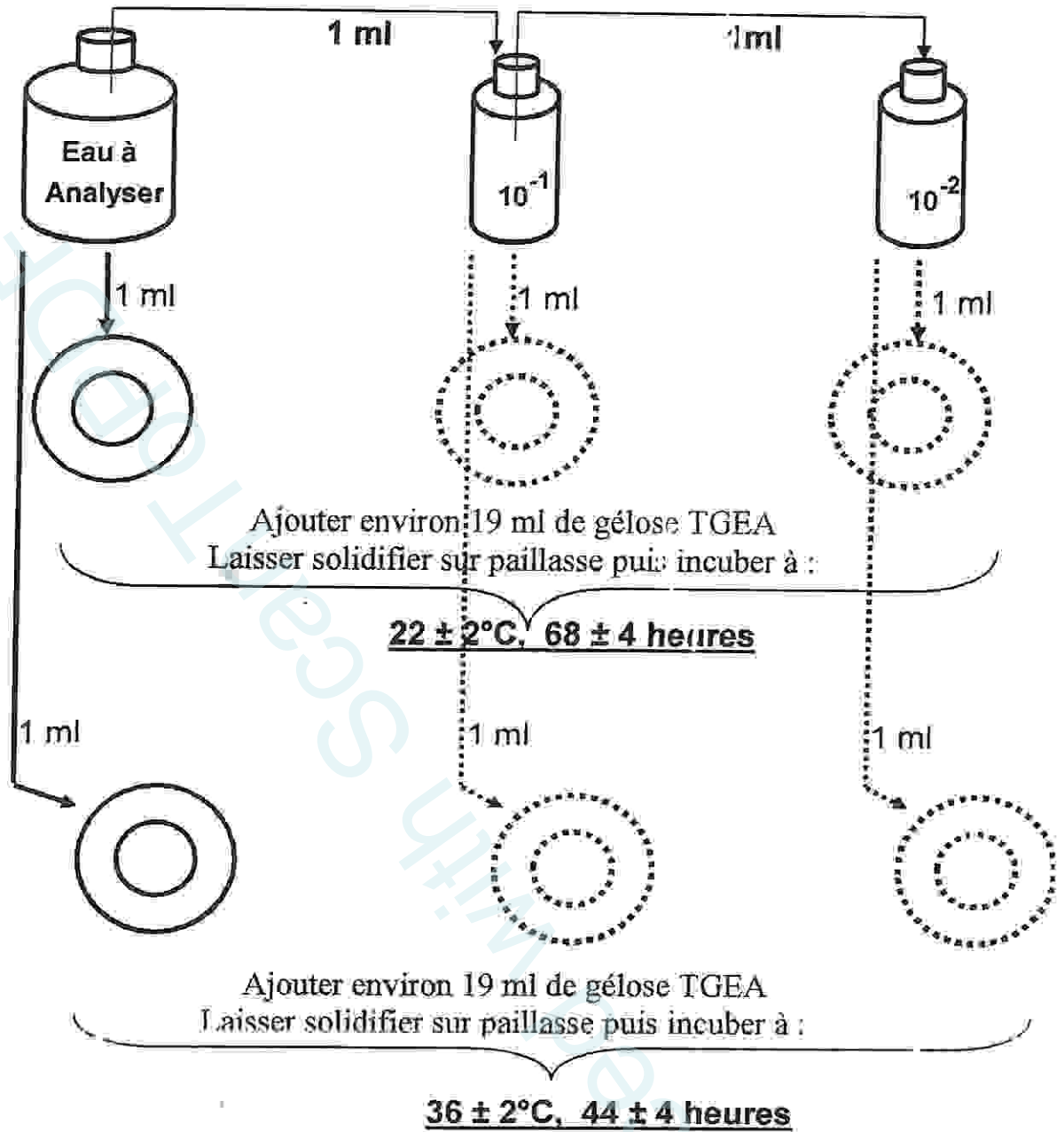
Incorporer à la fin l'eau des échantillons avec la gélose, en effectuant des mouvements circulaires de va et vient en forme de 8.

Laisser solidifier sur la paillasse puis incuber à deux températures, 22°C et 37°C dans une étuve.

Les boîtes seront partagées en deux séries distinctes :

- La première série sera incubée à $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 58 ± 4 heures,
- La seconde série sera incubée à $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$, pendant $44 \pm 4^{\circ}\text{C}$ heures.

Produced with ScanTOPDF



Dénombrer les colonies lenticulaires ayant poussé en masse dans chacune des boîtes, puis calculer la valeur de N à 22°C puis celle de N à 37°C.

————— Obligatoire

..... Facultatif

Fig. n°10: Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables à 22 et à 37°C.

(Norme NF EN ISO 6222)

d) **Lecture et interprétation.**

Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes. Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives. Il faut qu'une boîte renferme au moins 15 colonies.

Calculer ensuite la valeur du nombre \underline{N} , de microorganismes revivifiables à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ à part et celle du nombre \underline{N} de microorganismes revivifiables à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ à part, en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\Sigma c}{1,1 \times d}$$

Où :

Σc : est la somme des colonies dénombrées sur deux boîtes de dilutions successives retenues.

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs après la virgule.

Le résultat final de microorganismes revivifiables dénombrés à 22°C et à 37°C par ml d'eau est noté par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10^x où x est la puissance appropriée de 10.

Exemple : Un dénombrement de microorganismes à 37°C a donné les résultats suivants :

- à la première dilution retenue 10^{-2} : on a 158 colonies.
- à la seconde dilution retenue 10^{-3} : on a 14 colonies.

$$N = \frac{\Sigma c}{1,1 \times d} = \frac{158 + 14}{1,1 \times 10^{-2}} = \frac{172}{0,011} = 15636$$

Arrondir à deux chiffres significatifs, soit 16000 ou mieux encore :

$$1,6 \times 10^4 \text{ microorganismes par ml d'eau à } 22^\circ\text{C} \text{ ou à } 37^\circ\text{C}$$

NB : Le dénombrement consiste à retenir les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies, dont les résultats seront exprimés par nombre de micro-organismes revivifiables dans un ml d'eau à analyser à 22°C et 37°C (Fig. n°10 a et b)

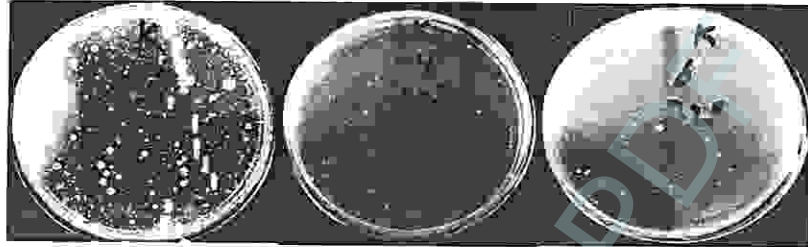


Fig. n°11a : Germes totaux à 22°C

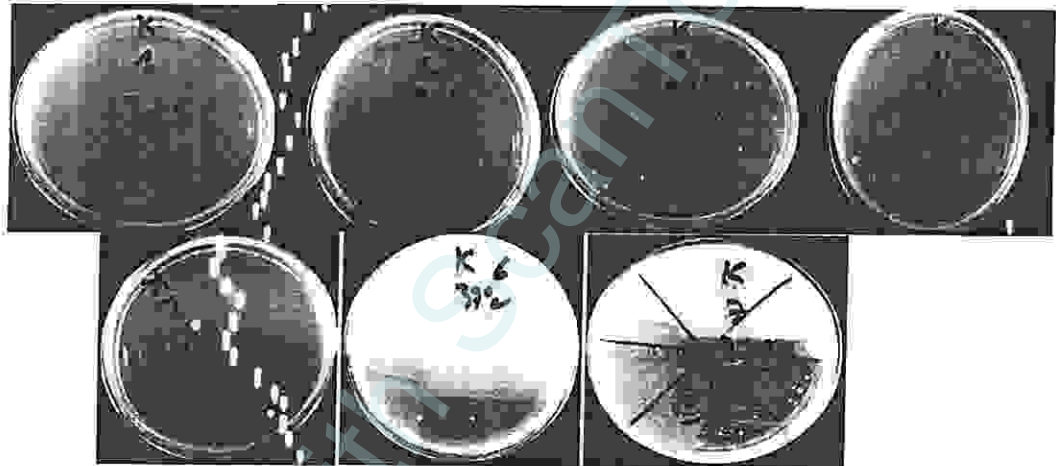


Fig. n°11b: Germes totaux à 37°C

3.2.2. Recherche et dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries Coliformes.

Méthode par filtration.

a) Objet et domaine d'application.

Il s'agit là d'une méthode de référence qui consiste en la recherche et le dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries Coliformes éventuellement présents dans les eaux destinées à la consommation humaine, par comptage des colonies obtenues en milieu solide après 24 à 48 heures d'incubation en aérobiose à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ puis à $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

La présente méthode est recommandée pour les eaux peu contaminées.

b) Définitions.

Au sens de cette méthode, on entend par Coliformes des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se

multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37°C.

Les Coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés que les coliformes mais à $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

Les *Escherichia coli* sont des coliformes thermo tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

c) **Mode opératoire.**

La recherche des bactéries coliformes par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

- **Essai standard.**

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
 - Les refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
 - Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de $0,45 \mu$ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
 - Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
 - Déposer ensuite aseptiquement 100 ou 250 ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux à analyser, devant un bec bunsen.
 - Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane
- Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, sur la surface d'une plaque de gélose TTC préalablement préparée. Cette dernière sera incubée couvercle en bas à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 21 ± 3 heures voire 44 ± 4 heures et servira à la recherche des bactéries coliformes, suivie de l'identification.

d) **Lecture et interprétation.**

- **Essai standard.**

Après la période d'incubation spécifiée, dénombrer les colonies caractéristiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune (lactose positives).

Repiquer de façon aléatoire 5 à 10 colonies à des fins de confirmation basée sur le test à l'oxydase d'une part et la production d'indole d'autre part.

- **Test à l'oxydase.**

Pour les besoins de ce test, effectuer tout d'abord un repiquage sur gélose TSA à la caséine de 5 à 10 colonies, à incuber à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 21 ± 2 heures, puis effectuer le test de l'une des façons suivantes :

- Imbiber un disque d'oxydase avec une goutte d'eau distillée stérile puis déposer une colonie caractéristique.
- Verser 2 à 3 gouttes du réactif à l'oxydase préparé extemporanément (Tétraméthyl-p-phénylènediamine) sur un papier filtre puis étaler dessus une partie de la culture.

Dans les deux cas la réaction positive est immédiate et se traduit par un virage au bleu violet foncé.

- **Test à l'indole.**

Pour cela, transférer chaque colonie caractéristique séparément (5 à 10) dans un tube contenant 3 ml de bouillon au tryptophane. Bien triturer la colonie dans le milieu puis incuber ce dernier à $44 \pm 0,5^\circ\text{C}$ pendant 21 ± 3 heures puis rechercher la production d'indole en ajoutant 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs. La présence d'une coloration rouge à la surface du bouillon traduit la production d'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu.

En conclusion,

- ✓ Est considérée comme bactérie coliforme, toute colonie caractéristique (jaune), dépourvue de l'enzyme oxydase et non productrice d'indole.
- ✓ Est considéré comme bactérie *Escherichia coli*, toute colonie caractéristique (rouge), dépourvue de l'enzyme oxydase, mais productrice d'indole à 44°C .

Calculer ensuite la valeur **a** du nombre de bactéries coliformes lactose positives à part celle des *Escherichia coli* à part ; le résultat final sera exprimé selon l'équation mathématique suivante :

$$a = \frac{b}{A} \cdot C$$

Où :

b : nombre de colonies caractéristiques présumées dans la boîte.

A : nombre de colonies repiquées.

C : nombre total de colonies trouvées dans la boîte.

Produced with ScanTOPDF

Mode opératoire

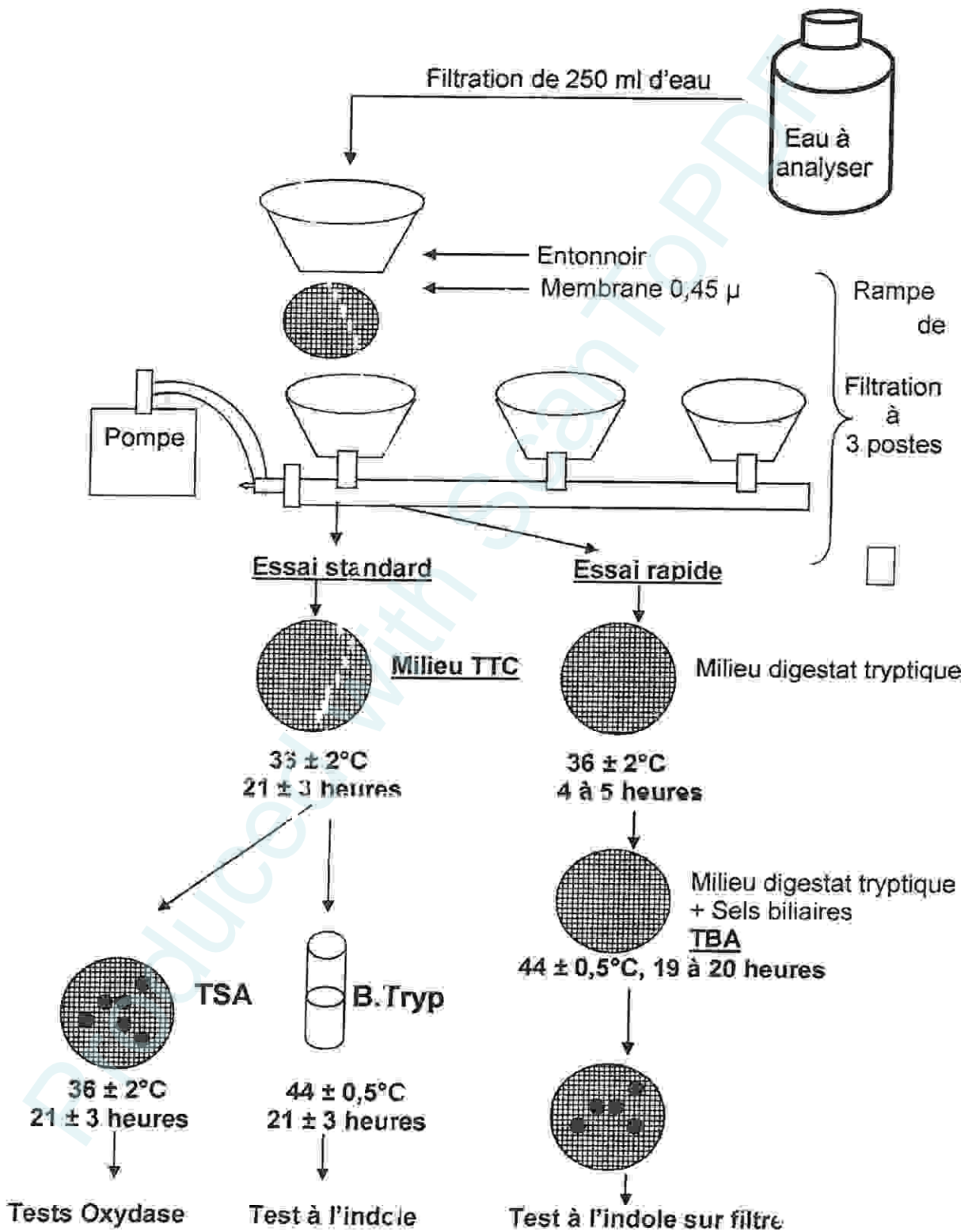


Fig. n°12 : Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries

Coliformes ; Méthode par filtration (Norme NF EN ISO 9308 -1)

3.2.4. Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux; méthode par filtration sur membrane.

a) Objet et domaine d'application.

Cette méthode de référence, consiste en la recherche et le dénombrement des entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » de la classification de Lance Field, ou encore Streptocoques fécaux dans les eaux destinées à la consommation humaine, par filtration sur membrane.

b) Définition.

Au sens de cette méthode, on entend par entérocoques intestinaux des bactéries qui se présentent sous forme de cocci à Gram positive, sphériques ou ovoïdes formant des chaînettes ne possédant pas de catalase mais possédant l'antigène du groupe D. Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium en donnant des colonies caractéristiques réduisant le TTC et qui de plus hydrolysent l'esculine en 2 heures à 44°C après repiquage d'une colonie sur une gélose biliée à l'esculine et à l'azoture.

a) Mode opératoire.

La recherche des entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Les refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de 0,45 µ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer ensuite aseptiquement 100 ou 250 ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux à analyser, devant un bec bunsen
- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, à la surface d'une plaque de gélose SLANETZ et

BARTLEY préalablement préparée. Cette dernière sera incubée couvercle en bas à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 44 ± 4 heures.

b) Lecture et interprétation

Après la période d'incubation spécifiée, les entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose.

Transférer aseptiquement la membrane du milieu de Slanetz et Bartley sur une plaque de gélose Bile esculine azoture (BEA) préchauffée préalablement à 44°C . Cette dernière sera incubée à son tour à $44 \pm 0,5^\circ\text{C}$ pendant 2 heures.

Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire traduisant ainsi l'hydrolyse de l'esculine présente dans le milieu. (Fig. n°12 a et b).

Compter le nombre de colonies et le rapporter à 100 ou 250 ml d'eau à analyser.

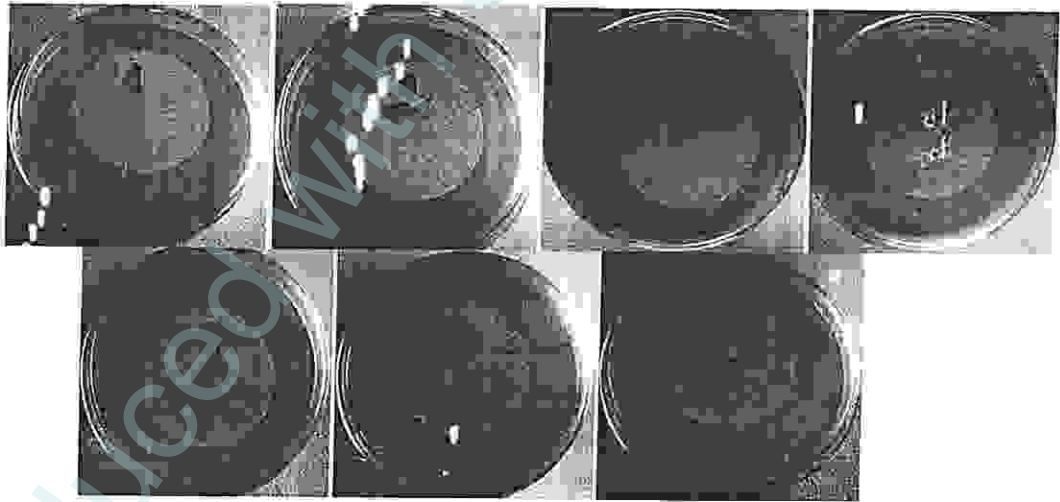


Fig. n°13: Streptocoques fécaux.

Mode opératoire

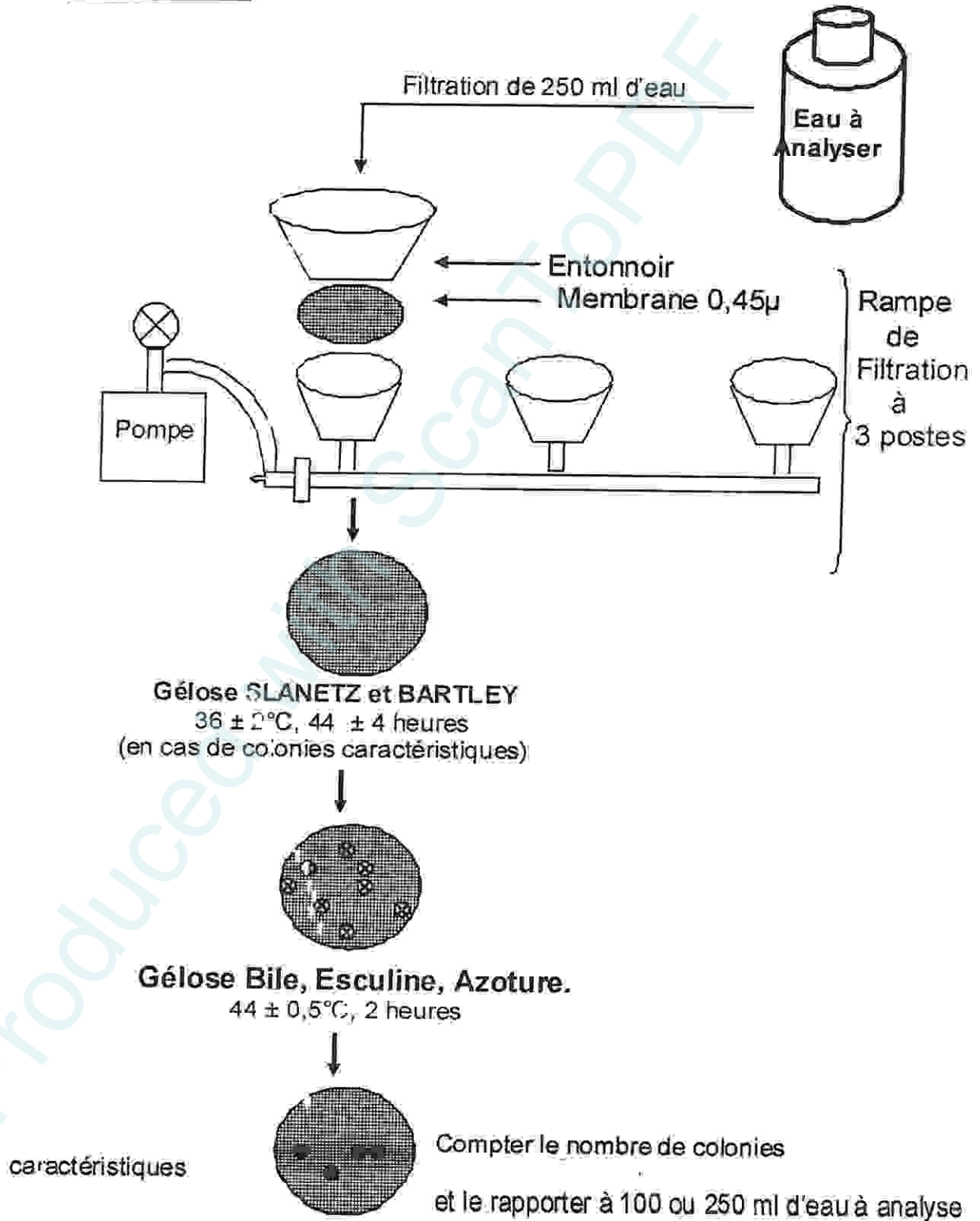


Fig. n°14: Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux; méthode par filtration sur membrane (Norme ISO 7899-2 et Norme NF T 90-416)

CHAPITRE IV

Résultats et discussion

Produced with ScantOPDF

Introduction

La qualité naturelle des eaux de sources peut être altérée par l'activité humaine. La détérioration de la qualité de l'eau est appréciée par mesures des paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Dans le cas d'une détérioration jugée importante, l'eau ne sera plus considérée comme potable pour la consommation humaine. Elle pourra être telle quelle utilisée à d'autres fins (irrigation...) ou devra subir un traitement approprié et l'auto-épuration naturelle n'est pas complète dans toute les nappes et vis à vis de certaines substances.

L'analyse des paramètres physico-chimique et bactériologique qui constitue la partie principale de notre travail est basée sur les analyses effectuées au niveau de quelques sources et puits dans le périmètre d'irrigation Guelma-Boumahra. Ces points sont situés en aval du périmètre irrigué et caractérisant les eaux de la nappe alluviale de Guelma (moyenne terrasse)

1. Les paramètres physico-chimiques :

L'étude physico-chimique qualitative permet de connaître :

- les critères physico-chimiques de la qualité des eaux issues de périmètres irrigués de la zone d'étude ainsi qu'à établir la relation géologie-chimie.
- L'origine des eaux souterraines, ainsi que leur potabilité et leur degré de pollution.

1.1. Paramètres physiques :

Il s'agit des paramètres mesurés sur site, pouvant donner les premières indications sur la qualité des eaux.

1.1.1. Température (T) :

La température influence sur les paramètres comme (l'oxygénation, la conductivité, TDS, la solubilité de différentes substances, ... etc.). La température joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique et bactérienne. Elle varie en fonction des saisons (hivernal et estival), et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol. Les valeurs de la température observées sont résumées dans le tableau ci-dessous (Tab. n°8).

Tab. n°8: Température mesurée

Paramètres		T (°C)
Paramètres statistiques	Max	21
	Min	17
Norme (Europ)		12-25

D'après les résultats, la température minimale et maximale *in situ* des eaux de sources est comprise entre 17 et 23.5°C. Ce qui nous montre une bonne température de l'eau brute qui peut servir à la consommation.

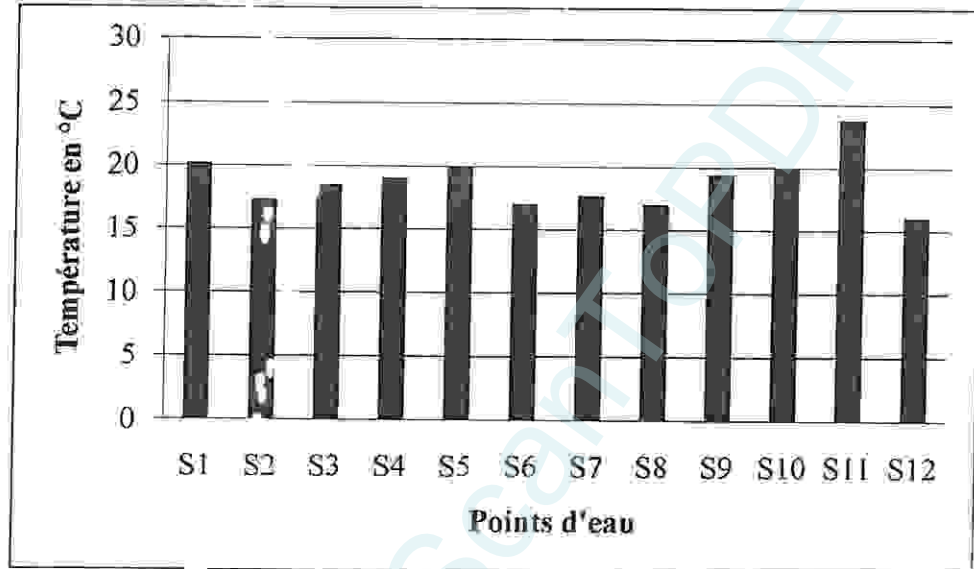


Fig. n°15 : La température

1.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH) :

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Il donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Le pH peut provoquer un problème de corrosion et peut modifier le goût de l'eau.

Le pH permet de mesurer l'acidité de l'eau et la concentration en ions H^+ , l'alcalinité mesure donc l'ensemble des substances susceptibles de réagir avec les ions hydrogènes, en particulier, les ions carbonates et bicarbonates. Pour la dureté, elle mesure la quantité d'ions calcium et magnésium présents.

Tab. n° 9: pH

Paramètres		Teneur
Paramètres statistiques	Max	7.41
	Min	6.72
Norme (ISO)		6,5-9

Le pH est généralement compris entre 6.72 et 7.41 sans subir de variation significative. Le pH moyen au niveau des points d'eaux analysés est de 7.10.

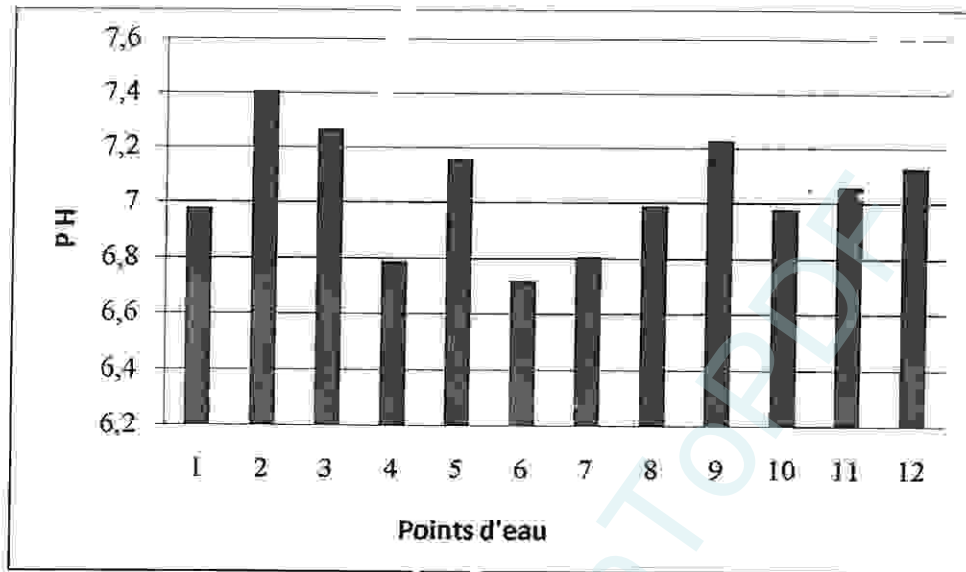


Fig.n° 16 : Le pH

Pour ce paramètre, on n'a pas remarqué de grande variation entre les points de prélèvement; les valeurs enregistrées sont globalement très proche de la neutralité.

1.1.3. Oxygène dissout (O_2) :

L'oxygène est présent dans l'eau sous forme dissoute ou gazeuse, la solubilité de l'oxygène dans l'eau est en fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau : la saturation en O_2 diminue lorsque la température et l'altitude augmente ainsi que les rejets industriels diminuent les teneurs en O_2 dissous

Globalement, plus la concentration en oxygène dissout (OD) est proche de la saturation, plus l'aptitude de l'eau à absorber la pollution est grande :

- Une valeur inférieure à 1 mg d' O_2 par litre indique un état proche de l'anaérobie. Cet état se produit lorsque les processus d'oxydation des déchets minéraux, de la matière organique et des nutriments consomment plus d'oxygène que celui disponible. Une faible teneur en oxygène dissout provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments.

- Une valeur de 1 à 2 mg d' O_2 par litre indique une rivière fortement polluée mais de manière réversible;

- Une teneur de 4 à 6 mg d' O_2 par litre caractérise une eau de bonne qualité ; des teneurs supérieures à la teneur naturelle de saturation en oxygène indiquent une eutrophisation du milieu se traduisant par une activité photosynthétique intense.

Tab. n°10 : Oxygène dissous

Paramètres		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Max	5.72
	Min	2
Norme (ISO)		4- 5

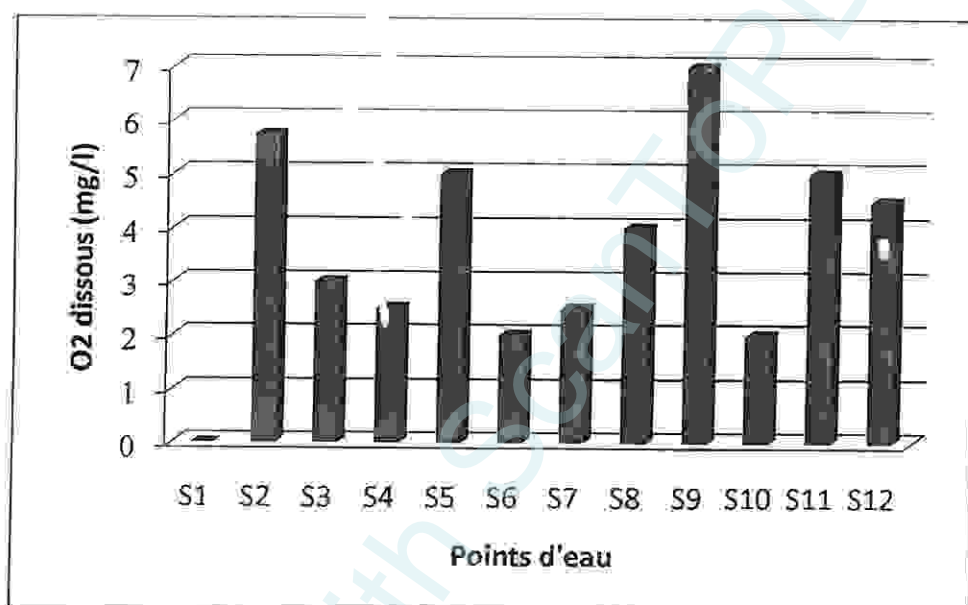


Fig. n°17 : Teneur en O₂ dissous

D'après les analyses (Fig. n°17), les valeurs minimales sont enregistrées aux points S1 et S10 et le maximum au point S2. La valeur moyenne est de 3.88 mg/l, ce qui traduit une eau de bonne qualité.

1.1.4. Le taux des sels dissous (TDS) :

Les teneurs en sels dissous de l'eau peuvent être mesurées et exprimées de différentes manières selon la période de prélèvement.

TDS est en relation directe avec la conductivité et la salinité, un taux élevé de TDS peut donner un goût différent à l'eau.

Tab. n°11 : TDS

Paramètres		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Max	945
	Min	474
Norme		*

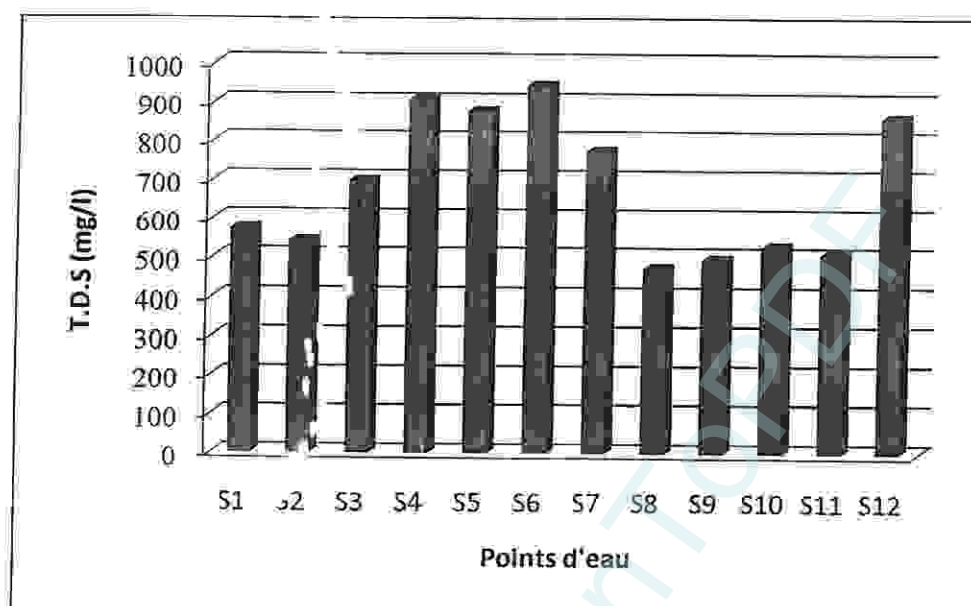


Fig. n°18 : Teneur en TDS

La mesure de TDS (Fig. n°18) permet d'illustrer que la valeur maximale enregistrée est de 945 mg/l à la source S6, tandis que la valeur minimale est de 474 mg/l à la source S8. Le TDS moyen est de 709,50 mg/l ce qui traduit une eau faiblement minéralisée.

1.1.5. La turbidité :

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Elle est mesurée par un turbidimètre, Nephelometric Turbidity Unit (NTU).

Tab n° 12: Turbidité

Paramètres		Teneur (NTU)
Paramètres statistiques	Max	7,01
	Min	0,31
Norme (Europ)		5

D'après les résultats, la valeur de turbidité minimale in situ des eaux de sources de la zone d'étude est de 0,31 NTU à la source S1, la valeur maximale est de 7,01 NTU à la source S9 (Fig.n°18).

On peut noter que les eaux étudiées sont légèrement troubles ($5 < NTU < 30$) pour le S9 et claire pour le reste ($0 < NTU < 5$).

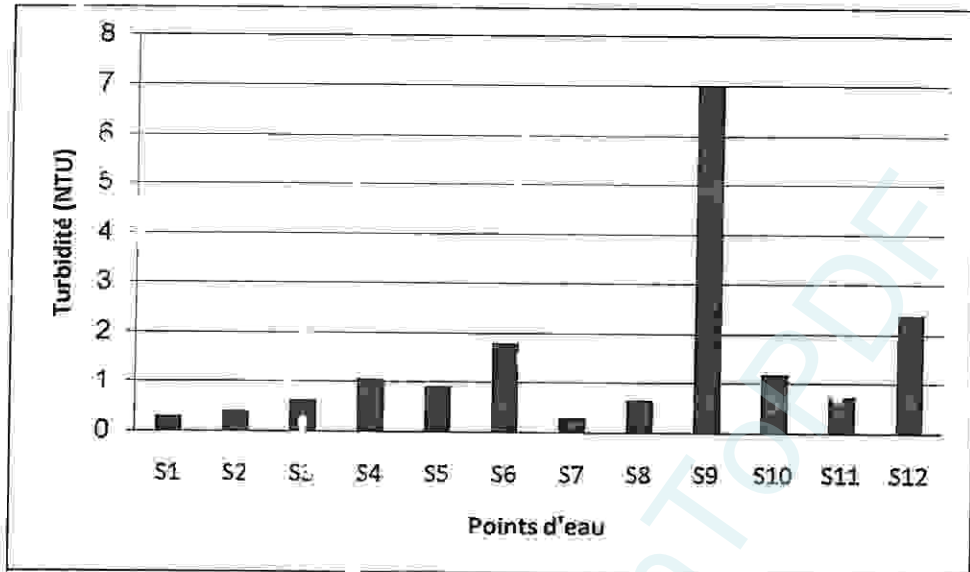


Fig. n°19: La turbidité

1.1.6. La conductivité

La conductivité électrique présente des variations importantes d'un point à un autre. Elle varie entre 928 et 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les fortes valeurs sont observées aux points S4, S5 et S6 et les plus faibles aux points S8, S9, S10 et S11 (Fig. n°20). La conductivité moyenne est de

1464 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Selon les normes Européenne, les des points d'eau sont moins minéralisées.

Tah.n°13 : Conductivité

Paramètres		Teneur ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Paramètres statistiques	Max	2000
	Min	928
Norme (Europ)		400-2000

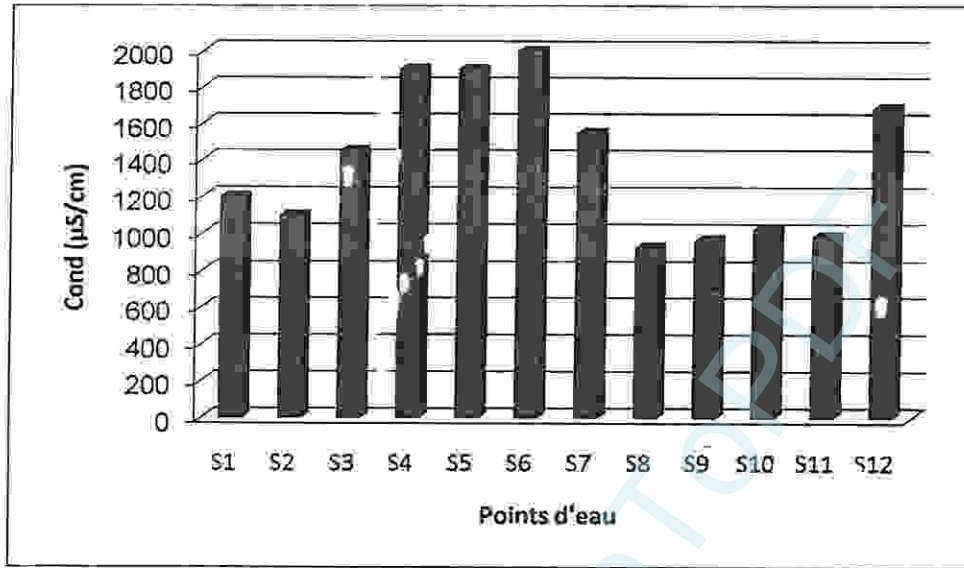


Fig. n° 20 : La conductivité

1.2. Paramètres chimiques :

1.2.1. Calcium (Ca⁺⁺) :

La présence des ions Ca⁺⁺ dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles : soit la dissolution des formations carbonatées (CaCO₃), soit à la dissolution des formations gypseuses (CaSO₄) constituant le substratum de la plaine.

Tab. n°14: Calcium

Paramètres		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Max	338,68
	Min	123,08
Norme (ISO)		200

Les teneurs sont très variables, elles varient d'une valeur minimale de 123,08 mg/l au point S6 à une valeur maximale de 338,68 mg/l au point S7 (Fig.n°21). Selon les normes (ISO) en tab. n°14, l'eau de la source S7 et S4 est impropre à la consommation.

La teneur élevée en calcium de ces sources est liée directement à la nature géologique des terrains traversés par l'eau.

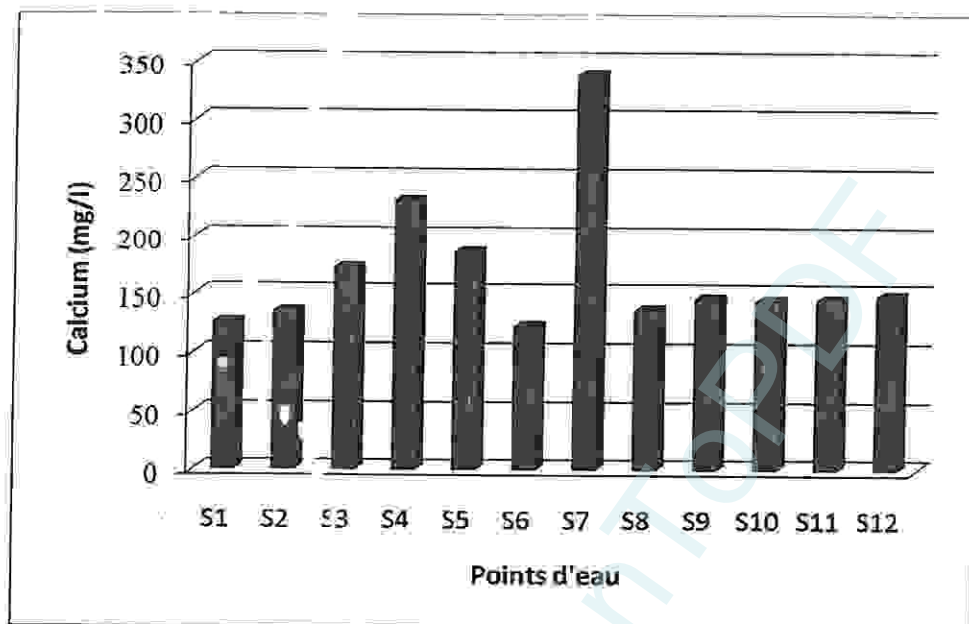


Fig. n°21: Teneur en Calcium

1.2.2. Magnésium (Mg⁺⁺) :

Ayant des origines comparables à celle du calcium, cet élément provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (magnésite et dolomite). **Magnésite:** $MgCO_3 = Mg^{++} + CO_3^{-}$



Tab.n°15 : Le magnésium

Paramètres		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Max	64,91
	Min	22,57
Norme (ISO)		150

Les résultats montrent que l'ensemble des points d'eaux analysés issues de la nappe alluviale de Guelma-Boumahra présentent des valeurs allant jusqu'à 64,91mg/l, enregistrées au point S3, mais qui reste toujours inférieur à la valeur guide de potabilité (Tab.n°15).

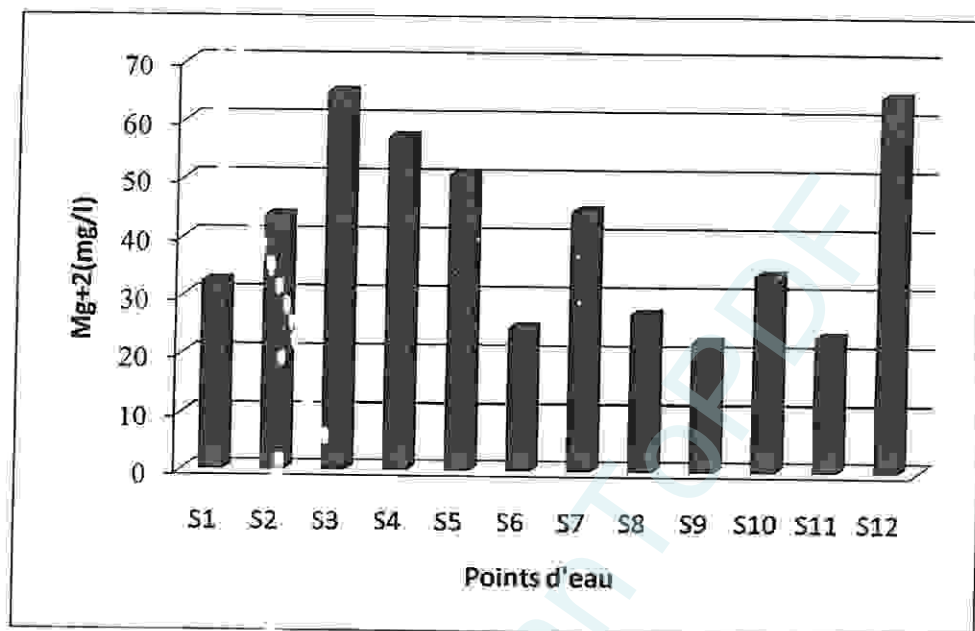


Fig. n°22 : Teneur en Magnésium

1.2.3. Chlorures (Cl) :

L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportion très variables, leur teneur augmente avec le degré de minéralisation de l'eau :



Les ions de chlorures proviennent des lentilles argileuses présentes dans les alluvions.

Tab.n°16: Le chlore

Paramètres		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Min	127,8
	Max	568
Norme (ISO)		200

Les teneurs en chlorures présentent en général des valeurs variables parfois supérieures aux normes de potabilité qui atteint la valeur de 568 mg/l en S7 (Fig. n°23).

Selon les normes ISO en tableau n°... les sources S3, S4, S5, S7 et S12 présentent des teneurs élevées et par conséquent sont impropre à la consommation humaine.

Ces chiffres indiquant l'existence de forts apports salifères à partir des formations géologiques marneuses d'âge Miocène qui constituent le substratum de la cuvette.

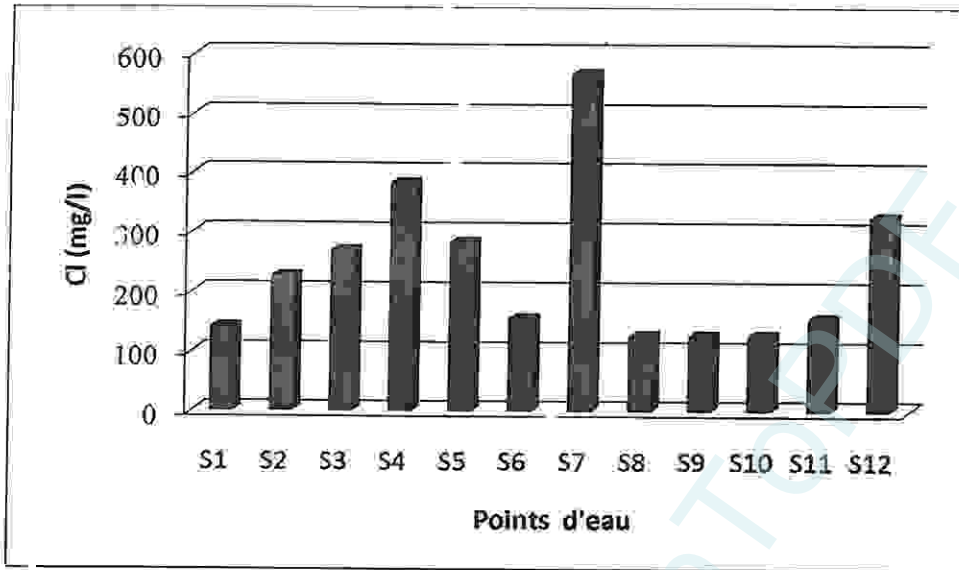


Fig. n°23: Teneur en Chlore

1.2.4. Dureté totale (TH) :

La dureté peut être essentiellement calcique ou magnésienne, voire les deux à la fois.

En fonction de la valeur du TH, on peut déterminer le caractère de la dureté de l'eau :

- Eau très douce → 0-10°f
- Eau moyennement douce → 10-20°f
- Eau dure → 20-30°f
- Eau très dure → >30°f

Tab n°17 : TH

Paramètres		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Max	1050
	Min	410
Norme (ISO)		□30

Les teneurs sont très variables, elles varient d'une valeur minimale de 410 mg/l au point S6 à une valeur maximale de 1050 mg/l au niveau de S7, les eaux sont donc très dures (Tab.n°17)

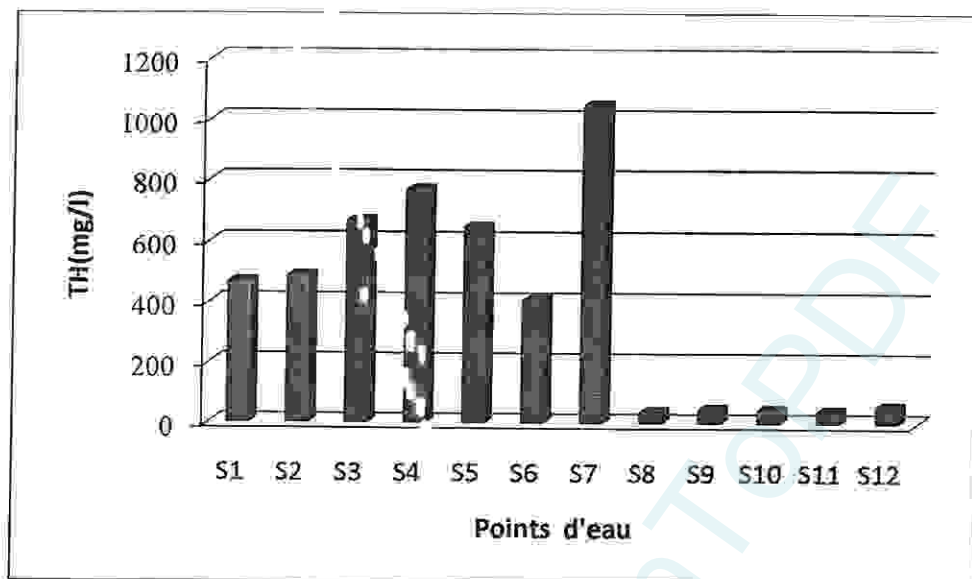


Fig. n° 24: La dureté (TH)

1.2.5. Taux alcalinité (TA) et taux alcalinité complet (TAC) :

Le TA est nul pour une eau dont le pH est inférieur ou égal à 8,3. Le TAC correspond à l'alcalinité totale au pH de 4,5, ce qui revient à déterminer les ions HCO_3^- , CO_3^{2-} et OH^- .

Tab.n°18: TA et TAC

Paramètres		Teneur (°f)
Paramètres statistiques	Min	7,3
	Max	30
Norme (ISO)		$\leq 30^\circ\text{f}$

D'après les résultats en Tab.n°18, le taux d'alcalinité complet (TAC) des sources est conforme aux normes ISO d'eau destinée à la consommation humaine.

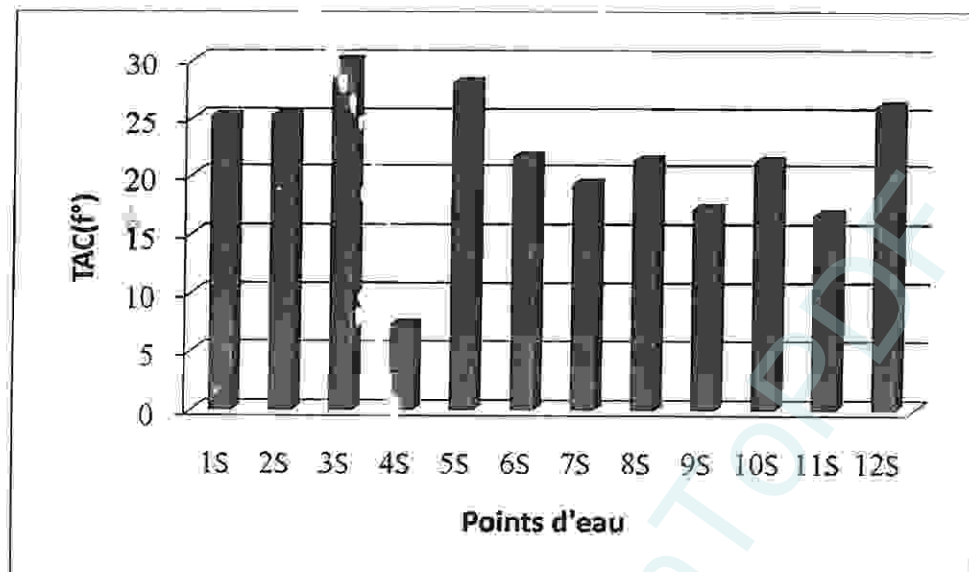


Fig. n°25 : TAC

1.2.6. Sulfates (SO_4^{2-}) :

La présence des ions sulfates dans l'eau est liée soit à la dissolution des formations gypseuses, soit à leur utilisation dans les engrais chimiques pour les plantes. La forme principale utilisée est le sulfate de magnésium (MgSO_4) plus ou moins hydraté. Il peut être épandu au sol où il sera solubilisé par la pluie. Il peut être aussi apporté par aspersion d'une solution sur les feuilles.

Tab. n°19: Les sulfates

Paramètres		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Min	103,3
	Max	348,64
Norme (ISO)		□250

Les résultats obtenus montrent que les valeurs enregistrées des sulfates variables parfois supérieures aux normes de potabilité (ISO) peuvent atteintes à 348,64 mg/l au point S₁₂.

Les points d'eau qui ont un taux élevé de sulfates (S₁, S₁₀, S₁₁ et S₁₂) représentant 30% des échantillons analysés et sont localisés dans le périmètre irrigué traduisant donc une pollution dont l'origine peut être agricole. La valeur moyenne est de 186 mg/l.

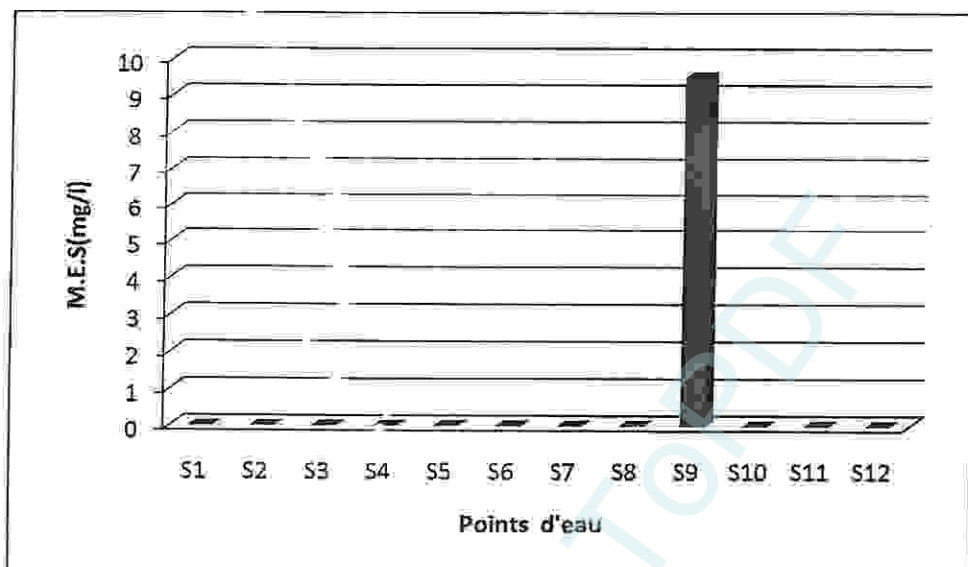


Fig. n°27: M.E.S

1.2.8. Le résidu sec :

Le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau, autrement dit, la somme des matières en solution et en suspension. Ces dernières donnent à l'eau sa couleur brunâtre et parfois sombre.

Tab.n°21: Résidu sec

Paramètres		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Min	813
	Max	2481,35
Norme (ISO)		□1000

Les résultats obtenus montrent que les valeurs enregistrées du résidu sec sont variables et parfois supérieures aux normes de potabilité (ISO) peuvent atteindre à 2481,35 mg/l au point S₇. En moyenne les eaux des sources ont un résidu sec de 1200 mg/l, traduisant une eau moyennement minéralisés (riche en calcium, magnésium et/ ou sodium).

Ces résultats justifiés par la présence d'une grande quantité de tourbe dans les points qui ont un exit selon ce prélèvement.

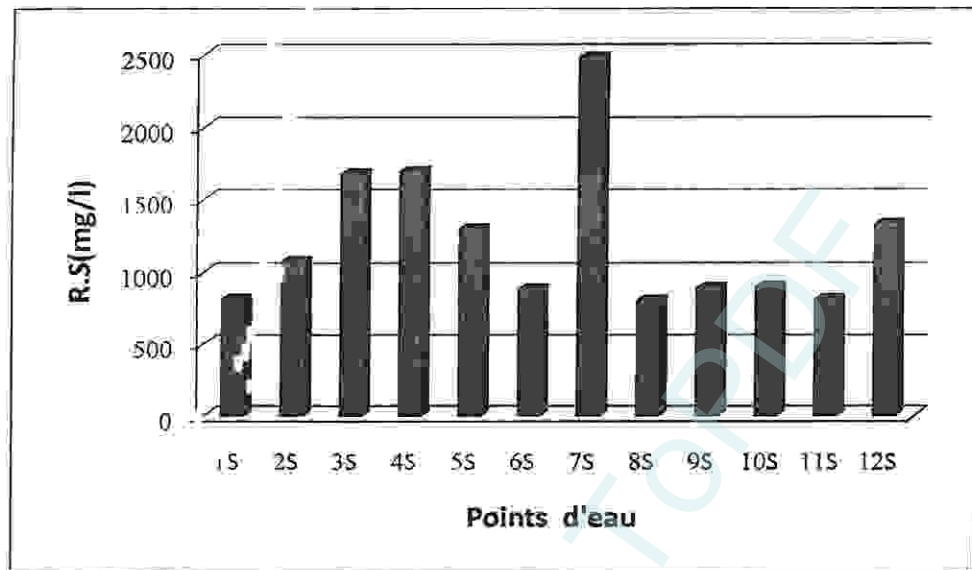


Fig. n°28: Teneur du résidu sec

1.2.9. Les nutriments : (Les éléments de pollution)

L'azote est présent tout le long du cours d'eau sous sa forme minérale et cela sous les trois formes chimiques (nitrates, nitrite et ammonium):

a- les Nitrates NO_3^- :

Représentent la forme la plus oxygénée de l'azote. C'est une forme très soluble. Sa présence est liée à l'utilisation intensive des engrais chimiques. Sous cette forme, l'azote est un sel nutritif utilisable par la majorité des végétaux.

Ils parviennent ainsi aux eaux superficielles par les nappes d'eau souterraines et par le ruissellement des terres agricoles en hiver.

Tab. n °22: Les nitrates

Paramètres		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Min	4,86
	Max	31,84
Norme (ISO)		□50

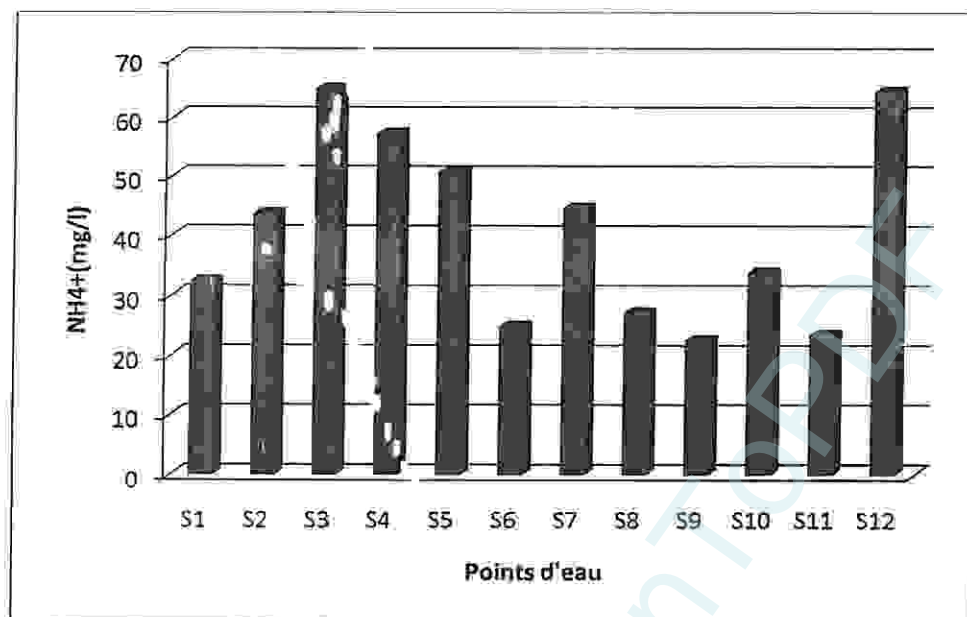


Fig. n°31: Teneur de l'Ammonium.

1.2.10. Le fer : Fe^{+2}

Ces métaux qualifiés de lourds du fait de leur caractère toxique pour l'environnement et l'homme sont présents partout.

Le fer est un oligo-élément qui à faibles doses est bénéfique mais qui a des caractères toxiques à doses trop élevées. L'existence de fer dans l'eau soit par la formation géologique de terrain soit souvent qu'on est en présence d'une pollution industrielle.

Tab. n°25 : Le fer

Paramètres		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Min	0
	Max	0,07
Norme (ISO)		0,3

D'après les résultats ci-dessus les valeurs obtenues dans tous les points étudiés sont beaucoup inférieures par rapport à la norme ISO.

2. Les paramètres bactériologiques :

Les analyses bactériologiques effectuées pour buts :

- De connaître la quantité de la charge bactérienne au niveau des périmètres d'irrigation pour pouvoir la comparer aux normes ISO.
- De détecter les sources les plus polluées.

2.1. Les germes totaux :

La flore mésophile totale qui a été dénombré au niveau des 12 échantillons sources d'études

a) **Lecture :** Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes.

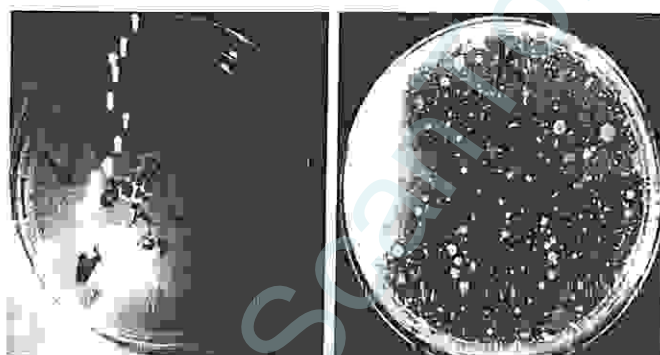


Fig. n°32 : Germes totaux à 22°C.

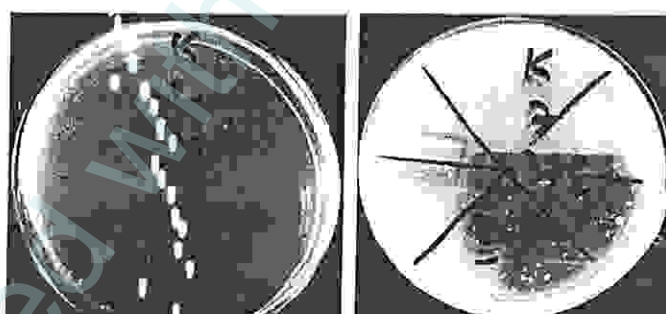


Fig. n°33 : Germes totaux à 37°C.

b) Dénombrement :

D'après les résultats, les sources qui possèdent un taux minimal sont considéré comme normales ; puisqu'il oscille dans la limite de norme ISO. Par contre les sources S7, S10 et S12 qui présentent un taux maximal dépasse la norme, elles sont donc impropre à la consommation humaine, ce qui impose leur traitement chimique (Chloration).

Tab. n° 26 : Le taux des germes totaux

Germes			Taux (UFC)
Germes statistiques	Min	à 22°C	11
		à 37°C	1
	Max	à 22°C	>300
		à 37°C	>300
Norme :			
➤ à 22°C			□ 100
➤ à 37°C			□ 10

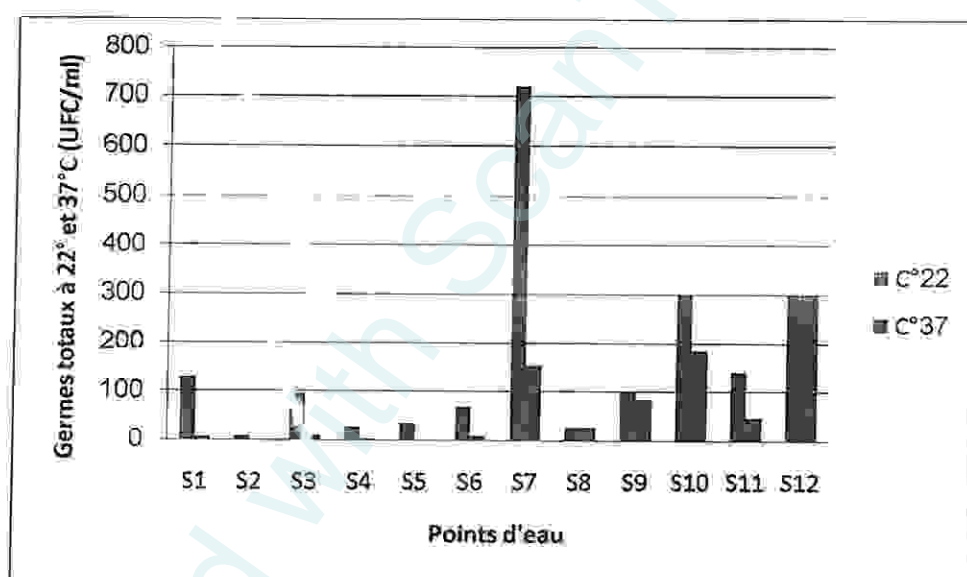


Fig. n°34 : Les germes totaux

2.2. Les Coliformes totaux

Le groupe des coliformes totaux est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau ; parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale.

En effet, la plupart des espèces de ce groupe se trouvent naturellement dans le sol ou la végétation.

a) **Lecture :** Après la période d'incubation spécifiée, les colonies caractéristiques se présentent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune.

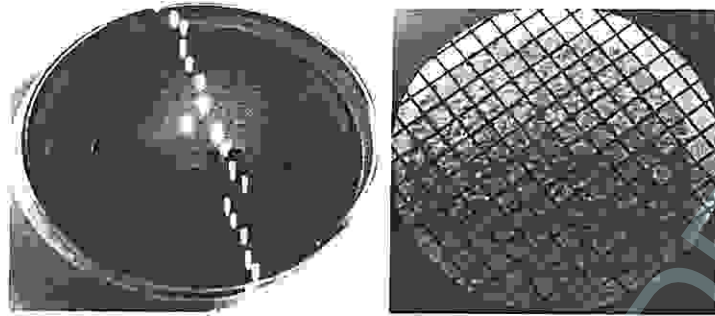


Fig. n°35: Coliformes totaux.

b) Dénombrement :

D'après les résultats, les sources qui possèdent un taux minimal sont considéré comme normales ; puisqu'il oscille dans la limite de norme ISO.

Par contre les teneurs maximales sont enregistrées aux points S8, S9, S11 et S12 et sont donc impropre à la consommation humaine, et leur traitement chimique est obligatoire.

Tab. n° 27: Le taux des Coliformes totaux

Germes		Teneur (mg/l)
Paramètres statistiques	Min	1
	Max	100
Norme (ISO)		00

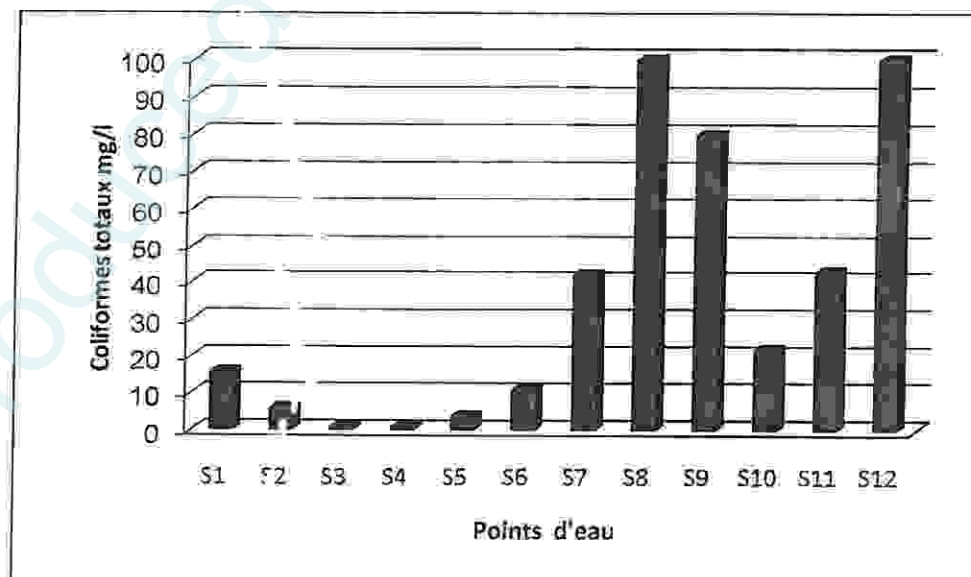


Fig. n°36 : Les coliformes totaux

2.3. Les coliformes fécaux

Bien que la présence des coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale. C'est pourquoi il serait approprié d'utiliser le terme générique (coliformes thermotolérants) plutôt que celui de (coliformes fécaux).

a) Lecture :

Après la période d'incubation spécifiée, dénombrer les colonies caractéristiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé et en jaune (lactose positives).

b) Dénombrement :

Tab.n°28: Les Coliformes fécaux

Germe		Taux (UFC)
Germe statistiques	Max	18
	Min	00
Norme		0

D'après les résultats, les sources qui présentent une concentration nul en coliformes fécaux on peut en déduire que l'eau est pas contaminé selon ce prélèvement.

La concentration maximale des coliformes fécaux est égale à 18 UFC à la source S₁₂ peut se traduire sans doute par sa localisation qui se trouve au bord de la route en l'exposant au trafic individuel des personnes et des passagers.

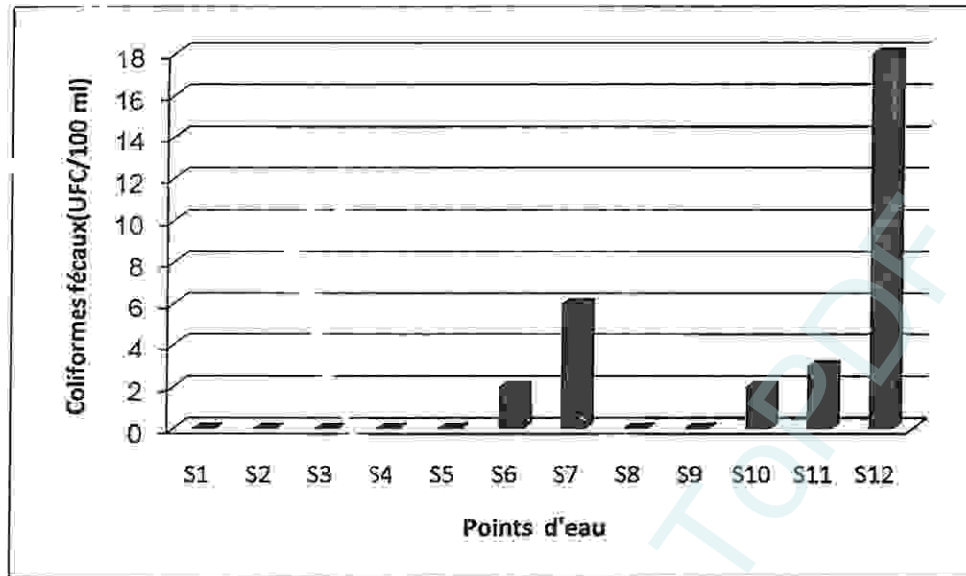


Fig. n°37 : Les Coliformes fécaux

2.4. Escherichia Coli :

C'est un excellent marqueur de contamination fécale, récente ou rapprochée.

➤ **Lecture :** Après le teste à l'indole, la présence d'une coloration rouge à la surface du bouillon traduit la production d'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu.



Fig. n°38 : Confirmation de la présence d'*E. Coli*.

Nos analyses confirment la présence d'*E. Coli* dans les mêmes sources contaminées par les coliformes thermotolérants ; *E. Coli* est le plus important des indicateurs fécaux, sa présence dans les eaux ne peut provenir que quasi uniquement des matières fécales des mammifères

2.5. Les streptocoques fécaux (Streptocoques du groupe « D ») :

Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale, et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution.

Les streptocoques fécaux ne sont pas forcément associés aux coliformes car les coliformes sont uniquement présents lorsque la contamination est en cours ou très récente.

Ils témoignent d'une contamination d'origine fécale ancienne ; tandis que les coliformes fécaux témoignent d'une contamination d'origine fécale récente.

- **Lecture :** Après la période d'incubation spécifiée, les entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose.

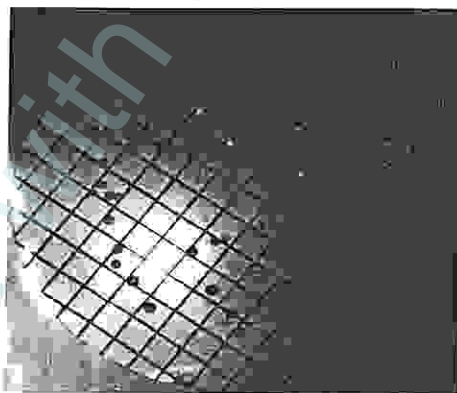


Fig. n° 39: Streptocoques fécaux de groupe D.

Après le testé confirmatif : Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire traduisant ainsi l'hydrolyse de l'esculine présente dans le milieu.

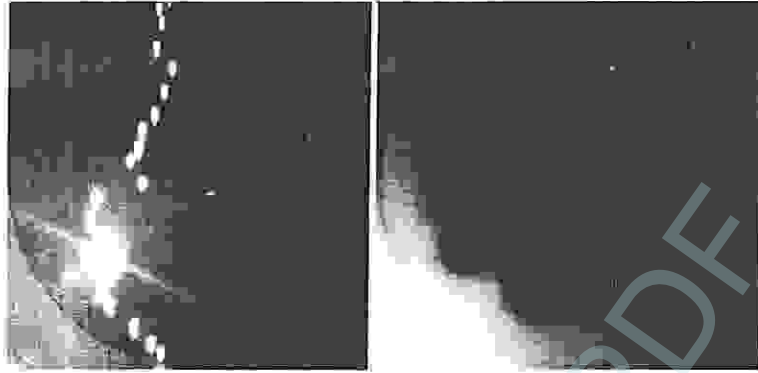


Fig. n° 40: Confirmation de Streptocoques fécaux

➤ **Dénombrement :**

Tab. n°29 : Le taux des streptocoques fécaux (groupe D)

Germes		Taux (UFC)
Germes statistiques	Max	44
	Min	00
Norme		00

D'après les résultats, On peut traduire la concentration nulle que l'eau est pas contaminée.

Quant au point de prélèvement S10 sa concentration en streptocoque fécaux est maximale cc 44 UFC; qui semble être la source la plus contaminée par les streptocoques du groupe D. La cause de cette contamination est en grande partie d'origine humaine.

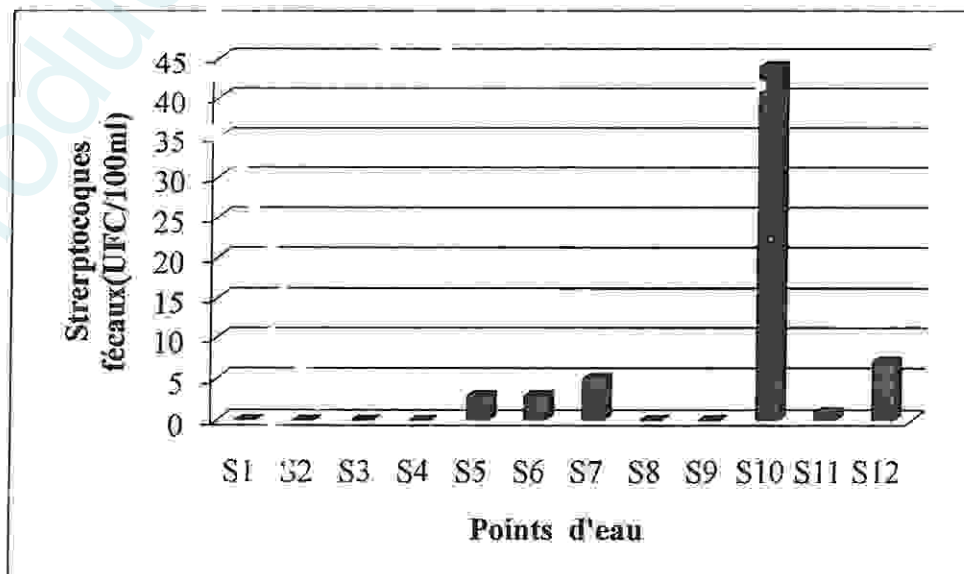


Fig. n°41 : Les streptocoques fécaux

Enfinement tous les paramètres analysés des échantillons sont confrontés aux normes Européennes et Françaises dans le tableau n°30 ci-dessous.

Produced with ScanTOPDF

Tab. n°30 : Comparaison des teneurs aux normes Européennes et Françaises

Paramètres (en mg/l)	Normes françaises		Normes européennes	Teneurs dans la nappe alluviale de Guelma		
	Admis	accepté		Moyennes	Minimale	Maximale
T°C	12	25		18,68	17,13	20,23
Ph	9,5	6	6.5-8	7,1	6,79	7,41
Cond.	2000	400		1464	928	2000
TH	50F°			730	410	1050
TA				00	00	00
T.A.C (f°)				17,7	7,3	28,1
Turb	5		5 NTU	3,66	0,31	7,01
T.D.S				709,5	474	945
M.E.S				00	00	00
R.S			300-1000	1647,175	813	2481,35
M.O	5		5	2,55	00	5,1
HCO ₃ ⁻	50					
Ca ⁺²			100 mg/l	216,765	123,08	187,37
Mg ⁺²			30 mg/l	43,74	22,57	64,91
Cl	600	250	5 mg/l	284,734	0,9	568
NO ₃ ⁻		50	50 mg/l	18,35	4,86	31,84
NO ₂		0,50	3 mg/l	0,0235	0,001	0,046
NH ₄		0,50	1,5 mg/l	0,006	00	0,012
SO ₄ ⁻²	250	5		123,029	10,303	235,755
Germes Totaux 22°C	0/100ml	0/100ml	100/ ml	155,5	11	300
Germes Totaux 37°C	0/100 ml		0/100 m	150,5	1	300
Coliformes Totaux	0/100 ml		20/ ml	150,5	1	300
Coliformes thermotolérants	0/100 ml		0/100 ml	11	00	22
Staphylocoques fécaux	0/100 ml		0/100 m	22	00	44

Conclusion :

Les principaux résultats de suivi de la qualité des eaux souterraines se résument comme suit :

- ✓ Le pH est généralement compris entre 6,79 et 7,41 avec un Ph moyen de 7,1
- ✓ La conductivité moyenne est de l'ordre 1464 $\mu\text{S}/\text{cm}$ traduisant une eau faiblement minéralisée,
- ✓ Des teneurs considérables de certains éléments chimiques à savoir le calcium, les sulfates et les chlorures sont observées, traduisant la pollution des eaux dont l'origine engendrée par la nature géologique du terrain et à un moindre degré par l'agriculture.
- ✓ Selon les résultats des analyses bactériologique, on remarque que les points d'eau 1, 2, 3, 4, 8 et 9 présentent presque les même résultats avec la présence de coliformes et absence de thermotolérants et de streptocoques fécaux ,traduisant l'absence de contamination fécale (rejets humains et industriels).
- ✓ Par contre la présence des indicateurs de contamination coliformes fécaux et streptocoques fécaux au point d'eau 5, 6, 7, 10, 11 et 12 qui montre une pollution fécale
- ✓ Comparé aux normes Européenne et Françaises, l'eau des points étudiés est impropre à la consommation.

CONCLUSION GENERALE

Produced with ScanTOPDF

Conclusion générale

Au terme de cette étude qui nous a permis de diagnostiquer sur la qualité des eaux de sources localisées au sein du périmètre irrigué de Guelma-Boumahra, nous présentons une synthèse des principaux aspects évoqués et des résultats acquis :

La zone d'étude est constituée essentiellement de deux formations géologiques; les formations d'âge Mio-pliocène et Quaternaires. Ces formations sont constituées essentiellement d'alluvions (graviers, limons, conglomérats, travertins perméables), présents sur l'ensemble du terrain et offre par conséquent un intérêt hydrogéologique important; reposant sur un substratum marneux à gypseuses d'âge Miocène.

La synthèse des données hydroclimatiques nous a permis de distinguer que la région d'étude est soumise à un climat méditerranéen, elle est caractérisée par deux saisons distinctes, l'une pluvieuse humide à précipitations relativement élevées et des températures basses, l'autre sèche moins pluvieuse et avec des températures relativement élevées.

L'analyse physico-chimique, montre que l'eau des échantillons analysés issues du périmètre irrigué Guelma-Boumahra est considérée comme polluée à cause des teneurs élevées qui dépassent celles préconisées par les normes européennes (ISO) surtout pour le calcium au niveau de S₇, les sulfates au niveau de S₁₀, S₁₁, S₁₂ et les chlorures dans les points S₂, S₃, S₄, S₅, S₇ et S₁₂. L'origine de ces éléments chimiques est associée à la nature géologique de la couche aquifère et à un moindre degré aux activités agricoles.

Par contre la pollution nitrique n'est pas très alarmante avec 100% des points étudiés ayant des teneurs inférieures à 50 mg/l.

L'analyse bactériologique vis-à-vis des germes indicateurs de la pollution qui regroupent les coliformes totaux, les coliformes fécaux et streptocoques fécaux, aux points d'eau S₃, S₆, S₇, S₁₀, S₁₁ et S₁₂ renferment un taux élevé de ces micro-organismes qui dépassent les normes européennes (ISO). Cette pollution est d'origine fécale et rend l'eau impropre à la consommation.