

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHESCIENTIFIQUE
جامعة المجد بوقرة- بومرداس-
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA - BOUMERDES -



Faculté de science

Département de biologie

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de MASTER II

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie .

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie microbienne .

Thème :

**Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des
eaux de consommation de la région zarzaitine in-amenas pour les
années 2018 , 2021 et 2022**

Réalisé par :

YAHOUI katia & BOUAZIZ maroua

Soutenu le 18/07/2023 devant le jury composé de :

Président : Mr HALET farid

MCB UMBB

Examineur : Mr HARITI m'hamed

MCB UMBB

Promoteur : Mr BACHARI nour el islam

Professeur USTHB

Promotion 2022/ 2023



Remerciement

nous remercions le DIEU,

*tout puissant, qui nous a éclairé le bon chemin et
qui nous a aidé à réaliser ce modeste travail dans
les meilleures conditions ainsi que toutes personnes qui,
ont contribué au bon déroulement de ce travail.*

*Nous tenons à remercier particulièrement
notre promoteur Monsieur BACHARI Nour El islam
qui nous a aidés avec patience et rigueur*

nous tenons aussi à remercier les membres de jury

Examinateur : Mr hariti et Président : Mr Halet .

En fin, nous adressons nos plus sincères remerciements

A tous nos proches plus particulièrement nos

Parents , nos frères et nos amis qui nous ont

toujours soutenu et encouragé au cours

de la réalisation de ce travail



CLASS OF
2023

Dédicaces

On dédie ce modeste travail qui est le fruit de plusieurs Années d'étude à : Nos chères parents qui nous ont soutenue tout au long de nos études. Un simple merci nous paraît petit à coté de leurs sacrifices et leurs tendresses.

Katía & Maroua



Liste des abréviations :

CT : Coliformes totaux.

E. coli: Escherichia coli.

NTU : Unité de Turbidimètre Néphélométrie.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

TA : Titre Alcalimétrique.

TH: Titre Hydrométrique.

NPP : Nombre Plus Probable.

.

Liste des figures :

N°		page
01	carte de la région d'In Amenas.	13
02	Champs pétroliers de la région d'IN amenas	14
03	titrateur potentiométrique.	19
04	flame photomètres.	20
05	spectrophotomètre DR 1900 .	21
06	appareil ICPMS .	23
07	variation des cations et anions de l'eau dans les 6 prélèvements pour 2018	32
08	variation des métaux lourds de l'eau dans les 6 prélèvements pour 2018	32
09	variation des cations et anions de l'eau dans les 6 prélèvements pour 2021	33
10	variation des métaux lourds de l'eau dans les 6 prélèvements pour 2021	33
11	Variations des prélèvements pour 2022cations et anions dans les 6	34
12	Variations des métaux lourds dans les 6 prélèvements pour 2022	34
13	variation du pH des 6 prélèvements des trois années	35
14	Variation du titre alcalimétrique des 6 prélèvementspour les trois années	36
15	variation du titre hydrotimétrique des 6	37

	prélèvements pour les trois années	
16	schéma représentant classement des valeurs des cations et anions et les métaux lourds des points de prélèvements en 2018 .	38
17	schéma représentant classement des valeurs des cations et anions et les métaux lourds des points de prélèvements en 2021.	38
18	schéma représentant classement des valeurs des cations et anions et les métaux lourds des points de prélèvements en 2022.	39

Liste des tableaux :

N°		page
01	de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations selon le décret exécutif n° 11-219 du 10 Rajab 1432 correspondant au 12 juin 2011.	4
02	Normes OMS des paramètres bactériologiques pour l'eau potable (OMS, 2003).	6
03	Les maladies à transmission hydrique.	7

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Sommaire

Introduction générale 1

Chapitre I Généralité sur l'eau

I. LES PROPRIETES DE L'EAU : 3

II. DEFINITION DE L'EAU POTABLE 4

II.1 NORMES D'EAU POTABLE 4

II.2 TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES 6

II.3 POLLUTION DES EAUX 6

II.4 LES MALADIES A TRANSMISSION HYDRIQUE 7

Chapitre II Matériels et méthodes

II.1 La description de la zone d'étude champ zarzaitine: 12

II.2.1 Echantillonnage 15

A. Prélèvement d'échantillons d'eau : 15

II.2.2 ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES 17

LES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES 17

ELEMENTS MAJEURS 18

PARAMETRES INDESIRABLES ET TOXIQUES 22

II.2.3 <i>Analyses bactériologiques :</i>	25
---	----

Chapitre III : Résultats et discussion

I.Résultats physico-chimique des eaux de consommation	32
INTERPRETATION	38
CONTROLE DE LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE CONSOMMATION DE LA REGION ZARZAITINE IN-AMENAS	40
INTERPRETATION	43
CONCLUSION	45
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	66
ANNEXES	68
Résumé	

Introduction générale

Introduction générale

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. La molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous le symbole H₂O. En tant que liquide, elle est considérée comme un solvant universel (GERARD, 1999) .

La pollution de l'eau est due aux activités anthropiques, qui est à l'origine de nombreuses maladies infectieuses (Choléra, hépatite A...) dites maladies à transmission hydrique (GERARD, 1999) . Selon l'OMS (2005), 1,8 million de personnes meurent chaque année de maladies diarrhéiques (dont le choléra), dont 90 % sont des enfants de moins de cinq ans, principalement dans les pays en développement ; 88 % des maladies diarrhéiques sont causées par la mauvaise qualité de l'eau, Causé par des installations sanitaires inadéquates et un mauvais assainissement.

Le contrôle de la qualité de l'eau joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humain et même de toucher à la santé de toute une population.

La problématique de notre travail se pose une question cruciale :

Est-ce que les paramètres physicochimique et bactériologique de l'eau de consommation de la région zarzaitine in-amenas sont comprises dans les intervalles des normes algériennes et des normes de l'OMS retenues pour l'eau ?

Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits utilisées comme eau de boisson au niveau de la région zarzaitine in-amenas durant plusieurs années .

Pour mener à terme cette étude nous avons structuré notre travail en deux parties:

- Premier chapitre , nous présentons les généralités sur l'eau et leurs caractéristiques selon l'OMS et les normes Algériennes ainsi que le problème de la pollution des eaux et les maladies hydriques

- Deuxième chapitre, est consacré à la méthodologie expérimentale adoptée qui englobe la présentation de la zone d'étude , échantillonnage , analyse bactériologique et physicochimique .
- Troisième chapitre : nous traitons les résultats obtenus ainsi que leurs interprétations, et enfin nous terminons par une conclusion avec quelques perspectives .

Chapitre I :
Généralité sur l'eau

I. Les propriétés de l'eau :

L'eau possède de nombreuses propriétés physiques et chimiques qui en font une substance unique :

✦ Les propriétés physiques de l'eau

L'eau est un liquide incolore, insipide et inodore à température ambiante. Elle est également un excellent solvant pour de nombreux composés, y compris les sels ioniques et les acides. Elle possède également une capacité thermique élevée, ce qui signifie qu'elle peut absorber et libérer de grandes quantités de chaleur avec peu de changement de température. Cela aide à maintenir des températures stables dans les environnements aquatiques.

✦ Les propriétés chimiques de l'eau

L'eau est un composé neutre avec un pH de 7. Cependant, elle peut réagir avec des substances acides ou basiques pour former des ions H^+ et OH^- .

L'eau est également impliquée dans de nombreuses réactions chimiques, y compris l'hydrolyse et la déshydratation. Ces réactions sont importantes pour la digestion des aliments et la synthèse de biomolécules.

✦ Les propriétés biologiques de l'eau

Elle est utilisée pour transporter des nutriments et des déchets dans les organismes vivants, réguler la température corporelle et lubrifier les articulations.

✦ Propriétés bactériologiques de l'eau :

La présence des gaz, de matières organiques et de minéraux dans l'eau offre un environnement favorable à la reproduction et la croissance de divers microorganismes, virus, champignons et bactéries, certains sont responsables de graves maladies tandis que d'autres sont indispensables pour l'organisme humain.

L'eau est également un habitat vital pour de nombreuses espèces, y compris les poissons, les plantes aquatiques et les micro-organismes. La qualité de l'eau est donc cruciale pour la santé des écosystèmes aquatique

II. Définition de l'eau potable

L'eau potable est une eau qui doit être exempte de microorganismes pathogènes et de substances toxiques en vue de la préserver, contenir une certaine quantité de sels minéraux et de microorganismes saprophytes. Elle doit par ailleurs être limpide, incolore et ne présente aucun goût ni odeur désagréable (O.M.S, 1986) .

Leurs caractéristiques physiques, chimiques et bactériologiques doivent être conformes à des normes de potabilité.

II.1 Normes d'eau potable :

Tableau 1 : de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations selon le décret exécutif n° 11-219 du 10 Rajab 1432 correspondant au 12 juin 2011.

Groupe de paramètre	Paramètres	Unités	Valeur maximale	
			Eaux superficielles	Eaux souterraines
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Echelle Pt	200	20
	Odeur (taux dilution à 25°)	-	20	3
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Chlorures	mg/l Ci	600	500
	Concentration en ions hydrogène (pH)	Unité pH	≥ 6,5 et ≤9	≥ 6,5 et ≤9
	Conductivité	μS/cm à 20°C	2800	2800
	Demande biochimique en oxygène (DBO 5)	mg/l O2	7	< 3
	Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l O2	30	-
	Matières en suspension	mg/l	25	25
	Sulfates	mg/l SO4	400	400

	Taux de saturation en oxygène dissous	% O ₂	30	>70
	Température	°C	25	25
Paramètres chimiques	Ammonium	mg/l	400	0.5
	Baryum	mg/l	1	0.7
	Bore	mg/l	1	1
	Fer dissous	mg/l	1	0.3
	Fluor	mg/l	2	1.5
	Manganèse	mg/l	1	0.05
	Nitrates	mg/l NO ₃	50	50
	Phosphore	mg/l	10	5
	Arsenic	µg/l	100	10
	Cadmium	µg/l	5	5
	Chrome total	µg/l	100	50
	Cuivre	mg/l	2	0.05
	Cyanure	µg/l	100	50
	Mercure	µg/l	50	10
	Plomb	µg/l	50	10
	Sélénium	µg/l	50	10
	Zinc	mg/l	5	5
	Hydrocarbures polycycliques Aromatiques	µg/l	1	0.2
	Hydrocarbures dissous	µg/l	1000	10
	Phénols	µg/l	2	0.5
Agents de surface	mg/l	0.5	0.2	

Tableau 2. Normes OMS des paramètres bactériologiques pour l'eau potable (OMS, 2003).

Variable	Concentration maximale admissible (eau désinfectée)
Coliformes totaux / 100 ml	0
Coliformes fécaux / 100ml	0
Streptocoques fécaux / 100 ml	0

II.2 Traitement des eaux souterraines :

La moitié des eaux souterraines que nous consommons n'a besoin d'aucun traitement mais certaines d'entre elles présentent toutefois, naturellement, des teneurs excessives en certains éléments (fer, manganèse, turbidité).

D'autres dépourvues de protection naturelle, sont soumises à des pollutions ponctuelles (souvent accidentelles), diffuses (nitrates et produits phytosanitaires) ou microbiologiques (liées à certains aquifères sensibles tels que les milieux fissurés karstiques ou à des contaminations de proximité au niveau des installations de captage) et donc doivent subir un traitement spécifique avant mise en distribution (AYAD, 2016) .

II.3 Pollution des eaux :

La pollution des eaux souterraines est le risque permanent de l'élimination de la ressource en eau dans un proche avenir (Castany, 1982). La pollution des eaux souterraines entraîne le risque permanent de limitation de cette ressource dans le proche avenir. Elle peut être observée au niveau des nappes ou des sources d'eaux par l'infiltration d'eaux usées. (Hélène, 2000).

✚ Principaux polluants de l'eau :

- ✚ **La pollution chimique** se traduit par un déversement des substances chimiques dans le milieu naturel Par les différentes activités de production et de fabrication , généré principalement par le secteur industriel et le secteur agricole (khelfane et kebaili, 2014).

- ✦ **Pollution physique** On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution nucléaire (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires) (**Merouani et Bouguedah, 2013**) .

- ✦ **Pollution microbiologique** La pollution microbiologique peut être de nature virale, parasitaire ou bactérienne. Ils entraînent un déficit en oxygène dissous et une apparition des odeurs désagréables. Les polluants bactériologiques et viraux sont les plus dangereux, ils provoquent des maladies mortelles comme la typhoïde et le cholera (**RAMADE, 1998 et 2005**). (annexe 5)

II.4 Les maladies à transmission hydrique :

- **Tableau 3** : Les maladies à transmission hydrique:

La maladie	L'organisme	Mode de transmission	Symptômes	Données épidémiologiques mondiales
Choléra	Vibrion Choléra	Transmis par les eaux contaminées Et certains aliment.	-Diarrhée profuse -Vomissements -douleurs épigastriques	384000 cas par an
Compylobacteriose	Compylobacter jejuni C	Les eaux contaminées (usées)	-Infection asymptomatique -fièvre	A l'origine de 5 a14% des
	E . Coli		-crampes -diarrhée	diarrhées dans le monde

Fièvre typhoïde et paratyphoïde paratyphoïde	Salmonella typhi et paratyphi A et B,C	-Par les matières fécales présente dans les eaux usées -mains sales et aliments contaminée	Fièvre accompagnée d'un abattement extrême typhose -hémorragies intestinale -collapsus Cardiovasculaire	17 millions de cas par an
--	--	--	--	------------------------------

II.5 Les indicateurs de contamination fécale

✚ Coliformes totaux

Ce groupe d'indicateur a ce pendant été employé pour évaluer la présence de contamination fécale .Ceci est du à trois raisons principales:

les coliformes totaux sont facilement isolables des fèces humaines et de l'eau contaminée par la matière fécale et la plupart sont des *E.coli*

Ce groupe de bactéries est aujourd'hui défini par l'OMS comme étant des bâtonnets à Gram négatif, positifs pour la catalase et négatifs pour l'oxydase, capable de croître en présence de sels biliaries et de fermenter le lactose à 35-37°C en produisant de l'acide, du gaz et de l'aldéhyde en 24-48heures . Aussi compris dans ce groupe sont les bactéries de la famille des Enterobacteriaceae qui Sont positifs pour la β -galactosidase.

Plusieurs coliformes, telles que celles appartenant aux genres *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Kluyvera*, *Morganella* et *Proteus*, sont non pathogènes pour la grande majorité et font partie de la flore normale du Tractus gastrointestinal, alors que d'autres sont des pathogènes opportunistes, telles les espèces du genre *Salmonella*, *Shigella*, l'espèce *Yersinia pestis*, ainsi que les sérotypes entérotoxigènes, entéroinvasifs et entéropathogènes de type 0157:H7 d'*E.coli* .

les coliformes thermotolérants, *E. coli* et les entérocoques sont des indicateurs de contamination fécale plus valides que les coliformes totaux .

✚ Coliformes thermotolérants

Les bactéries formant ce sous-groupe des coliformes totaux se distinguent de ces dernières Par leur capacité à fermenter le lactose et à produire du gaz et de l'acide à des températures de $44.5 \pm 0.2^\circ\text{C}$ en 24 ± 2 heures. On croyait d'abord que les bactéries ayant la capacité de croître à des températures élevées étaient nécessairement d'origine fécale. Les CT forment le groupe de microorganismes le plus communément utilisé en tant qu'indicateur de contamination fécale et ce malgré que certains de ses membres soient parfois retrouvés dans l'environnement. *Escherichia coli* représente 94% des CT alors que les autres espèces, telles les *Klebsiella*, *Enterobacter* et *Citrobacter* ne représentent que 3.2 à 7.4% (OMS, 2004). *E. coli* se distinguent des Autres CT par sa capacité à produire de

l'indole . Cette espèce bactérienne est considérée comme le meilleur indicateur de contamination fécale .

Escherichia coli est rarement présent en absence de contamination fécale .

Les entérocoques intestinaux

Les bactéries regroupées sous l'appellation générale des «Streptocoques fécaux» sont des Coques à Gram-positif et sont négatifs pour la catalase. De plus, ils hydrolysent l'esculine, ne sont pas inhibés par les sels biliaires et tolèrent les environnements au pH basique. Ils sont anaérobies facultatifs et croissent seuls, en paires ou en chaînettes. Ils appartiennent aux genres *Enterococcus* et *Streptococcus* . Les entérocoques de la flore intestinale peuvent être discriminés des streptocoques Fécaux par leur capacité à croître à 10°C et à 45°C, à pH 9.6 et dans un milieu contenant 6,5% NaCl.

Quoique certaines études démontrent la présence des entérocoques intestinaux dans le sol et Dans l'eau en absence de contamination fécale. Les entérocoques intestinaux sont ce pendant retrouvés en plus faible quantité dans la matière fécale que les *E. coli* , les entérocoques intestinaux réside dans leur capacité de survie dans l'eau, leur résistance à la dessiccation, au pH élevé, à la chloration et au traitement de l'eau en aérobie comparativement aux *E. coli*. Selon l'OMS, ils servent à compléter la détection des *E. coli*.

Clostridium perfringens :

Espèce la plus spécifique parmi les Clostridium sulfitoréducteurs, est un germe ubiquiste, elle peut être isolée des eaux superficielles, des vases, des boues, elle est pathogène pour l'homme et les animaux

Il contamine fréquemment certains aliments (viande, lait, fruits, légumes)

Il se multiplie lentement autour de + 14°C ; sa croissance est rapide à + 41°C.

Sa présence dans l'eau signe d'une contamination fécale

Chapitre II :
Matériels et méthodes

II.1 La description de la zone d'étude champ zarzaitine:

Le gisement de ZARZAITINE a été découvert en Novembre 1957 avec le forage du puits 1 dans le dôme de gaz. L'huile a été mise en évidence avec le forage du puits 2 en janvier 1958. Le champ a produit principalement à partir du réservoir dévonien F4 (réservoir principal), il a produit également à partir des réservoirs secondaires d'âge dévonien supérieur (F2) et Carbonifère (A, B2, B4, B6, B8 et D4). Le réservoir (F4) a été mis en production en 1960 et l'injection d'eau a été entamée depuis 1965. La productivité de ce réservoir a atteint sa valeur maximale en 1962 avec une production d'huile de 8,975. Millions m³ soit un taux de récupération de 2.64%.

Par ailleurs, les réservoirs secondaires sont mis successivement en production de 1963 à 1965 en suivant le même mode de développement (en déplétion nature). Durant cette période, plusieurs puits ont été fermés suite à leurs GOR élevés qui atteignent 700 (m³/m³).

Un déclin notable de la production d'huile est apparu durant la période allant de 1962 jusqu'à 1985. A partir de 1985, le champ a continué de produire avec un débit stable de 4500 à 5000 m³/j jusqu'à l'année 2003.

Dans le but d'augmenter le taux de récupération dudit champ, et suite à l'appel d'offre international lancé par SONATRACH en 2001, un contrat a été conclu entre SONATRACH le 14 octobre 2002.

Ce contrat a pour but d'augmenter le taux de récupération des réserves de pétrole brut en place du gisement de Zarzaitine.

II. 1.1 La situation géographique :

In-amenas est situé à 1650 km au sud-est d'Alger à une altitude moyenne de 500 m au dessus de niveau de la mer. Le champ pétrolifère de ZARZAITINE est l'un des 3 gisements de pétrole brut à In Amenas. Ce champ est situé dans le bassin de sédimentation d'ILIZI entre les 9°.42 et 9°.52 degrés de longitude et entre les 28°.01 et 28°.10 degrés de latitude nord. Ce champ de pétrolifère est exploité conjointement par SONATRACH . Ce champ de pétrole a été construit par la France en 1962. Son réservoir est environ 14 km de longueur et 7 km de largeur et la profondeur moyenne des puits est environ 1400 m. Un centre de traitement de gaz naturel a été ajouté par les japonais dans les années 1980. Environ 66 puits en production. Le champ existant se compose des emplacements de puits, conduites d'écoulement,

tuyauteries, collecteurs de pétrole brut, un centre de traitement et de stockage de brut et un centre de traitement de gaz naturel et un centre d'injection d'eau. Le taux de production actuel de pétrole est de 79000 barils de brut par jour.

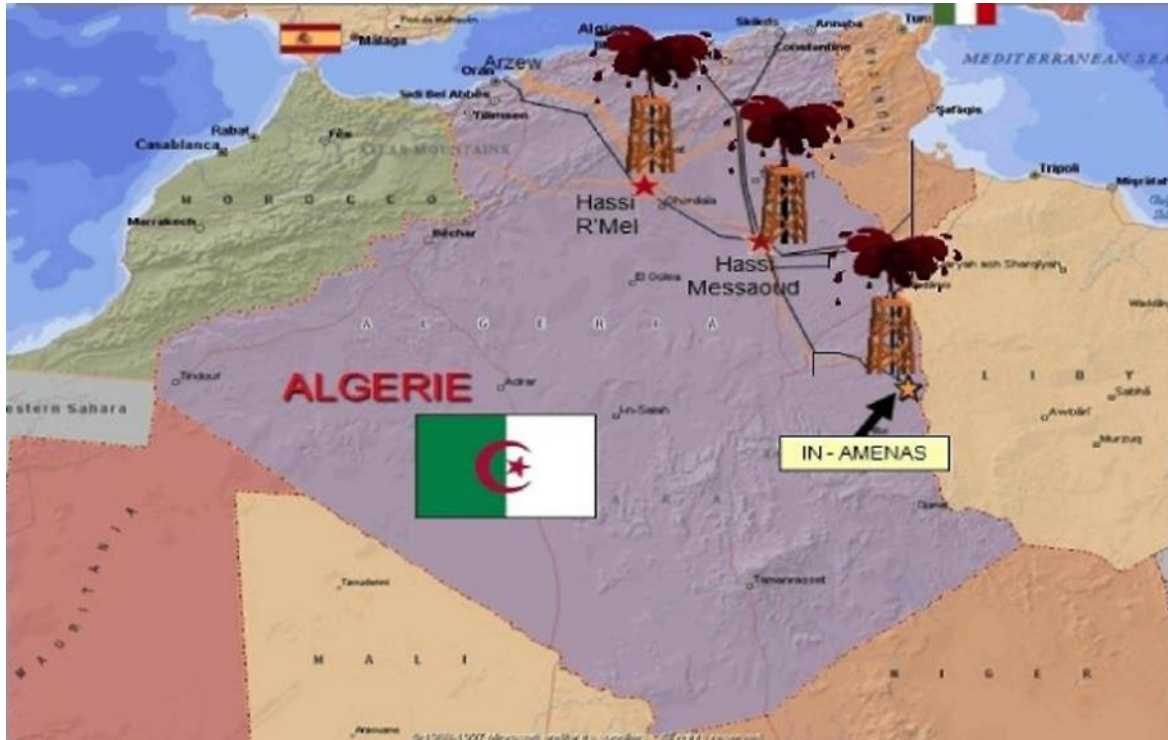


Figure 1 : Carte de la région d'In Amenas.

Géographiquement, la région d'In-Amenas est limitée au Nord selon l'axe (d'Est en Ouest) par OuanTaradjeli, Taouratine, Irlalène, West-Ihansatene et Tihigaline. Au Sud (d'Est en Ouest) par Amenaned, InTeria, Tin-Mezoratine, Assekaifaf, Tihigaline et Couloir. A l'Est par la frontière Algéro-libyenne et à l'Ouest par l'Erg ISSAOUANE. La région dont le siège est à In-Amenas, a été scindée en plusieurs secteurs d'exploitation : secteur Nord, secteur Est et secteur Ouest. Ces secteurs sont eux-mêmes composés de gisements énumérés ci-après par ordre d'importance Secteur Nord :

ZARZAITINE + ZARZAITINE NORD EST (ZRNE) + NORD IN AMENAS
ZARZAITINE+ sont situés à 30 km à l'Est d'In-Amenas près de la frontière Algéro-Libyenne

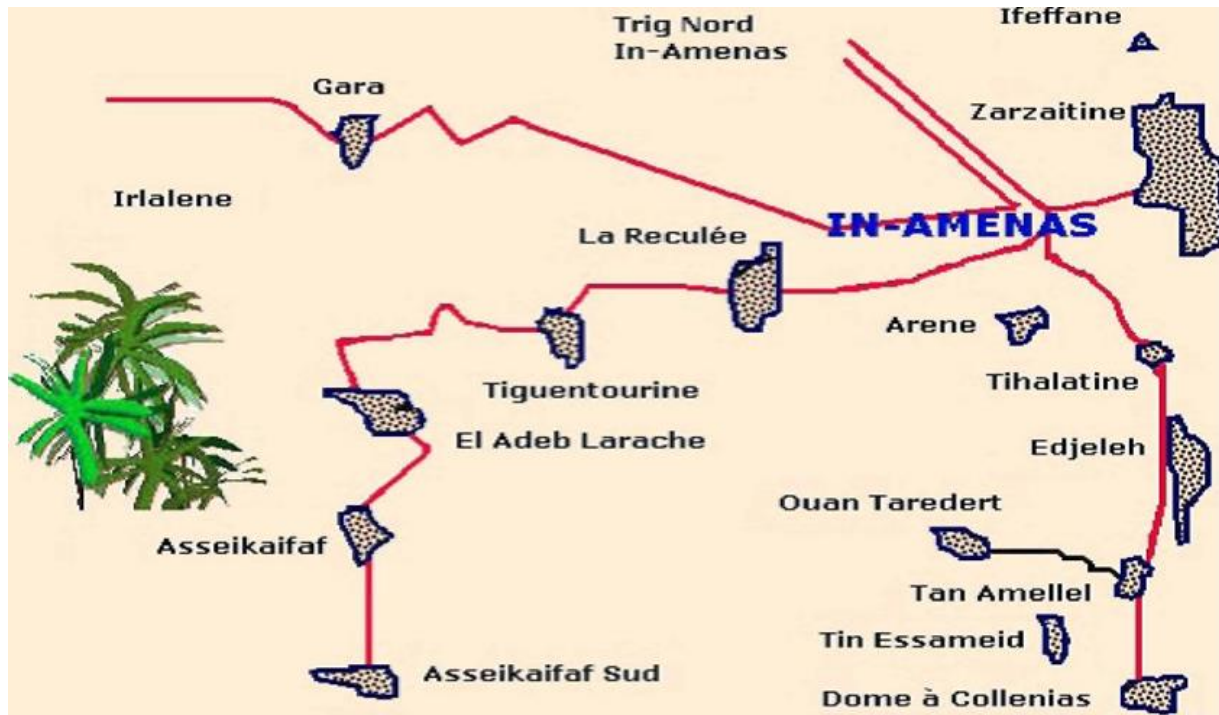


Figure 2 : Champs pétroliers de la région d'IN amenas.

- **Propriété de brut de zarzaitine:**

- Densité :0.81 g / cm³ (43° API).
- Viscosité :0.515 Cp.
- Taux de pression :16.76 (kg/Cm⁻²)
- La teneur en cire :1.9%
- Point de congélation : - 18 CO
- Pression de vapeur :75 kpa
- Teneur finale en eau :0.5 %

- **Caractéristiques du gisement :**

Pour mieux savoir ce champ, nous prenons des informations sur le gisement de Zarzaitine:

- Dimensions du gisement : 14 Km de longueur sur 7 Km de largeur.
- Horizons producteurs : Principal : Dévonien F4 ; secondaires : Dévonien F2, carbonifère
- Réserves totales d'huile en place (carbonifères et Dévoniens) : 366,07 106 m³
- Réserves récupérables : 233, 361 106m³
- Nombre de puits producteurs d'huile : 98 puits.

II.2.1 *Echantillonnage*

A. Prélèvement d'échantillons d'eau :

L'eau est peut-être le principal élément à prélever dans une usine alimentaire, puisqu'elle est utilisée pour le nettoyage, qui est l'un des fondamentaux agents de diminution de la contamination bactérienne.

Pour prélever des échantillons d'eau en vue d'un examen microbiologique, procéder comme suit:

- Utiliser des bouteilles stériles fournies par le laboratoire. Si l'eau est chlorée, il faut équilibrer le chlore. Dans ce cas, le laboratoire verse dans les bouteilles, avant la stérilisation, une quantité de thiosulfate de sodium correspondant à 100mg/l d'échantillon. Lorsque l'échantillon est pour chercher des micro-organismes (bactéries) pendant le transport de l'échantillon jusqu'au laboratoire, de sorte que la charge microbiologique, au moment de l'examen, est la même qu'au moment du prélèvement. - Inspecter soigneusement l'extérieur du robinet au quel l'échantillon va être prélevé. Si le robinet perd par la poignée, prélever si possible l'échantillon à un autre robinet; si non, signaler la fuite au laboratoire.

-Nettoyer et sécher l'extérieur du robinet. Il n'est pas nécessaire de le flamber.

-Laisser couler l'eau du robinet grand ouvert pendant au moins 30 secondes avant de prélever l'échantillon, ou pendant deux ou trois minutes, selon la longueur de la conduite d'eau. -Refermer partiellement le robinet pour pouvoir prélever l'échantillon sans éclaboussures. Ouvrir avec précaution la bouteille pour éviter la contamination, comme pour tout autre prélèvement aseptique, en veillant à ce que rien d'autre que l'eau ne touche l'intérieur de la bouteille ou l'intérieur du bouchon. Ne pas rincer la bouteille.

-Remplir soigneusement la bouteille sans éclaboussures et prendre soin que l'eau passée sur les mains de l'échantillonner ou sur des objets.

Extérieurs ne pénètre pas dans la bouteille. Ne remplir la bouteille qu'aux trois quarts. -Sauf indications contraires, le volume minimal nécessaire pour un examen microbiologique est de 100ml.

-Remettre ou envoyer l'échantillon rapidement au laboratoire. Si l'échantillon n'est pas analysé dans les 24 heures qui suivent le prélèvement, les résultats risquent d'être faussés. Transporter l'échantillon dans une caisse isotherme à température de réfrigération. Il peut aussi être nécessaire de prélever des échantillons d'eau dans des réservoirs ouverts et des cuves. Il faut veiller à ne pas contaminer les réservoirs et le récipient qui va recevoir l'échantillon. Frotter l'intérieur et l'extérieur d'un récipient gradué en acier inoxydable à l'aide d'un-gros tampon de coton imprégné d'éthanol à 95 pour cent ou d'isopropanol à 70 pour cent. Chauffer ce récipient à la flamme pour enflammer l'alcool et laisser celui-ci flamber complètement. Refroidir le récipient d'acier en le plongeant dans l'eau à échantillonner et en le vidant deux fois. Prélever l'échantillon d'eau puis verser immédiatement dans un récipient stérile

B. Transport et conservation au laboratoire

La quantité originale en germes des eaux, risque d'avoir des modifications dans le flacon, après le prélèvement. C'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible. La durée du transport ne dépasse pas 01 heure, et la température extérieures et inférieure ou égale à 10 °C. Même dans les conditions convenables, l'analyse bactériologique doit débiter dans un délai maximal de 06 heures, après la prise de l'échantillon (**Rodier *et al.*, 1996**).

➤ POINTS DE PRELEVEMENT:

- Point 1 (puits 1) .
- Point 2 (puits 2).
- Point 3 (puits3).
- Point 4 (Entrée unité de traitement) .
- Point 5 (sortie de station ligne 1) .
- Point 6 (sortie de station ligne 2) .

II.2. 2 Analyses physicochimiques :

Les paramètres physicochimiques mesurés :

- **Paramètres physiques :**

a. Le pH : le pH correspond pour une solution diluée, à la concentration d'ions d'hydrogène. Il mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau .

➤ La mesure du pH se fait avec un appareil appelé pH mètre.

L'eau à analyser est versée dans le bécher puis introduire les électrodes dans l'eau, la lecture se fait directement. Pour procéder à l'analyse de l'échantillon il faut laver les électrodes et le bécher par l'eau distiller puis les sécher avec le papier absorbant. Les résultats sont exprimés en unité du pH.

b. Température : C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. (**HAMED. M et al, 2012**).

- **Mesure de la température :**

La mesure de la température se fait à l'aide d'une sonde de température qui est connectée au pH mètre (**même méthode utilisée pour mesuré le pH**).

- **Paramètres chimiques :**

a. Dureté ou titre hydrométrique (TH) : La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques, à l'exception de ceux des métaux alcalins (Na^+ , K^+), dans la plupart des cas, la dureté est surtout due aux ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} (Ions alcalino-terreux). Un

degré hydrotimétrique ($^{\circ}\text{TH}$) correspond à une concentration en ions Ca^{2+} ou Mg^{2+} . Un degré hydrotimétrique correspond aussi à un degré français (1°F) (**A. Dupont 1981**)

- b. Titre Alcalimétrique TA** Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes « OH^- ». (**Berne et Cordonnier, 1991**)
- déterminé par complexométrie.

Eléments majeurs :

1. Cations :

- a) Calcium (Ca^{2+})** Le calcium est un métal alcalino- terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Il est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa présence en grande quantité peut être due à la dissolution du gypse. Le calcium est le composant majeur de la dureté de l'eau. Cependant, une eau chargée en sels de calcium est dite « dure » et une pauvre en cet élément est dite « douce » (**Potelon et Zysman., 1998**).

- **Dosage de calcium (Ca^{++})** : Dosage du calcium par complexométrie : Norme ISO 6058-1984 (E).

Il consiste à la complexation des ions Ca^{++} par l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) en présence d'un indicateur coloré.

- b) Magnésium** Le magnésium peut avoir d'une part une origine provenant de la dissolution des roches dolomitiques, magnésites, basaltes et argiles et d'autre part une origine industrielle. Son abondance géologique et sa grande solubilité font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes allant de quelques milligrammes à quelques centaines de milligrammes par litre. A partir d'une concentration supérieure à 100 mg/l, le magnésium donne à l'eau un goût désagréable (**HOUMEL, 2017**)

- **Dosage magnésium (Mg^{++})** : Dosage du magnésium par complexométrie : Norme (ISO 6059-1984).

Il consiste à la complexation de la somme calcium - magnésium à pH = 10 et en présence d'un indicateur coloré.



Figure 3 : titrateur potentiométrique .

- c) **Sodium (Na⁺)** Le sodium est un élément alcalin que l'on trouve dans des sels sous forme d'ion Na⁺, c'est un élément constituant de l'eau, mais sa teneur peut y varier considérablement, d'une façon générale. Il est très soluble dans l'eau et se trouve à des concentrations plutôt faibles dans les eaux brutes. Il affecte la qualité organoleptique de l'eau lorsque la teneur dépasse 200mg/l (Si Abderrahmane, 2016).
- d) **Potassium** Le potassium est principalement présent dans les roches ignées et dans les argiles. (CHERY, 2006). Il joue un rôle important dans le système hydrique de l'homme. (OMS, 2004)

Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme

La photométrie de la flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino - terreux .Les éléments à analyser (sodium, potassium lithium, calcium etc. ...) sont généralement sous forme de sels.

- L'analyse se fait en partant de leurs solutions.



Figure 4 : flume photomètres .

2) Les anions :

a) **Nitrites (NO_2^-)** Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés, ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et le nitrate, ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une bactérie dénitrifiant. Leur présence dans l'eau est généralement rare et en faible quantités (**Potelon et Zysman, 1998 ; Rejsek, 2002**).

- **Dosage des nitrites par spectrophotomètre DR 1900 :**

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque, après copulation avec NED donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.



Figure 5 : spectrophotomètre DR 1900 .

- b) Nitrates** Les nitrates sont présents dans l'eau suite au lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques, et des engrais de synthèse ou naturels. Les nitrates proviennent également de l'oxydation de l'ammoniaque . (SAMAKE, 2002).
- c) Les sulfates (SO_4^{2-})** Ils proviennent des argiles, des marnes, des matières d'origine animale (matières fécales) et des détergents. Leur présence dans l'eau naturelle résulte également de la solubilité des sulfates de calcium (gypse) et de l'oxydation des sulfures dans les roches. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l (Ghazali et Zaid., 2013).
- **Dosage des sulfates (SO_4^{2-})** : Dosage des sulfates par gravimétrie
- La méthode consiste en la précipitation des ions sulfates, sous forme de sulfate de baryum et la pesée du précipité obtenu.
- d) Bicarbonates** Les bicarbonates proviennent de la dissolution des carbonates de calcium et de magnésium. Ils sont responsables de la dureté temporaire de l'eau. En trop grande quantité, ils peuvent donner un goût amer et acide à l'eau (Saidi, 2014).

- **Dosage de carbonate (CO_3^{2-}) et bicarbonate (HCO_3^-)** : La détermination de l'alcalinité (Carbonates et bicarbonates) :

La méthode consiste à la détermination du volume d'acide nécessaire pour ajuster le pH de l'eau à analyser à 8.3 puis à 4.3.

- e) **Chlorure** Les teneurs en chlorures (Cl^-) des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi, les eaux courantes non polluées ont souvent une teneur en chlorures. Dans l'eau, les chlorures n'ont ni odeur, ni couleur, mais peuvent procurer un goût salé (**H. OUAHRANI 2012**).

- **Dosage des chlorures (Cl^-)** : Dosage des chlorures par volumétrie : Norme: (NF ISO9297-2000).

Il consiste à doser les chlorures combinés à l'état de chlorure d'argent (AgCl) par le nitrate d'argent (AgNO_3) et en présence d'un indicateur coloré : le chromate de potassium.

Paramètres indésirables et toxiques :

- **Fer et manganèse** Ces deux éléments existent dans la plupart des eaux et sont généralement liés ; ils entraînent des conséquences similaires : formation de dépôts, goûts désagréables et prolifération bactérienne. Bien que nécessaire à la nutrition humaine, le fer et le manganèse ne doivent pas dépasser certaines teneurs.
- **Dosage fer (Fe^{++})** : Dosage du fer total par complexométrie : (Comité des techniciens 1989).
- **Métaux lourds** Certains éléments sont rarement présents dans les eaux à l'état naturel mais sont apportés par les divers rejets. La dose dangereuse est difficile à fixer car la toxicité de ces éléments est surtout d'origine cumulative. Les principaux d'entre eux sont : argent, cadmium, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc ...etc. (**Ransom B et all 1998**).
- Ils sont déterminés par l'appareil **ICPMS**.



Figure 6 : appareil ICPMS .

Tableau : les paramètres physicochimiques mesurés

Année / paramètre mesuré	Pt1	Pt2	Pt3	Pt4	Pt5	Pt6
2018	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . TH . TA	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . TH . TA	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ Cr . cd .pb . Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . .Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Mn . TH . TA	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ Cr . cd .pb . Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ TH . TA	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb . Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Mn TH . TA	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ Cr . cd . pb . Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Mn TH . TA
2021	PH . T° .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH . TH . TA	PH . T° .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ . Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH TH . TA	PH . T° .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH . TH . TA	PH . T° .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH TH . TA	PH . T° .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH TH . TA	PH . T° .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ . Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb . Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH TH . TA
2022	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH TH . TA	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH TH . TA	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH TH . TA	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH TH . TA	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ .Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb .Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH TH . TA	PH .Ca ⁺⁺ .mg ⁺⁺ . K ⁺ .Na ⁺ . Cl ⁻ .CO ₃ ⁻ .HCO ₃ ⁻ . SO ₄ ⁻ . Cr . cd . pb . Ni No ₃ ⁻ . NO ₂ ⁻ . Cu .Fe .PO ₄ ³⁻ . Zn . NH ₄ OH TH . TA

II.2.3 Analyses bactériologiques :

L'analyse bactériologique a pour but la recherche et le dénombrement des germes existant dans les échantillons d'eau à analyser.

Il faut déclarer qu'un examen bactériologique ne peut être interpréter que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (**Rodier et al., 2005**).

En raison de la variété des espèces bactériennes, virales et parasitaire, des germes test vont être analysés qui désigneront l'aspect microbiologique de ces eaux. Une analyse complète de l'eau brute a été effectuée en se basant sur la recherche et le dénombrement des paramètres suivants:

- Coliformes totaux et fécaux ;
- Streptocoques fécaux ;
- Clostridium sulfito-réducteurs.

La méthode du nombre le plus probable (NPP) :

Selon **McCrary** Cette méthode Spécifiait qu'il ne devait pas y avoir plus d'une portion de 10 ml sur cinq d'échantillon d'eau contaminée par une ou des bactéries du groupe *E. coli* lors de la procédure de fermentation en tubes multiples. Cette méthode est désignée aujourd'hui comme la Méthode du nombre le plus probable (NPP; Most Probable Number ou MPN procedure).

La méthode comporte à inoculer une série de tubes avec les dilutions appropriées d'un échantillon d'eau. La production de gaz, la formation d'acide ou encore une très forte Croissance après 48 heures à 35°C constitue une réaction positive présomptive. l'examen complet, comprenant les tests de Confirmation, nécessite quatre jours d'incubation et de transfert . De plus, il existe différents milieux d'isolement (bouillon lactose, bouillon lauryl tryptose, etc.) .

Les coliformes totaux ont appartient aux Enterobacteriaceae dont les espèces détectées varient en fonction de la composition du milieu d'isolement utilisé. Il peut y avoir

interaction avec le bouillon lactose s'il y a trop de bactéries non coliformes dans l'eau. Une fois obtenus des résultats indiquant la Présence possible de coliformes totaux dans l'échantillon d'eau avec la méthode de Fermentation en tubes multiples, d'autres tests sont nécessaire pour confirmer les résultats. La Formation de gaz dans le bouillon lactose au vert brillant et sels biliaries en moins de 48 heures à 35°C constitue un test de confirmation positif.

Le test des coliformes fécaux peut être utilisé pour déterminer si les coliformes totaux sont des coliformes fécaux. La production de gaz après 24 heures d'incubation à 44,5° C dans du milieu EC (pour «bouillon Escherichia coli») est considéré comme un résultat positif. Puis que les résultats du test de fermentation en tubes multiples sont exprimés en nombre le plus probable de microorganismes présents, cette technique est semi quantitative. Ce pendant, la précision des estimations est faible et dépend directement du nombre d'échantillons utilisés pour l'analyse.

❖ **Dénombrement des coliformes totaux et fécaux:**

• **Définitions:**

Les coliformes totaux : sont à des bacilles Gram négatif, non sporulé, oxydase négatif, aérobie et anaérobie facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaries et de fermenter le lactose avec production de d'acide et de gaz en 48h à une température de 35- 37°C. Ils se divisent en deux catégories :

- Les germes d'origine fécale stricte : *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *serratia*.
- Les germes provenant d'autre sources environnementales (aquatique et tellurique) : *Enterobacter intermedium* et *Amnigenus*, *Klebsiella terrigena*.

Les coliformes fécaux ou thermo tolérants: présentent les mêmes propriétés mais qu'ils S'accroissent à 44°C dont l'origine fécale est plus nette.

Escherichia coli

• **Présumé:**

correspond à des coliformes thermo tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44°C. cet indicateur est le plus spécifique d'une contamination fécale.

• Intérêt:

Dans l'eau, ils lèsent leur viabilité plus lentement que la majorité des bactéries pathogènes et intestinales et forment donc un bon marqueur de contamination fécale de l'eau de premier ordre. De plus, leur résistance aux agents désinfectants, et notamment au chlore, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes ; ils vont donc constituer de bons indicateurs d'efficacité de traitement.

Examen est intéressant pour juger de l'efficacité de la désinfection d'une eau est d'un intérêt moindre pour prouver une contamination fécale sure

La recherche et le dénombrement des coliformes thermotolérants ou fécaux à 44°C : la présence de coliformes thermotolérants signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale.

La recherche et le dénombrement des seules *Escherichia coli* ou présumés: parmi les coliformes thermotolérants, *Escherichia coli* est l'espèce la plus représentée dans la flore intestinale de l'homme et des animaux.

❖ Recherche et dénombrement des coliformes totaux en milieux liquides (Méthode de NPP) .**• Principe:**

Cette méthode est une évaluation statistique du nombre de micro-organisme supposés subsistés dans l'eau de manière parfaitement aléatoire. L'estimation de la densité bactérienne est obtenue par application du principe de vrai semblance, à partir de réponses positives observées pour une ou plusieurs dilutions successives de la suspension bactérienne originelle. Il s'agit d'une méthode quantique et non pas énumératif.

• Test de présomption: (annexe 10)

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement:

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 1ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP.

• **Test de confirmation (Annexe 11)**

Le test de confirmation ou test de **Marc Kenzie** est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on appréhende surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche .

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu. L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 h.

• **Lecture**

Seront considérés comme positif; les tubes présentant à la fois:

- un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par *Escherichia coli* après addition de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

La lecture finale se fait selon les déterminations de la table de Mac Grady NPP.

à en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole 44 °C.

Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'*E. coli*)

❖ **Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux ou Entérocoques**

• **Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide**

• **Définition:**

bactéries Gram positif, sphériques ou ovoïdes, formant des chainettes, non sporulées, catalase négative, possédant l'antigène D, croissant en anaérobiose à 44°C, et à pH 9.6, et capables d'hydrolyser l'esculine en présence de bile. Ils se divisent en deux genres *Streptococcus* et *Enterococcus*.

• **Intérêt:**

L'apport des entérocoques par rapport aux coliformes repose en leur plus grande résistance dans les eaux naturelles; leur présence serait donc le Signe d'une contamination fécale de l'eau plus ancienne.

La résistance des entérocoques aux agents désinfectant est également plus importante, apparemment du fait de leur mode groupement en chainettes, et est comparable à celle des entérovirus. Cette propriété pourrait permettre aux entérocoques de mieux représenter la contamination virale d'une eau.

Par contre une partie des espèces est peu spécifiques des contaminations fécales. On retrouve par exemple *Streptococcus feacalis* var. *liquefaciens* dans l'environnement, sur les végétaux ou sur des sols non contaminés.

• **Test de présomption :**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement:

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu Rothe D/C(double concentration);
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C(double concentration);
- 5 fois 1ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C (figure 8) :
 - Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
 - L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

- **Test de confirmation (Annexe 12)**

Le test de confirmation est basé sur l'affirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption. Les tubes de Rothe positifs, après l'agitation, prélevée de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu Litsky Eva (Figure 9). Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

- **Lecture**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois : Un trouble microbien.

- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.
- La lecture finale se fait selon les règles de la table du NPP, le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé.

Chapitre III :
Résultats et discussion

I. Résultats physico-chimique des eaux de consommation

Résultats de 2018 :

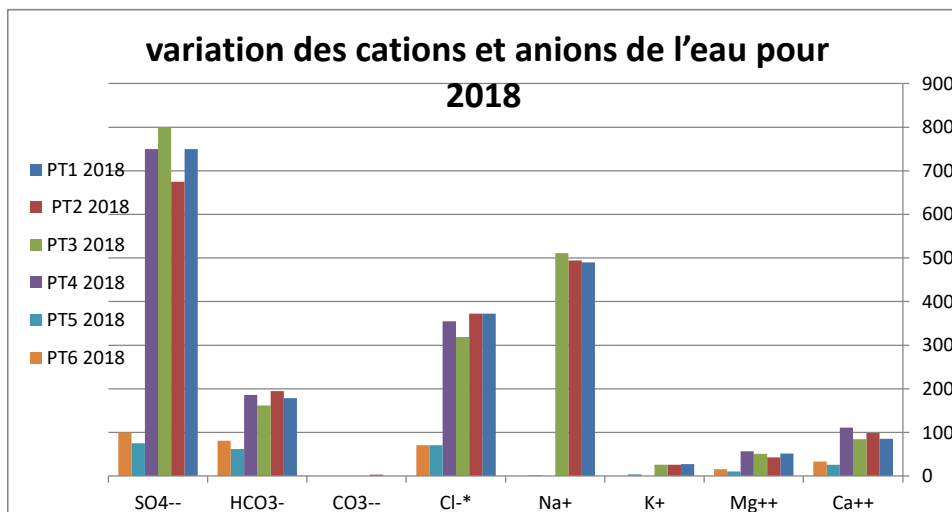


Figure 7 : variation des cations et anions de l'eau dans les 6 prélèvements pour 2018

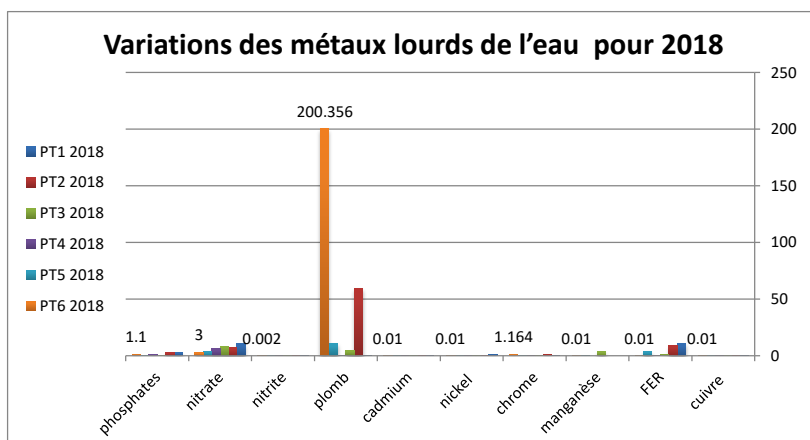


figure 8 : variation des métaux lourds de l'eau dans les 6 prélèvements pour 2018

Indicateurs de pollution : Les concentrations des indicateurs de pollutions sont inférieures aux valeurs limites données par le décret exécutif des eaux de consommation et des eaux souterraines.

Résultats de 2021 :

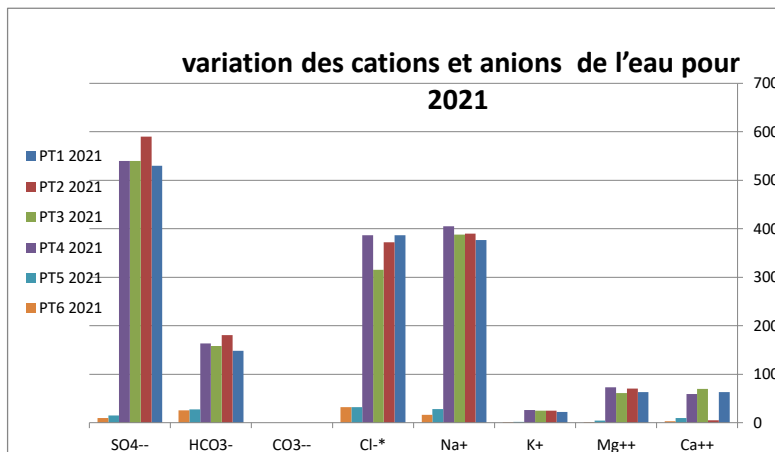


Figure 9 : variation des cations et anions de l'eau dans les 6 prélèvements pour 2021

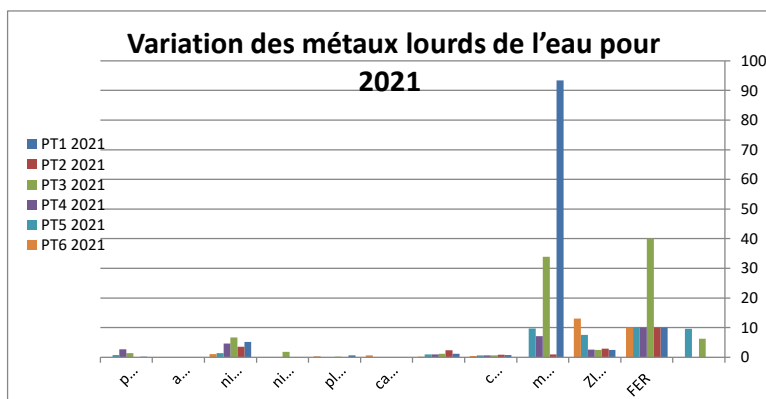


figure 10 : variation des métaux lourds de l'eau dans les 6 prélèvements pour 2021

- ✓ **Éléments indésirables et toxiques :** Les concentrations sont inférieures aux valeurs limites données par le décret exécutif des eaux de consommation et des eaux souterraines.
- ✓ **Indicateurs de pollution :** Les concentrations des indicateurs de pollutions sont inférieures aux valeurs limites données par le décret exécutif des eaux de consommation et des eaux souterraines .

Résultats de 2022 :

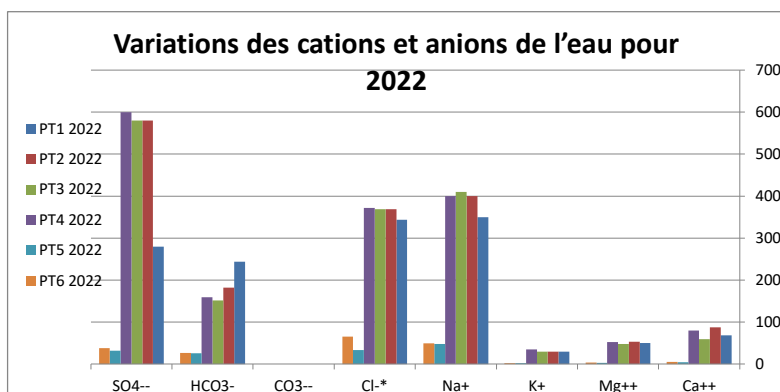


Figure 11 : Variations des prélèvements pour 2022 cations et anions dans les 6

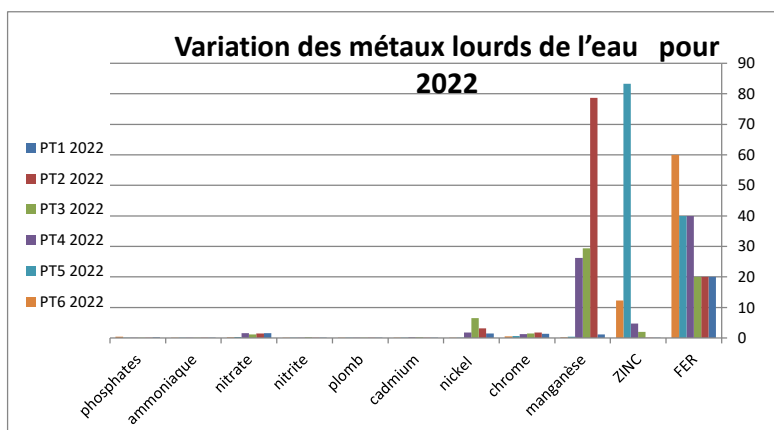


Figure 12 : Variations des métaux lourds dans les 6 prélèvements pour 2022

Éléments indésirables et toxiques : Les concentrations sont inférieures aux valeurs limites données par le décret exécutif des eaux de consommation et des eaux souterraines sauf l'élément Zn pour les échantillons PT5 et PT6 a donné une valeur supérieure à la valeur limite .

Indicateurs de pollution : Les concentrations sont inférieures aux valeurs limites données par le décret exécutif des eaux de consommation et des eaux souterraines.

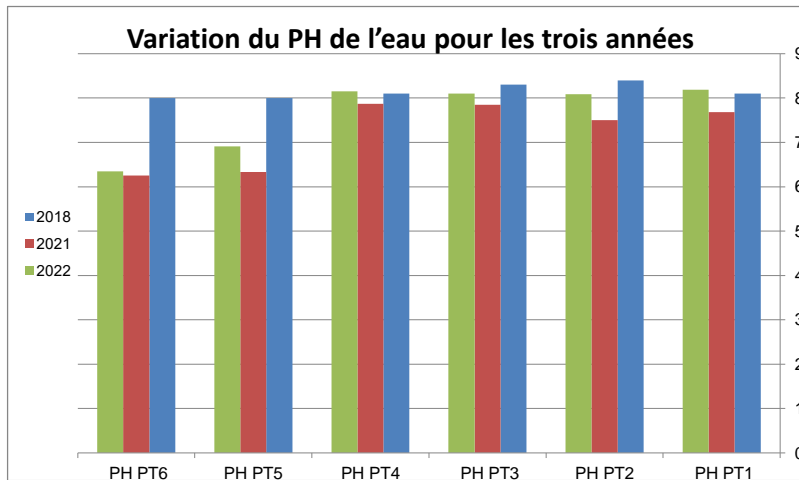
Résultats du pH pour les trois années :

figure 13 : variation du pH des 6 prélèvements des trois années

Potentiel d'hydrogène (pH) : pour 2018

Les échantillons d'eau analysés ont un pH compris dans l'intervalle recommandé par le décret exécutif n°14-96 pour les eaux de consommation et n°11-219 pour les eaux souterraines qui est [6.5 et 9.0].

Potentiel d'hydrogène (pH) : pour 2021

Les échantillons d'eau analysés ont un pH compris dans l'intervalle recommandé par le décret exécutif n°14-96 pour les eaux de consommation et N°11-219 pour les eaux souterraines qui est [6.5 et 9.0] sauf : **PT5** et **PT6**

Potentiel d'hydrogène (pH) : pour 2022

Les échantillons d'eau analysés ont un pH compris dans l'intervalle recommandé par le décret exécutif n°14-96 pour les eaux de consommation et n°11-219 pour les eaux souterraines qui est [6.5 et 9.0] sauf Sortie Unité de Potabilisation Ligne1

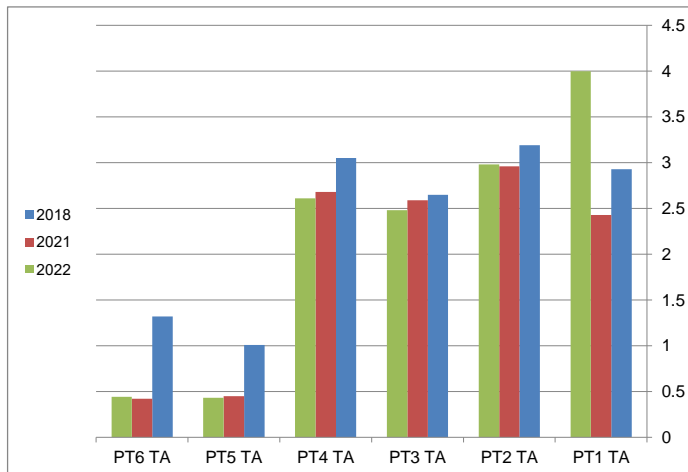
Résultats du titre alcalimétrique des trois années :

Figure 14 : Variation du titre alcalimétrique des 6 prélèvements pour les trois années

Titre alcalimétrique (TA) : pour 2018

L'alcalinité d'une eau destinée à la consommation humaine doit être supérieure à 6.5°F. En effet, tous les échantillons ont un titre alcalimétrique supérieur à la valeur indicative du décret exécutif à l'exception des échantillons point 5) et point 6 .

Titre alcalimétrique (TA) : pour 2021

L'alcalinité d'une eau destinée à la consommation humaine doit être supérieure à 6.5°F. En effet, tous les échantillons ont un titre alcalimétrique supérieur à la valeur indicative du décret exécutif à l'exception des échantillons PT5 et PT 6

Titre alcalimétrique (TA) : pour 2022

L'alcalinité d'une eau destinée à la consommation humaine doit être supérieure à 6.5°F. En effet, tous les échantillons ont un titre alcalimétrique supérieur à la valeur indicative du décret exécutif à l'exception des échantillons PT5 et PT6 .

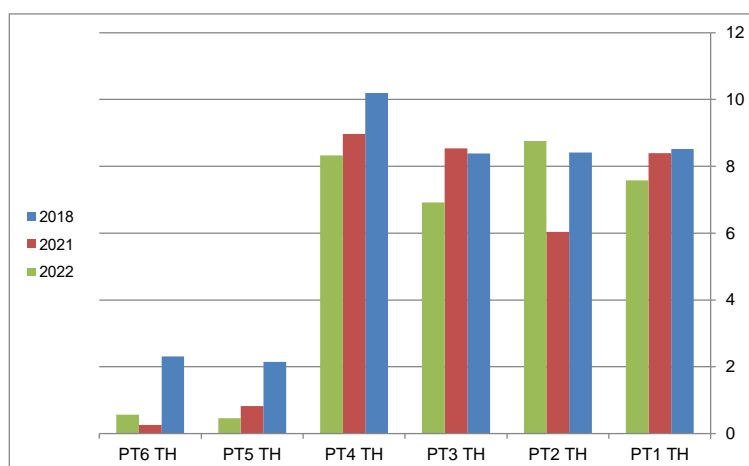
Résultats du titre hydrotimétrique :

Figure15 : variation du titre hydrotimétrique des 6 prélèvements pour les trois années

Titre hydrotimétrique (TH) : pour 2018

Selon le décret exécutif n°14-96 pour les eaux de consommation, la dureté d'une eau ne doit pas excéder 500 mg/l en CaCO₃, soit 50 °F, tous les échantillons sont conforme

Titre hydrotimétrique (TH) : pour 2021

Selon le décret exécutif n°14-96 pour les eaux de consommation, la dureté d'une eau ne doit pas excéder 500 mg/l en CaCO₃, soit 50 °F, tous les échantillons présentent des titres hydrotimétriques conformes.

Titre hydrotimétrique (TH) : pour 2021

Selon le décret exécutif n°14-96 pour les eaux de consommation, la dureté d'une eau ne doit pas excéder 500 mg/l en Ca CO₃, soit 50 °F, tous les échantillons présentent des titres hydrotimétriques conformes.

Interprétation :

D'après nos résultats nous remarquons que les résultats physico-chimique pour les trois années sont complètement différentes certes Les valeurs enregistrées sont toutes en dessous d'énorme cela nous permet de considérer la qualité d'eau est bonne pour la consommation pour les trois années mais la différence des métaux lourds pour les trois années sa pose un ensemble de question à savoir .

1 Est-ce que le procès de traitement est différent ?

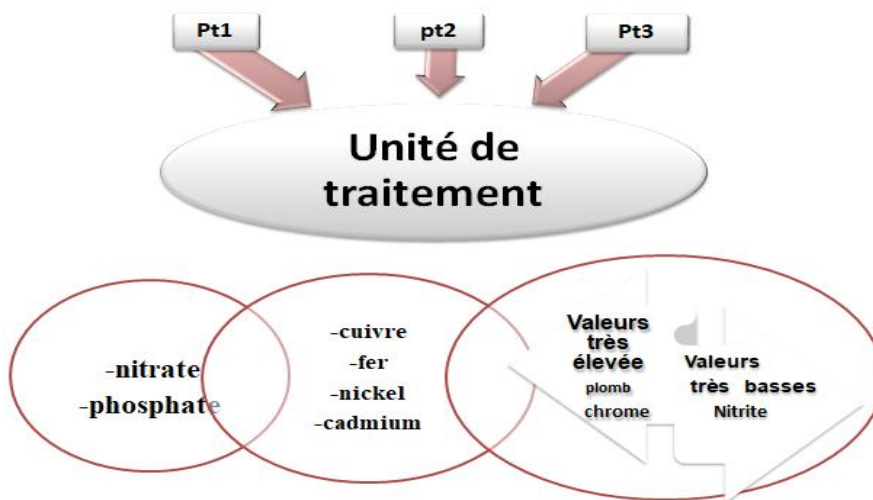


Figure 16 : schéma représentant classement des valeurs des cations et anions et les métaux lourds des points de prélèvements en 2018 .

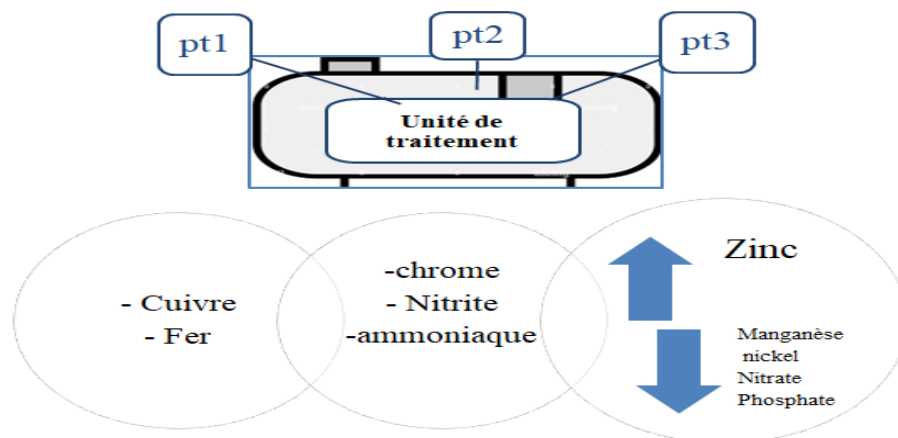


Figure 17: schéma représentant classement des valeurs des cations et anions et les métaux lourds des points de prélèvements en 2021

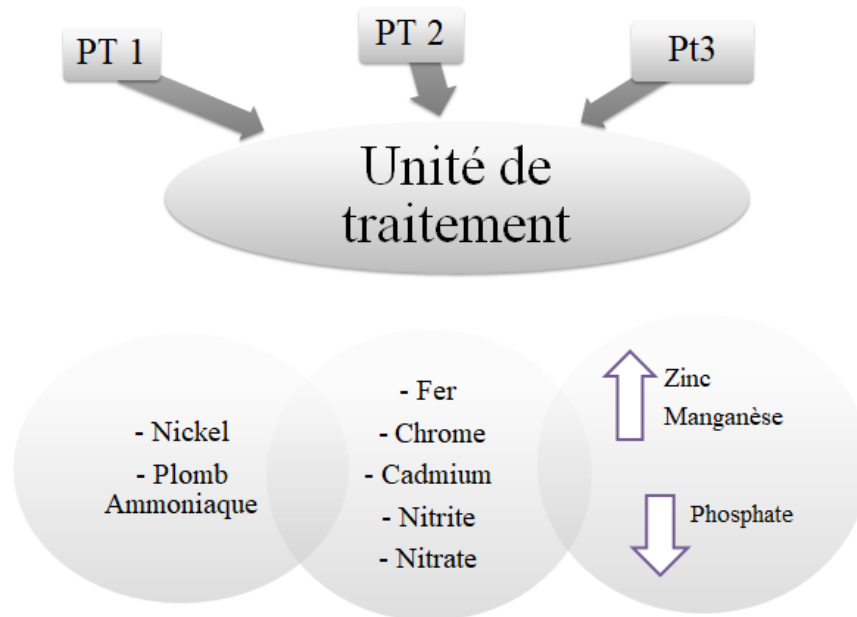


Figure18 : schéma représentant classement des valeurs des cations et anions et les métaux lourds des points de prélèvements en 2022.

➤ Après avoir discuté avec les responsables nous avons constatés qu'il n'y a pas une seule réponse mais un ensemble de réponses telles que :

- 1 Problèmes des filtres
- 2 Technique d'échantillonnage
- 3 Fonctionnement alternatif des puits
- 4 Changement de ligne suite à sa dégradation qui a engendrée l'augmentation des éléments indésirables qui caractérise la nuance des pipes (cuivre .. zinc ... métaux lourds ..) .

Contrôle de la qualité bactériologique des eaux de consommation de la région zarzaitine in-amenas

I Première campagne :

Résultats d'analyses :

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux de consommation sont portés dans le tableau suivant :

Origine	Coliforme totaux	Coliforme fécaux	Streptocoque	Qualité bactériologique
Base de vie				
Sortie bac de stockage (entrée unité de traitement)	Absence	Absence	Absence	Bonne
Sortie unité de potabilisation (ligne1)	Absence	Absence	Absence	Bonne
Sortie unité potabilisation (ligne 2)	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet piscine	Hors service			
Robinet chambre studio	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet chambre 01	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet chambre 05	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet mosquée	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet restaurant (grande salle)	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet boucherie	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet lavage légumes	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet plonge	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet lavage fruits	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet boulangerie fontaine	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet boulangerie	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet eau de cuisson	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet petite salle	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet laboratoire	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet buanderie	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet foyer	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet infirmerie salle de soins	Absence	Absence	Absence	Bonne

Robinet sanitaire infirmerie	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet dentiste	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet restaurant chinois	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet cafétéria	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet fontaine parking ambulance	Absence	Absence	Absence	Bonne
FGL				
Robinet caserne militaire	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet cuisine HSE	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet salle de contrôle	Absence	Absence	Absence	Bonne
C4				
Robinet cuisine	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet sanitaire	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet laboratoire	Absence	Absence	Absence	Bonne
NCIPE				
Robinet cuisine	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet sanitaire	Absence	Absence	Absence	Bonne
CPIE				
Robinet cuisine	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet sanitaire	Absence	Absence	Absence	Bonne
Puits				
Puits 1	Absence	Absence	Absence	Bonne
Puits 3	Absence	Absence	Absence	Bonne

L'examen des résultats bactériologiques obtenus a montré que ces eaux ont une bonne qualité bactériologique ; nous n'avons constaté aucune présence de Coliformes et Streptocoques.

II . deuxième campagne :

Origine	Coliforme totaux	Coliforme fécaux	Streptocoque	Qualité bactériologique
Base de vie				
Sortie bac de stockage (entrée unité de traitement)	Absence	Absence	Absence	Bonne
Sortie unité de potabilisation (ligne1)	Absence	Absence	Absence	Bonne
Sortie unité potabilisation (ligne 2)	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet piscine	Hors service			
Robinet chambre studio	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet chambre 01	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet chambre 05	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet mosquée	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet restaurant (grande salle)	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet boucherie	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet lavage légumes	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet plonge	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet lavage fruits	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet boulangerie fontaine	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet boulangerie	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet eau de cuisson	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet petite salle	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet laboratoire	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet buanderie	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet foyer	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet infirmerie salle de soins	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet sanitaire infirmerie	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet dentiste	Absence	Absence	Absence	Bonne

Robinet restaurant chinois	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet cafétéria	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet fontaine parking ambulance	Absence	Absence	Absence	Bonne
FGL				
Robinet caserne militaire	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet cuisine HSE	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet salle de contrôle	Absence	Absence	Absence	Bonne
C4				
Robinet cuisine	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet sanitaire	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet laboratoire	Absence	Absence	Absence	Bonne
« NCIPE				
Robinet cuisine	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet sanitaire	Absence	Absence	Absence	Bonne
CPIE				
Robinet cuisine	Absence	Absence	Absence	Bonne
Robinet sanitaire	Absence	Absence	Absence	Bonne
Puits				
Puits 1	Absence	Absence	Absence	Bonne
Puits 3	Absence	Absence	Absence	Bonne

Interprétation :

L'examen des résultats bactériologiques des deux campagnes obtenus a montré l'absence des indicateurs fécaux donc ces eaux ont une bonne qualité bactériologique .

Conclusion

Conclusion

L'eau constitue un élément indispensable pour la vie des hommes , des animaux et des plantes. Avoir de l'eau à la disposition en quantité et en qualité suffisantes contribue au maintien de la santé.

Avant toute consommation d'eau, il est indispensable de procéder au contrôle de sa qualité aussi bien physico-chimique que bactériologique . La négligence de ce contrôle provoquerait l'apparition de maladies à transmission hydrique chez la population en cas de consommation d'eau polluée .

Pour conclure ce travail, il convient de rappeler que l'objectif principal de ce travail est d'évaluer la qualité physicochimique et bactériologique des eaux destinées à la consommation de la région zarzaitine in-amenas et d'identifier les bactéries de pollution .

Du point de vue bactériologique les résultats obtenus montrent l'absence de tous germes indicateurs de pollution telle que les Coliformes totaux ,fécaux, les Streptocoques fécaux , les Clostridium sulfito-réducteurs et les germes totaux .

Les résultats des analyses physico-chimiques des trois années sont différentes et chaque résultat se diffère selon le point de prélèvement cette différence est liée à plusieurs raisons notamment :

- Problèmes des filtres
- Technique d'échantillonnage
- Fonctionnement alternatif des puits
 - Changement de ligne suite à sa dégradation qui a engendrée l'augmentation des éléments indésirables qui caractérise la nuance des pipes (cuivre .. zinc ... métaux lourds ..)

Mais les paramètres analysés sont toujours comprises dans les intervalles des normes algériennes retenues pour l'eau.

La comparaison des résultats de l'analyse physico-chimique et bactériologique obtenues sur l'eau et leur comparaison avec les valeurs données par le décret algérien et les normes de l'OMS montrent que l'eau est de bonne qualité hygiénique et ne présente aucun danger pour le consommateur .

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- **AYAD,W.(2016)** : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-Harrouch (wilaya de Skikda). Thèse P1 9 42 46.

B

- **Berne F, Jean C. (1991)** : Traitement des eaux, Édition TECHNIP, Paris, 306 p.

C

- **Castany, G. (1982)** : Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Edition: Dunod. p .58.
- **CHERY L. (2006)** :La qualité des eaux souterraines : Méthodes de caractérisation des états de référence des acquière français. Ed. brgm, Paris. 238p.

D

- **Dupont,A. (1981)** : Hydrologie-capture et traitement des eaux, HYDRAULIQUE, Tome 1, Ed 5, Paris.

G

- **GHAZALI D. et ZAID A. (2013)** : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri
- **Grosclaude, Gérard, dir. (1999)** :*L'eau, tome 1 : Milieu naturel et maîtrise* et *tome 2 : Usages et polluants*. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique (Coll. « Un point sur ... »), 204 p. et 210 p.

H

- **HAMED. M, GUETTACHE A & BOUAMER L.(2012)** : Etude des propriétés physicochimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar. Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie. Université de Bechar. pp 7, 9.
- **Hélène, R. (2000)** : Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL : Exigences et conception d'un suivi adapté. Mémoire de l'Ecole Nationale de Santé publique, France. p81.
- **HOUMEL, T. (2017)** : Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques sur deux périodes d'échantillonnage de deux sources d'eau. Mémoire

de Master en Biologie. Spécialité: Protection de l'environnement. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 74p.

K

- **Kebaili Z, khelfane C., (2013)** : Contribution à l'analyse de la qualité des effluents liquides au niveau de l'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager (ENIEM). Mémoire de fin d'étude, spécialité : Photologie des écosystèmes .UMMTO.56 p.
- **Khelili, R et Lazali, D. (2015)** : Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla). p10.

M

- **MEROUANI S. et BOUGUEDAH A. (2013)** : Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla. Mémoire master : Université Kasdi Merbah Ouargla, 59 p.

O

- **O.M.S. (2004)** : OMS. Directives de la qualité pour l'eau de boisson.
- **OMS. (2000)** : Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2ème édition, p1050.
- **OMS.(1986)** : Directives de qualité pour l'eau de boisson. Volume 2 : 1ere Edition, Genève, 134 p.
- **OMS.(2005)** : Programme commun OMS/UNICEF de surveillance de l'eau et de l'assainissement. Water for Life: Making it Happen. Genève, 2005.
- **OUAHRANI ,H .(2012)** : Suivie de la stabilité des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau . Université de Bejaia .

P

- **Potelon J.L. et Zysman K.(1998)** : Le guide des analyses de l'eau potable. La lettre du cadre territoriale. S.E.P.T Voiron, Cedex. 253 p.

R

- **RAMADE F. (1998)** : Dictionnaire encyclopédique de l'eau. Ed. Science international, Paris. 487p

- **RAMADE, F. (2005)** : Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed. Science internationale, Paris. 528 p.
- **Ransom B., Shea K. F., Burkett P. J., Bennett R. H. et Baerwald R. (1998)** : Comparison of pelagic and nepheloid layer marine snow: implications for carbon cycling, Marine Geology 150.
- **Rejsek ,F. (2002)** : Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. Sceren. Paris. 360p .
- **Rodier, J. (1996)** : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7ème édition.
- **Rodier, J. (2005)** : L'analyse de l'eau, Eaux résiduaires, Eaux de mer. 8ème édition. Dunod. Paris, p .1383 ,147.

✚ S

- **SAIDI, S. (2014)** : La qualité des eaux du sous bassin versant de l'oued aissi. Mémoire ingénieure. Université Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 169 p.
- **SAMAKE ,H. (2002)** : Thèse de doctorat analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville.
- **SI ABDERAHMANE, O. (2016)** : Contribution à l'évaluation du système management et qualité des paramètres physico-chimiques, bactériologiques et organoleptiques des eaux des stations de traitement Taksebt et Boudouaou. Mémoire de master : Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.

Les annexes

Annexes :

Annexe1 : Qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau livrée à la consommation humaine (directive du conseil des communautés européennes) :

PARAMETRES		A1	A2	A3
Coliformes totaux	/100 ml	50	5000	5000 0
Coliformes fécaux	/100 ml	20	2000	2000 0
Streptocoques fécaux	/100 ml	20	1000	1000 0

A1 : Traitement physique simple et désinfection, par exemple filtration rapide et désinfection

A2 : Traitement normal physique, chimique et désinfection par exemple : pré chloration, coagulation, filtration et désinfection (chloration finale)

A3 : Traitement physique, chimique poussé, affinage et désinfection.

Annexe 2 : Qualité des eaux destinées à la consommation humaine (directives de l'O.M.S) :

PARAMETRE	Coliformes totaux par 100 ml	Coliformes fécaux par 100ml
S		
A-I	0	0
A-II	0	0
A-III	0	0
B	10	0

A-1: Eau distribuée par canalisation

A-II : Eau ayant subi un traitement et entrant dans le système de distribution
 A-III: Eau dans le système de distribution

B : Eau non distribuée par canalisation

Annexe 3 : Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine selon le décret exécutif n° 14-96 correspondant au 4 mars 2014

Tableau 1 : Paramètres avec valeurs limites

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	-Eaux conventionnelles : 1 -Eaux dessalées ou déminéralisée : 1,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O ₂	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanure	µg/l	70
	Mercure	µg/l	6

	Nickel	µg/l	70
	Plomb	mg/l	10
	Sélénium	µg/l	10
	Zinc	mg/l	5

Tableau 2 : Paramètres avec valeurs indicatives

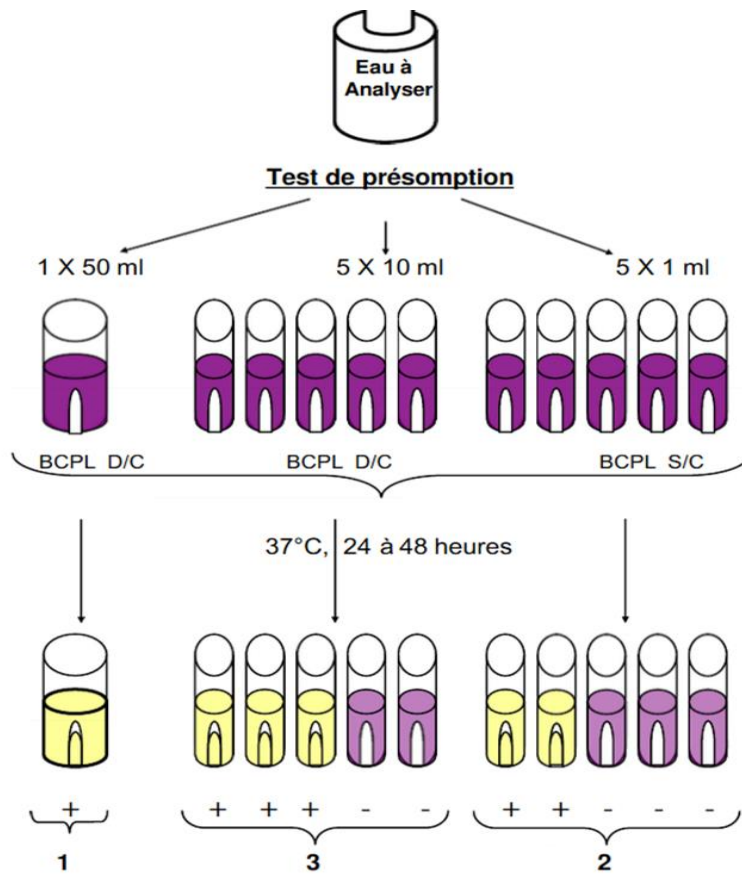
GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 12°C	Taux dilution	4
	Saveur à 25°C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	°F	6,5 pour les eaux dessalées ou déminéralisées (valeur minimale)
	Calcium	mg/l	200
	Chlorures	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9
	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800
	Dureté	°F	50
	Fer total	mg/l	0,3
	Manganèse	µg/l	50

	Phosphore	mg/l	5
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
	Température	°C	25

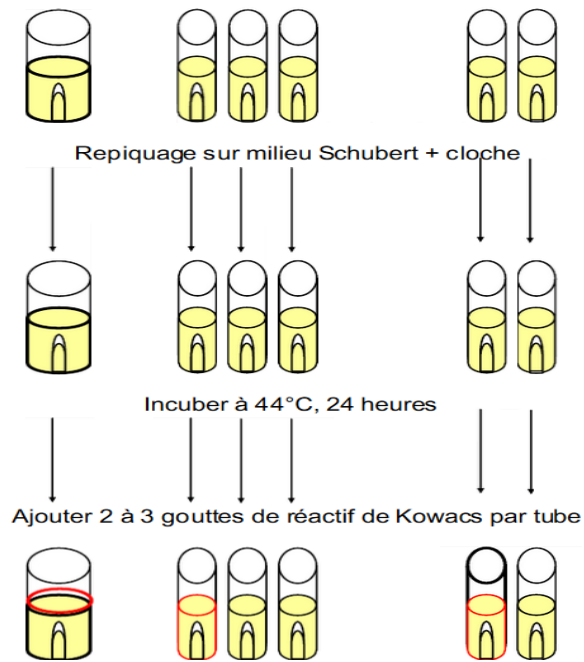
Annexe 4 : Objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations selon le décret exécutif n° 11-219 du 10 Rajab 1432 correspondant au 12 juin 2011.

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeur maximale	
			Eaux superficielles	Eaux souterraines
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Echelle Pt	200	20
	Odeur (taux dilution à 25□)	-	20	3
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Chlorures	mg/l Ci	600	500
	Concentration en ions hydrogène (pH)	Unité pH	≥ 6,5 et ≤9	≥ 6,5 et ≤9
	Conductivité	μS/cm à 20□C	2800	2800
	Demande biochimique en oxygène (DBO 5)	mg/l O2	7	< 3
	Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l O2	30	-
	Matières en suspension	mg/l	25	25

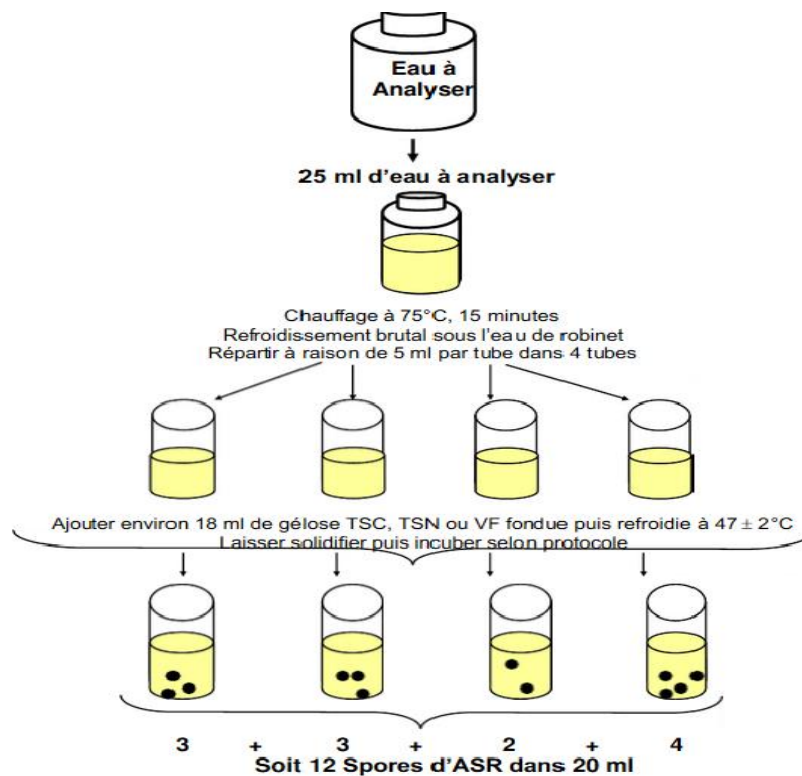
	Sulfates	mg/l SO ₄	400	400
	Taux de saturation en oxygène dissous	% O ₂	30	>70
	Température	°C	25	25
Paramètres chimiques	Ammonium	mg/l	400	0.5
	Baryum	mg/l	1	0.7
	Bore	mg/l	1	1
	Fer dissous	mg/l	1	0.3
	Fluor	mg/l	2	1.5
	Manganèse	mg/l	1	0.05
	Nitrates	mg/l NO ₃	50	50
	Phosphore	mg/l	10	5
	Arsenic	µg/l	100	10
	Cadmium	µg/l	5	5
	Chrome total	µg/l	100	50
	Cuivre	mg/l	2	0.05
	Cyanure	µg/l	100	50
	Mercure	µg/l	50	10
	Plomb	µg/l	50	10
	Sélénium	µg/l	50	10
	Zinc	mg/l	5	5
	Hydrocarbures polycycliques Aromatiques	µg/l	1	0.2
	Hydrocarbures dissous	µg/l	1000	10
	Phénols	µg/l	2	0.5
	Agents de surface	mg/l	0.5	0.2
	Azote Kjeldhal	mg/l	3	1
Pesticides	µg/l	1	0.5	



Annexe 5 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux en milieux liquides(**test de présomption).**



Annexe 6 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux en milieux liquides (**Test de confirmation**).



31

Annexe 7 : Recherche et dénombrement des *streptocoques fécaux* ou *Entérocoques* (**test de confirmation**).

Resumé

L'eau est une ressource naturelle précieuse et importante avec de multiples usages . Son utilisation dans le secteur alimentaire ou hygiénique nécessite d'excellentes qualités physico-chimiques et bactériologiques.

L'eau potable est l'un des produit alimentaire les plus contrôlé. Il doit répondre à des normes de qualité ; (décret algérien , les normes de l'OMS) . Par conséquent, il ne doit contenir aucun micro-organisme, aucun parasite ou aucune substance pouvant être nocive pour la santé humaine .

Les paramètres physico-chimiques d'eau doivent être conformes aux normes d'eau potable.

Lors du contrôle analytique réglementaire, la qualité bactériologique de l'eau est appréciée par la recherche de bactéries, principalement celles qui indiquent une contamination fécale. La présence de ces bactéries dans l'eau est causée par la pollution des ressources.

Mots clés : eau potable, paramètres physico-chimiques , qualité bactériologiques, contamination , bactérie .

Summary :

Water is a precious and important natural resource with many uses. Its use in the food or hygiene sector requires excellent physico-chemical and bacteriological qualities. Drinking water is one of the most controlled food products. It must meet quality standards (Algerian decree, WHO standards). Consequently, it must not contain any micro-organisms, parasites or substances that could be harmful to human health.

The physico-chemical parameters of the water must comply with drinking water standards.

During regulatory analytical testing, the bacteriological quality of the water is assessed by looking for bacteria, mainly those indicating faecal contamination. The presence of these bacteria in water is caused by the pollution of resources.

Key words: drinking water, physico-chemical parameters, bacteriological quality, contamination, bacterium .

ملخص

المياه مورد طبيعي قيم وهام له استخدامات متعددة. يتطلب استخدامه في قطاع الغذاء أو الصحة نوعية

فيزيائية وكيميائية وبكتريولوجية ممتازة.

مياه الشرب هي واحدة من أكثر المنتجات الغذائية التي يتم التحكم فيها. ويجب أن تستوفي معايير الجودة (المرسوم الجزائري، ومعايير منظمة الصحة العالمية). لذلك، يجب ألا تحتوي على أي كائنات دقيقة أو طفيليات أو مواد قد تكون ضارة بصحة الإنسان

يجب أن تمتثل معايير المياه الفيزيائية والكيميائية لمعايير مياه الشرب.

أثناء التحكم التحليلي التنظيمي، يتم تقييم الجودة البكتريولوجية للمياه من خلال البحث عن البكتيريا،

وخاصة تلك التي تشير إلى تلوث البراز. وجود هذه البكتيريا في الماء ناتج عن تلوث الموارد

الكلمات الرئيسية: مياه الشرب، المعايير الفيزيائية الكيميائية، الجودة البكتريولوجية، التلوث، بكتيري.