

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Microbiologie-Ecologie

Spécialité/Option : Santé, Eau et Environnement : microbiologie de
l'environnement

THÈME : Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux des puits en milieu rural en Algérie: cas de la région de Hammam N'Bails (Guelma)

Présenté par :

- Bessaklia Houda
- Gheraba Abir

Devant le jury composé de :

Présidente : M ^{lle} Bedioui, S	(M.A.A)	Université de Guelma
Examineur : Mr. Houhamdi, M	(Pr)	Université de Guelma
Examinatrice : M ^{lle} Boussadia, M.I	(M.A.A)	Université de Guelma
Promotrice : M ^{me} Benhatma, L	(M.A.B)	Université de Guelma

Juin 2012

REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos profondes gratitude, avant tout à Dieu le tout puissant qui nous donné le courage pour mener à terme ce modeste travail.

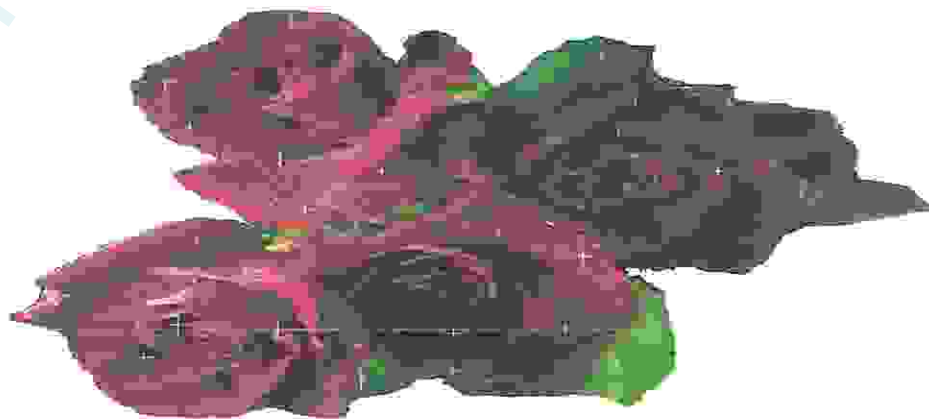
Nous remercions de tout cœur notre encadreur Mme. BENHALIMA L. pour son soutien, son encouragement, la confiance qu'il nous témoignons en acceptant de diriger ce travail et pour avoir mis à notre disposition ses conseils pour une meilleure maîtrise du sujet.

Nous exprimons également notre reconnaissance à Mr Houhamdi M., Melle. Bidoui S. et Melle. Boussadia M.I. qui ont accepté de participer à ce jury et de juger ce travail.

Nous remercions le père de Houda : Mr Bessakfa Rachid qui nous a accompagné durant toutes nos sorties sur le terrain, ainsi que tous le personnel de la DDS de Guelma : Mr Kebièche Hassen , Radja, Layla et Jafida qui facilitent l'accès et l'acquisition des données nécessaires à la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier spécialement Mr Kouadria mostfa et Brahmia Sassi qui ont aidé dans la réalisation de ce travail

En fin, nous remercions tous ceux qui ont contribué à ce travail par leurs remarques, leurs suggestions et leurs soutiens.





Dedicace

Je dédie ce modeste travail :

Aux deux êtres les plus chers,

mes parents : Ma mère et mon père pour leur amour,

leur tendresse, et pour leur soutien moral et matériel

durant toutes les étapes de ma vie.

A mes soeurs : Noura, Halima, Ilhem,

et Hassiba pour leur extrême serviabilité et compréhension ainsi que son époux :

Kamel

A mes frères : Mouhmed, Imed, et Walid ainsi que son épouse Hanen

Aux deux anges de notre maison : ma neveu : Razouka et ma nièce : Sousou

A toute ma famille, mes cousins et mes cousines surtout. Zinun

A mon binome : Abir

A mes amies : Meryem, Alima, Fatima, Wahiba, Salima, Nessma

, Gania, Djarwida

A toute ma promotion

Houda



Dédicace

Je dédie ce travail à :

Celle que dieu m'a aidée le faire, mes plus chers êtres au monde : Ma mère et mon père pour leur amour, leur tendresse, et pour leur soutien moral et matériel durant toutes les étapes de ma vie.

*A ma belle mère: Halima et mes beaux pères:
Abed Al madjid et Ahmed.*

A mes proches pour m'avoir soutenu par leur présence dans les bons comme dans les mauvais moments: ma sœur Houda mes frère Salah, Doudou et chamsou

A mes ancles et mes tantes et leurs époux

A tout les membres de ma familles surtout mes cousines ; Maroi, Mouna, Nouha, Hayfa, Karim, Jihed et Haytem

Aux angles de ma maison: Ikram, Manar, Abdou et Kouki

A ma binome a mes amies: Houda, Wahiba, Meriem, Salima et Mounia

A toute ma promotion.

Abir



SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des schémas

Liste des abréviations

Introduction 1

Partie I : Etude bibliographique

Chapitre I : Description de la région d'étude

I. Description générale de la région d'étude (Hamam N°Bails).....	2
1. Aperçu historique	3
2. Situation géographique et administrative.....	3
3. Contexte hydrographique.....	6
3.1. Les principaux Oueds qui traversent la commune de Hamam N°Bails.....	6
3.2. Autre sources.....	6
4. Gestion d'eaux.....	8
4.1. Alimentation en eau potable	8
4.2. Assainissement	9
II. Description des sites d'étude.....	10
I/ Oued El Maleh.....	10
1.1 Situation géographique.....	10
1.2. Etude physiques de la région.....	12
1.3. Richesse d'Oued El Maleh.....	12
1.4. Les puits d'Oued El Maleh	12

2/ Ain Safra.....	14
2.1. Situation géographique d'Ain Safra	14
2.2. géologie de la région d'Ain Safra.....	16
2.3. La Richesse d'Ain Safra.....	16
2.4. Les puits d'Ain Safra.....	16
5. Etude climatologique.....	17
5.1. Température.....	18
5.2. Humidité relative de l'air.....	19
5.3. Pluviométrie.....	20
 <i>Chapitre II : Eau des puits et risques sanitaire</i>	
I. Description des puits.....	21
1. Définition.....	21
2. Les différents types de puits.....	21
3. Localisation des puits	22
II. Pollution des eaux de puits.....	22
1. Les différentes sources de pollution des eaux de puits.....	22
2. Qualité des eaux de puits.....	25
2.1. Les indicateurs physico-chimiques de la pollution.....	25
2.2. Les indicateurs microbiologiques de la pollution.....	27
III. Problème sanitaire liée à la consommation des eaux de puits.....	28
I. Les maladies hydriques liées à la consommation des eaux de puits.....	29
1.1. Maladies d'origine bactérienne.....	29
1.2. Maladies d'origine virale.....	32

1.3. Maladies d'origine parasitaires.....	34
<i>IV. Prévention et entretien des puits.....</i>	<i>35</i>
1. Moyens d'éviter la pollution de l'eau des puits.....	35
2. Désinfection des puits individuels et collectifs.....	36
<i>Partie II ; Etude Expérimentale</i>	
<i>Chapitre III : Matériels et Méthodes</i>	
I. Matériels.....	37
II. Méthodes.....	37
1. Objectif du travail.....	37
2. Echantillonnage.....	38
2.1. Présentation des points de prélèvement.....	38
2.2. Choix des points de prélèvement.....	41
3. Méthodes d'analyse.....	42
3.1. Analyse physico-chimique.....	42
3.2. Analyse bactériologique.....	44
3.2.1. Technique de prélèvement de l'eau pour une analyse bactériologique.....	44
3.2.2. Identification, transport et conservation des échantillons.....	45
3.2.3. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale.....	45
3.2.4. Recherche et dénombrement des bactéries tests de contamination fécale.....	47
a. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes thermo-tolérants.....	47
b. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	50
c. Recherche et dénombrement des Spores des <i>Anaérobie Sulfite-Réducteurs</i> (A.S.R.).....	53
3.2.5. Recherche des germes pathogènes.....	55
a. Isolement et identification des Entérobactéries pathogènes.....	55

b. Recherche de <i>Vibrio cholérique</i>	62
c. Recherche de <i>Pseudomonas</i>	65
d. Recherche des Staphylocoques pathogènes.....	68
<i>Chapitre IV : Résultats et Discussion</i>	
I. Résultats.....	72
II. Discussion.....	88
Conclusion.....	91
Résumé:	
Références bibliographiques	
Annexes	

Produced with ScanTopDF

Liste des figures

Numéro	Titre	Page
Figure 01	Carte de la situation géographique de Hammam N°Bails (Source : Bureau d'études urbaines, direction de l'Urbanisation et de la Construction de wilaya de Guelma).	5
Figure 02	Carte géo hydrographique de la région d'étude « Hammam N°Bails » (Source : Bureau d'études urbaines, direction de l'Urbanisation et de la Construction de wilaya de Guelma).	7
Figure 03	Carte de localisation d'agglomération Oued El Maleh (Source: Bureau d'études urbaines, direction de l'Urbanisation et de la Construction de wilaya de Guelma).	11
Figure 04	Carte de localisation de mechtat Ain Safra (Source: Bureau d'études urbaines, direction de l'Urbanisation et de la Construction de wilaya de Guelma).	15
Figure 05	Courbe d'évaluation des températures de la région d'étude (Années 1994-2010).	18
Figure 06	Evaluation mensuelle des humidités relatives de la région d'étude (1994- 2010).	19
Figure 07	Localisation des puits analysés	39
Figure 08	Localisation des puits analysés de la région d'Oued El Maleh (P01, P02) et la région d'Ain Safra (P03, P04).	41
Figure 09	Multiparamètres utilisé pour la détermination de : température, pH, et conductivité électrique.	42
Figure 10	Oxymètre utilisé pour la détermination de : oxygène dissous.	42
Figure 11	Turbidimètre utilisé pour la détermination de : turbidité.	43
Figure 12	Variation de la température dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	73
Figure 13	Variation de pH dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	73
Figure 14	Variation de la conductivité électrique dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	74

Suite de la liste des figures

Figure 15	Variation de l'Oxygène dissous dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	74
Figure 16	Variation de la turbidité dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	75
Figure 17	Variation des matières en suspension dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	75
Figure 18	Taux des germes totaux dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	76
Figure 19	Représentation des nombres des coliformes totaux dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	77
Figure 20	Variation d' <i>Escherichia coli</i> dans les eaux des quatre puits.	78
Figure 21	Test indole positif sur eau peptonée exempte d'indole incubée à 44°C confirme la présence d' <i>E.coli</i> .	79
Figure 22	Variation du nombre des Streptocoques fécaux dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	80
Figure 23	Variation du nombre des Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	81
Figure 24	Colonies rose sur la gélose Hektøen.	83
Figure 25	Bacilles Gram négatif.	83
Figure 26	Colonies marron sur la gélose SS.	83
Figure 27	Bacilles Gram négatif.	83
Figure 28	Colonies marron sur la gélose Mac Conkey.	83
Figure 29	Bacilles Gram négatif.	83
Figure 30	Profil biochimique d' <i>Escherichia coli</i> .	84
Figure 31	Colonies blanchâtres sur la gélose GNAB	85
Figure 32	Bacille Gram négatif.	85
Figure 33	Profil biochimique de <i>Klebseilla oxytoca</i> .	85

Suite de la liste des figures

Figure 34	Colonies jaunes sur la gélose Chapman.	86
Figure 35	Cocci à Gram positif.	86
Figure 36	Profil biochimique de <i>Staphylococcus aureus</i> .	87

Produced with ScanTOPDF

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
Tableau 01	l'alimentation en eau potable pour la commun de Hammam N° Bail.	8
Tableau 02	répartition de logements selon le mode d'AEP.	9
Tableau 03	Répartition des logements selon le mode des eaux usées.	10
Tableau 04	Caractéristiques générales des deux puits.	14
Tableau 05	Caractéristiques générales des deux puits.	17
Tableau 06	Présentation des puits analysés.	40
Tableau 07	Aspects cultureux des Entérobactéries sur les milieux sélectifs	58
Tableau 08	Les paramètres physico-chimiques.	72
Tableau 09	Résultats de dénombrement des germes totaux dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	76
Tableau 10	Résultats de dénombrement des coliformes totaux dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	77
Tableau 11	Résultats de dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	78
Tableau 12	Résultats de dénombrement des streptocoques fécaux dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.	79
Tableau 13	Résultats de dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réducteurs dans les eaux des puits analysés.	80
Tableau 14	Résultat de l'isolement des Entérobactéries.	82
Tableau 15	Aspect macroscopique et microscopique des colonies poussées sur la gélose GNAB.	84

Suite de la liste des tableaux

Tableau 16	Résultats de l'isolement des staphylocoques pathogènes sur la gélose Chapman.	85
Tableau 17	Evaluation des températures mensuelles (Années 1994-2010).	Annexes
Tableau 18	Evaluation mensuelles des humidités relatives (Années 1994-2010).	Annexes
Tableau 19	Normes européennes de potabilité des eaux CCE (1975).	Annexes
Tableau 20	Normes microbiologiques européennes de potabilité des eaux CCE (1975).	Annexes
Tableau 21	Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique(CE).	Annexes
Tableau 22	Indice NPP.	Annexes
Tableau 23	Lecture de la galerie miniaturisée API 20E.	Annexes
Tableau 24	Lecture de la galerie miniaturisée API Staph.	Annexes

Liste des schémas

Numéro	Titre	Page
Schéma 01	Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale.	46
Schéma 02	Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale.	49
Schéma 03	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.	52
Schéma 04	Recherche et dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réductrices.	54
Schéma 05	Isolement et identification des Entérobactéries pathogènes.	57
Schéma 06	Recherche de <i>Vibrio cholérique</i> .	64
Schéma 07	Recherche de <i>Pseudomonas</i> .	67
Schéma 08	Recherche des <i>Staphylocoques</i> pathogènes.	70

Produced with Scantopdf

Liste des abréviations

- ACL** : Agglomération chef lieu
- ADH** : Arginine dihydrolase
- API** : Analytique Prophylactic Index
- ARN** : Acide ribonucléique
- ASR** : Anaérobie Sulfito-Réductrice
- BCPL** : Bouillon lactosé au bromocrésol-pourpre
- °C** : Degré Celsius
- CT** : Coliformes totaux
- D/C** : Double concentration
- E. coli** : Escherichia coli
- EPA** : Eau peptonée alcalin
- Fig.** : Figure
- g** : Gramme
- GN** : Gelose Nutritive
- h** : Heure
- IND** : Indole
- LDC** : Lysine déshydrogénase
- Nb** : Nombre
- NPP** : Nombre le plus probable
- ODC** : Omithine décarboxylase
- ONPG** : Ortho-Nitrophényle-B-D-Galactosidase

P	: Puits
L/S	: Litre par seconde
mm	: Millimeter
m³	: Mètre cube
ml	: Milliliter
AEP	: Approvisionnement en eau potable
Logts	: Logement
pH	: Potentielle Hydrogène
NTU	: Unité nephelométrique de turbidité
RM	: Rouge de méthyle
S/C	: Simple concentration
SF	: Streptocoque fécaux
SS	: Salmonella-Shigella
T	: Température
TDA	: Tryptophane décarboxylase
TGEA	: gélose tryptone glucose à l'extrait de levure
TSI	: Triple Sugar Iron
UFC	: Unité formant colonie
UV	: Ultraviolet
VF	: Viande foie
VHA	: Virus hépatite A
VP	: Voges Proskauer

Introduction :

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et dans l'activité humaine. C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Elle est aussi considérée comme un transporteur potentiel de nombreuses maladies. [1]

En général, L'eau souterraine, dans la plupart des conditions, est plus saine et plus fiable que l'eau de surface. Une des raisons est que l'eau de surface est plus facilement exposée aux polluants que l'eau souterraine. Ceci ne veut pas dire que l'eau souterraine est invulnérable à la contamination parce qu'il ya des produits chimiques et organiques sont facilement solubles et pénètrent dans le sol. [37]

Donc l'activité humaine et la modernisation de l'agriculture entraînent un problème énorme de détérioration de la qualité de cette source souterraine qui provoque des maladies hydriques graves. Le mécanisme de cette pollution des eaux souterraines est souvent un processus évolutif dans l'espace et dans le temps et il est difficilement contrôlable. [1]

Et pour ça des précautions doivent être prises pour assurer en tout temps un approvisionnement en eau de bonne qualité pour la santé publique.

En Algérie, les ressources en eau proviennent des eaux de surfaces et des eaux souterraines, mais la gestion de ces ressources pose un problème épineux vue la mauvaise distribution de l'eau aux consommateurs surtout dans les régions rurales.

La région de Hammam N'Bails, situé dans le Sud-est de la Wilaya de Guelma est un modèle type de la mauvaise distribution de l'eau de boissons ; plusieurs populations hébergeant cette région (précisément : Oued El Maleh et Ain Safra) se contente de consommer l'eau des puits artisanaux.

Vue cette situation, nous proposons une étude pour déterminer la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau de certains puits utilisée comme eau de boisson dans la région de Hammam N'Bails (Guelma) et d'identifier les différents facteurs de pollution de ces eaux et leur impacts sur la santé.

Pour atteindre ces objectifs, Notre travail a été articulé en quatre chapitres répartis comme suit :

- Le premier chapitre, une étude bibliographique qui présente une description de la région d'étude en montrant ces ressources en eau et leur gestion.
- Le deuxième chapitre, une étude bibliographique qui présente la notion des puits, la pollution de ses eaux et les risques sanitaire qui peuvent l'engendrer.
- Le troisième chapitre, une étude expérimentale consacré à la présentation des différentes techniques utilisées pour les analyses physico-chimiques et bactériologiques.
- Le quatrième chapitre, consacré à la présentation des résultats et leur discussions.

Chapitre I :

Description de la région d'étude

I. Description de la région d'étude (Hamмам N'Bails) :

1. Aperçu historique :

Hamмам N'Bails est l'agglomération chef lieu d'une commune dépendant de la wilaya de Guelma. C'est une région qui est habitée depuis l'aube de l'humanité comme l'attestent les matériaux, inscriptions lyriques et stèles funéraires mis au jour par des recherches archéologiques.

Au cours du règne Numidien, Guelma assiste aux nombreuses guerres qui ont eu lieu entre l'empire de Rome et celui de Carthage qui se disputèrent l'hégémonie, elle devient possession de Rome au siècle premier de l'ère chrétien. Guelma fut érigée en municipe puis en colonie.

C'est aussi un carrefour stratégique au centre des antiques civilisations, elle accède au rang de foyer culturel, puis au cours de l'émergence puis de l'hégémonie, du monothéisme chrétien ; elle fut élevée au statut d'Evêché.

De l'empire de Genséric à Byzance Guelma a connu une période de stagnation avant de subir les vagues des premières foudroyantes Arabo Islamiques au 8^{ième} siècle l'occupation Othman au 12^{ième} siècle, enfin l'occupation française dès 1834.

Depuis Guelma et sa région n'ont cessé de représenter des foyers de résistances dont Kaïd Keblouti Ben Tahar originaire de Hamмам N'Bails ancêtre de l'écrivain Kateb Yacine Ahmed, de Chaabi Ben Ali dit « Ali Errochi » en passant la glorieuse bataille d'Agbet Etrab la résistance dans la région connut ses plus fameuses grandes victoires.[11].

2. Situation géographique et administrative :

Le périmètre d'intervention du plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme couvre la commune de Hamмам N'Bails.

Hamмам N'baïl est une commune d'Algérie située dans la wilaya de Guelma dont elle relève administrativement.

Chef lieu de commune et aussi de Daïra de Oued Cheham et de Dêhouara.

La commune s'étend sur une superficie de 164,22 Km² avec une population de 18422 habitants en 2004. [11].

Elle est limitée :(Figure 01)

- Au Nord : Commune de Bouchegouf et Beni Mezline.
- Au Nord-est : Commune de Mdjaz Safa.
- Au Nord-Ouest : Commune de Boumahra Ahmaed.
- Au Sud : Wilaya de Oum El Bouaghi (Khemissa).
- Au Sud-ouest : Commune d'Ain Sandel.
- A l'Ouest : Commune de Khezara-Bouhachana.
- A l'Est : Commune de Oued Cheham-Dahouara-Hnancha.

La géographie de la commune est caractérisée par un relief diversifié dont on retient essentiellement une importante couverture forestière et le passage de Oued Seybouse. [11]

Ce relief se compose des montagnes, plaines et plateaux, collines et autres.

Les terrains de la région sont constitués par des micaschistes, schiste, gneiss, calcaires métamorphiques d'âge primaire, des roches salifères du Trias, des calcaires Eocène, des grès Oligocène et des roches d'âge quaternaire.[11]

Ces roches proviennent des terrains de la chaîne de montagne alpine. Cette dernière est traversée par un réseau hydrographique. La vallée d'Oued El Hammam est formée sur un substratum formé de calcaire massif Eocène. La structure géologique du site est instable et classé sismique sur la carte d'Algérie à cause des mouvements enregistrés en surface. Des alluvions sont déposées le long des oueds, rivières et chaabets.[11]

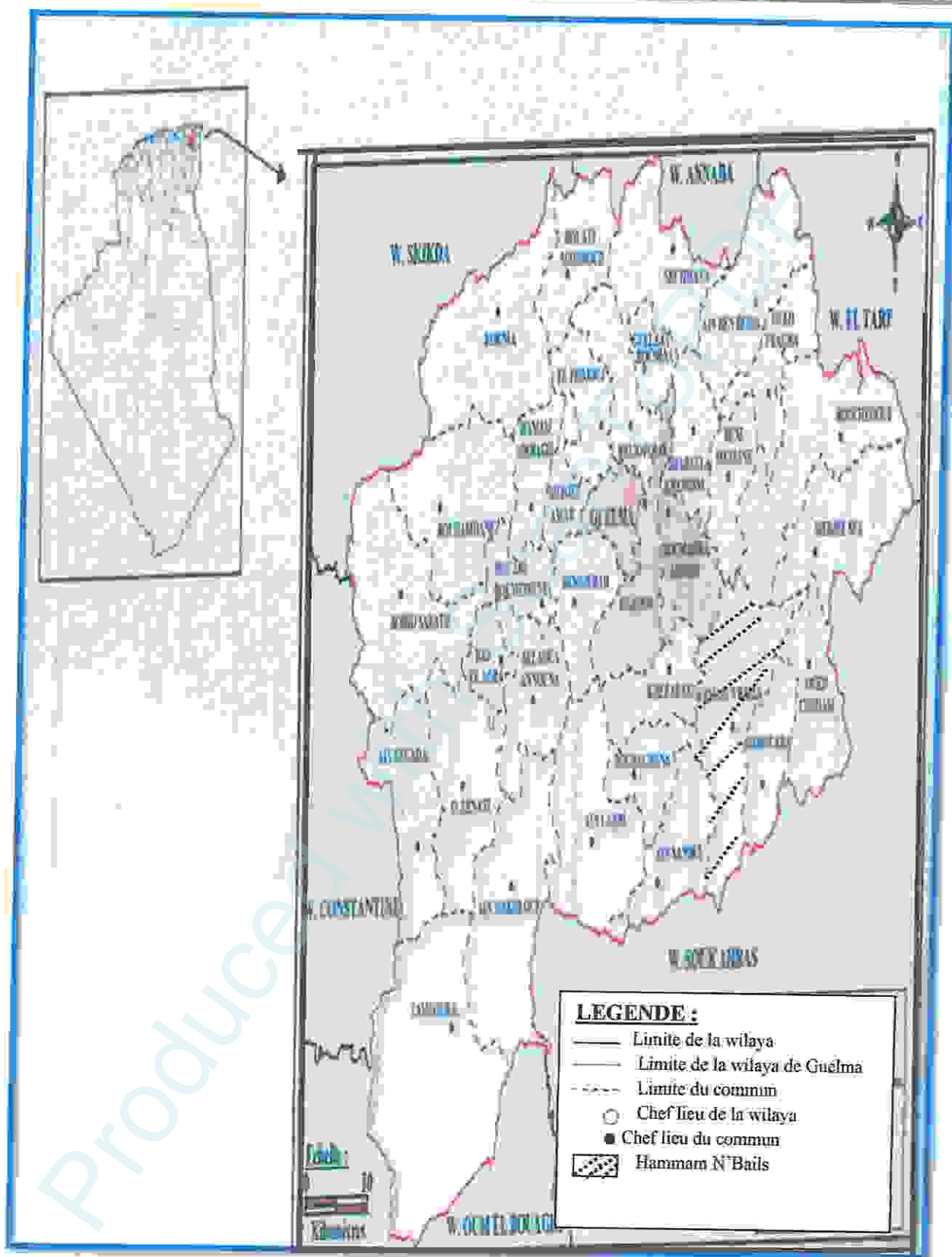


Figure 01 : Carte de la situation géographique de Hammam N°Bails (source : Source : Bureau d'études urbaines, direction de l'Urbanisation et de la Construction de wilaya de Guelma)

3. contexte hydrographique :

3.1. Les principaux Oueds qui traversent la commune de Hammam N'Bails : (Figure 02)

⚡ Oued El Hammam :

Le réseau hydrographique de la région de Hammam N'Bails est constitué essentiellement par Oued El Hammam qui prend naissance au Djebel Bardou et qui est alimenté Par plusieurs Chaabets.

Oued El Hammam est un affluent de Oued R'Biba dont l'embouchure est située à environ 4 km au nord- Est du village de Hammam N'Bails. [11]

⚡ Oued Seybouse :

Il prend sa source à Medjez Amar (point de rencontre entre Oued Charef et Oued Bouhamdane). Il traverse la plaine de Guelma – Bouchegouf sur plus de 45 Km du Sud au Nord. Son apport total est estimé à 408 millions m³/an à la Boudroua (commune d'Ain Ben Beida). [11]

⚡ Oued El Maleh :

Provenant du Sud-Est, ce court d'eau enregistre un apport total de 151 millions m³/an à la station de Bouchegouf. [11]

⚡ Oued Zouara.

⚡ Oued Rhanem.

⚡ Oued Boumia.

3.2. Autre sources :

La région de Hammam N'Bails est caractérisé par une richesse hydrique très importante comme : [9]

- Les puits : Oued El Maleh, Brahmia Messoud, Bou kraïma, El Barnous, Megaad Sioud, Bou Aaché, El Batoum ... etc.
- Les sources : Ain djemal, Guelta Zarga, Ain Bou kraïma, Ain Bouaziz, Ain Safra, Ain Hamra, Ain Djenane, Ain Gheraba... etc.
- Les Chaabets : Zitouna, Felja, Guerfeni ... etc.

- Les Fourrages : Dahwara, Besbassa ... etc.

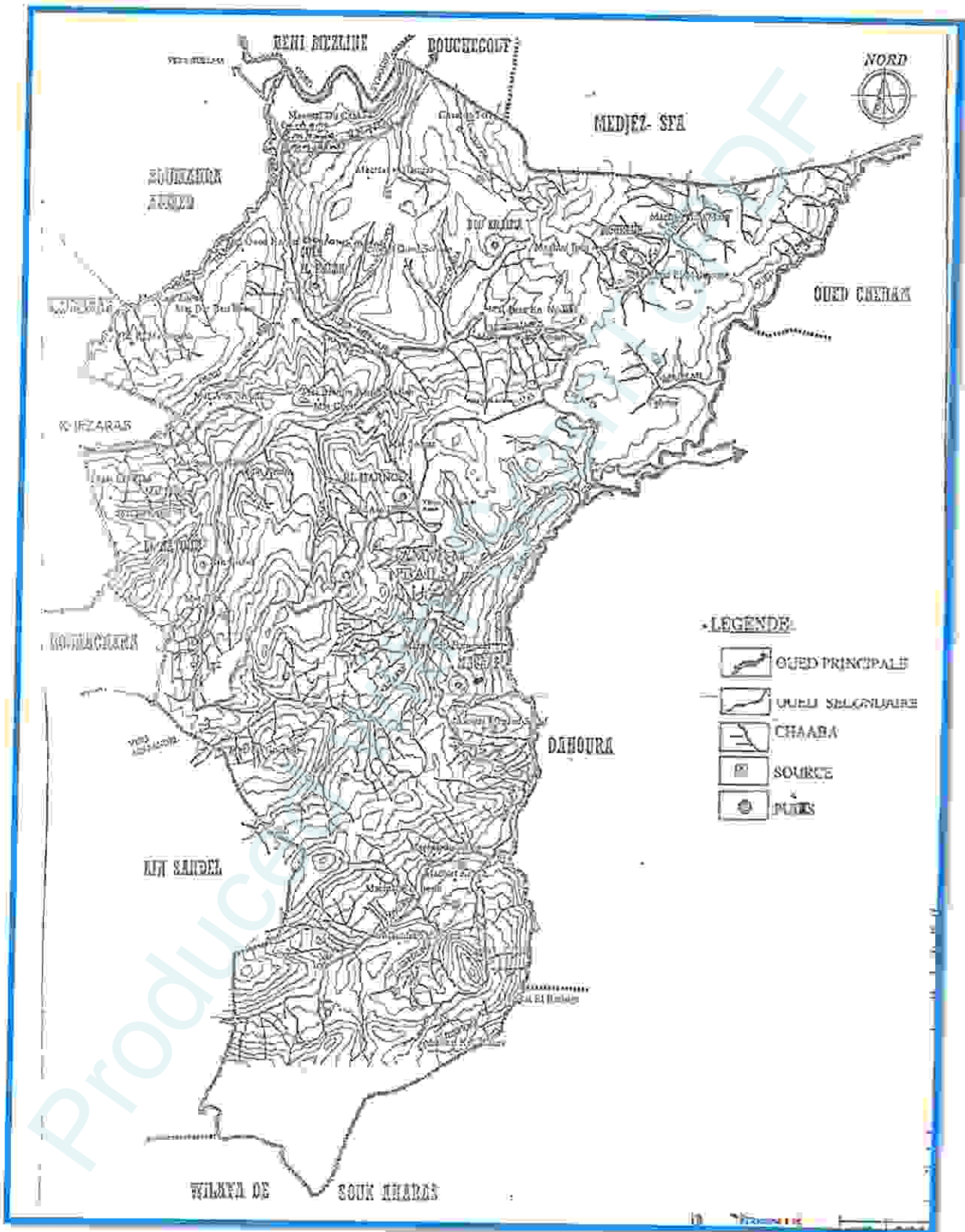


Figure 02 : Carte géo hydrographique de la région d'étude « Hammam N°Bails ». (Source : Bureau d'études urbaines, direction de l'Urbanisation et de la Construction de wilaya de Guelma)

4. Gestion d'eaux:

4.1. Alimentation en eau potable : (tableau 01)

L'alimentation en eau potable pour la commune de Hammam N°Bails se fait par les eaux souterraines telles que les puits, sources captées, forages ...etc. [11]

Tableau 01 : l'alimentation en eau potable pour la commune de Hammam N° Bail. [11]

Forages et sources	Quantité mobilisé	diamètre	Longueur de conduite	Refolement
Source: Guelta Zarga	20 L/S	200 mm	7700 ml	5200 ml
Source: Ain Djemal	04 L/S	90 mm	5400 ml	/
Forage: Dahouara	05 L/S 12 L/S	250 mm	11200 ml	2h de refolement pour 1h de pose pour le remplissage de la nappe
Forage: Besbassa	08 L/S	125 mm	4600 ml	700 ml

La quantité totale mobilisée par adduction d'eau potable pour alimenter le centre de Hammam N°Bails et celui de Ghawi Mohamed Seghir (Barnous) est de 42 L/S. [11]

L'ACL Hammam N°Bails se caractérise par une richesse hydraulique par comparaison avec les autres agglomérations. [11] (Tableau 02)

* On y trouve 6 réservoirs d'eau: [11]

- Le premier d'une capacité de 500m³ située au Sud en cours de construction alimenté de la source de Guelta Zarga située à Megaad Syoud (diamètre : 200mm).

- Deux autres dans la même partie d'une capacité de 150 m³ chacun (ancien réservoir) alimenté de la source de Ain Djemal (diamètre : 110 mm) :6L/S.

- Deux réservoirs à la partie Nord-Ouest de 300m³ et 250 m³

- Enfin le dernier dans la partie Sud-ouest d'une capacité de 50m³.

*les principales sources hydriques sont :

- Source Ain Djemal : 05 L/S en été et en hiver elle peut donner 10 L/S.
- Forage de Dahouara : 10 L/S.
- Puits Oued El Maleh: 02 L/S.
- Puits Brahmia: 02 L/S.
- Réservoir pour Oued El Maleh de : 75 m³.
- Réservoir pour Brahmia Messoud : 50 m³.
- Réservoir de Chaabet Tarfa : 250 m³
- Bâche à eau : 16 m³

Le réseau distribution d'eau au niveau de Hammam N°Bails est caractérisé comme :
Départ avec diamètre 15/21 jusqu'à 160mm. [11]

Tableau 02 : répartition de logements selon le mode d'AEP. [11]

Commune	Approvisionnement en eau (m ³)					Total
	Réseau d'AEP (logts)	Puits (logts)	Source (logts)	Citerne mobile (logts)	Autres (logts)	
Hamman N°Bail						2434
	1282	128	718	03	303	

4.2. Assainissement: (Tableau 03)

Le réseau d'assainissement de ACL Hammam N°Bails est un réseau unitaire qui a plusieurs rejets d'un nombre qui atteint 15 sorties et ça c'est dû à ce que l'ACL bénéficie d'un ancien réseau localisé dans le centre et un nouveau récemment réalisé à Oued El Hammam pour le reste des quartiers. [11]

Tableau 03 : Répartition des logements selon le mode des eaux usées. [11]

Commune	Evacuation des eaux usées			
	Réseau d'égout	Vers une fosse	autres	Total
Hamмам N°Bail	1139	460	835	2434

4. Description des sites d'étude :

1. Oued El Maleh :

❖ Situation géographique :

Le centre d'Oued El Maleh constitué une zone éparât et se trouve dans une région accidentée.

Le centre est situé de part et d'autre de la route N°19 reliant Nador à Hammam N°Bails, il se trouve à environ 10Km au Nord-ouest de Hammam N°Bails (commune) et à 20Km au Sud-Ouest de Bouchegouf (Daïra) et environ 15Km au sud de Guelma (Chef-lieu de Wilaya). [9] (Figure 03)

- Les coordonnées de Oued El Maleh est : 36° 24' 48. 51" N 7° 37'20.98" E. [38]
- Elévation au niveau de la mer est 201m. [38]

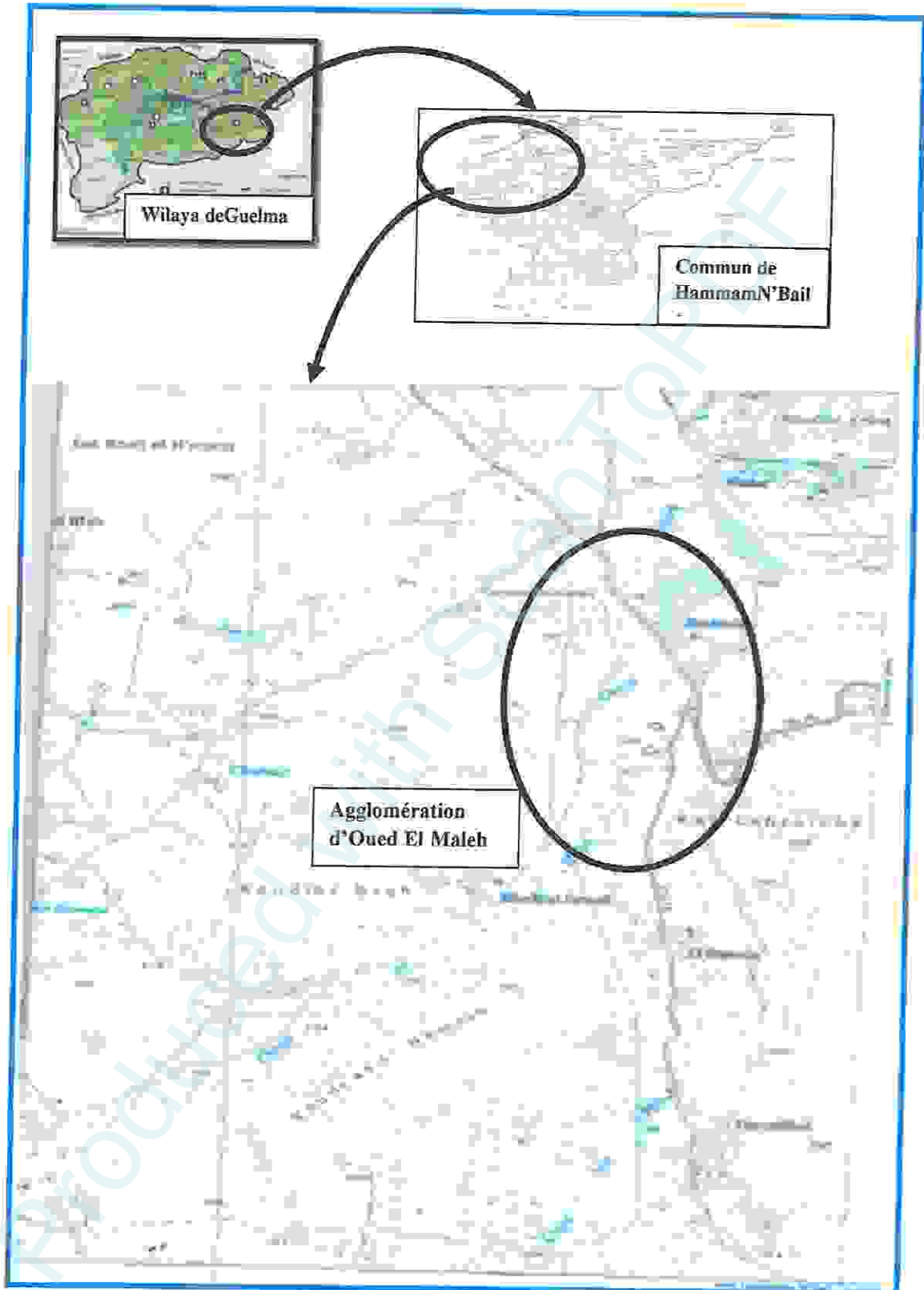


Figure 03 : Carte de localisation d'agglomération Oued El Maleh (Source: Bureau d'études urbaines, direction de l'Urbanisation et de la Construction de wilaya de Guelma)

❖ Etude physiques de la région :

⚡ Relief :

Le relief est accidenté et en même temps varié, on trouve une association de collines, vallées, montagnes et des monts qui dépassent les 400m d'altitude, notamment Djebel Enchir El Kerbich. [12]

L'hydrographie est très importante, caractérisée surtout par l'oued El Melah et plusieurs Chaabets qui se jettent dans l'Oued Sybouse. [12]

⚡ Géologie :

La région d'Oued El Melah est formée une partie de terrain sédimentaire formée d'alluvions quaternaires aux abords des Oueds. [12]

On remarque plusieurs affaissements de terrain. [12]

❖ Richesse d'Oued El Maleh :

L'agglomération d'Oued El Maleh et ses limitrophes présente une richesse hydrique et agricole en cours d'évolution : [9]

⚡ Agriculture :

L'utilisation des terres se caractérise par la culture des céréales (blé dur, blé tendre ...etc.), légumes secs (poids chiche, petits poids, haricotes , .etc.), cultures irrigués, cultures industrielles (tomates , piments ...etc.), et plantation d'arbres fruitiers (abricots, poires , pommes , oranges, mandarines ...etc.).[9]

⚡ élevages des animaux :

Ainsi la richesse naturelle du site permet aussi la vocation d'élevage notamment bovin, ovins, caprins, avicole. [9]

⚡ Sources hydriques :

- Deux puits (Oued El Maleh et Brahmia Messoud),
- Trois sources (Ain Gheraba, Ain Boutoin, Ain Rerbal). [9]

❖ Les puits de Oued El Maleh : (tableau : 04)

Depuis l'indépendance plusieurs puits (3 puits collectifs) sont réalisés dans le périphérique de l'agglomération d'Oued El Maleh. [9]

Deux puits seulement alimentent le centre d'Oued El Maleh et le domaine Brahmia Messoud- région limitée par Oued El Maleh au nord-ouest, par oued Seybouse au nord, par la route national n°20 et le chemin de wilaya n°19 au sud- en eau potable. [9]

L'eau de ces deux puits provient du niveau superficielle constituée d'alluvion de Oued El Maleh. [9]

Les deux puits exploités sont réalisés conventionnement (tubage, cimentation, crépine...). Ils sont situés sur une région à vocation agricole.

Ce choix de puits est justifié par la capacité de fournir l'eau potable suffisante aux besoins de ces deux localités.

Les deux puits sont positionnés approximativement par les coordonnées géographiques suivantes : [38]

❖ Puits Oued El Maleh : 36°24'11.98"N 7°36'47.32"E

❖ Puits Brahmia Messoud : 36°24'14.52"N 7°36'47.42"E

Deux pompes immergées dans ces deux puits aspirent et refoulent à 7 L/S aux réservoirs respectifs des deux localités.

La capacité de réservoirs d'Oued El Maleh est de 75 m³ destinée pour environ 991 habitants et celui de Brahmia Messoud 50 m³ pour environ 375 habitants.

L'eau de ces puits est contrôlée régulièrement par les services d'hygiène et conformément aux normes de l'organisation mondiale de la santé.

La technique de désinfection traditionnelle utilisée est celle de la brique poreuse. [9]

Tableau 04 : Caractéristiques générales des puits d'Oued El Maleh. [10]

Puits étudiés	Cordonnée	Diamètre de conduite	Capacité de réservoir	Débit de pompe	Débit de réservoirs	L'Age
Puits Oued El Maleh	36°24'11.98"N 7°36'47.32"E	90 mm	75 m ³	7L/S	2L/S	30 ans
Puits Brahmia Messoud	36°24'14.52"N 7°36'47.42"E		50 m ³			

2. Ain Safra :

❖ Situation géographique :

Ain Safra est située au Nord est de Hammam N'Bails - centre - à 10 km du chef lieu.

Elle est limitée par : [9]

- Au nord : mechta Ain Hamra,
 - Au sud : mechta El Barnous,
 - à l'ouest : mechta Soughas,
 - à l'est : Dahwara.
 - Les coordonnées géographique de Ain Safra est de : 36°21'27.50"N 7°40'40.12"E,
 - L'élévation moyenne d'Ain Safra est 560m par rapport au niveau 0 de la mer.
- [38] (Fig. 04).

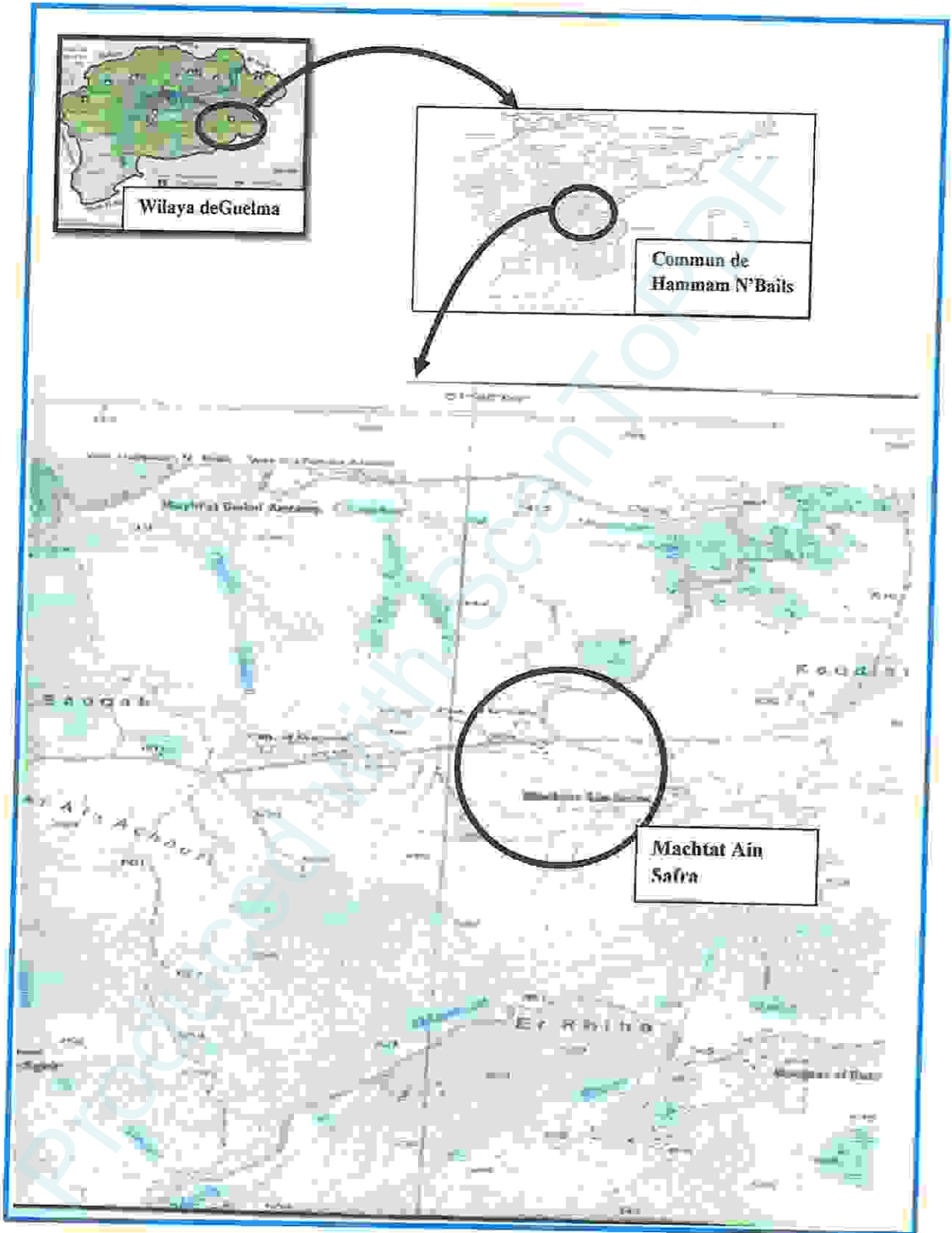


Figure 04 : Carte de localisation de mechtat Ain Safra (Source: Bureau d'études urbaines, direction de l'Urbanisation et de la Construction de wilaya de Guelma)

❖ géologie de la région :

D'après la carte géologique, la formation géologique est caractérisée par :

- des marnes du Sénonien inférieur,
- des calcaires à globigérines de l'Yprésien,
- formation limoneuse et argileuse du Mi pliocène. [9]

❖ Richesse d'Ain Safra :

Ain Safra présente une richesse hydrique et agricole en cours d'évolution :

✚ Agriculture :

L'utilisation des terres à Ain Safra se manifeste par les semences, les céréales, les légumes secs, les cultures industrielles, les arbres fruitiers et les cultures irriguées. [9]

✚ élevages des animaux :

Ainsi la richesse naturelle du site permet aussi la vocation d'élevage notamment bovin, ovins, caprins, avicole. [9]

✚ Sources d'eau :

La configuration du terrain et le relief naturel est accidenté avec les différentes couches géologiques existantes à Ain Safra, favorisent la prolifération des sources qui sont maintenant captés : (Ain Safra, Ain Djenane, Ain Battah). [9]

Il existe aussi environ 05 puits d'eaux domestiques. [9]

❖ Les puits d'Ain Safra : (tableau : 05)

Depuis l'indépendance plusieurs puits (05 puits domestiques) sont réalisés dans la région d'Ain Safra.

A partir de ces 05 puits ; deux puits sont choisis dans le cadre de l'étude de projet :

- Puits Brahmia El Tayeb est un puits domestique. Il a exploité l'eau à l'aide d'un seau et une corde, il alimente deux familles en eau potable.

Les coordonnées géographiques de ce puits est : 36°21'29.89"N 7°40'28.45"E. [38]

- Puits Brahmia Hamma est un puits domestique aussi. Il a exploité l'eau uniquement à l'aide d'un seau et une corde, il alimente environ 04 familles en eau potable.

Les coordonnées géographiques de ce puits sont : 36°21'42.02"N 7°39'57.76"E. [38]

L'eau de ces deux puits provient des eaux des pluies, du niveau superficiel. [9]

Les deux puits exploités sont réalisés traditionnellement (sans couvercle). Ils sont situés sur une région à vocation agricole.

Ce choix de puits est justifié par la capacité de fournir l'eau potable suffisante aux besoins de ces familles.

La technique de désinfection traditionnelle utilisée est celle de la brique poreuse.

Tableau 05 : Caractéristiques générales des puits d'Ain Safra. [10]

Puits étudiés	Cordonnée	Niveau d'eau	L'Age	Utilisation de l'eau
Puits Brahmia El Tayeb	36°24'11.98"N 7°36'47.32"E	2 m	20 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Consommation - Irrigation - Usage domestique
Puits Brahmia Hamma	36°24'14.52"N 7°36'47.42"E	3.8m		

5. Etude climatologique:

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 des hivers froids et pluvieux, de type humide et subhumide. Des étés très chauds et quelque nuage 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. [23]

Les caractéristiques climatiques (La température et l'Humidité relative) de la zone d'étude sont obtenues à partir des données de la station météorologique de Guelma pour une période s'étalant de 1994 à 2010. [23]

On peut distinguer deux périodes;

- La première froide et humide qui s'étale sur 8 mois, du mois d'octobre jusqu'au mois de mai,
- La seconde chaude et sèche qui s'étale sur 4 mois, du mois de juin jusqu'au mois de septembre. [23]

La détermination de cette période est d'une grande importance pour la connaissance de la période déficitaire en eau. [23]

5.1. Température :

Les températures sont variables d'une saison à l'autre avec des amplitudes parfois très importantes. Les moyennes des semestres froids (nov - avr.) et chauds (mai - oct.) sont respectivement 12,10 et 22,70°C. Les données statistiques (Tableau I.1. Annexe) faites pendant 17 ans (1994-2010). [23]

La figure 05 donne l'évolution de la température en 1994 à 2010 selon les différents mois de l'année. Cette figure montre que :
 La température moyenne annuelle est de 17,83 °C. On note que la température moyenne mensuelle la plus élevée est celle du mois d'août (27,51°C) alors que la température la plus basse est celle du mois de janvier (9,82 °C). [23]

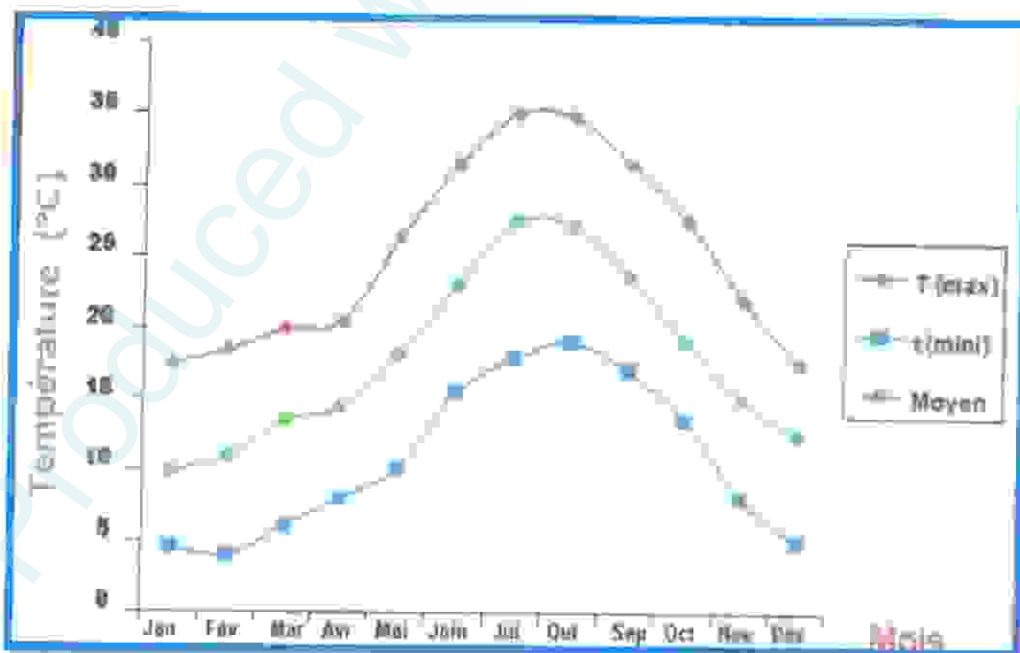


Figure 05 : Courbe d'évaluation des températures de la région d'étude (Années 1994-2010)

5.2. Humidité relative de l'air :

On distingue deux variantes d'humidité :

1- L'humidité absolue :

C'est la masse de vapeur d'eau contenu dans un mètre cube d'air. Elle est exprimée en gramme par mètre cube. [23]

2- L'humidité relative :

C'est l'état plus ou moins proche de la condensation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère, elle est exprimée en pourcentage. [23]

Les données récoltées sont enregistrées dans le tableau I.2 (Annexe).

La moyenne de l'humidité relative dans la période allant de l'année 1994 jusqu'à l'année 2010 est de l'ordre de 68.66%. Le maximum est enregistré au mois le plus froid (janvier 76.58%) et le minimum en le mois le plus chaud (juillet 55.04%).

L'humidité semble évoluer en sens inverse de la température et subir l'influence du vent. En effet, plus les températures sont élevées et plus les vents deviennent forts, plus les humidités relatives diminuent de façon marquée (Figure 06). [23]

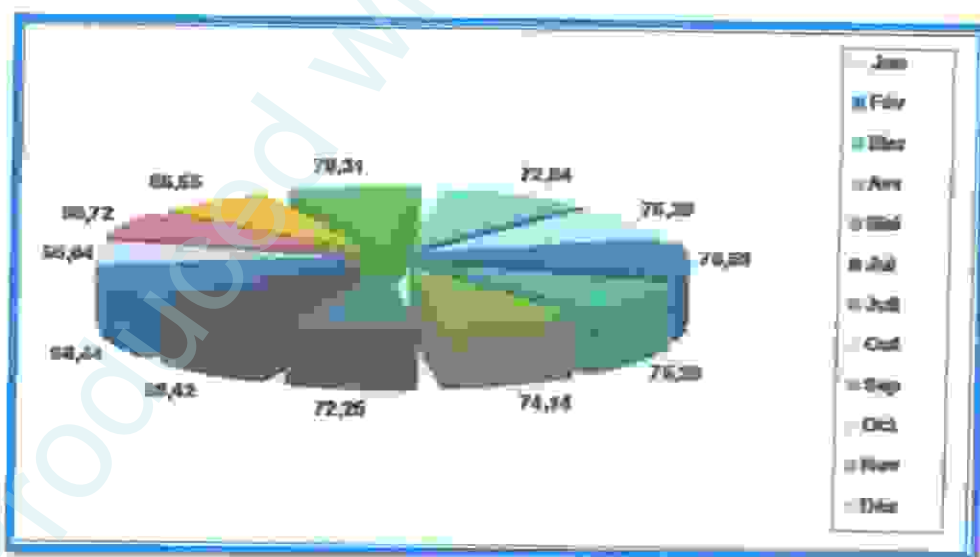


Figure 06 : Evaluation mensuelle des humidités relatives de la région d'étude (1994- 2010)

5.3. Pluviométrie :

Le territoire de la Wilaya de Guelma se caractérise par un climat sub-humide au centre, au Nord et semi-aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été.

Quant à la pluviométrie, on enregistre : 654 mm / an à la station de Guelma.

Cette pluviométrie varie de 400 à 500 mm/an au Sud jusqu'à près de 1000 mm/an au Nord. Près de 57 % de cette pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide (Octobre – Mai).

Pour ce qui est de l'enneigement, on enregistre la neige sur les principaux sommets, les risques sur les plaines sont minimales.

Quant au nombre de jours de gelées blanches, il est de 11 j/an à la station de Guelma,

Par ailleurs, on ne relève que 2,2 j/an de grêle à la station de Guelma Mais on enregistre 36,2 j/an de Sirocco, ce qui affecte parfois les productions agricoles. [28]

Chapitre II :

Eau des puits et risques sanitaire

I Description des puits :

1. Définition :

Un puits est un ouvrage d'environ un mètre de diamètre, réalisé en pierres de taille ou en buses de ciment. Il est l'héritier des temps où ce type d'ouvrage était réalisé à la pelle et à la pioche par un homme qui descendait progressivement vers la nappe et arrêtaait logiquement sa progression lorsqu'il commençait à avoir de l'eau à la taille. [37]

Ce type d'ouvrage exploite en fait la notion de stock : un faible débit de la nappe est nécessaire car lorsqu'on le sollicite, un stock d'environ un mètre cube est disponible ce qui est souvent largement suffisant pour un particulier. [37]

2. Les différents types de puits :

On distingue trois principaux types de puits :

✚ Le puits ordinaire :

Ce puits, creusé manuellement à l'aide d'une pioche, d'une pelle et de tout autre matériel d'excavation, n'est qu'un simple trou dans le sol. Il peut être de forme carrée ou circulaire. Cette dernière étant plus économique et plus solide que la forme carrée. [17]

Le diamètre du puits est conditionné par des facteurs d'ordre économique et pratique. Plus le diamètre est grand, plus longue est la construction du puits et plus chers sont le garnissage intérieur et le couvercle. [17]

Les expériences montrent qu'il faut un diamètre de 1m environ pour un seul homme creusant verticalement, alors qu'il en faut 1.30 environ pour deux hommes. Ce dernier diamètre est plus avantageux car le travail avance plus vite avec deux terrassiers. [17]

✚ Le puits foncé :

Enfoncement d'une tube perforé dans le sol jusqu'à une formation aquifère peut profonde (50 à 100 m).

✚ Le puits foré :

A un diamètre relativement réduit ; il est foré à la main ou à l'aide de divers accessoires grâce auxquels on peut atteindre de grandes profondeurs. Il permet normalement d'extraire de beaucoup plus grandes quantités d'eau que le puits creusé à la main. [17]

3. Localisation des puits :

- ✓ Pas de puits en aval d'une source de contamination,
- ✓ Distance entre un puits et une latrine environ 1.5m dans le terrain ordinaire,
- ✓ Distance entre un puits et un cimetière au moins 100 m,
- ✓ Distance entre un puits et une route 3 m ou plus. [27]

II. Pollution des eaux de puits:

L'infiltration d'eau de mer associée à la surexploitation des couches aquifères ou à la lixiviation naturelle est des sources normales de pollution des eaux souterraines. La plupart des contaminations des eaux de puits est due à l'activité humaine. La contamination humaine de ces eaux peut être liée à l'évacuation des déchets d'une : [17]

- manière directe (systèmes privés d'évacuation d'eaux d'égout, élimination des déchets solides, eau usagée municipale, retenue d'eau usagée, propagation du cambouis dans la terre, formation de saumure dû à certaines industries de pétrole, élimination des eaux usées, les déchets radioactifs). [17]
- manière indirecte (accidents, certaines activités agricoles, exploitation, routes dégivrées, pluies acides, mauvais entretien des puits, sel de route). [17]

De grandes quantités de composés organiques sont manufacturées et utilisées par les industries, l'agriculture et les municipalités. Les composés organiques se trouvent dans la nature mais peuvent venir aussi bien de source naturelle que de l'activité des hommes. Dans beaucoup d'endroits, les eaux de puits ont été souillées par des produits chimiques pendant des décennies. Malheureusement, cette forme de pollution n'a été identifiée en tant que problème écologique sérieux qu'à partir des années 80. [17]

1-Les différentes sources de pollution des eaux de puits :

a) Naturel:

Les eaux de puits contiennent quelques impuretés, même si elles ne sont pas affectées par les activités humaines. Les types et les concentrations d'impuretés naturelles dépendent de la nature du matériel géologique par lequel les eaux souterraines se déplacent, et de la qualité de l'eau de recharge. [39]

Les eaux des puits se déplaçant à travers les roches et les sols sédimentaires, peuvent absorber un éventail de composés tels que le magnésium, le calcium, et les chlorures. Certaines couches aquifères ont des concentrations naturelles élevées en constituants dissous tels que l'arsenic, le bore, et le sélénium. L'effet de ces sources normales de contamination sur la qualité d'eaux souterraines dépend du type du contaminant et de ses concentrations. [39]

b) Agricole:

Les pesticides, les engrais, les herbicides et les déchets animaliers sont des sources agricoles de contamination des eaux des puits. Qui sont nombreuses et variées: débordement des engrais et des pesticides pendant la manipulation, écoulement du chargement et lavage des pulvérisateurs de pesticide ou de tout autre équipement d'application, utilisation de produit chimique... [39]

Une région agricole qui manque de drainage est considérée par beaucoup de fermiers comme étant terre perdue du point de vue du revenu. Ainsi, ils peuvent installer des tuiles de drain ou des puits de drainage pour rendre la terre plus productive. Les puits de drainage servent alors de conduit direct aux eaux souterraines pour les déchets agricoles. [39]

Le stockage de produits chimiques agricoles près des puits, est susceptible de provoquer une contamination. [39]

c) Industriel:

Les industries de fabrication et de secteur tertiaire ont des demandes élevées en eau pour les procédés de refroidissement, de traitement ou de nettoyage. La pollution des eaux des puits se produit quand l'eau utilisée est retournée au cycle hydrologique. [39]

L'activité économique moderne exige le transport et le stockage de la matière employée dans la fabrication, le traitement, et la construction. De cette manière, une partie de ce matériel peut être perdue par débordement, par fuite, ou par mauvaise manipulation. L'élimination des pertes, associée aux activités ci-dessus, est une autre source de contamination des eaux des puits. [39]

Certaines entreprises, habituellement sans accès aux réseaux d'égouts, se servent dans les eaux souterraines peu profondes. Elles emploient des fosses ou des puisards secs, ou envoient l'eau usagée dans les réservoirs septiques. Tout ceci peut mener à la contamination

des sources souterraines d'eau potable. [39]

Les fosses et les puisards secs provoquent l'infiltration des déchets directement dans le sol. Les systèmes septiques ne peuvent pas traiter les pertes industrielles. Les pratiques en matière de disposition d'eau usagée de certains types d'entreprises, telles que des stations service d'automobile, fabricants de composant électrique ou de machine, sont particulièrement concernés parce que les déchets qu'ils génèrent sont susceptibles de contenir des produits chimiques toxiques. [39]

Les autres sources industrielles de contamination incluent:

- le nettoyage des réservoirs ou la pulvérisation d'équipement sur la terre.
- l'évacuation de déchets dans les systèmes septiques ou les puisards secs.
- le stockage de matériaux dangereux dans des secteurs découverts ou dans les secteurs qui n'ont pas des garnitures avec des drains ou des bassins de captation. [39]

D'autre part, les souterrains et les réservoirs de stockage contenant des produits pétroliers, des acides, des dissolvants ou des produits chimiques peuvent avoir des fuites dus à la corrosion, à des défauts, à des problèmes dans les installations... [39]

L'exploitation du carburant et des minerais non-combustibles peut créer une contamination des eaux souterraines. Les problèmes proviennent du processus d'extraction lui-même, de l'élimination des déchets, et du traitement des minerais et des déchets qu'il crée. [39]

d) Résidentiel:

Les systèmes résidentiels d'eau usagée peuvent être une source de différents types de contaminants, y compris des bactéries, des nitrates, et des composés organiques. Les puits utilisés pour l'évacuation des eaux domestiques usagées (les systèmes septiques, puisards, puits de recharge d'eaux souterraines) sont particulièrement concernés par la qualité des eaux souterraines s'ils sont placés près des puits d'eau potable. [39]

Le stockage incorrect ou l'évacuation de produits chimiques ménagers tels que les peintures, les détergents synthétiques, les dissolvants, les huiles, les médicaments, les

désinfectants, les pesticides, les batteries, l'essence et le carburant diesel peut mener à la contamination des eaux souterraines. Lorsqu'ils sont entreposés dans les garages ou les sous-sols, le nettoyage des planchers, les flaques et les inondations peuvent introduire de tels contaminants dans les eaux souterraines. [39]

Lorsqu'ils sont jetés dans les poubelles des particuliers, ces produits seront éventuellement introduits dans les eaux souterraines si les déchetteries ne sont pas équipées pour traiter les matériaux dangereux. [39]

Dé même, les déchets vidés ou enterrés dans la terre peuvent souiller les sols et s'écouler dans les eaux souterraines. [39]

2-Qualité des eaux de puits :

2.1. Les indicateurs physico-chimiques de la pollution :

- **La Température :**

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. [15]

- **Le pH :**

Le potentiel Hydrogène mesure la concentration en ions H^+ dans l'eau, c'est à dire l'alcalinité ou l'acidité sur une échelle de 0 à 14, 7 est le pH neutre. Il conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques dans l'eau. C'est un paramètre à contrôler soigneusement en cas de traitement de l'eau. [15]

- **L'oxygène dissous :**

L'oxygène dissous est un paramètre utile dans le diagnostic biologique du milieu eau. [15] Il se mesure en % du taux de saturation ou en mg/l (à 20°C, 100% de saturation = 8,8 mg/l d' O_2 dissous). [37]

- **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. Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. [15]

- **La Conductivité :**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes.

La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. [16]

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau. Comme la température, des contrastes de conductivité permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélanges ou d'infiltration. [15]

- **La matière en suspension (MES) :**

Ces particules minérales ou organiques sont présentes dans les eaux naturelles ou polluées. Les MES comprennent les matières décantables et les colloïdes, mais pas les matières dissoutes. Elles comportent souvent dans les cours d'eau des particules de nature argilo-humique provenant de l'érosion des sols, mais également bien d'autres constituants, en particulier d'origine organique. [15]

Elles représentent la cause essentielle de la turbidité de l'eau. La photosynthèse est ralentie par une forte teneur en MES qui trouble l'eau. Ceci a une répercussion sur toutes les chaînes alimentaires présentes dans les cours d'eau (effet sur la reproduction). [15]

- **Nitrites :**

Rencontrés à très faible dose dans l'eau, ils résultent d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque ou d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante, leur

1. Les maladies hydriques liées à la consommation des eaux de puits :

Les maladies d'origine hydrique sont des infections, causées par la consommation d'eau contaminée par des matières fécales animales ou humaines qui contiennent des micro-organismes pathogènes [30].

1.1. Maladies d'origine bactérienne :

1) Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes :

Ce sont de véritables septicémies dues à *Salmonella typhi* et *paratyphi A, B* et *C*. Elles sont caractérisées par de la fièvre, diarrhée, douleurs abdominales, accompagnées d'un abattement extrême (le tufhos) et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelles : hémorragies intestinales, atteintes hépatiques, respiratoires, et neurologiques [26].

La contamination se fait par voie digestive à partir d'eaux contaminées par des matières fécales, d'aliments avariés ou encore par des mains sales.

2) Le Choléra :

Le choléra est une toxi-infection entérique contagieuse due à la bactérie *Vibrio cholerae*, ou bacille virgule. [31].

Il se caractérise par une diarrhée suraigüe qui a l'aspect de l'eau de riz. Elle s'accompagne de vomissements et de douleurs abdominales [26].

Le Choléra est une maladie très virulente qui touche les enfants et les adultes [31], et sans traitement, la mortalité peut atteindre 50%. [32] La contamination est orale, d'origine fécale par l'eau de boisson ou des aliments souillés [31].

3) Maladies des légionnaires ou légionelloses :

La légionellose est une infection respiratoire, dont le réservoir est principalement hydrique. Les sources de contamination incriminées lors d'épidémies sont les installations qui favorisent la multiplication des légionelles dans l'eau chaude. Pour l'instant, aucune transmission interhumaine n'a été rapportée [26].

La maladie est le plus souvent caractérisée par une pneumonie aigüe présentant un large spectre de signes cliniques allant de la toux avec fièvre modérée jusqu'à la détresse respiratoire. Dans 20 à 40 % des cas, on observe des symptômes gastro-intestinaux. [26]

4) Gastroentérites aiguës et diarrhées :

La gastro-entérite est une affection inflammatoire de l'estomac et des intestins dans la cause peuvent être liés à des germes, des virus ou des parasites [33].

Généralement les gastroentérites bactériennes sont dues à :

✚ *Escherichia coli* :

Escherichia coli, également appelée colibacille ou *E. coli*, est une bactérie intestinale des mammifères très commune chez l'être humain. C'est un coliforme fécal généralement commensal. [34].

Elle est responsable d'une :

➤ Gastroentérite inflammatoire :

Les germes pénètrent dans la muqueuse de l'intestin provoquant des ulcérations susceptibles d'entraîner un saignement et une inflammation. Celle-ci s'accompagne d'une hypersécrétion (sécrétion exagérée) de liquide à l'intérieur de l'estomac : l'exsudat, liquide riche en minéraux et en protéines [35].

➤ Gastroentérite non inflammatoire :

Les germes sont ingérés avec les aliments qui sont contaminés et ceux-ci se multiplient dans l'organisme, entraînant un mauvais fonctionnement de l'intestin grêle. Dans ce cas les globules blancs ne sont pas présents dans les selles [35].

✚ *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 gastro-intestinale [26].

La contamination humaine s'effectue soit par contact avec un animal domestique infecté ou bien du bétail, ou des oiseaux (volaille), soit par contact interhumain (contamination fécale), soit enfin de manière indirecte, par ingestion d'aliments infectés (lait, viande, eau infectée...) [36].

Les manifestations de l'infection vont de la forme asymptomatique à l'atteinte sévère avec fièvre, crampes abdominales, diarrhées plus ou moins sanglantes pouvant durer plus d'une semaine [26]

✦ *Yersinia enterocolitica* :

Ils sont présents dans l'environnement, notamment dans les eaux de surface, dans les aliments d'origine végétale et animale et dans le tube digestif de diverse espèce animale (porcs, bovins, chiens, chats ...) [2].

Elle est responsable d'une entérocolite ou appelée encore yersiniose. L'infection peut causer une série de symptômes selon l'âge de la personne infectée, et se produit le plus souvent dans les enfants en bas âge [2]. Elle provoque une diarrhée souvent sanglante qui régresse au bout d'une semaine. Des complications abdominales peuvent néanmoins laissant penser parfois à une crise d'appendicite [26].

✦ *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 [26].

La sous-espèce *enterica* est responsable des affections des animaux à sang chaud. 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 par 7 jours [26].

✦ *Shigella dysenteriae* :

Les dysenteries bacillaires sont dues à des bactéries du genre *Shigella* (*Shigella dysenteriae*). Leur début est brutal avec élévation brutale de température accompagnée de douleurs abdominales et émission d'importantes selles aqueuses suivies, 1 à 2 jours plus tard, par des volumes moindres de matières fécales contenant beaucoup de sang et de mucus [26].

L'espèce *Shigella dysenteriae* peut provoquer une forme particulièrement sévère de dysenterie dont la mortalité peut atteindre 20 %. [26]

⚡ *Aeromonas* :

Dans sa forme légère la gastroentérite provoquée par *Aeromonas* se présente comme une diarrhée aqueuse, très semblable à celle causée par de nombreux autres entéropathogènes et ce n'est que très rarement qu'elle présente un caractère cholériforme [26].

1.2. Maladies d'origine virale :

1) *La poliomyélite* :

La poliomyélite est une maladie infectieuse aiguë de l'homme, qui se localise de préférence dans une région circonscrite de la moelle. Cette paralysie atrophique est due à l'entérovirus, pouvant provoquer des maladies invalidantes chez les enfants [2].

La poliomyélite, se caractérise par la destruction des neurones moteurs du système nerveux central ce qui entraîne une paralysie des muscles qui sont innervés par ces neurones. [2]

2) *L'hépatite A* :

Le virus de l'hépatite A est un virus appartenant à la famille des picornaviridae. C'est un virus nu, donc très résistant dans le milieu extérieur et aux agressions physico-chimique [2].

Il se transmet par voie digestive oro-fécale soit directe (manuportée) soit indirectement par l'eau souillée, contaminée par des selles infectées par virus d'où une plus forte incidence dans les pays où les réseaux d'eau potable et les stations d'épuration sont de qualité insuffisante causant l'hépatite A ; qui est une maladie infectieuse du foie. [2]

3) *L'hépatite E* :

L'hépatite E est une infection aiguë due au virus de l'hépatite E. [5]. Il peut également se manifester par un syndrome gastrique fébrile. Dans la forme fulminante le taux de létalité est de l'ordre de 1 à 2 % au cours des épidémies. [4]

4) *Gastroentérites virales* :

Les virus responsables de ce type d'infection sont :

- *Rotavirus :*

Les gastro-entérites à rotavirus sont actuellement largement décrites et elles représentent la grande majorité des épidémies de gastro-entérites des enfants mais, elles peuvent affecter également les adultes [4].

Elles se présentent sous forme de diarrhée sévère, persistante, durant 5 à 8 jours, accompagnée de fièvre et de vomissements et quelquefois de déshydratation, nécessitant une hospitalisation [4].

La mort est généralement due à la déshydratation et au déséquilibre électrolytique [26].

- *Virus de Norwalk :*

Le virus de Norwalk constitue le prototype de la souche la plus largement étudiée de virus non cultivables dénommés « Norwalk_like ». Il est responsable d'une gastro-entérite, qui a été survenue la première fois dans une école primaire de Norwalk dans l'Ohio [26].

La gastro-entérite, spécifiquement épidémique, est explosive, bénigne et de courte durée (24 à 48 heures) : elle est caractérisées par des diarrhées, des vomissements, des crampes abdominales, des nausées, des maux de tête. [4].

- *Adénovirus :*

Ils sont comme les rotavirus, les plus fréquemment retrouvés dans les selles de jeunes enfants vivant dans des pays en voie de développement. Leur excrétion dure de 5 à 12 jours et elle est supérieure à 10^6 particules par gramme de selles [26].

- *Astrovirus :*

Ils ont été décrits comme cause occasionnelle de gastroentérite dans diverses parties du monde. La symptomatologie comporte, après une période d'incubation de 24 à 48 h, des vomissements, diarrhée et fièvre supérieure à $39,5^{\circ}\text{C}$. Mais l'infection peut être asymptomatique [26].

1.3. Maladies d'origine parasitaire :

- *Giardia-lamblia* :

Ce sont des flagellées habitant les régions intestinales et atriales. Ils sont responsables de Giardiase, L'infection est oro-fécale par ingestion de kystes. [2]

Les symptômes incluent des crampes abdominales, nausées et diarrhée aqueuse. A la phase aigue de l'infection peut succéder un état chronique. [2]

- *Cryptosporidium parvum* :

Ce sont des coccidies intestinales parasites obligatoires de tissus, habitant la muqueuse de l'intestin grêle. Ils sont considérés comme d'importants contaminants de l'eau. [2]

Les symptômes des infections à *Cryptosporidium* incluent, une diarrhée profuse aqueuse avec crampes abdominales modérées, nausée et anorexie. [2]

Les épidémies ont eu pour origine les eaux contaminées de distribution publique. [2]

- *Amibes* :

L'amibe *Entamoeba histolytica* est responsable de la dysenterie amibienne. Elle induit les symptômes classiques des entérocolites avec crampes et diarrhée muco-sanglante dans les cas sévères. Elle peut diffuser dans tous l'organisme à travers le système porte et engendrer des abcès du foie, du poumon et du cerveau. [2]

- *Bilharziose* :

La bilharziose ou schistosomiase est une maladie chronique et débilitante. [2]

L'homme contracte les bilharzies au contact de l'eau qui permet le passage à travers la peau des larves du parasite. Cette contamination se traduit par des réactions cutanées : rougeurs, prurit puis trois semaines plus tard apparaissent une fièvre et une éruption cutanée. [2]

- **Filariose :**

Les filarioses sont des maladies parasitaires engendrées par différentes espèces de vers ronds non segmentés et à sexes séparés connus sous le nom de filaires. Les embryons rencontrés dans le sang ou dans les tissus sous-cutanés portent le nom de microfilaires. [2]

IV. Prévention et entretien des puits :

1. Moyens d'éviter la pollution de l'eau des puits

Nous avons vu que l'eau souterraine était exposée à la pollution par des bactéries et des agents chimiques provenant de latrines, puisards, fosses septiques, granges, etc. Cette pollution peut pénétrer à l'intérieur d'un puits: [17]

- ✓ par l'écoulement de l'eau souterraine,
- ✓ à travers les parois verticales,
- ✓ par ruissellement superficiel.

Pour éviter la pollution, on prendra donc les mesures suivantes:

- ✚ Localiser le puits le plus loin possible des sources probables de pollution (à 15 m au moins dans les terrains ordinaires) et dans la direction opposée à celle de l'écoulement de l'eau souterraine à partir de ces foyers de pollution. [17]

- ✚ Rendre étanche le couvrage sur au moins 3 m à partir du haut

- ✚ Prévoir aux abords du puits une déclivité suffisante et assurer un bon drainage. [17]

- ✚ Dans le cas de puits publics, prévoir un souillard pour l'évacuation des eaux puisées perdues. [17]

- ✚ Extraire l'eau au moyen d'une pompe de construction étanche montée sur une plate-forme également étanche, de préférence en béton de 10 cm d'épaisseur dont la surface draine vers l'extérieur: le niveau de plate-forme sera à l'abri des eaux d'inondation et ruissellement. [17]

- ✚ Dans le cas de puits foncés, par injection ou par battage, ménager autour du revêtement un espace annulaire d'au moins 4 cm de largeur, qui sera garni de mortier de ciment prépaie selon la formule suivante : 50 kg de ciment, 5 kg

de chaux hydratée et 23.5 litres d'eau claire. La garniture de ciment s'étendra 3 m au moins au-dessous de la surface du sol. [17]

✚ Lorsque des regards de visite sont prévus pour des puits creusés, en faire déborder les bords d'au moins 8 cm au-dessus de la surface environnante et les munir couvercles débordants. [17]

2. Désinfection des puits individuels et collectifs :

Avant la mise en exploitation ou après réparation, et une fois par an, un puits doit être désinfecté par sur-coloration de manière à neutraliser la contamination bactérienne éventuellement introduite par les ouvrières, le matériel, l'eau de surface pendant les travaux ou l'exploitation de puits. [22]

Pour cela il faut :

- Vider le puits avec un seau ou une pompe.
- Le curer, brosser les parois, rincer.
- Vider à nouveau, encor brosser les parois avec une solution concentrée de chlore préparée en dissolvant 50gr de chlorure de chaux ou 25gr d'hypochlorite de calcium concentré dans un seau de 10 à 15 litres . [22]
- Laisser revenir l'eau.
- Ajouter ensuite la solution à l'eau du puits de manière à obtenir une concentration en chlore comprise entre 10 à 15 mg/l. La solution à ajouter à l'eau du puits à différents niveaux, de manière à assurer une distribution uniforme (1Kg chlorure de chaux par 20 à 25 m³ d'eau de puits ou 1Kg d'hypochlorite de calcium par 10 à 12 m³ d'eau de puits. [22]
- Laisser en contact pendant 12 heures au moins, puis pomper l'eau jusqu'à la concentration en chlore résiduel tombe en dessous de 0,7 mg/l. [22]
- Après reprendre la marche normale pour alimenter la collectivité.

Si le puits ne peut être vidé, utiliser l'eau de javel (hypochlorite de soude) de 12° à 15° à raison de 250 à 300 cc par m³ d'eau du puits, brosser et laisser en contact de 12 à 24 heures. S'il y'a du chlore en excès pomper l'eau fortement chlorée et la rejeter jusqu'à ce que la concentration en chlore résiduel tombe en dessous de 0,7 mg/l. Après reprendre l'alimentation normale. Si l'on ne peut pas pomper ou attendre que la dose tombe au dessous de 0,7 mg/l, on peut neutraliser le chlore dans l'eau de boisson par thiosulfate. [22]

Chapitre III :

Matériels et Méthodes

Produced with ScantOPDF

I. Matériels :

L'ensemble des milieux de cultures, réactifs, instruments et appareillages seront cités au fur et à mesure de leurs utilisations.

II. Méthodes :**1. Objectif du travail :**

Les analyses bactériologiques de l'eau ont pour but de mettre en évidence la présence ou non des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée. L'existence des bactéries ne saurait être tolérée, car elle présente de risques pour la santé des êtres vivants.

Notre étude consiste à évaluer la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux des puits de 2 régions « Oued El Maleh et Ain Safra » qui sont les sources principales des eaux de boisson dans ces régions.

Les objectifs fixés sont les suivants :

- Détermination de la qualité des eaux des puits utilisée comme eau de boisson dans la région de Hammam N'Bails par analyse physico-chimique et bactériologique.
- Identification des différents facteurs de pollution des eaux des puits de cette région.

Les analyses bactériologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de Microbiologie de la Direction De la Santé de Guelma (DDS), et les analyses physico-chimiques au niveau de laboratoire de Microbiologie de la Faculté des Sciences et de l'Ingénierie, Département de Biologie.

2. Echantillonnage :

2.1. Présentation des points de prélèvement : (Tableau 06).

Notre travail a porté sur quatre échantillons provenant de quatre puits répartis comme suit (fig. 07):

- ❖ Puits 01 (P1) : qui est situé dans la région de Oued El Maleh, il se trouve à 100 m de la route nationale n°19 et à 200 m de la route nationale n°20.
- ❖ Puits 02 (P2) : qui est situé dans la région de Oued El Maleh et se trouve à 50 m de P01.
- ❖ Puits 03 (P3) : qui est situé dans la région de Ain Safra et se trouve à 18 Km de l'agglomération Oued El Maleh et à 100m de la route nationale de la wilaya n°20.
- ❖ Puits 04 (P4) : qui est situé dans la région de Ain Safra et se trouve à 100 m du P03.

Le prélèvement de l'eau des puits mentionnés dans la région d'Oued El Maleh est effectué à l'aide d'une pompe mais dans la région d'Ain Safra est fait à l'aide d'un flacon stérile. (Figure 08).

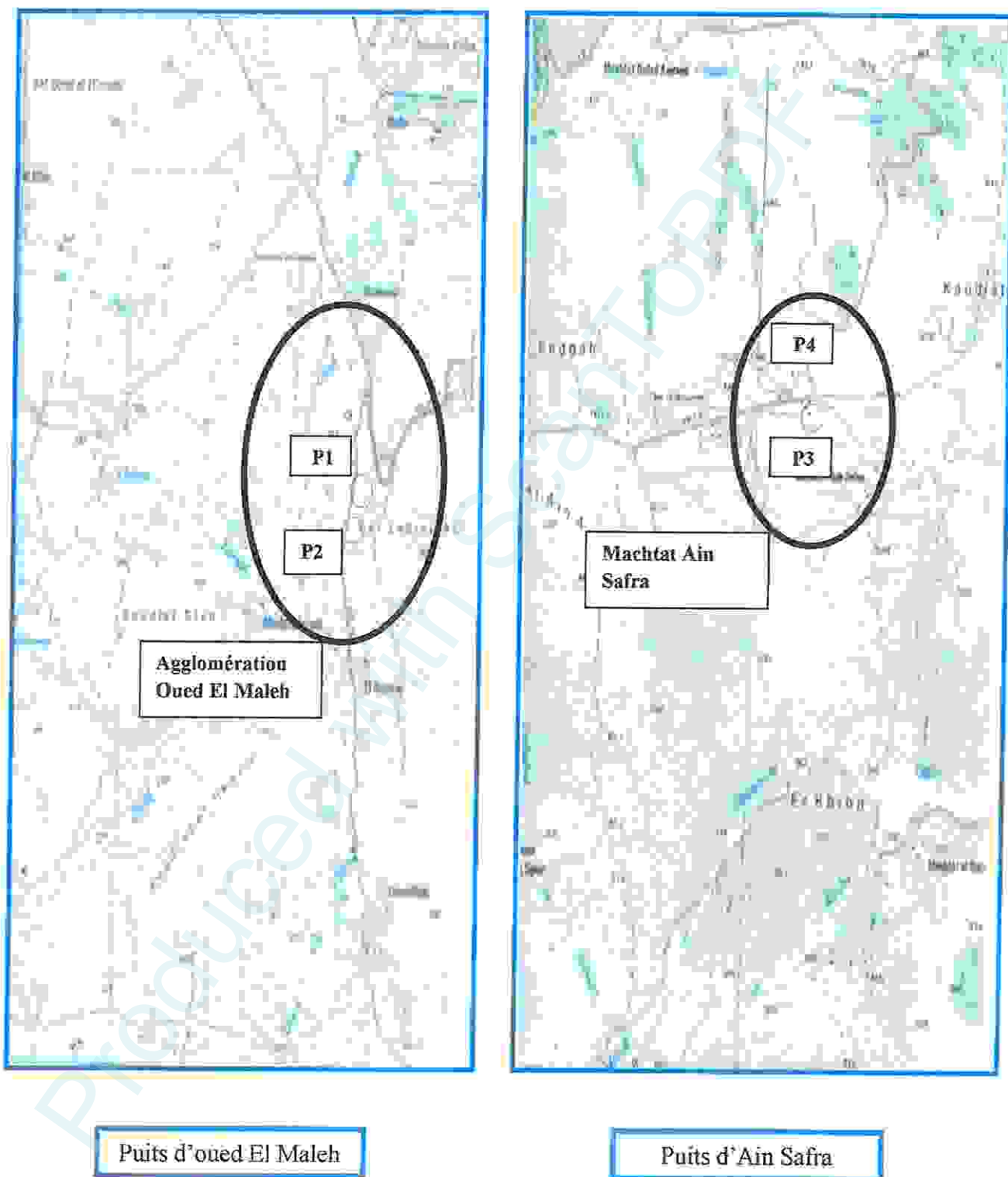
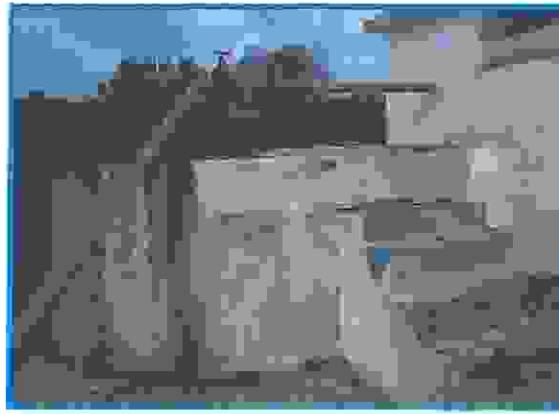


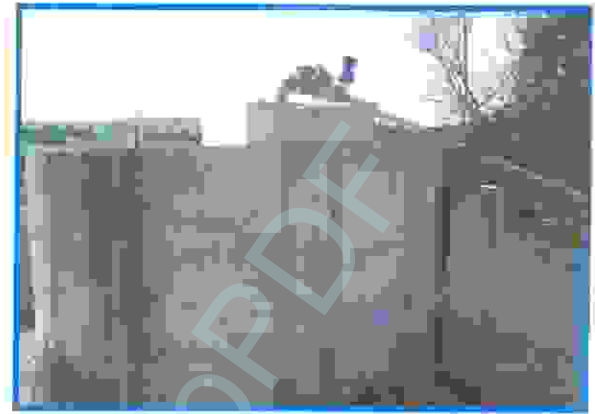
Figure 07 : Localisation des puits analysés (Source: Bureau d'études urbaines, direction de l'Urbanisation et de la Construction de wilaya de Guelma)

Tableau 06 : Présentation des puits analysés :

Puits analysés	Date de prélèvement	Heurs de prélèvement	Caractéristiques
P1	06.03.2012	10 :39h	Cordonnée : 36°24'11.98"N 7°36'47.32"E Elévation au niveau de la mer : 145m Profondeur : 12 m Diamètre : 3 m Niveau d'eau : 3 m
P2	06.03.2012	11 :19h	Cordonnée : 36°24'14.52"N 7°36'47.42"E Elévation au niveau de la mer : 147 Profondeur : 12 m Diamètre : 3 m Niveau d'eau : 3 m
P3	09.04.2012	8 :30h	Cordonnée : 36°21'29.89"N 7°40'28.45"E Elévation au niveau de la mer : 544m Profondeur : 3m Diamètre : 2 m Niveau d'eau : 2 m
P4	09.04.2012	9 :15h	Cordonnée : 36°21'42.02"N 7°39'57.76"E Elévation au niveau de la mer : 560m Profondeur : 4 m Diamètre : 1.5 m Niveau d'eau : 3.8 m



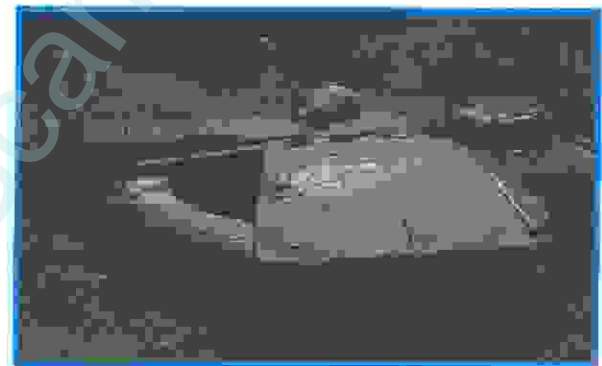
P1



P2



P3



P4

Figure 08: Localisation des puits analysés de la région de Oued El Maleh (P01, P02) et la région de Ain Safra (P03, P04)

2.2. Choix des points de prélèvement :

Ce choix de ces puits est justifié par la capacité de fournir l'eau potable suffisante aux besoins d'une part, et d'autre part par leur localisation proximité des zones qui peuvent affecter la qualité de l'eau des puits (air cultivés), ce qui peut poser un danger sur la santé des familles qui consomment ces eaux.

3. Méthodes d'analyse :

3.1. Analyse physico-chimique :

Dans les quatre puits certains paramètres physico-chimiques ont été déterminés. Température, pH, conductivité électrique, ont été déterminés à l'aide d'une Sonde Multiparamètres de marque HANNA (HI 98 12-5 PH/°C/EC/Tbs METRE) (Fig.09).



Figure 09: Multiparamètres utilisé pour la détermination de : température, pH, et conductivité électrique.

❖ L'oxygène dissous a été déterminé à l'aide d'un Oxymètre de marque YSI 550 A

(Fig.10).



Figure 10 : Oxymètre utilisé pour la détermination de : oxygène dissous

- ❖ La turbidité a été mesurée à l'aide d'un Turbidimètre de marque TN-100 (fig.11).



Figure 11 : Turbidimètre utilisé pour la détermination de la turbidité

- ❖ Les matières organiques en suspension (MES) :

La détermination de la matière organique en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation. La méthode par centrifugation est utilisée pour les eaux contenant trop de matières colloïdales. D'une façon générale, les matières grossières en suspension doivent être préalablement éliminées par passage sur un tamis (module AFNOR 38) et les dépôts restant dans le flacon de prélèvement soigneusement repris. [20]

La méthode utilisée est la filtration sur fibre de verre où l'eau est filtrée à l'aide des filtres de *Whatman* et le poids des matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle. [20]

➤ **Mode opératoire:**

- Laver le disque filtrant fibreux à l'eau distillée, le sécher à l'étuve (1 h à 105°C ou 15 min à la micro-onde à puissance moyenne) et le placer en attente dans un dessiccateur,
- Peser le disque : M_0 mg,
- Placer le disque dans l'appareil de filtration et mettre en route le système d'aspiration,
- Verser progressivement le volume V (de préférence supérieur à 100 ml) d'eau à analyser sur le disque filtrant jusqu'à ce que l'appareil de filtration se vide,
- Rincer le récipient qui a contenu l'échantillon avec 10 ml d'eau distillée et filtrer les eaux de lavage,
- Mettre le disque filtrant à sécher (1 h à 105°C ou 15 min à la micro-onde à puissance moyenne). Laisser refroidir le filtre au dessiccateur. [20]
- Peser le filtre : M_1 (mg)

➤ **Expression des résultats :**

$$\text{MES (mg/l)} = \frac{M_1 - M_0}{V}$$

M_0 = masse du disque filtrant avant utilisation

M_1 = masse du disque filtrant après utilisation

V = volume d'eau utilisé

3.2. Analyse bactériologique :

Les analyses bactériologiques sont reposées sur trois lignes principales :

- L'étude de la variation de la population bactérienne globale.
- Rechercher et dénombrer des bactéries d'origine fécale.
- Rechercher des bactéries pathogènes.

3.2.1. Technique de prélèvement de l'eau pour une analyse bactériologique :

Le prélèvement doit s'effectuer dans des conditions d'asepsie rigoureuses pour éviter toute contamination accidentelle. [27]

Le prélèvement est effectuée par des flacons en verre pyrex munis d'un large col et d'un bouchon à visse métallique ces flacons sont stérilisées à 120°C 20 minutes dans une autoclave. [27]

⚡ La technique de prélèvement utilisée au niveau des P1 et P2 (pourvu d'une pompe) est la suivante :

- Pomper l'eau et la rejeté pendant 1 à 2 minutes,
- Stériliser le bec par flambage,
- Pomper encore pendant 1 minute,
- Remplir le flacon. [27]

⚡ Pour le prélèvement dans les puits P3 et P4 (dépourvu de pompe) :

Le flacon sera tenu près du fond, et sera rempli tout suite sans rinçage préalable et le bouchon sera immédiatement remis a son place. [27]

3.2.2. Identification, transport et conservation des échantillons :

Les échantillons prélevés doivent être clairement identifiés. Chaque flacon doit porter une étiquette indiquant : le point du prélèvement ; le lieu et la nature ; la date et l'heure ; les conditions météorologiques (pluies, vents...).

Les prélèvements sont transportés dans des glacières dont la température est comprise entre 4 à 6 °C, et les analyses bactériologique ont été débutées dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon [14].

3.2.3. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale : (schéma n°1)

Le dénombrement de la microflore totale a été réalisé sur milieu GN et TGEA à une T° de 37°C.

Technique :

- Couler le milieu GN ou TGEA préalablement fondue et maintenu en surfusion à 45°C dans des boites de Pétri.
- A partir de l'échantillon mère nous reportant 1 ml. Cet échantillon partage en 04 gouttes séparées sur le milieu de culture.
- Ensemencer le milieu de culture par étalement à l'aide d'un râteau.
- Incuber la boite à 37°C pendant 72 h [25].

Lecture :

- Les germes revivifiables se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.
- Les boites contenant entre 30 et 300 colonies sont dénombrées avec précision. Le nombre de colonies dénombrées est ensuite ramené au nombre de microorganisme présents dans 1 ml, en suite au nombre d'UFC/100 ml d'eau [25].

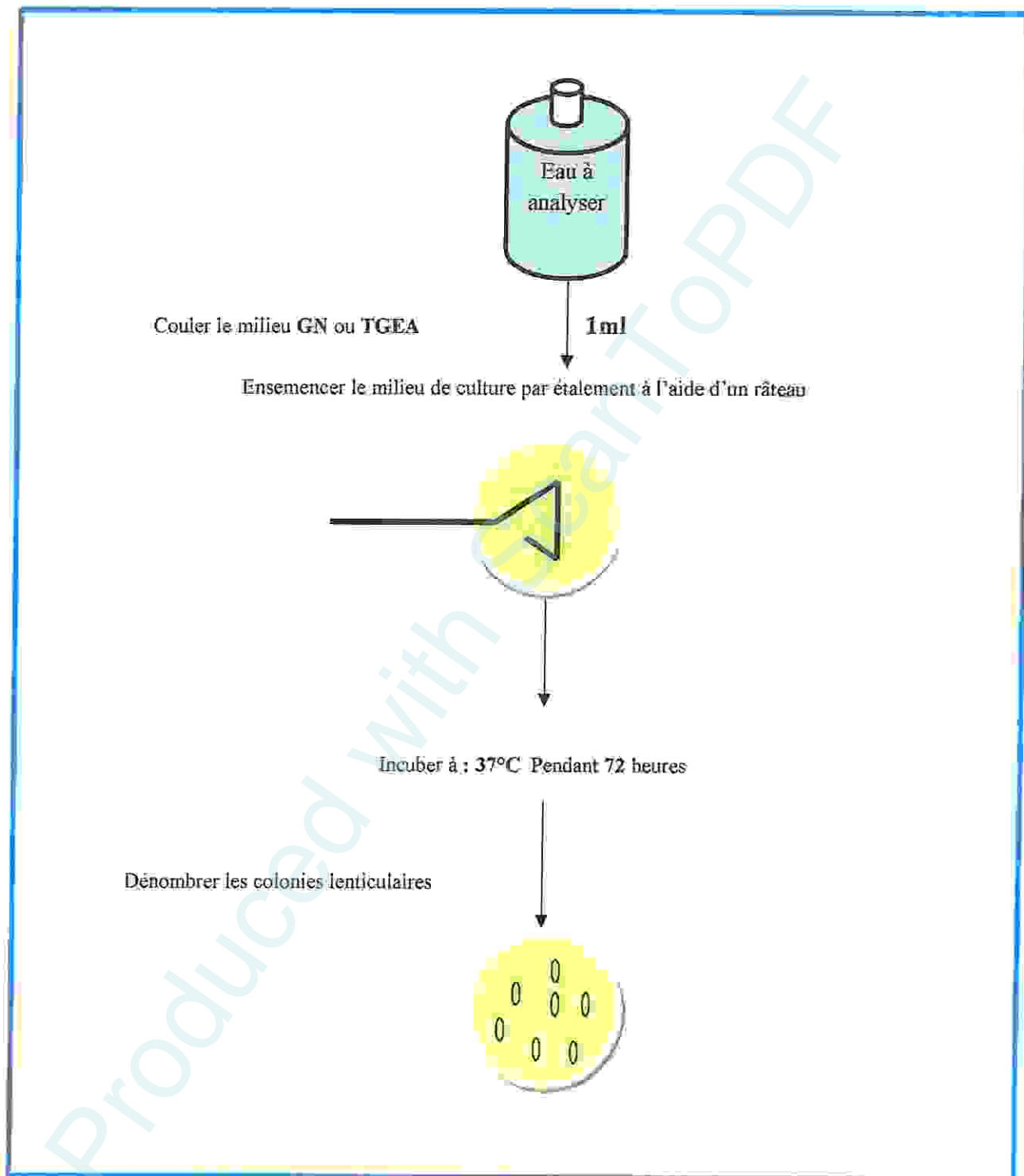


Schéma 1 : Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale.

3.2.4. Recherche et dénombrement des bactéries tests de contamination fécale :

a. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes thermotolérants : (schéma n°2)

La recherche et le dénombrement des coliformes ont été réalisées selon la technique du NPP (Nombre le Plus Probable) [6].

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- ❖ le test de présomption : réservé à la recherche des Coliformes totaux.
- ❖ le test de confirmation : encore appelé test de Mac Kenzie est réservé à la recherche d'*E. Coli* avec confirmation de la présence des coliformes totaux et les coliformes thermotolérants [6].

❖ Test présomptif :

Technique :

- Préparer une série de tubes contenant le milieu BCPL (bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol) qui est un milieu liquide avec cloche de Durham.
- Ensemencer :
 - 3 tubes de bouillon lactosé à double concentration avec 10 ml d'eau par tube.
 - 3 tubes de bouillon lactosé à simple concentration avec 1 ml d'eau par tube.
 - 3 tubes de bouillon lactosé à simple concentration avec 0,1 ml d'eau par tube.
- Ajuster la cloche pour éliminer le gaz présent.
- Incuber à 37° C pendant 24 à 48 h [8].

Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche),
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui signifie la fermentation du lactose présent dans le milieu) [6].

Dénombrement :

Nous notons le nombre de tubes positifs dans chaque série, puis nous nous reportons à la table de NNP pour déterminer le nombre de coliformes présents dans 1 ml ensuite dans 100 ml d'eau [6].

❖ *Test confirmatif :*

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche de Coliformes thermotolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les coliformes thermotolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44°C [6].

Technique :

- Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une öse bouclée dans tube contenant d'eau péptonée exempte d'indole.
- Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait cette fois-ci à 44°C pendant 24 à 48 h [6].

Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant :

- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs dans le tube de l'eau péptonée exempte d'indole.
- La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de NNP pour déterminer le NPP d'*E.Coli* pour 100 ml d'eau [6].

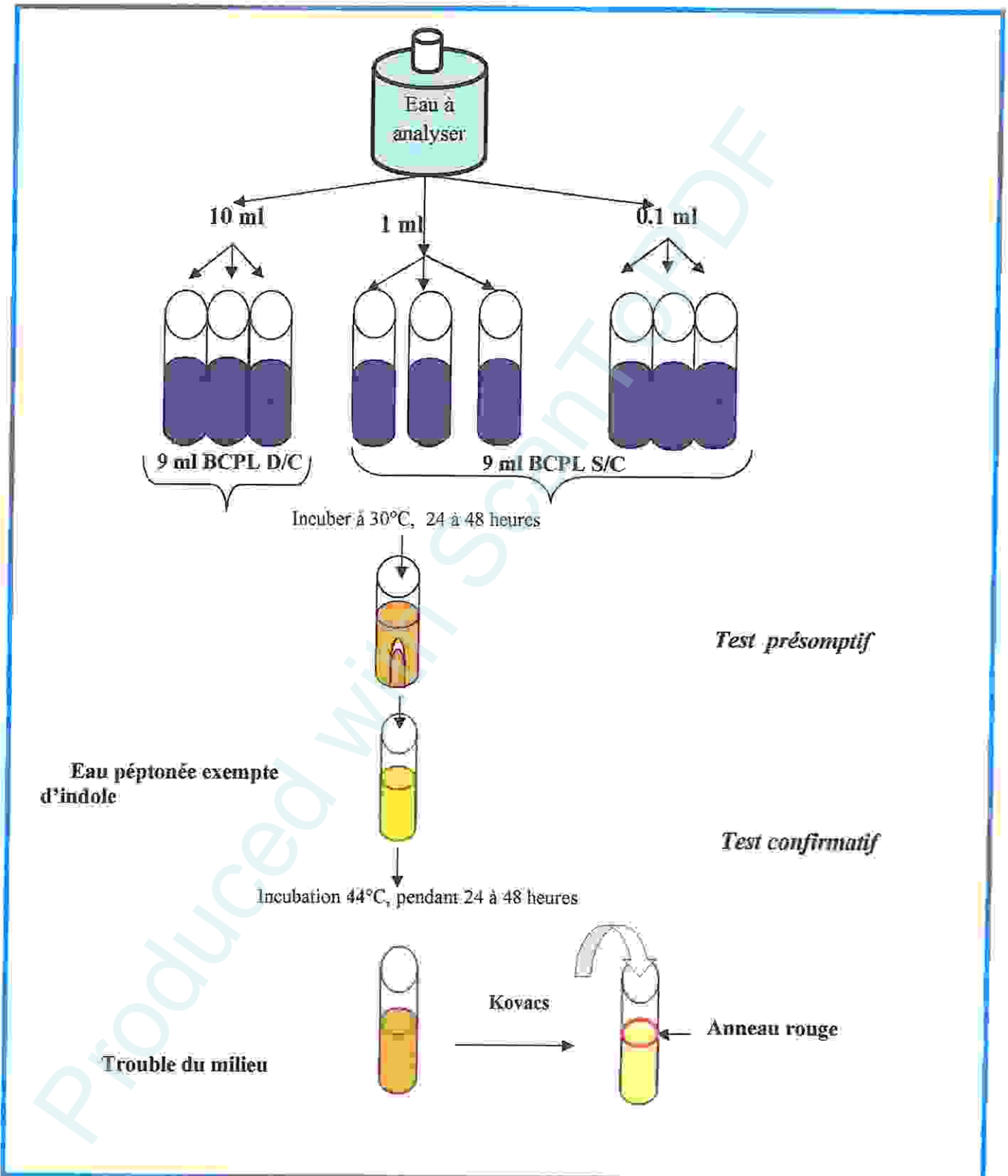


Schéma 2 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

b. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux : (schéma n°3)

La recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux sont réalisées selon la technique de colimétrie en milieu liquide.

Les milieux utilisés sont :

- Le milieu de ROTHE qui contient comme agent sélectif l'azide de sodium (inhibiteur de la flore secondaire Gram négatif).
- Le milieu de Litsky-Eva qui renferme en plus de l'azide de sodium une faible concentration de cristal violet qui freine le développement des bactéries Gram positif [6].

❖ *Test présomptif :*

Technique :

- Préparer une série de tubes contenant le milieu ROTHE.
 - Ensemencer :
 - 3 tubes de ROTHE à double concentration avec 10 ml d'eau par tube.
 - 3 tubes de ROTHE à simple concentration avec 1 ml d'eau par tube.
 - 3 tubes de ROTHE à simple concentration avec 0.1 ml d'eau par tube.
- Incuber à 37° C pendant 24 à 48 h [8].

Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien [18].

❖ *Test confirmatif :*

Technique :

- Le test de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.
- Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une ose bouclée dans tube contenant le milieu Litsky-Eva. L'incubation se fait à 37°C, pendant 24 à 48 h [18].

Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant un trouble microbien, qui confirme la présence de streptocoques fécaux, parfois la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes [18].

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP (voir annexe VI).

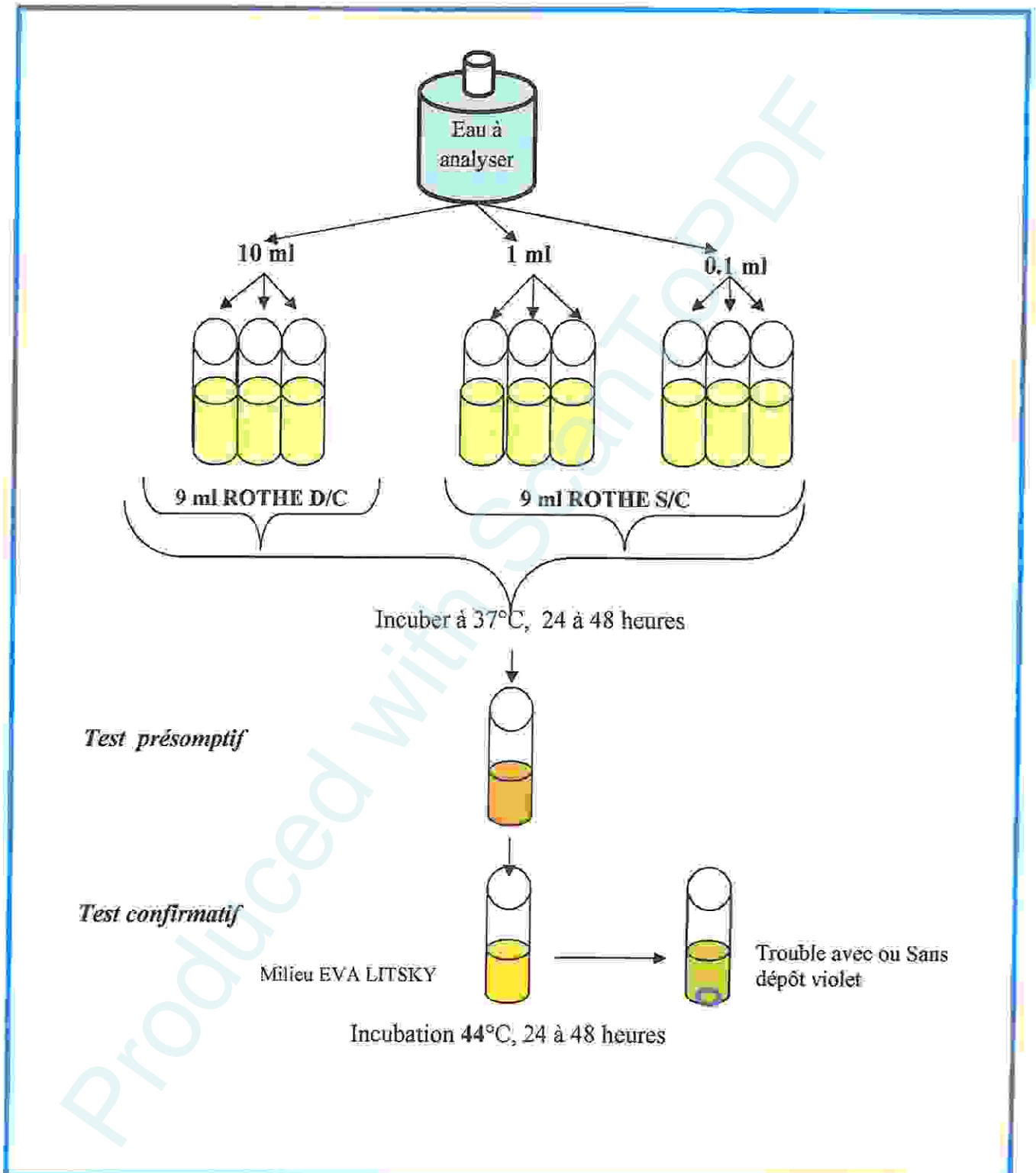


Schéma 3 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.

c. Recherche et dénombrement des Spores de Anaérobies Sulfite-Réducteurs (A.S.R) :
(schéma n°4)

Les Anaérobies Sulfite-Réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram (+), se développant en 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire [2].

Technique :

- prendre environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet (55°C).
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- Ajouter environ 15 ml de gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$, additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Refroidir les tubes de l'eau du robinet.
- Laisser solidifier sur pailleuse pendant 30 minutes environ, puis incubé à 37°C , pendant 24 à 48 heures [2].

Lecture :

- La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10^{-1} voire 10^{-2} , la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et dernière à 48 heures.
- Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse.

Il est donc impératif de repérer et de dénombrer toutes les colonies noires poussant en masse et de rapporter le total des colonies à 25 ml d'eau à analyser [2].

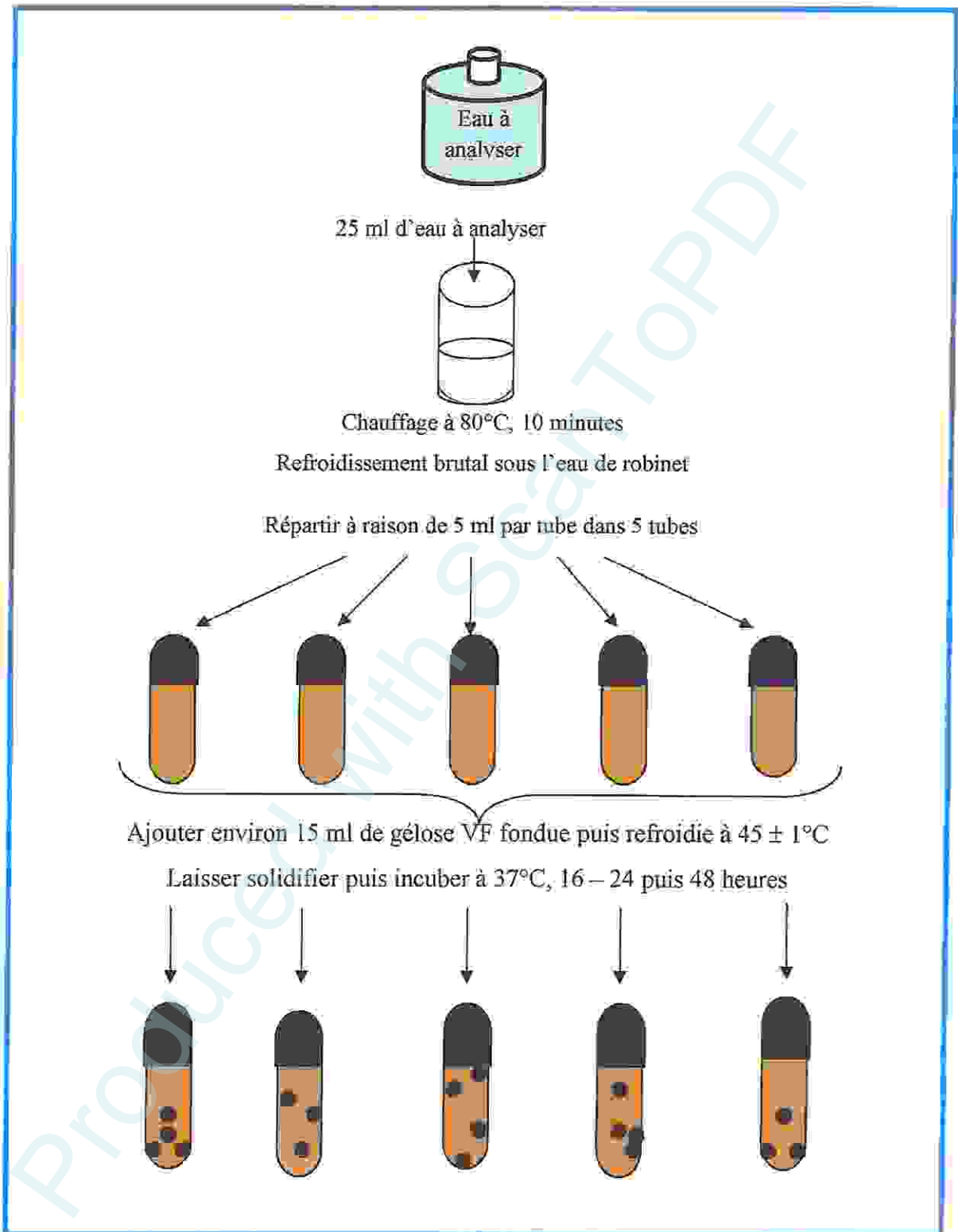


Schéma 4 : Recherche et dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réducteurs.

3.2.5. Recherche des germes pathogènes :

a. Isolement et identification des Entérobactéries pathogènes : (schéma n°5)

❖ Pré-enrichissement :

Cette étape a été réalisée uniquement pour la recherche des Salmonelles et Shigelles.

Le pré-enrichissement s'effectue sur le milieu d'eau péptonée tamponnée D/C réparti à raison de 100 ml par flacon.

Ce dernier sera doncensemencé à l'aide de 100 ml d'eau à analyser, puis incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures [18].

❖ Enrichissement:

- A partir du milieu de pré-enrichissement, nous ensemençons un bouillon au Sélénite-Cystéine avec un volume d'échantillon correspond au 1/10 du volume du bouillon.

Exemple : ensemencer de 1 ml d'eau dans 10 ml du bouillon Sélénite.

- L'incubation se fait donc à 37°C pendant 24 h [18].

❖ Isolement :

Trois milieux de culture ont été utilisés :

- La gélose Mac Conkey : milieu sélectif pour les Entérobactéries en général, elle permet l'élimination de la flore secondaire grâce à l'action de deux inhibiteurs : le cristal violet (inhibiteur de la flore Gram positive) et les sels biliaires (sélection des Entérobactéries) [18].
- La gélose Hektoen : c'est le milieu de choix pour l'isolement des Entérobactéries pathogènes. Ce milieu permet une première orientation quant à l'identification de l'espèce isolée sur la base de l'attaque de trois glucides : lactose, salicine et saccharose. Une différenciation supplémentaire (présence de thiosulfate et de citrate de fer dans le milieu) qui se traduit par des colonies à centre noir dû à la formation de sulfure de fer [18].

- La gélose *Salmonella-Shigella* (SS) : c'est le milieu sélectif des Salmonelles et des Shigelles. Il contient du vert brillant, sels biliaires et de fortes concentrations en thiosulfates et en citrate inhibent totalement la croissance de la microflore secondaire Gram positive ainsi que celle de nombreux coliformes et *Proteus* [18].

Les géloses Mac Conkey et Hektoen ont été ensemencés avec 0.1 ml de chaque échantillon mère sans enrichissement préalable.

Les géloses SS et Hektoen ont été ensemencés avec 0.1 ml de culture prélevée en milieu d'enrichissement.

Toutes les boîtes sont incubées à 37° C pendant 18 à 24 h [18].

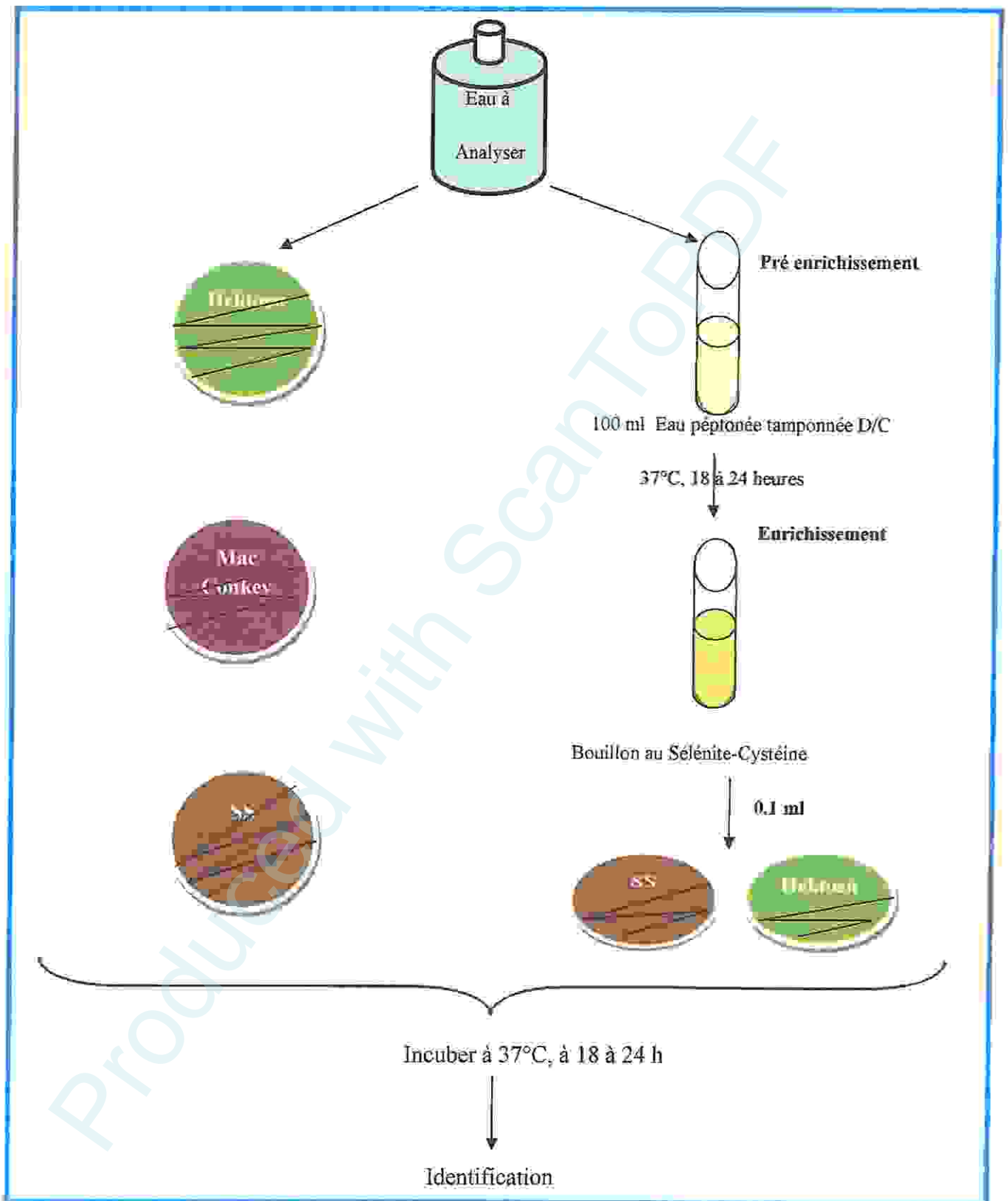


Schéma 5 : Isolement et identification des Entérobactéries pathogènes.

❖ **Lecture** : la lecture des différents milieux de culture est faite selon le tableau 07.

Tableau 07 : Aspects cultureux des Entérobactéries sur les milieux sélectifs [14].

Milieu d'isolement	Micro-organismes	Colonies
Mac Conkey	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Escherichia coli</i>. - <i>Salmonella</i>, <i>Shigella</i> et autres. - <i>Enterobacter</i>, <i>Klebsiella</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grandes, rouges, halo trouble. - Incolores, transparentes. - Grandes, roses, visqueuses.
Hektoen	<ul style="list-style-type: none"> - Coliformes - <i>Salmonella</i>, <i>Paracolonobacterium</i>, <i>Proteus</i>. - <i>Shigella</i>, <i>Pseudomonas</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Saumon avec halo de précipitation. - Bleu vert, avec ou sans centre noir. - Vertes, humides, aplaties et Transparentes.
SS	<ul style="list-style-type: none"> - Shigelles et la plupart des Salmonelles. - <i>Escherichia coli</i>. - <i>Enterobacter aerogenes</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incolores, transparentes. - Roses à rouges. - Plus grandes qu'<i>E.coli</i> rose à blanc, crème, opaque, visqueuse.

❖ **Identification** :

➤ **Examen macroscopique** :

À l'œil nu, on peut distinguer les caractéristiques d'une colonie : La forme du relief, La taille, La couleur, L'aspect (collant, filamenteux...), L'odeur, La transparence, L'allure des contours [19].

➤ **Examen microscopique :**

• **Etat frais :**

L'examen microscopique à l'Etat frais permet d'apprécier à la fois la forme, le mode de regroupement et la mobilité des bactéries isolées [19].

Technique :

- Déposer une goutte d'eau physiologique stérile sur une lame.
- Prélever à l'aide d'une anse de platine une fraction de la colonie sur milieu gélosé.
- Effectuer une suspension homogène dans la goutte d'eau physiologique en incorporant l'inoculum.
- Recouvrir d'une lamelle en évitant la formation de bulle d'air.

L'observation s'effectue à faible luminosité à l'objectif X10 puis X40 [19].

• **Coloration de Gram :**

La coloration de Gram est une coloration différentielle qui permet la distinction des bactéries Gram (+) et Gram (-) sur la base de différence de composition chimique et d'ultrastructure des parois cellulaires [19].

Technique :

- Réaliser sur une lame propre un frottis puis le fixer.
- Recouvrir la lame de violet de gentiane pendant 1 minute.
- Recouvrir la lame d'une solution de lugol durant 30 secondes.
- Laver la lame à l'éthanol jusqu'à ce que la dernière goutte soit transparente.
- Laver rapidement à l'eau et recouvrir la lame de fuschine pendant 1 minute.
- Laver abondamment à l'eau.
- Sécher la lame à l'aide d'un papier buvard.

L'observation s'effectue à immersion (objectif X100) après avoir déposé une goutte d'huile de cèdre sur la lame [19].

Lecture :

Les bactéries Gram négatif apparaissent colorées en rose tandis que les bactéries Gram positives sont colorées en violet [19].

➤ **Recherche de l'oxydase :**

Principe :

Ce test à la base de l'identification des bactéries Gram (-), permet de mettre en évidence une enzyme : la phénylène diamine oxydase des bactéries à partir de leur culture en milieu gélosé.

Cette enzyme est capable d'oxyder un réactif : le N diméthyl paraphénylène diamine [2].

Technique :

- Déposer un disque pré-imprégné par le Réactif N diméthyl paraphénylène diamine (disque oxydase) sur une lame propre.
- Imbiber le disque d'une goutte d'eau distillée stérile.
- Déposer au-dessus une colonie à l'aide d'une pipette Pasteur.
- Étaler la colonie sur le disque.
- Attendre 3 à 5 secondes [19].

Lecture :

- Si la colonie prend une teinte rose, violette. Le germe possède une oxydase : le test est positif.
- Si la colonie reste incolore, le germe ne possède pas d'oxydase, le test est négatif [19].

➤ **Identification biochimique :**

L'identification des différentes bactéries isolées a été réalisée grâce à la galerie biochimique classique pour certaines souches et par la galerie biochimique standardisée et miniaturisée API 20E (Bio Merieux) pour d'autres souches.

• **Galerie biochimique miniaturisée API 20E :**

Principe :

La galerie API 20E compte 20 microtubes contenant des substrats sous forme déshydratée.

Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs.

La lecture de ces réactions se fait à l'aide du Tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du tableau d'identification [2].

Technique :

Préparation de la galerie :

Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir de l'eau dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.

Déposer stérilement la galerie dans la boîte d'incubation [2].

Préparation de l'inoculum :

Faire une suspension bactérienne, dans une ampoule de Suspension Medium ou dans un tube d'eau distillée stérile, d'opacité légère avec une seule colonie prélevée sur un milieu gélosé [2].

Inoculation de la galerie :

- Remplir les tubes et les cupules des tests : CIT, VP, GEL avec la suspension bactérienne.
- Remplir uniquement les tubes des autres tests:
- Créer une anaérobiose dans les tests : ADH, LDC, ODC₂, URE, H₂S en remplissant leur cupule d'huile de paraffine.

- Refermer la boîte d'incubation et la placer à 35-37°C pendant 18 à 24 heures [2].

Lecture :

Les Réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés, sauf certaines sont révélées par l'addition de Réactifs :

- Test VP : VPI + VPII
- TDA et IND : Réactif de Kovacs
- Test NO₂: NIT I + NIT II [2].

La lecture de la galerie doit se faire en se référant :

- Au tableau de lecture.
- Soit avec le catalogue analytique : Les tests sont regroupés en groupe de 3, et une valeur (1,2 ou 4) est indiquée pour chacun.
- Additionner à l'intérieur de chaque groupe les nombres correspondants aux tests positifs. On obtient un nombre 7 chiffres qui sert de code d'identification [13].
- Soit Avec un logiciel d'identification : Tableau de lecture de la galerie miniaturisée Api 20E (voir l'Annexe IV).

b. Recherche de *Vibrio cholérique* : (schéma n°6)

Les Vibrions se présentent sous forme de Bacilles Gram Négatifs droits ou incurvés, très mobiles, possédant une oxydase, aéro-anaérobies facultatifs, fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H₂S [2].

Technique :

Enrichissement :

- Ajouter 1 ml de l'eau à analyser dans un tube de 10 ml de l'eau péptonée alcaline (milieu d'enrichissement)
- Incuber à 37° C pendant 3 heures.

- Après incubation, prélever en surface une anse de culture et ensemercer un autre tube contenant 10 ml E.P.A.
- Incuber à 37°C pendant 3 heures.
- Procéder à un troisième ensemencement de même type si les possibilités d'horaires le permettent [7].

Isolement :

- Ensemencer une boîte de GN à partir du dernier milieu d'enrichissement.
- Incuber à 37° C pendant 24 h [7].

Lecture :

- Les *vibrions* se présentent le plus souvent sous forme de grosse colonies lisses et transparentes caractéristique sur la gélose nutritive [7].

Identification :

Cinq colonies caractéristiques et distinctes feront l'objet d'une identification morphologique et biochimique qui se déroule comme suit :

- Etat frais (bacilles, mobilité),
- Coloration de Gram (bacilles Gram négatifs),
- Oxydase (+),
- Tests biochimique : classique ou de préférence une API 20E [7].

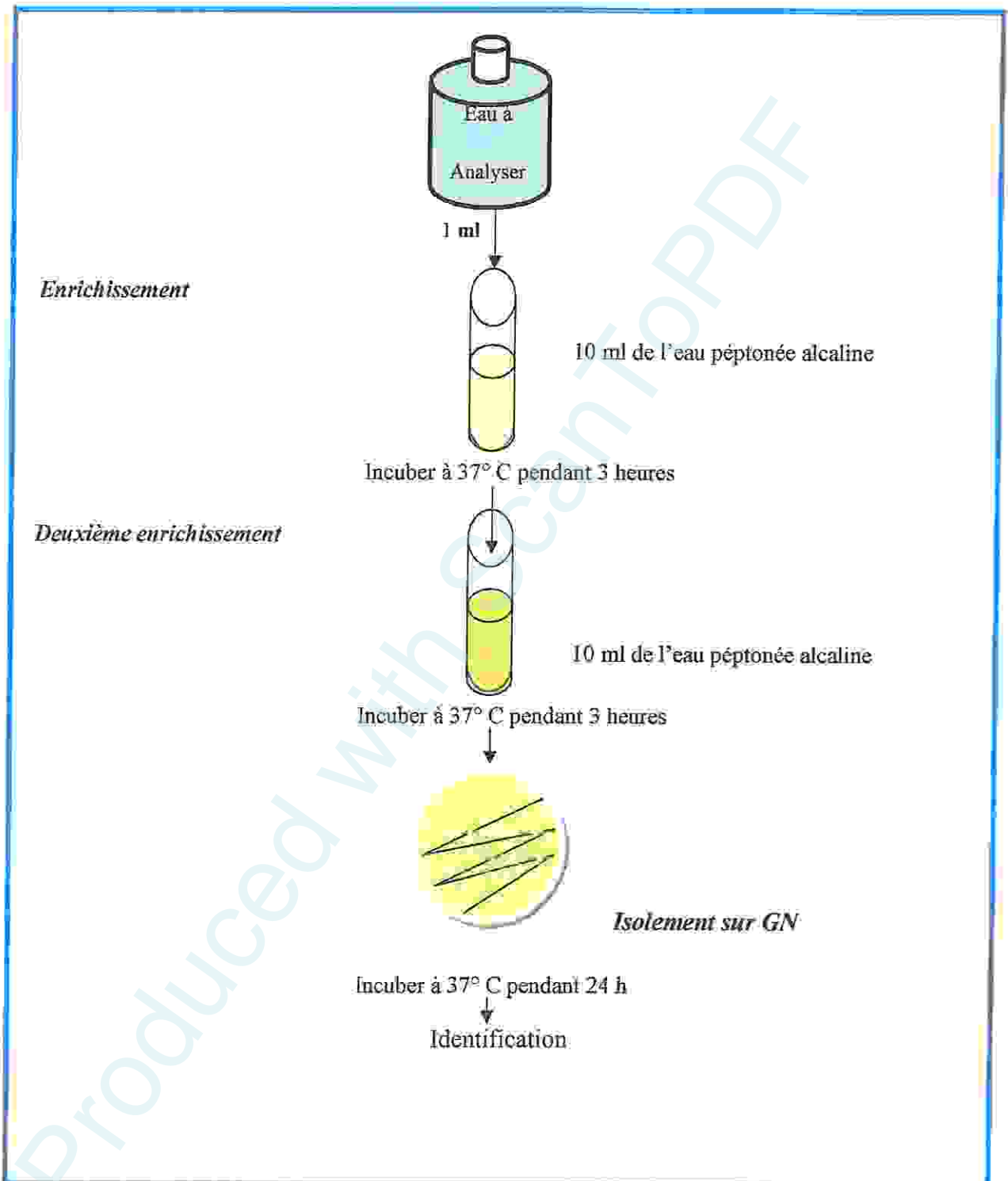


Schéma 6 : Recherche de *Vibrio cholérique*.

c. Recherche de *Pseudomonas* : (schéma n°7)

Technique :

Isolement des *Pseudomonas* :

- Lorsque le germe *Pseudomonas* a la capacité de se cultiver très facilement sur un milieu ordinaire à cause de leur faible exigence nutritive, son isolement a été réalisé sur GN ordinaire.
- L'incubation se fait à 37° C pendant 24 h [7].

Lecture :

- Sur GN, les colonies de *Pseudomonas* apparaissent souvent de grandes tailles (1-3 mm), à bord irréguliers, lisses régulières et bombées.
- Les colonies de *Pseudomonas aeruginosa* sont souvent pigmentées en vert du fait de la production de deux pigments : la pyocyanine et la pyoverdine [7].

Identification :

- Examen microscopique : état frais et coloration de Gram.
Recherche de l'oxydase.
- Recherche de la pyoverdine et la pyocyanine.
- Tests biochimiques : par galerie classique et API 20E (selon la disponibilité) [7].

*Recherche des pigments spécifiques : pyocyanine et pyoverdine :

Technique :

- o A partir d'une culture sur gélose (faire une suspension en eau distillée stérile), ensemercer deux milieux gélosés : King A et King B.
 - Le milieu King A est destiné à favoriser sélectivement la synthèse de la pyocyanine (pigment élaboré spécifiquement par *Pseudomonas aeruginosa* (bacille pyocyanique).

- Le milieu King B est destiné à favoriser la synthèse du pigment jaune-vert fluorescent (pyoverdine) par le bacille pyocyanique et divers autres *Pseudomonas*. Exemple : *Pseudomonas fluorescens*.
- o Les milieux sont inoculés par une strie médiane.
- L'incubation se fait à 37° C pendant 1 à 4 jours [7].

Lecture :

- o Couleur bleue sur le milieu King A : présence de pyocyanine.
- o Couleur jaune-vert fluorescent sur le milieu King B sous UV : présence de pyoverdine [7].

Remarque :

En cas de doute pour la production de la pyocyanine, verser 0.5 ml de chloroforme à la surface de la culture sur le King A et laisser les tubes inclinés pendant 10 à 15 minutes. La pyocyanine est soluble dans le chloroforme colore celui-ci en bleu [14].

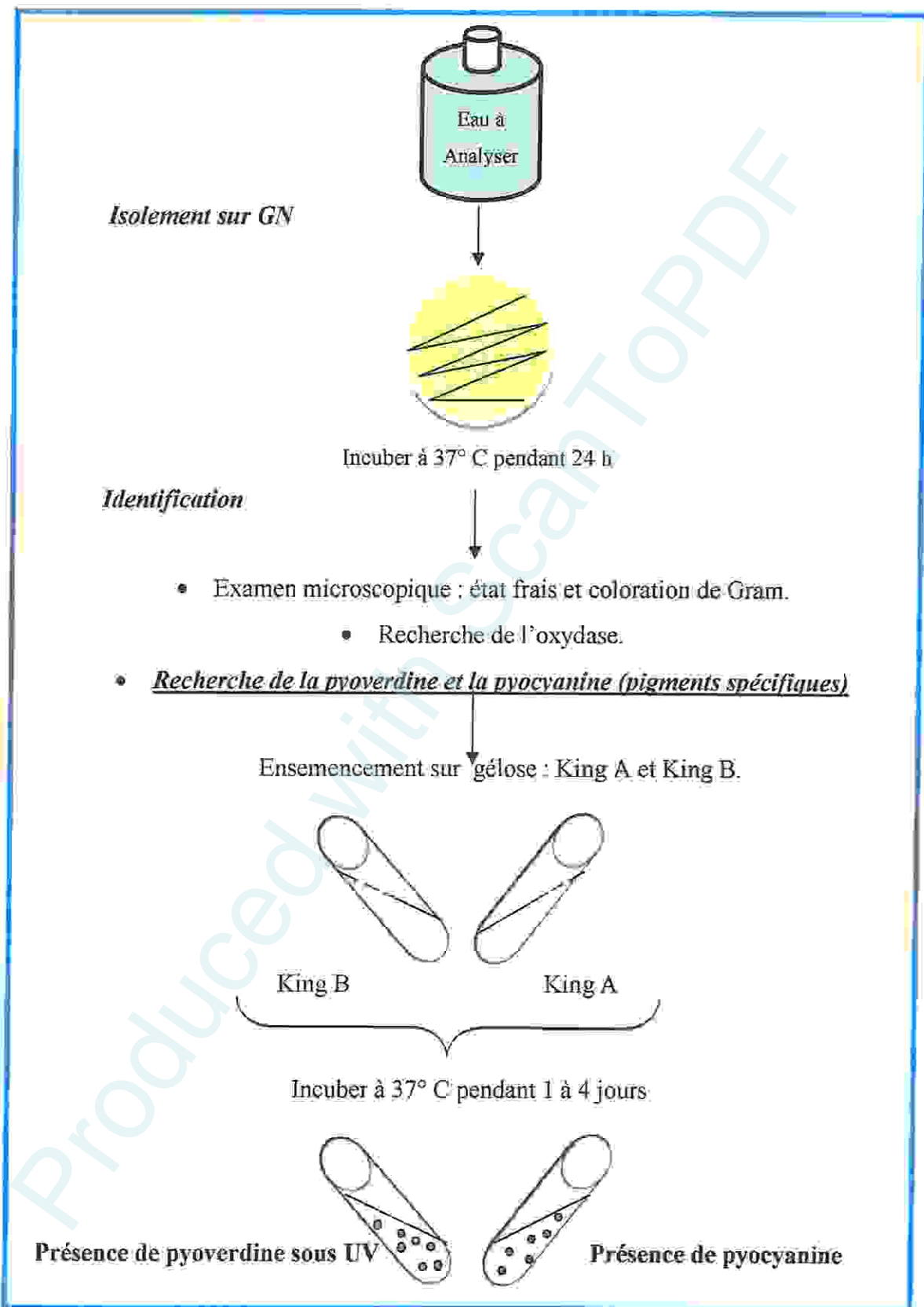


Schéma 7 : Recherche de *Pseudomonas*.

d. Recherche des Staphylocoques pathogènes : (schéma 8)**Isolement :**

- L'isolement sélectif des Staphylocoques a été réalisé sur la gélose Chapman qui contient un inhibiteur : fortes concentrations en chlorure de sodium (75 g.L^{-1}), ce qui permet un isolement sélectif de *Staphylococcus* tolérant les fortes concentrations en NaCl.
- L'ensemencement doit être massif, en stries serrées ou par inondation.

On peut étudier la fermentation du mannitol par virage au jaune de l'indicateur coloré, le rouge de phénol, autour des colonies [25].

Lecture :

- Les colonies mannitol (+) sont entourées d'une auréole jaune.
- Des colonies pigmentées en jaunes et mannitol (+) : forte suspicion de *Staphylococcus aureus*.
- Les autres espèces de Staphylocoques donnent généralement des colonies plus petites, rosées et n'entraîne pas de virage du milieu [25].

Identification :

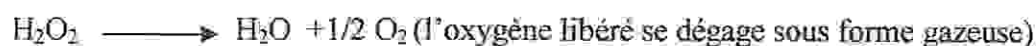
Pour l'identification des Staphylocoques :

➤ Examen microscopique :

Ce sont des cocci Gram positive, regroupés en amas (grappe de raisin).

➤ Recherche de la catalase :**Principe :**

Cette enzyme empêche en effet l'accumulation d' H_2O_2 et le dégrade selon la Réaction suivante :



Ce test est à la base de l'identification des bactéries Gram (+) [25].

Techniques :

- Sur une lame propre et séchée déposer une goutte d'eau oxygénée à 10 volumes.
- A l'aide d'une pipette Pasteur boutonnée, ajouter l'inoculum bactérien
- Surveiller l'apparition d'un dégagement d'oxygène sous forme de bulles gazeuses [25].

Lecture :

- Dégagement immédiat de bulles gazeuses: test catalase est positif.
- Pas de dégagement de bulles gazeuses: test catalase est négatif [25].

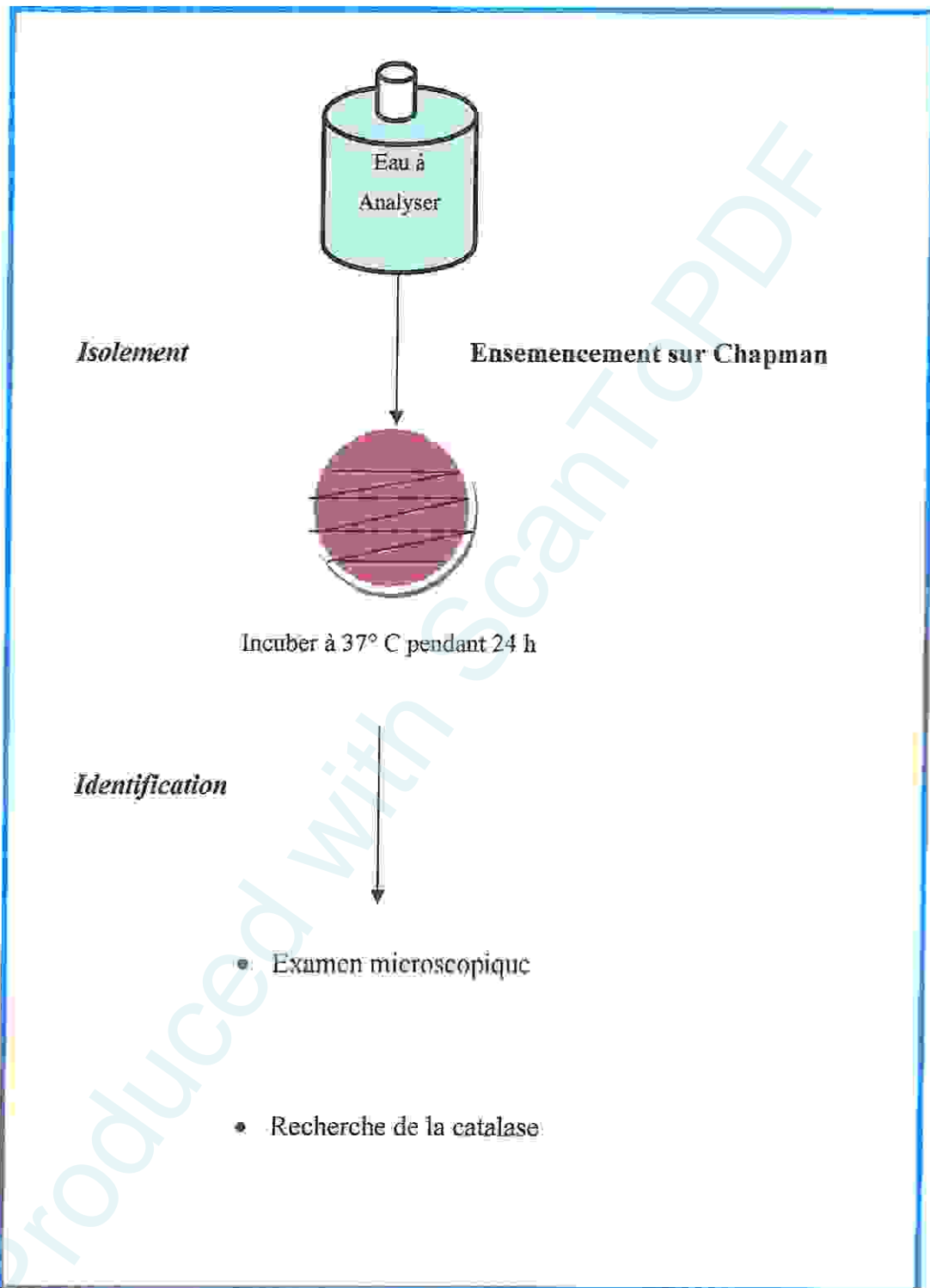


Schéma 8 : Recherche des *Staphylocoques* pathogènes.

➤ **Identification biochimique :**

Elle est réalisée grâce à l'API Staph.

• **API Staph :**

Principe :

La galerie API Staph comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés. Les microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne réalisée en API Staph Medium qui reconstitue les tests. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactif. [3]

La lecture de ces réactions se fait à l'aide du Tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du tableau d'identification. [3]

Mode opératoire :

- La préparation de la galerie API Staph et la préparation de l'inoculum s'effectue selon le même schéma que la galerie API 20E [2].
- **Inoculation de la galerie :**
 - Introduire la suspension bactérienne dans les tubes de la galerie à l'aide d'une pipette Pasteur en évitant la formation de bulles.
 - Pour les caractères ADH, URE, remplir les cupules d'huile de paraffine pour créer une anaérobiose.
 - Incuber 24 heures à 37°C [2].

Lecture :

- Après incubation, la lecture de la galerie doit se faire en se référant au Tableau de Lecture [2].
- Réaliser les tests nécessitant l'addition de réactifs ; voir tableau de lecture de la galerie miniaturisée API Staph (voir l'Annexe VI).

Identification :

L'identification des espèces est réalisée de la même manière que la galerie API Staph. [2]

Chapitre IV :

Résultats et Discussion

Produced with ScantOPDF

I. Résultats :

1. Résultat des analyses physico-chimiques :

Les résultats des paramètres physico-chimiques déterminés au niveau des quatre puits sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 08: Les paramètres physico-chimiques.

Puits analysés Paramètres	P1	P2	P3	P4
T °C	20	17	13	9
pH	7.5	7.4	7.5	7.6
Conductivité électrique (µS/cm)	1740	1600	1250	580
Oxygène dissous (mg/l)	1.67	1.33	1.45	2.75
Turbidité NTU	0.05	0.46	0.47	0.54
MES (mg/l)	0.0012	0.0012	0.0011	0.0012

Les variations de la température, le pH la Conductivité électrique, Oxygène dissous, turbidité et matières en suspension dans les quatre puits sont présentés respectivement dans les figures : 12, 13, 14, 15, 16 et 17.

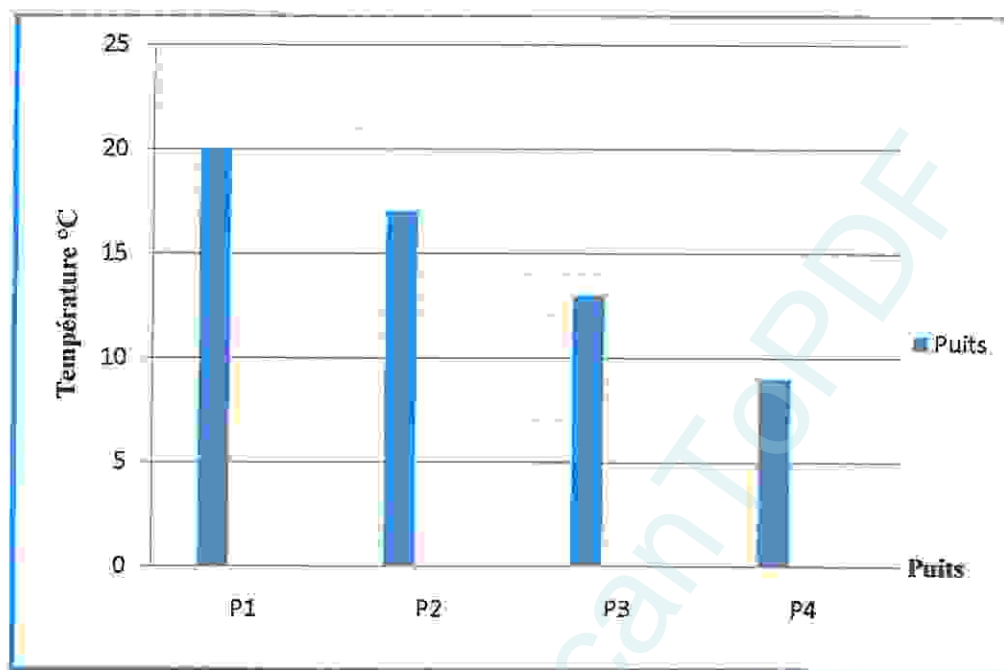


Figure 12 : Variation de la température dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

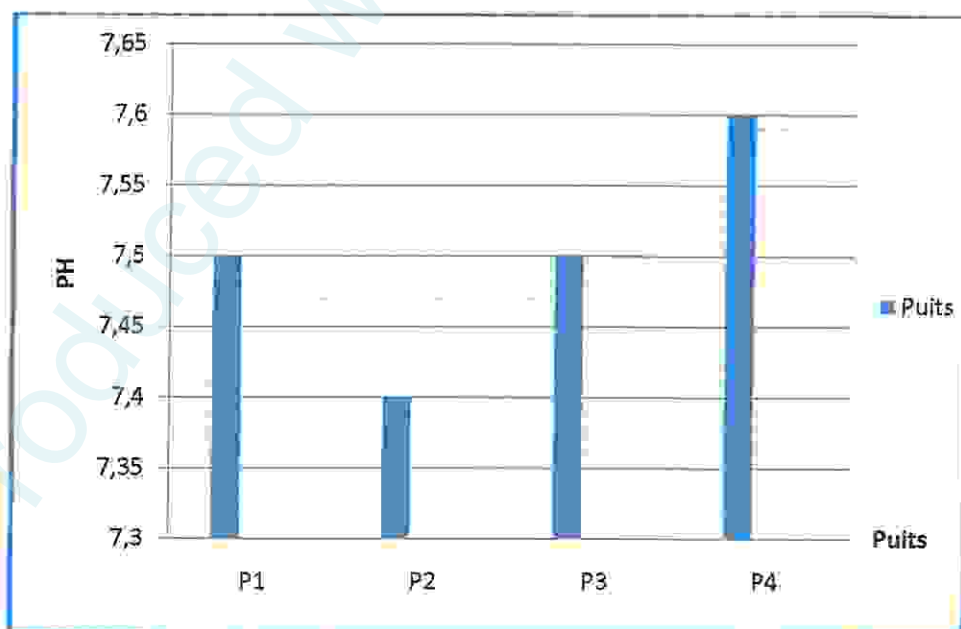


Figure 13: Variation de pH dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

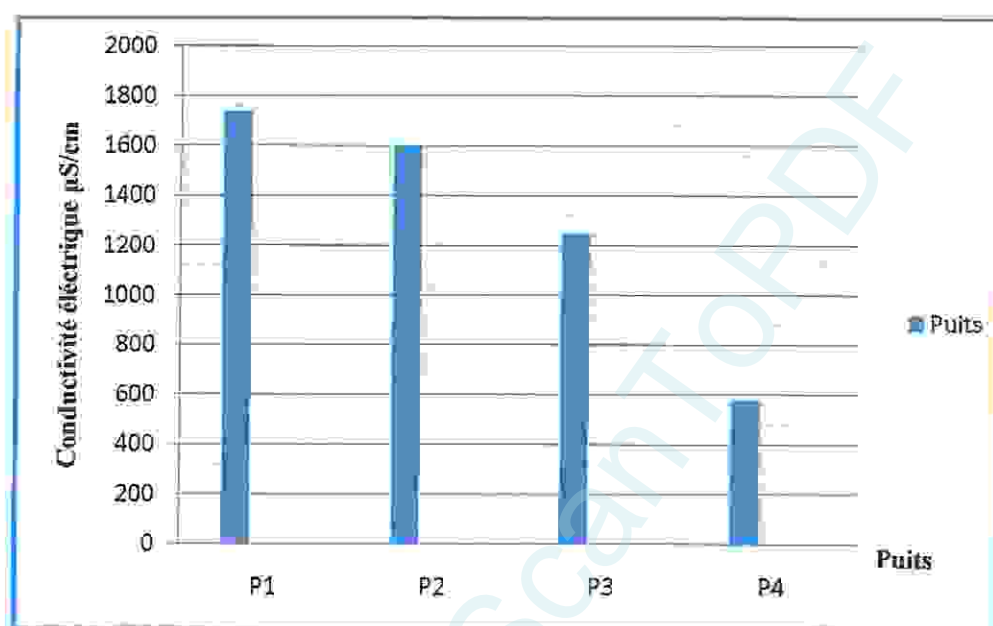


Figure 14 : Variation de la conductivité électrique dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

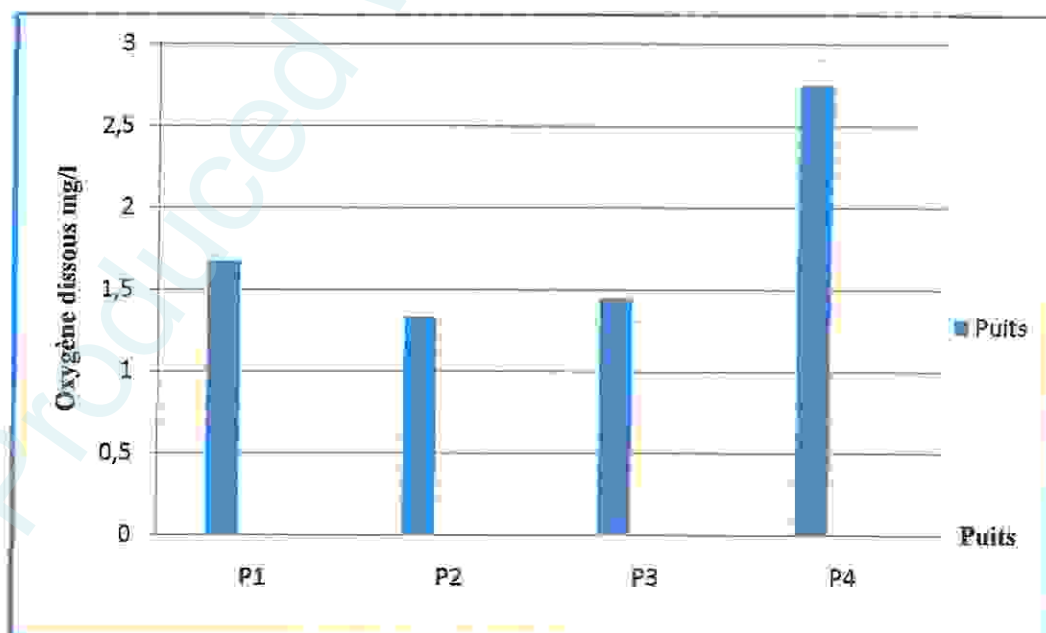


Figure 15 : Variation de l'Oxygène dissous dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

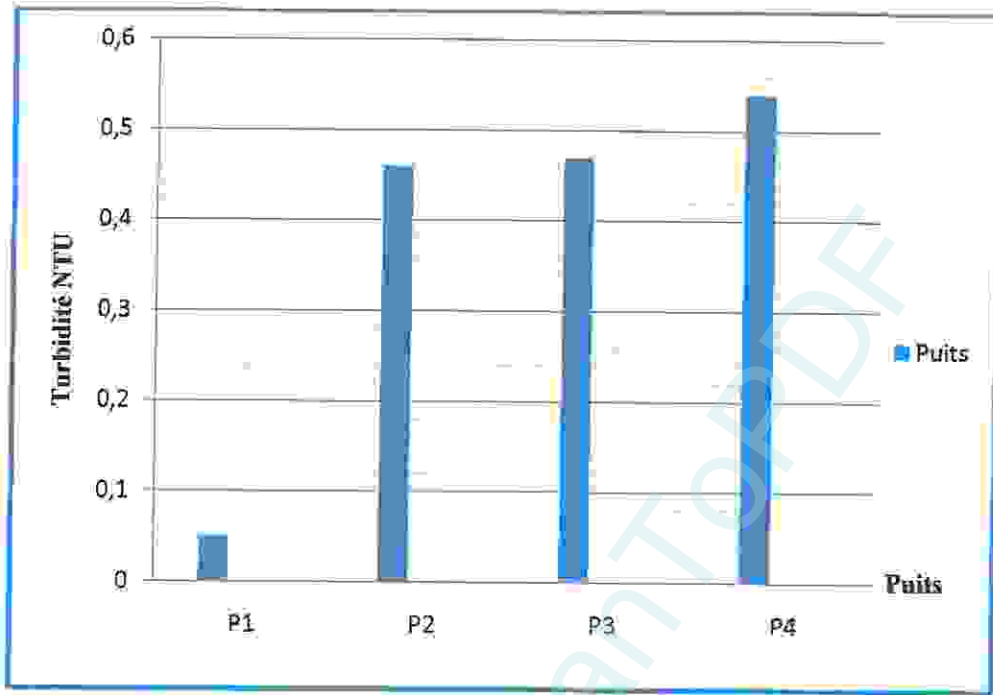


Figure 16 : Variation de la turbidité dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

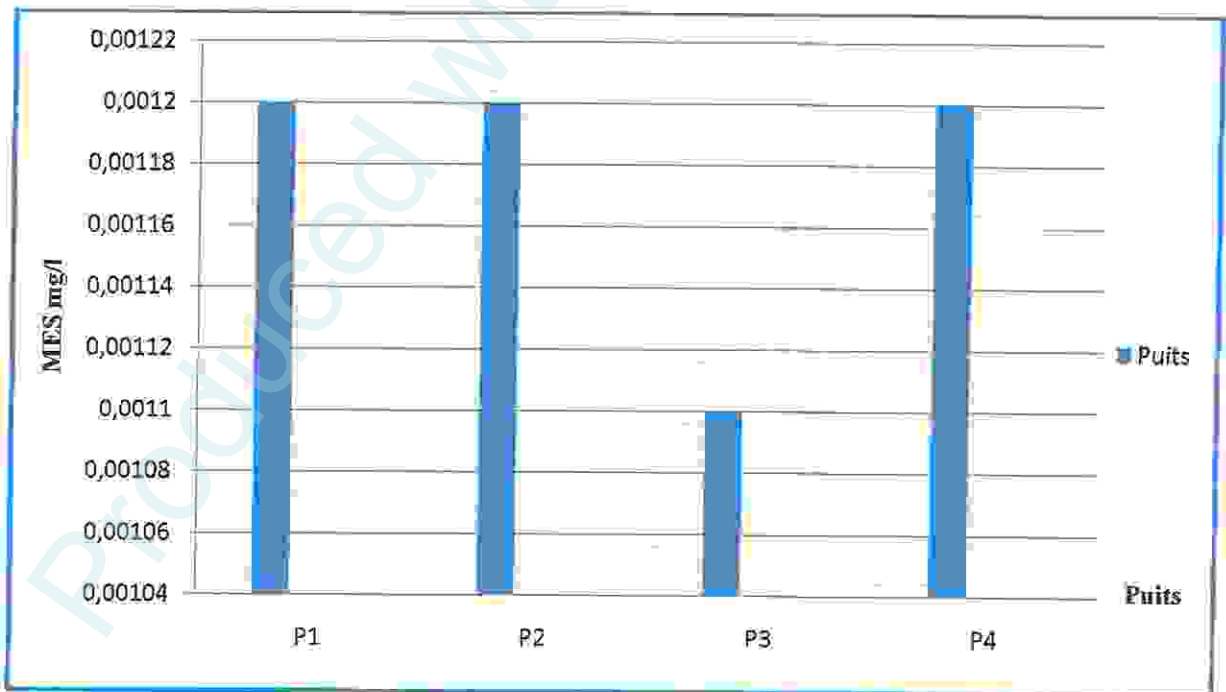


Figure 17 : Variation des matières en suspension dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

2. Résultats de l'analyse bactériologique :

2.1. Les germes revivifiables :

Les résultats de dénombrement des germes totaux sont les suivants :

Tableau 09 : Résultats de dénombrement des germes totaux (gt) dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

Température Puits analysés	37°C
P1	140000 gt/100ml
P2	3900 gt/100ml
P3	00 gt/100ml
P4	00 gt/100ml

La figure 18 représente le taux des germes totaux au niveau des quatre puits analysés.

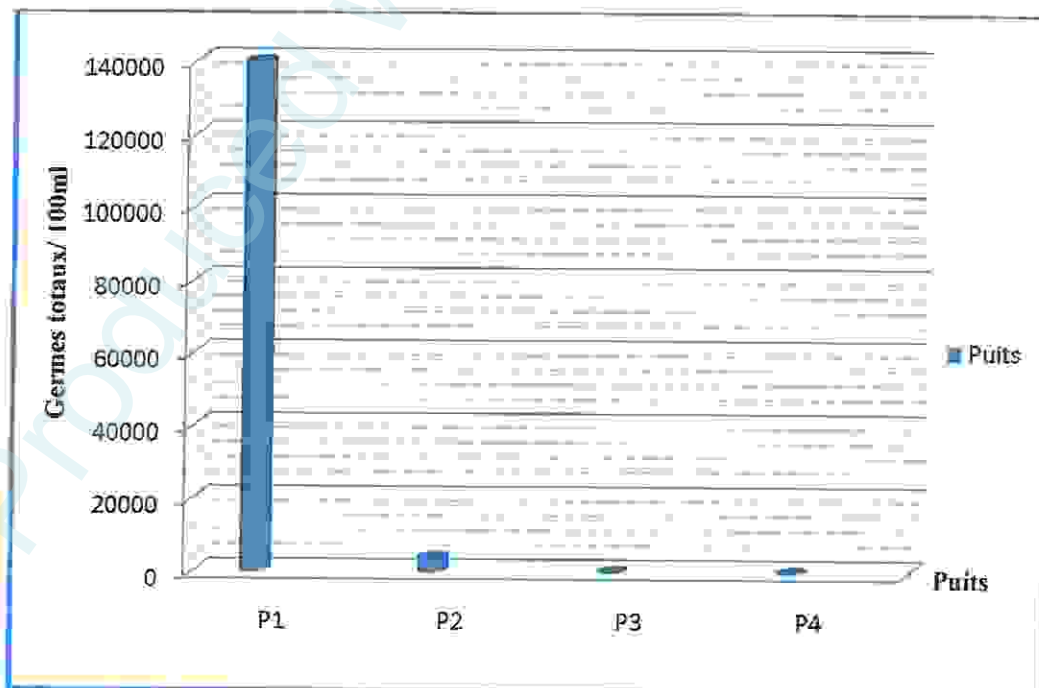


Figure 18 : Taux des germes totaux dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

2.2. Résultats de la recherche et le dénombrement des bactéries tests d'une contamination fécale :

2.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux (ct) :

Les résultats de dénombrement des coliformes totaux sont les suivants :

Tableau 10: Résultats de dénombrement des coliformes totaux dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

Puits analysés	Nombre de germe /100ml
P1	3900 ct/100ml
P2	140000 ct/100ml
P3	140000 ct/100ml
P4	4300 ct/100ml

La figure 19 représente le nombre des coliformes totaux dans les quatre puits de prélèvement.

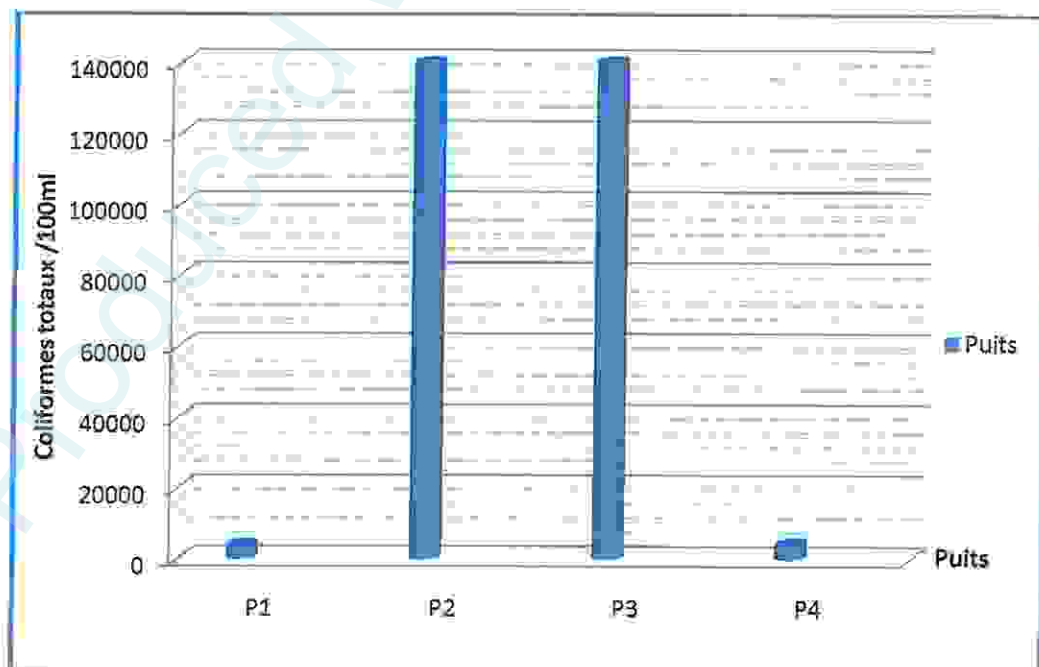


Figure 19 : Représentation des nombres des coliformes totaux dans les puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

Tableau 11 : Résultats de dénombrement d'*Escherichia coli* dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra :

Puits analysés	Le nombre d' <i>E. Coli</i>
P1	00 <i>E. coli</i> /100ml
P2	00 <i>E. coli</i> /100ml
P3	300 <i>E. coli</i> /100ml
P4	2900 <i>E. coli</i> /100ml

La figure 20 représente la variation des coliformes fécaux dans les quatre Puits analysés.

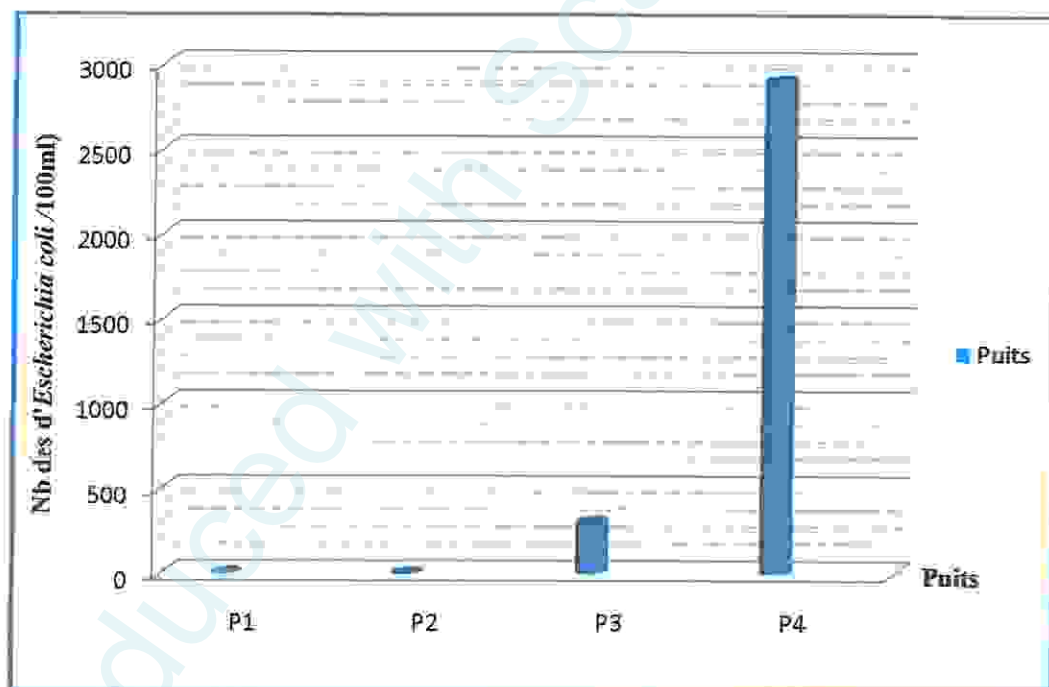


Figure 20 : Variation d'*Escherichia coli* dans les eaux des quatre puits.

Les résultats des tests présomptif et confirmatif de la présence d'*Escherichia coli* sont représentés par la figure 21.

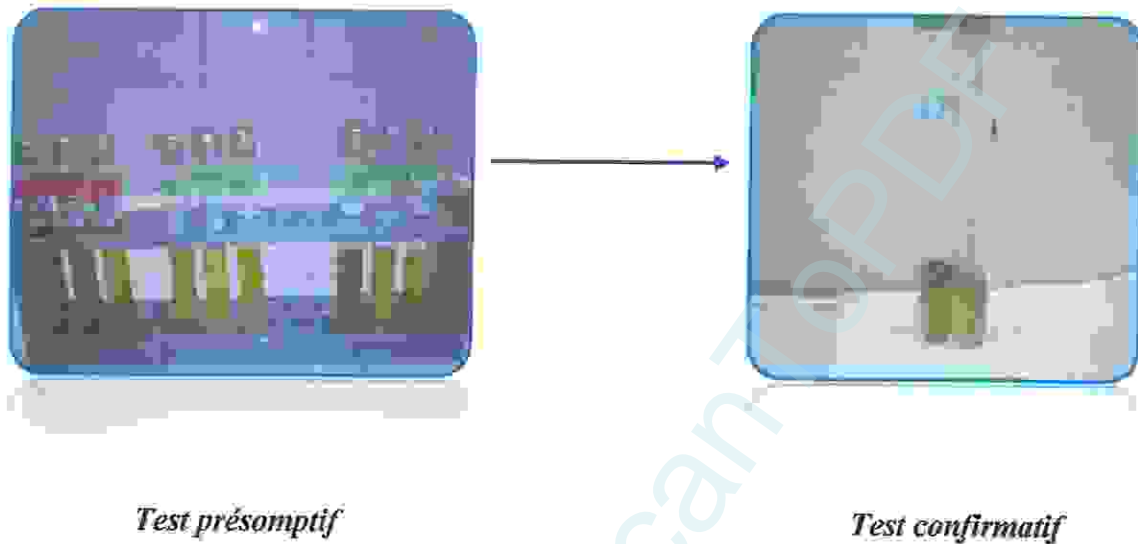


Figure 21: Test indole positif sur eau peptonée exempte d'indole incubée à 44°C confirme la présence d'*E.coli*.

2.2.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

Les résultats de dénombrement des streptocoques fécaux sont les suivants :

Tableau 12: Résultats de dénombrement des streptocoques fécaux (sf) dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

Puits analysés	Le nombre des Streptocoques Fécaux
P1	700 sf/100ml
P2	1100 sf/100ml
P3	200 sf/100ml
P4	24000 sf/100ml

La figure 22 représente la répartition des streptocoques fécaux dans les quatre puits.

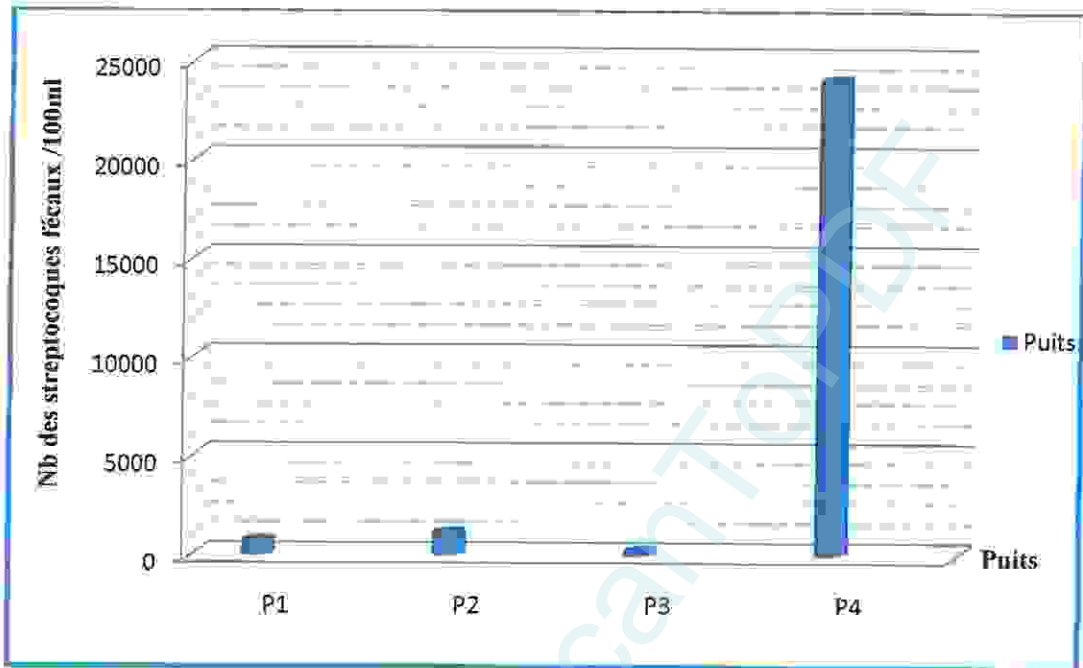


Figure 22: Variation du nombre des Streptocoques fécaux dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

2.2.3. Recherche et dénombrement des Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) :

Les résultats de dénombrement des Anaérobies sulfito-réducteurs sont les suivants :

Tableau 13 : Résultats de dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réducteurs dans les eaux des puits analysés.

Puits analysés	Le nombre des ASR
P1	00 ASR/20ml
P2	6.4 ASR/ 20ml
P3	00 ASR/ 20ml
P4	00 ASR/20ml

La figure 23 représente la répartition des Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) dans les quatre puits.

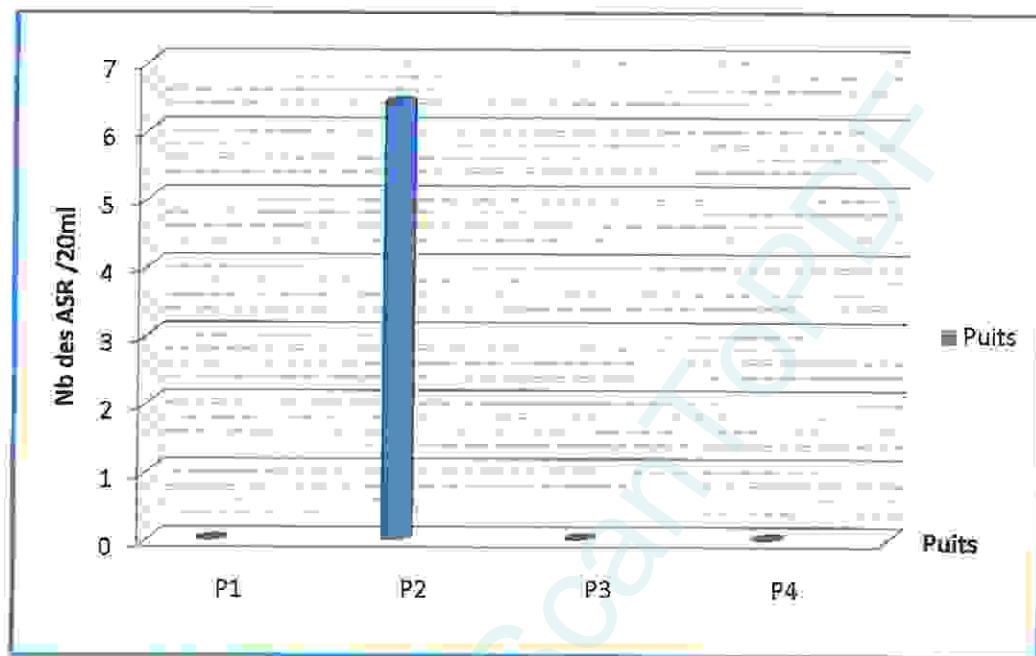


Figure 23 : Variation du nombre des Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) dans les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

Produced with Scantopdf

2.3. Résultats de recherche des bactéries pathogènes :

2.3.1. Les Entérobactéries pathogènes :

❖ Résultat de l'isolement :

Tableau 14 : Résultat de l'isolement des Entérobactéries.

Type de gélose	Puits analysés	Observation macroscopique des colonies	Observation microscopique des colonies
Hekton	P1	(-)	(-)
	P2	(-)	(-)
	P3	-Se sont des colonies volumineuses de couleur rose à rouge. -Il ya un virage de couleur de milieu vert vers le rouge (Fig. 22).	- Bacilles isolés, Gram négatif (Fig. 23).
	P4		
SS	P1	/	/
	P2	/	/
	P3	- Colonies petites et moyennes, lisses, à contour régulier, bombées et pigmentées en : couleur marron avec centre orange (fig.24).	-Bacilles isolés à Gram négatif (fig.25).
	P4		
Mac Conkey	P1	(-)	(-)
	P2	(-)	(-)
	P3	-Des colonies volumineuses bombées de couleur marron à centre orange (fig 26).	- Bacilles à Gram négatif (fig.27).
	P4		

(-) : résultat négatif

/ : N'est pas réalisé



Figure 24 : Colonies rose sur la gélose Hektøen

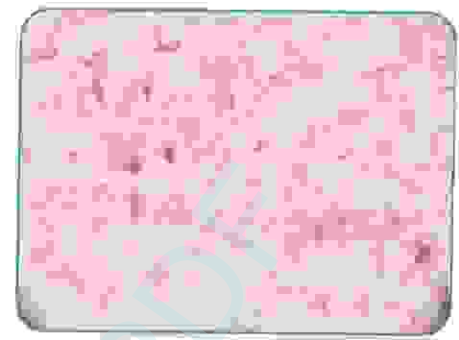


Figure 25 : Bacilles Gram négatif
(Grossissement x100)

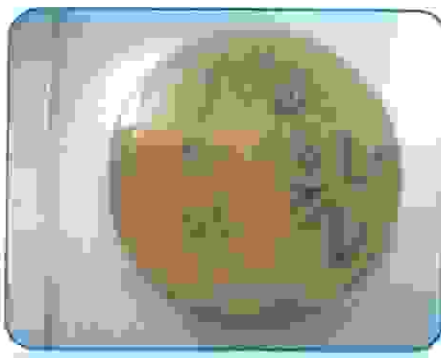


Figure 26: Colonies marron sur la gélose SS

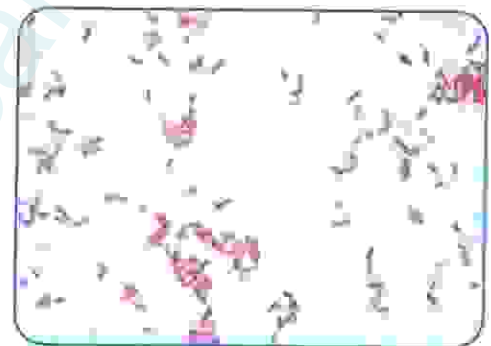


Figure 27 : Bacilles Gram négatif
(Grossissement x100)

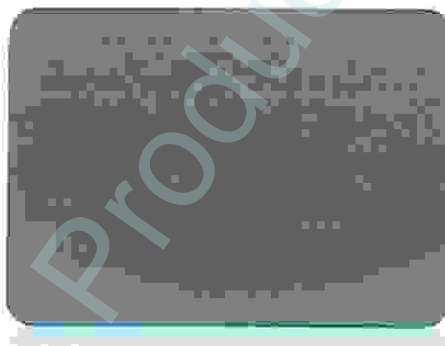


Figure 28 : colonies marron sur la gélose Mac Conkey



Figure 29 : Bacilles Gram négatif
(Grossissement x100)

❖ Résultats de l'identification par la galerie biochimique miniaturisée API 20E :

L'identification des bactéries isolées à partir des milieux d'isolement des entérobactéries par API 20 E a montré que toutes les souches sont d'*Escherichia coli*.



Figure 30 : Profil biochimique d'*Escherichia coli*.

2.3.2. Les Vibrions cholériques:

❖ Résultat de l'isolement :

- Les résultats de la recherche des Vibrions cholériques sont négatifs dans les quatre puits.
- Les colonies qui ont été poussées sur la gélose GNAB sont les suivantes (Tableau 16)

Tableau 15: Aspect macroscopique et microscopique des colonies poussées sur la gélose GNAB.

Puits analysés	Observation macroscopique des colonies	Observation microscopique des colonies
P1	(-)	(-)
P2	(-)	(-)
P3	- Petites colonies, bombées, lisses, à contour régulier, brillantes, de couleur blanchâtres (fig.31).	- Bacilles Gram négatif (fig.32).
P4		

(-) : résultat négatif.



Fi

Figure 31 : Colonies blanchâtres sur la gélose GNAB



Figure 32 : Bacille Gram négatif.
(Grossissement x100)

❖ Résultats de l'identification :

Les résultats d'identification biochimique par l'API 20E ont permis de confirmer que les souches isolées sur GNAB sont des *Klebsiella oxytoca* (Figure 33).



Figure 33 : Profil biochimique de *Klebsiella oxytoca*.

2.3.3. Les *Pseudomonas* :

Les résultats de la recherche des *Pseudomonas* sont négatifs dans tous les puits.

2.3.4. Les staphylocoques pathogènes:

Les résultats de la recherche des staphylocoques pathogènes sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Résultats de l'isolement des staphylocoques pathogènes sur la gélose Chapman.

Puits analysés	Observation macroscopique des colonies	Observation microscopique des colonies
P1	(-)	(-)
P2	- Petites colonies jaunes entourées d'une auréole jaune avec virage de la couleur du milieu (Fig.34).	- Cocci Gram+ en amas (Fig.35).
P3	(-)	(-)
P4	(-)	(-)

(-) : résultat négatif.

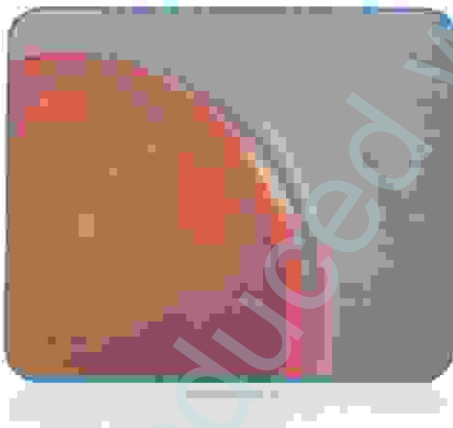


Figure 34: Colonies jaunes sur la gélose Chapman

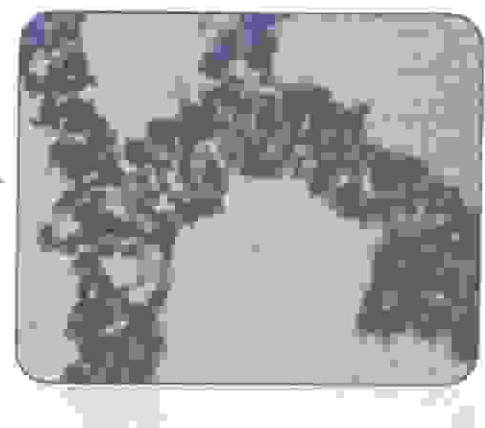


Figure 35 : Cocci Gram positif.

(Grossissement x100)

❖ Résultats d'identification :

La souche a été identifiée par l'API Staph et on a confirmé que c'est une : *Staphylococcus aureus* (Figure 36).



Figure 36: Profil biochimique de *Staphylococcus aureus*.

II. Discussion :

Paramètres physico-chimiques :

La température des eaux des quatre puits analysés diffère d'un puits à une autre, ceci dépend généralement de la localisation de chacun et des échanges avec l'atmosphère.

La température minimale obtenue est de 09°C enregistrée dans le puits 04 ; cependant la température maximale est 20°C enregistrée dans le puits 01.

Les valeurs de la température enregistrées ont permis de classer les eaux des quatre puits analysés en eau de bonne qualité et ceci selon les normes européennes de potabilité des eaux souterraines (1975) (valeur guide: 20°C- 25°C).

Le pH des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra est généralement neutre, il oscille entre 7.4-7.6.

Les valeurs du pH enregistrées ont permis de classer aussi les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra en eau de bonne qualité et ceci selon les normes européennes de potabilité des eaux souterraines (1975) (valeur guide: $6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$).

La conductivité de l'eau des puits est variable dans les quatre puits analysés.

La mesure de la conductivité permet d'évaluer approximativement la minéralisation globale de l'eau. [40]

Les résultats obtenus montrent que les puits 01,02 et 03 sont caractérisés par une minéralisation élevée ($\geq 1250 \mu\text{S/cm}$) tandis que le puits 04 est caractérisé par une minéralisation moyenne accentuée ($580 \mu\text{S/cm}$). Donc le puits 01 et 02 sont de mauvaise qualité alors que les puits 03 et 04 sont de bonne qualité [selon les normes européennes de potabilité des eaux souterraines (1975) ($400 \mu\text{S/cm} \leq \text{CE} \leq 1250 \mu\text{S/cm}$)].

L'Oxygène dissous des eaux des puits est variable dans les quatre puits analysés.

La valeur la plus faible est 1.33 mg/l enregistrée dans le puits 02, la plus élevée est 2.75 mg/l enregistrée dans le puits 04.

Selon les normes européennes de potabilité des eaux souterraines (1975), les eaux des quatre puits sont de mauvaise qualité (valeur guide de l'oxygène dissous: 5 mg/l).

La turbidité des eaux des puits est généralement changée dans les quatre puits.

La valeur la plus faible de la turbidité est 0.05 NTU enregistrée dans le puits 01, la plus élevée est 0.54 NTU enregistrée dans le puits 04.

Les valeurs de la turbidité enregistrées ont permis de classer les eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra de bonne qualité (eau claire) (selon l'OMS : $\text{NTU} < 5 = \text{eau claire}$).

La concentration des matières en suspension des eaux des puits analysés est similaire dans les quatre puits.

Les eaux des quatre puits sont de bonne qualité (niveau guide du MES = 25 mg/l).

L'étude de la qualité physico-chimique des eaux des puits montre que les eaux d'Oued El Maleh sont de mauvaise qualité alors que les eaux des puits d'Ain Safra sont généralement de bonne qualité.

Variation de la flore totale et des germes indicateurs de contamination fécale :

La présente étude nous a permis de connaître la qualité bactérienne des eaux des puits d'Oued El Maleh et Ain Safra.

Le résultat de dénombrement des germes totaux à 37°C est compris entre 3900 gt/100 ml et de 140000 gt/100 ml d'eau. Il est important de signaler que le nombre maximal des germes totaux est enregistré dans le puits 01 et le nombre minimal des germes totaux est enregistré dans les puits 02 et absence totale dans les puits 03 et 04.

D'après le graphique des coliformes totaux, on a noté que le nombre minimal des germes est obtenu au niveau du puits 01 (3900 gt/100 ml), tandis que la valeur maximale est enregistrée au niveau du point des puits 02 et 03 (140000 gt/100 ml).

Escherichia coli le plus important des coliformes fécaux [37] est détecté seulement au niveau des puits 03 et 04 avec une valeur de 300 et 2900 cf/100 ml, ceci est expliqué par la contamination des eaux par les matières fécales qui se trouvent près des deux puits.

D'après le graphique des streptocoques fécaux on a noté que le nombre maximal de ces germes est obtenu au niveau du puits 04.

Les streptocoques fécaux sont des flores intestinales dominantes chez les animaux herbivores domestiques, donc la présence de ceux-ci indique un signal de pollution fécale récente d'origine animale. [37]

Donc les eaux des puits analysés ne répondent pas aux critères des eaux de consommation, notons que les eaux susceptibles d'être consommés crus ne doivent pas contenir plus de 10 coliformes fécaux et 10 streptocoques fécaux par 100ml. [15]

On a marqué l'absence des Anaérobies Sulfito-Réducteurs au niveau des puits 01, 03 et 04, mais au niveau de puits 02 sont présentes avec une valeur de 6.4 ASR /20 ml, ce qui indique qu'il y a une pollution ancienne au niveau de ce puits.

Les germes pathogènes :

A partir des eaux des quatre puits d'Oued El Maleh et Ain Safra, nous avons isolé les bactéries suivantes : *Klebsiella oxytoca*, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*.

La présence d'une espèce de *Staphylococcus aureus* au niveau du puits 02 est due au caractère ubiquiste de ce genre bactérien (très répandue dans la nature) [13].

La recherche des autres germes pathogènes n'a pas révélé leur présence dans l'eau analysée durant notre période d'étude (A l'exception de puits 2), ceci est expliqué par la faible contamination des eaux souterraines telle que les puits qui sont moins pollués que les eaux de surfaces.

L'étude de la qualité bactériologique des eaux de ces quatre puits sont considérées comme eaux de mauvaise qualité (eaux pollués) et constituent un risque réel sur la santé des populations qui consomment ces eaux.

Donc il est très urgent de :

- ✓ Vérifier les couvercles du puits régulièrement pour s'assurer qu'il est bien fixé en place et étanche (cas du puits 03,04).
- ✓ Vérifier les pompes et les tuyaux sur une base régulière et tout changement au niveau de la qualité de l'eau devrait faire l'objet d'une enquête.
- ✓ Situer le puits en aval d'aucune source de pollution.
- ✓ Tester régulièrement l'eau de puits par les services d'hygiène pour contrôler la qualité bactériologique et la contamination chimique si on la suspecte.

Conclusion :

Certains contaminants qui se trouvent dans l'eau souterraine telle que les puits, peuvent causer des maladies chez les humains qui consomment l'eau sans la traiter adéquatement.

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques sont les seuls moyens pour déterminer la salubrité et la sûreté des réserves d'eau

Notre étude portant sur l'analyse physico-chimique des eaux des puits de la région de Hammam N'Bails (Oued El Maleh et Ain Safra) montre que les eaux de puits 1 et 2 sont de mauvaise qualité et l'analyse bactériologique a permis de confirmer une contamination d'origine fécale de ces eaux par la présence des coliformes fécaux, *Escherichia coli*, streptocoques fécaux et des Anaérobies Sulfito-Reducteurs.

Les germes pathogènes du genre *Salmonella*, *Vibrio* et *Pseudomonace* n'ont pas été détecté au niveau des eaux des puits de la région de Hammam N'Bails, ceci ne permet pas d'exclure la possibilité que ces germes soient présente dans l'eau analysée du fait que ces bactéries ne sont pas détectables par les techniques de culture classique, tandis que *Klebsella oxytoca* a été détecté au niveau des puits 03 et 04 et *Staphylococcus aureus* a été détecté au niveau de puits 02 qui est probablement due au caractère ubiquiste de ces genres bactériens.

D'après les résultats de notre étude, nous pouvons conclure que les eaux de ces puits sont de mauvaise qualité et nécessite un traitement efficace pré consommées.

Résumé :

L'eau des puits provenant des nappes d'eau souterraine est naturellement alimentée par la surface, grâce aux précipitations, aux cours d'eau et aux infiltrations, cette eau peut être vulnérable à la contamination qui est liée principalement à l'activité humaine.

Dans cette étude, des paramètres physico-chimiques et bactériologiques ont été suivis sur quatre prélèvements provenant des eaux des quatre puits destinés à la consommation humaine dans la région de Hammam N'Bails (Oued El Maleh et Ain Safra). Nos résultats physico-chimiques constatent que les eaux de ces puits sont de bonne et de mauvaise qualité alors que les analyses bactériologiques montrent un niveau inacceptable des bactéries indicatrices de contamination fécale telles que : coliformes fécaux, *Escherichia coli*, streptocoques fécaux et Anaérobies Sulfite-Réducteurs.

La présence de ces germes indique que l'eau de ces puits est impropre à la consommation humaine.

Pour améliorer la qualité de l'eau de ces puits il est nécessaire de faire subir un traitement approprié, de contrôler l'efficacité de ce traitement et si possible de trouver et d'éliminer la source de contamination.

Mots clés: eau de puits, eau souterraine, paramètres physico-chimiques et bactériologiques, contamination fécale, qualité de l'eau.

Abstract:

Well water from ground water is naturally driven by the surface through precipitation, rivers and infiltration; the water can be vulnerable to contamination, which is mainly due to human activity.

In this study, the physico-chemical and bacteriological were followed for four samples from four wells of water intended for human consumption in the region of Hammam N'Bails (Oued El Maleh and Ain Safra). Our results show an unacceptable level of fecal indicator bacteria such as fecal coliforms, *Escherichia coli*, fecal streptococci and sulfite-reducing anaerobes.

The presence of these bacteria indicates that water from these wells is unfit for human consumption.

To improve the water quality of these wells is required to undergo appropriate treatment, monitor the effectiveness of this treatment and if possible to find and eliminate the source of contamination.

Keywords: well water, ground water, physico-chemical and bacteriological, fecal contamination, water quality.

Produced with Scantopdf

الملخص:

مياه الابيار النابعة من المياه الجوفية تتغذى طبيعيا من المياه السطحية بفعل التساقط * المجاري المائية و المياه المتسربة إلى داخل التربة وهي قابلة للتلوث بفعل الإنسان ..

في هذه الدراسة المعايير الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية التي أجريت على أربعة عينات من مياه الابيار المخصصة للشرب في منطقة حمام النابل (واد المالح و عين صفراء) . النتائج الفيزيوكيميائية أثبتت ان مياه هذه الابيار ذات نوعية جيدة و سيطرة بينما التحليل البكتريولوجية أظهرت مستوى غير مقبول من الجراثيم الدالة على التلوث البرازي تتمثل في : مجموع جراثيم القلونييات * مجموع القلونييات البرازية و العقديات البرازية .

وجود هذه الجراثيم يدل على ان مياه هذه الابيار غير صالح للشرب و من اجل تحسين نوعيتها اتباع معالجة مناسبة و مراقبة فعاليتها و اذا كان من الممكن تجنب مصدر التلوث .

كلمات المفاتيح : مياه الابيار * المياه الجوفية * المعايير الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية * التلوث البرازي * نوعية الماء .

Références bibliographiques

1. Aoulssi. A (2009). Microbiologie et Physico-chimique de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-est de l'Algérie). Mémoire de magistère, Université du 08 Mai 1945. Guelma.
2. Bazine .N et Bourenane .A, (2011). Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de l'Oued Messida (Parc National d'El Kala, w. d'El Taref). Mémoire de master.Université du 08 Mai 1945. Guelma.
3. Bounab R., Chékakla M., Saci H., (2011). Les infections nosocomiales chez les nouveaux nés. Mémoire de master .Université du 08 Mai 1945. Guelma.
4. Boussadia.M.I. (2008). thèse. Les cyanobactéries peuplant les lacs Tonga et Oubeira « Parc National d'El kala »inventaire et distribution spatio-temporelle. P: 70.
5. C.haslay,h.Ieclerc. (1993).Microbiologie des eaux d'alimentation. Editions Tec et Doc. P : 153-192.
6. Degremont. (2005). Mémento technique de l'eau. Dixième édition. Edition Tec et Doc. P: 144-173.
7. Delarras. (2000). Microbiologie de l'environnement avec législation : travaux pratique. Gaetan morju éditeur. P : 117-136.
8. Délarras C et Bernard T :(2003) .surveillance sanitaire Et Microbiologique des eaux : Règlementation-Prélèvements-Analyses.2^{em} édition: Paris, p 73-75.
9. Direction de l'hydraulique de la Wilaya de Guelma, 1996: Etude d'aménagement de deux Chaabets du centre de Hammam N'Bails.Wilaya de Guelma. P : 03-05.
10. Direction de l'hydraulique de la commune de Hammam N'Bails.
11. Direction de l'urbanisme et de la construction de la Wilaya de Guelma, 2008. Etude : Révision du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de la commune de Hammam N'Bails. Wilaya de constantine . P : 01-22.
12. Entreprise National des projets hydrologique de l'Est. Hydroprojet Est-Direction régionale,1996. Annaba. Etude d'alimentation en eau potable d'Oued El Maleh (Education et réseau) –Avant- projet. Annaba.P :01-03.
13. Guiraud J. Pierre. (2003). Microbiologie alimentaire. RIA Dunod. P : 359-722.
14. Jean Rodier et coll. (2005) L'analyse de l'eau eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8eme édition. Dunod. P : 749-847.

15. Kachi. S (Docteur d'état et Maître de conférences en Hydrogéologie), (2011). Cours (master 01) du module : Hydrochimie et Qualité de L'eau. Université du 08 Mai 1945, Guelma. p : 09-13.
16. Khaled. A et Mebarki. K, (2009). Qualité physico-chimique et microbiologique du deux écosystèmes aquatiques du Nord-est de l'Algérie : cas du lac des oiseaux (El Tarf) et de Garâat Hadj Taher (Skikda) et isolement de *Bedellovibriobacterioirus*. Mémoire d'ingénieur. Université du 08 Mai 1945. Guelma. .
17. Lanoix J.N et Roy M.L. Manuel du technicien sanitaire. Genève 1976. Pages 27-30.
18. Larpeni IP, (1997) Microbiologie des eaux d'alimentaire : Technique de labo. Edition Tec et Doc. p : 294-718.
19. Light foot Nigel Francis. (2002). Analyses microbiologiques des aliments de l'eau : directives pour l'assurance qualité. Edition Tec et Doc. P : 87-134.
20. Menasria. H et Merabti F ; (2011). Isolement et identification des champignons Filamenteux et leur Impact sur la Santé Humaine et évaluation qualitative à partir du lac Oubeira.
21. Mpiangu Kapela Benjamin ;(2008). Le laboratoire d'hygiène et de la prévention de la santé et de la population (D.S.P) de la Wilaya de Guelma. Rapport de stage .p :06.
22. Président Directeur Général (B.Kara Omar), 2008, Commercialisation des produits et Matériels Pour L'analyse et le traitement de l'eau -de l'air-du sol ; CCS El Tarf. P : 74.
23. Ramdani S., Sadouki H., et Yousfi S., (2011). Qualité bactériologique de l'eau d'Oued El Hammam (Hamam Ouled Ali) ; Guelma. Mémoire de master. Université 08 Mai 1945 de Guelma : 08-10.
24. Reggam, 2010. Evaluation de la Qualité Physico-chimique et Bactériologique des Eaux Potables: Cas de la station de traitement de Hamam Debagh-Guelma. Mémoire de Master. Université 08 Mai 1945 de Guelma.
25. Rodier J. (1996). L'analyse d'eau : eau naturelles, eaux résiduaires, eau mer. 8eme édition. Dunod. P: 749-847.
26. Roland vilaginès. (2003) 2eme édition. Eau, environnement et santé publique. Edition médicales internationales. P : 43-138.
27. Service d'hygiène de Boucheouf, 1997.
28. <http://dcwguelma.gov.dz/fr/index.php/wilaya-guelma/82-clima> (10.02.2012)
29. <http://documentation.ledamed.org/img/html/doc-10186.html> (10/02/2012)

30. <http://www.ac-clarmont.fr/hygiene-securite/risques-et-ambiances/legionellose.htm> (21/02/2012)
31. <http://www.vulgaris-medical.com/encyclopedie/gastro-entérite-2024.html> (21/02/2012)
32. <http://www.caducee.net/dossierspecialises/eufic/compylobacter> (25/02/2012)
33. <http://www.bactério.cict.fr/bacdico/yy/entérocologica.html> (14/04/2012)
34. <http://fr.babelfish.yahoo.com/medpedia.com/translateml?trurl=http%3a%25wiki.medpedia.com%2fyersinia-entérocologicaetlp=en-fret.intl=fr> (18/03/2012)
35. <http://www.vulgaris-medical.com/encyclopedie/poliomyelite-5294.html> (08/03/2012)
36. <http://www.larouse.fr/encyclopedie/medical/ent%c3a9rouvirus/12820> (07/03/2012)
37. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/puits/exigences.htm#figure3> (07/03/2012)
38. Google Earth 2012 (07/04/2012)
39. <http://www.lenntech.fr/eaux-souterraines/pollution-sources.htm#ixzz1nmABaGM9> (19/02/2012)
40. <ressources.iamm.fr/thèses/78.pdf> (22/03/2012)

Produced with ScanTopdf

Annexes

Produced with ScantOPDF

Annexes

Annexe I :

Tableau 1 : Evaluation des températures mensuelles

(Années 1994-2010) [23]

	T (max)	t (mini)	Moyenne
Jan.	9.82	16.32	4.36
Fév.	10.24	17.77	3.93
Mar.	12.44	20.87	5.72
Avr.	14.86	22.89	7.71
Mai.	19.51	27.97	11.37
Jui.	24.24	32.33	15.6
Juill.	27.2	36.75	18.25
Aou.	27.51	36.58	19.58
Sept.	23.49	31.77	17.04
Oct.	19.35	27.77	13.34
Nov.	14.28	21.57	8.66
Déc.	10.99	17.43	5.82

Tableau 2 : Evaluation mensuelles des humidités relatives

(Années 1994-2010) [23]

	humidités relatives (%)
Jan.	76.58
Fév.	75.28
Mar.	74.14
Avr.	72.25
Mai.	68.42
Jui.	60.44
Juill.	55.04
Aou.	56.72
Sept.	66.55
Oct.	70.31
Nov.	72.84
Déc.	75.39

Annexe II :

Tableau n°01 : Norme européennes de potabilité des eaux CCE (1975) [15] :

variable	Niveau guide	Concentration maximale admissible	Concentration minimale requise
PH	6,5-8,5	9,5	6,0
Minéralisation totale résidu sec mg/l		1500	
Dureté totale : degrés français	35		10
Sulfates mg/l	5	250	
Chlorures mg/l	5	200	
Nitrates mg/l		50	
Nitrites mg/l		0,1	
Oxygène dissous	5		
Fer micro-g/l	100	300	
Mercure micro-g/l		1	
Pesticides totaux micro-g/l		0,5	
Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	400	1250	

Tableau n°02 : Classe de turbidité usuelle (NTU) [15]

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

Tableau n°03 : Normes microbiologiques de potabilité des eaux [15] :

variables	Concentration maximale admissible (eau désinfectée)
Coliformes totaux/100	0
Coliformes fécaux/100	0
Streptocoque fécaux	0
Clostridium sulfito-réducteurs/20ml	2
Salmonelles/5000ml	0
Staphylocoques pathogènes/100ml	0
Bactériophages fécaux/100ml	0

Tableau n°04 : Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique(CE) [25].

Conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Qualité des eaux
$\text{CE} < 100$	Minéralisation très faible
$100 < \text{CE} < 200$	Minéralisation faible
$200 < \text{CE} < 330$	Minéralisation moyenne
$330 < \text{CE} < 666$	Minéralisation moyenne accentuée
$666 < \text{CE} < 1000$	Minéralisation importante
$\text{CE} > 1000$	Minéralisation élevée

Annexe III :

Milieux de culture et Réactifs:• **Eau péptonée exempte d'indole :**

Peptone exempte d'indole.....	10 g/l
Chlorure de sodium.....	5 g/l
PH final.....	7.2

• **Milieu Chapman :**

Peptone bactériologique.....	10 g/l
Extrait de viande de bœuf.....	1 g/l
Chlorure de sodium.....	75 g/l
Mannitol.....	10 g/l
Rouge de phénol.....	0.025 g/l
Agar.....	15 g/l
PH final= 7.5 (environ)	

• **Milieu de Mac Conkey:**

Peptone bactériologique.....	20 g/l
Sels biliaires.....	1.5 g/l
Chlorure de sodium.....	5 g/l
Lactose.....	10 g/l
Rouge neutre.....	0.03 g/l
Cristal violet.....	0.001 g/l
Agar.....	15 g/l
PH=7.1 (environ)	

• **Milieu de Hektoen:**

Protease peptone.....	12 g/l
-----------------------	--------

Extrait de levure.....	3.0 g/l
Saccharose.....	12.0 g/l
Lactose.....	2.0 g/l
Solicine.....	2.0 g/l
Chlorure de sodium.....	5.0 g/l
Thio sulfate de sodium.....	5 g/l
Citrate ferrique ammoniacal.....	5 g/l
Sels biliaires.....	9.0 g/l
Bleu de bromothynol.....	0.064 g/l
Fushine acide.....	0.04 g/l

- **Viande foie (VF):**

- **Milieu de base:**

Base viande foie.....	30 g
Glucose.....	2 g
Amidon.....	2 g
Agar.....	1 g
Eau distillée.....	1000 ml

- **Au moment de l'emploi:** Ajouté à 20 ml de base fondé

Sulfate de sodium à 5%.....	0.5 ml
Alun de fer commonacol.....	4 gouttes

- **Gélose nutritive :**

Peptone.....	5 g/l
Extrait de viande.....	1 g/l
Extrait de levure.....	2 g/l
Chlorure de sodium.....	5 g/l

Agar..... 15 g

PH=7.4 (environ)

- **Rothe (bouillon glucose l'acide de sodium) : il y a deux types :**

- **Simple concentration :**

Tryptone..... 20 g
 Glucose..... 5 g
 Chlorure de sodium..... 5 g
 Phosphate bi potassique..... 2.7 g
 Acide de sodium..... 0.2 g
 Eau distillée..... 1000 ml

PH=6.8, autoclavage 15 minutes à 121°C

- **Eva-Litsky :**

Peptone..... 20 g/l
 Glucose..... 5 g/l
 Chlorure de sodium..... 5 g/l
 Phosphate bi potassique..... 2.7 g/l
 Azosphate de sodium..... 0.3 g/l
 Ethyle-viote..... 5 g/l

PH=7

- **TGEA (gélose numération ; gélostryptone-glucose-Extrait de levure) :**

Tryptone..... 5 g
 Glucose..... 1 g
 Extrait de levure..... 2.5 g
 Gélose..... 15 g
 Eau distillée..... 1000 ml

PH=7

• **B.C.P.L (bouillon lactosé au bromocrésol-pourpre) :**

Peptone.....	5 g/l
Extrait de viande.....	3 g/l
Lactose.....	5 g/l
Pourpre de bromocrésol.....	0.025 g/l
PH final=6.9	

• **Salmonella-Shegilla (SS) :**

Peptone.....	5 g
Extrait de viande.....	5 g
Lactase.....	10 g
Citrate de sodium.....	10 g
Citrate de fer III.....	1 g
Sels biliaires.....	8.5 g
Vert brillant.....	3.3 g
Rouge neutre.....	25 mg
Thiosulfate de sodium.....	8.5
Agar.....	12 g
PH=7.3	

• **Milieu TSI :**

Agar.....	12 g
Extrait de bœuf.....	3 g
Extrait de levure.....	3 g
Peptone.....	20 g
Lactose.....	10 g
Saccharose.....	10 g
NaCL.....	5 g
Glucose.....	1 g

Citrate ferrique.....	3 g
Thiosulfate de sodium.....	3 g
Rouge de phénol.....	0.025 g
Eau distillée.....	1000 ml
Rouge de phénol en solution à 1%.....	4 ml
Eau distillée.....	1000 ml

B/les Réactifs :

- **Réactif kovaeks** : la mise en évidence de la production d'indole :

Paradiméthylamino-benzaldéhyde.....	5 g
Alcool amylique.....	75 ml
Hcl pur	25 ml

- **Réactif TDA** : pour la recherche du tryptophane désaminase :

Perchlorure de fer.....	3.4 g
Eau distillée.....	100 ml

- **Réactif IND** : pour la recherche de l'indole :

Paradiméthylaminobenzaldéhyde.....	5.0 g
Alcool isoamylique	75.0 ml
HCL 37%.....	25.0 ml

- **Réactif de Voges Proskauer (VP)** : pour la recherche de l'acétoine :

- **VP 1 :**

Hydroxyde de potassium.....	40 g
Eau distillée.....	100 ml

- **VP 2 :**

Alpha naphthol.....	6 g
Ethanol.....	100 ml

- **Rouge de Methyl :**

Rouge de Methyl.....	0.1 g
Alcool éthylique à 95%.....	300 ml
Eau distillée.....	500 ml

- **Réactif de Griess pour les nitrites :**

- **NIT 1 :**

Acide sulfanilique.....0.8 g
Acide acétique 5 N.....100 ml

- **NIT 2 :**

N-N-diméthyl- 1-naphtylamine.....0.6 g
Acide acétique 5 N..... 100 ml

- **Colorant :**

- **Violet de gentiane :**

Violet de gentiane.....1 g
Ethanol à 90%.....10 ml
Phénol..... 2 g
Eau distillée.....100 ml

- **Lugol :**

Iode.....1 g

Iodure de potassium..... 2 g
Eau distillée.....300 ml

- **Fushine :**

Fushine basique.....1 g
Alcool éthylique.....100 ml
Phénol..... 5 g
Eau distillée.....100 ml

Annexe VI :

- **Tableau 01 :** Indice NPP : combinaison de résultats positifs obtenus avec : 3 portion de 10ml, 3 portion de 1ml et 3 portion de 0.1ml. [21]

Nombre de tubes donnant une réponse positif (+)			Indice NPP
3 tubes de 10ml	3 tubes de 1ml	3 tubes de 0.1ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	2
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	29
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	1400

Tableau 02 : Lecture de la galerie miniaturisée API 20E [2].

tests	substrat	Caractère recherché	résultat	
			Négatif	Positif
ONPG	Ortho-nitro-phenyl-galactoside	Beta-galactosidase	incolore	Jaune
ADH	Arginine	Arginine dihydrolase	Jaune	Rouge/orangé
LDC	Lysine	Lysine décarboxylase	Jaune	Orangé
ODC	Ornithine	Ornithine décarboxylase	Jaune	Rouge/orangé
CIT	Citrate de sodium	Utilisation du citrate	Vert pâle/jaune	Bleu-vert/vert
H ₂ S	Thiosulfate de sodium	Production d'H ₂ S	Incolore/grisâtre	Dépôt noir/ fin liseré
URE	Urée	Uréase	jaune	Rouge/orangé
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase	TDA/Immédiate	
IND	Tryptophane	Production d'indole	jaune	Marron foncé
VP	Pyruvate de sodium	Production d'acétoïne	VP 1 + VP 2 / 10 mm	
GEL	Gélatine de Kohn	Gélatinase	incolore	Rosé-rouge
			Non diffusion	Diffusion du pigment noir
GLU	Glucose	Fermentation/oxydation	Bleu/bleu-vert	Jaune
MAN	Mannitol	Fermentation/oxydation	Bleu/bleu-vert	Jaune
INO	Inositol	Fermentation/oxydation	Bleu/bleu-vert	Jaune
SOR	Sorbitol	Fermentation/oxydation	Bleu/bleu-vert	Jaune
RHA	Rhamnose	Fermentation/oxydation	Bleu/bleu-vert	Jaune
SAC	Saccharose	Fermentation/oxydation	Bleu/bleu-vert	Jaune
MEL	Melibiose	Fermentation/oxydation	Bleu/bleu-vert	Jaune
AMY	Amygdaline	Fermentation/oxydation	Bleu/bleu-vert	Jaune
ARA	Arabinose	Fermentation/oxydation	Bleu/bleu-vert	Jaune
OX	Sur papier filtre	Cytochrome-oxydase	Ox / 5-10 mm	
			incolore	Anneau violet
NO ₃ -NO ₂	Tube GLU	Production de NO ₂ Réduction au stade N ₂	NIT 1 + NIT 2 / 2-3 mm	
			Jaune	Rouge
			Zn	
MOB	Microscope	Mobilité	Rouge	Jaune
MAC	Milieu de Mac Conkey	Culture sur	Immobilisé	Mobile
OF	Glucose	Fermentation : sous huile Oxydation : à l'aire	Absence	Présence
			Vert	Jaune
CAT		Possession d'une catalase	H ₂ O ₂ / 1-2 mm	
			Pas de bulles	Bulles

• Tableau 03 : Lecture de la galerie miniaturisée API Staph [2].

Tests	Substrat	Caractère recherché	Résultats	
			Négatif	Positif
0	Aucun	Témoin négatif	Rouge	-
GLU	D-glucose	Témoin positif	Rouge	Jaune
FRU	D-fructose	Acidification à partir du carbohydate		
MNE	D-mannose			
MAL	Maltose			
LAC	Lactose			
TRE	D-tréhalose			
MAN	D-mannitol			
XLT	Xylitol			
MEL	D-melibiose			
NIT	Nitrate de potassium	Réduction des nitrates en nitrites	NIT 1 + NIT 2 / 10 mn	
			Incolore/ rose	Rouge
PAL	β -naphtyl ac.phosphate	Phosphatase alcaline	ZYM A + ZYM B / 10 mn	
			Jaune	Violet
VP	Pyruvate de sodium	Production d'acétyl Méthyl-carbonyl	VP 1 + VP 2 / 10 mn	
			Incolore/rose	Violet / rose
RAF	Raffinose	Acidification à partir du carbohydate	Rouge	Jaune
XYL	Xylose			
SAC	Saccharose			
MDG	α -méthyl-D- glucosamine			
NAG	N-acétyl- glucosamine			
ADH	Arginine	Arginine dihydrolase	Jaune	Orange/rouge
URE	Urée	Uréase	Jaune	Rouge/violet