



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE**



**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITÉ KASDI MARCHOUK OUARGLA

Faculté des sciences appliquées

Département Génie Civil et Hydraulique

Spécialité du Traitement, désinfection et gestion de l'eau

MEMOIRE DE MASTER

*Note de fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique
en traitement des eaux*

Thème

Etude et contrôle qualité (propriétés physiques et chimiques) de l'eau de la piscine semi-olympique de Belaid Mohamed Touggourt.

Présenté par :

- ❖ **Mr. DACHER OMAR**
- ❖ **Mlle. GOUNI ZINEB**

Soumis au jury composé de :

OUSSAMA. D	MCA	UKM Ouargla	Président
GHERAIRI. Y	MAA	UKM Ouargla	Examineur
BOUZIANE. L	MCB	UKM Ouargla	Encadreur

Année Universitaire: 2021 / 2022

SOMMAIRE

Dédicaces

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumés

Introduction générale

CHAPITRE I : Les piscines, leurs sources de pollution et de risques sanitaires

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ...	1
LISTE DES FIGURES	8
Introduction	1
1. L'eau de piscine	1
1.1. Définition de piscine	1
1.2 .Les piscines	1
1.3. Types de piscines	2
2. Spécifications de la piscine olympique	3
2.1. Taille de la piscine olympique	3
2.2. Couloirs de la piscine olympique	3
2.3. Température de l'eau de la piscine olympique	3
3. Caractéristiques de la piscine semi-olympique	4
3.1. Taille des piscines semi-olympique	4
3.2. Température de l'eau de la piscine semi-olympique	4
4. Sources de pollution de l'eau de la piscine	4
4.1. Pollution des piscines	4
4.2. Polluants dissouts	5
5. Evaluation des risques sanitaires liés aux piscines	6
5.1. Identifier les risques	6
5.2- Évaluation des risques physiques et chimiques pour la santé	6
5.3. Évaluation des risques microbiologiques	8
6. Conclusions et recommandations de l'expertise collective	10
6.1. Hygiène des baigneurs	10
6.2 Agencement des locaux	10

6.3. Traitement de l'eau	10
6.4. La surveillance par le gestionnaire de la piscine, l'Afsset recommande	11
6.5. Nettoyage et entretien des locaux.....	11
6.6. Activité de baignade pour les très jeunes enfants.....	11
6.6.1. Cas de l'activité « bébés nageurs »	12
6.6.2. Baignade des jeunes enfants hors activité « bébé nageur ».....	12
6.7. Recommandations pour les travailleurs.....	13
6.8 Suggestion pour améliorer les connaissances.....	13
7. Manipulation et stockage de produits chimiques	13

CHAPITRE II : Traitement et Qualité de l'eau de la piscine

Introduction	16
I - Traitement de l'eau de piscine.....	16
1. Méthodes de traitement de l'eau de piscine	16
1.1. La Filtration de l'eau.....	16
1.2. La Turbidité	17
1.3. Stérilisateurs :	18
1.5. Désinfection de l'eau.....	19
1.5.1. Chlore	19
1. Le chlore liquide.....	19
2. Chlore solide	19
3. Le chlore gazeux	20
❖ Demande de chlore et résidus sans chlore	20
❖ Super chloration ("Choquant").....	20
1.5.2. Brome	20
1.6. Coagulation dans l'eau de la piscine	21
2. Comment entretenir une piscine	23
L'auto-contrôle de l'eau des bassins	23
L'utilisation des produits de traitement des eaux de piscines	23
2.1. Nettoyage de piscine	23
2.1.1. Outils pour nettoyer les piscines.....	23
2.1.2. Méthode de nettoyage de piscine	24
3. Entretien des piscines	24
3. Le système piscine	25
II- Qualité de l'eau de la piscine	26

1.	Maintien de la qualité de l'eau du bassin	26
	1.1. PH.....	26
	1.2. Alcalinité.....	27
	❖ Acide cyanurique	27
	1.3. La température de l'eau	28
1.4.	Le TH, la dureté de l'eau	29
2.	L'équilibre de l'eau d'une piscine	29
3.	Spécifications d'échantillonnage et de conservation	29
	3.1. Précautions générales	29
	3.2. Evaluation sur place	30
	3.2.1. Précautions particulières	30
	3.2.2. Instructions pour le stockage et la conservation des échantillons	31
	Conclusion	33

CHAPITRE III :

Matériaux Et Méthodes

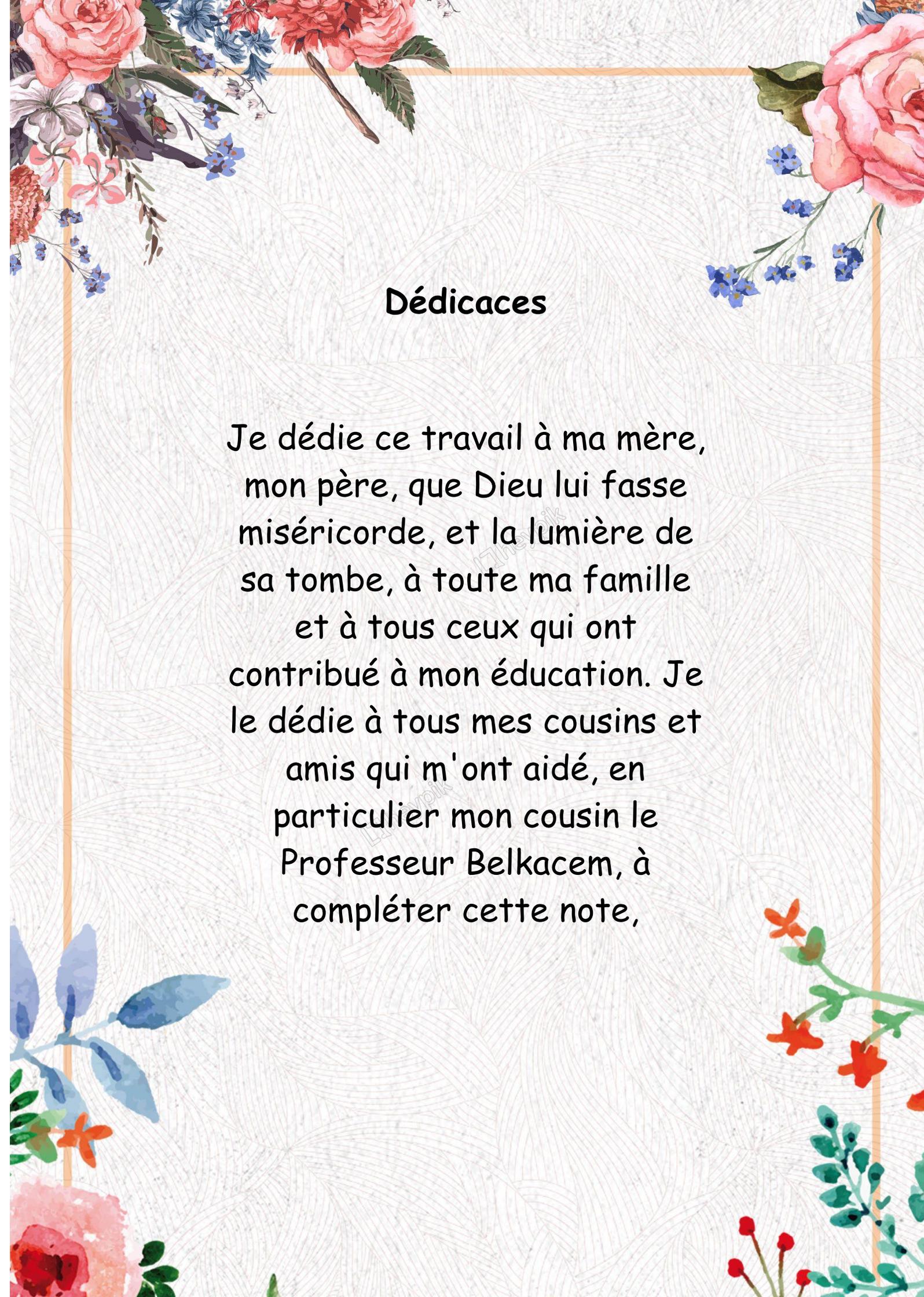
	Introduction	35
	I- La METHODES :	35
	1. Présentation de la zone d'étude	35
	2- Stratégie d'échantillonnage.....	37
	2.1. Conditions d'échantillonnage	37
	2.2. Stockage des échantillons.....	37
	3. Méthodes d'analyse de l'eau de piscine	37
	3.1. Méthodes d'analyse physique	37
	3.1.1. Détermination du pH.....	37
	3.1.2 - Turbidité	37
	3.1.3. Température.....	38
	3.1.4. Matière organique.....	38
	3.2. Méthodes d'analyse chimique.....	38
	3.2.1. Alcalinité (TAC)	38
	EXPRESSION DES RESULTATS	38
	3.2.2. Chlore résiduel libre	39
	3.2.3. Chlore résiduel total	39
	3.2.4. Dureté (TH)	39
	4.Préparation des solutions au laboratoire	39
	4.1. Solutions préparées en laboratoire	39
	4.1.1Préparation de l'acide sulfurique H ₂ SO ₄	39

4.1.2. Préparer Thiosulfate 0.01N	39
4.1.3. Préparer Thiosulfate 0.1N	40
4.1.4. Préparation d'amidon 0,5%.....	40
4.2. Solutions en laboratoire	40
II- Les outils utilisés	40
Conclusion.....	40

CHAPITRE IV :

Résultats Et Discussion

Introduction	42
1. Echantillonnage	42
1.2. Paramètre physico-chimique de l'eau de piscine de Touggourt.....	42
1.2.1. Le pH.....	42
1.2.2. Le TAC (titre alcalimétrique complet)	44
1.2.3. Le Chlore.....	45
1.2.4. Température.....	47
1.2.5. Le TH (titre hydrométrique)	48
1.2.6. Le Turbidité.....	49
1.3 Équilibre de l'eau.....	51
2. Discussion.....	54
Conclusion.....	57
Recommandations.....	57
Annexe.....	60
Références bibliographiques.....	66



Dédicaces

Je dédie ce travail à ma mère,
mon père, que Dieu lui fasse
miséricorde, et la lumière de
sa tombe, à toute ma famille
et à tous ceux qui ont
contribué à mon éducation. Je
le dédie à tous mes cousins et
amis qui m'ont aidé, en
particulier mon cousin le
Professeur Belkacem, à
compléter cette note,

REMERCIEMENT

Louange à Allah, Seigneur de l'univers.

Nos premiers remerciements à Dieu Tout-Puissant qui nous guide pour mener à bien ce travail, nous tenons à exprimer notre gratitude et nos remerciements à notre promotrice, Madame BOUZIANE LAMIA, pour la confiance qu'elle nous a accordée en acceptant de superviser les travaux de cette lettre. Nous remercions les membres du jury d'avoir accepté d'examiner nos travaux. Nous adressons nos sincères remerciements à nos familles, qui nous ont apporté leur soutien moral et matériel et ont vécu avec enthousiasme toutes les étapes de la réalisation de cette thèse. Nous remercions tous nos collègues et amis pour leur aide et leur soutien Mohamed, Massoud, Al Taher, Belkacem, Tayeb, yacine, Rabeh, et tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail. À tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce travail : Adil, responsable de la piscine ; Nous voulons rendre hommage à tous les enseignants qui m'ont aidé à me former de l'école primaire à l'université.

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure01:	Sources de contaminants chimiques dans l'eau des piscines (OMS 2006).	04
Figure 02:	Filtre à eau de piscine	17
Figure03:	Bonne clarté de l'eau	18
Figure04:	Mauvaise clarté de l'eau	18
Figure05:	Diagramme schématique des processus de traitement de l'eau dans les piscines (OMS 2006).	22
Figure06:	Schéma explique le système de piscine	25
Figure07:	Les proportions de chlore libre et de brome libre efficaces en fonction du pH de l'eau Source : HPA, (Health.P. 2006).	27
Figure08:	Localisation de la wilaya de Touggourt en Algérie	35
Figure09:	La piscine de Touggourt.	36
Figure10:	Variation des concentrations de pH piscine Touggourt.	43
Figure11:	Variation des concentrations de TAC piscine Touggourt.	45
Figure12:	Variation des concentrations de chlore résiduel libre piscine Touggourt.	46
Figure13:	Variation des concentrations de Température piscine Touggourt.	47
Figure14:	Variation des concentrations de TH piscine Touggourt.	49
Figure15:	Variation des concentrations de Turbidité piscine Touggourt	50
Figure16:	Diagramme d'équilibre de la piscine.	52

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableaux01:	Quantité d'azote apportée par baigneur (OMS, 2006).	05
Tableaux02:	Catégories de produits chimiques pouvant représenter un danger en piscine.	08
Tableaux03:	Modes de conservation des paramètres chimiques et microbiologiques (Évaluation sur place et en laboratoire).	31
Tableaux04:	Réglementations et directives sur la qualité de l'eau des piscines.	33
Tableaux05:	Analyses de concentration chimique des eaux de forage Touggourt.	36
Tableaux06:	Comparaison des résultats de pH d'une piscine Touggourt et de la Phe	53

LISTE DES ABREVIATIONS

TAC	Alcalinité (titre alcalimétrique complet)
TH	Dureté (titre hydrométrique)
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
NTU	Nephelometric Turbidity Unit

Résumé

Cette étude vise à évaluer les paramètres physiques, chimiques de la qualité de l'eau de la piscine de Touggourt Des prélèvements ont été effectués du 25 à 30 mars 2022, et jour 28 avril 2022, jour 08 mai 2022, à la piscine de Touggourt (piscine semi-olympique Belaid Mohamed Touggourt) en soirée après avoir utilisé la piscine. Les tests et la comparaison des résultats des variables physiques et chimiques ont été effectués par des méthodes analytiques standards telles que PH, TH, TAC, chlore résiduel libre et total, température, matière organique et turbidité.

Les résultats indiquent une mauvaise conformité générale quant à leur degré de conformité aux normes, car le chlore ne respecte parfois pas les normes de stérilisation et d'hygiène, ce qui favorise la propagation des micro-organismes et entraîne des risques microbiologiques pour la santé. Les résultats des paramètres bactériologiques montrent des différences qualitatives, L'eau révèle une mauvaise hygiène et un manque de propreté Désinfectant de piscine adéquate.

Mots clés : qualité de l'eau, piscine, piscine Touggourt, paramètres physico-chimiques, paramètres bactériologiques.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم المعايير الفيزيائية والكيميائية لنوعية المياه في حمام السباحة تقرت. تم أخذ عينات من 25 إلى 30 مارس 2022 ويوم 28 أبريل 2022 ويوم 8 مايو 2022 في مسبح تقرت (حمام السباحة شبه الأولمبي بلعيد محمد تقرت) في المساء بعد استخدام المسبح. تم إجراء اختبار ومقارنة نتائج المتغيرات الفيزيائية والكيميائية بالطرق التحليلية القياسية. مثل الكلور الحر والكلور TAC و TH و PH المتبقي ودرجة الحرارة والمواد العضوية والعكارة.

تشير النتائج إلى ضعف الامتثال العام في درجة امتثالها للمعايير، حيث لا يفي الكلور أحياناً بمعايير التعقيم والنظافة، مما يعزز انتشار الكائنات الحية الدقيقة ويؤدي إلى مخاطر صحية ميكروبيولوجية. تظهر نتائج المعلمات البكتريولوجية اختلافات نوعية، يكشف الماء عن سوء النظافة ونقص النظافة المطهر المناسب لحمام السباحة.

الكلمات المفتاحية: نوعية المياه، حمام السباحة، مسبح تقرت، المعايير الفيزيائية والكيميائية، البارامترات البكتريولوجية.

Abstract

This study aims to assess the physical and chemical parameters of the water quality of the Touggourt swimming pool. Samples were taken from March 25 to 30, 2022, and day April 28, 2022, day May 08, 2022, at the Touggourt swimming pool (semi-olympic pool Belaid Mohamed Touggourt) in the evening after using the pool. Testing and comparison of results of physical and chemical variables were performed by standard analytical methods such as PH, TH, TAC, free and total residual chlorine, temperature, organic matter and turbidity.

The results indicate general poor compliance in their degree of compliance with standards, as chlorine sometimes does not meet sterilization and hygiene standards, which promotes the spread of microorganisms and leads to microbiological health risks. The results of the bacteriological parameters show qualitative differences, Water reveals poor hygiene and a lack of cleanliness Adequate pool disinfectant.

Keywords

Water quality, swimming pool, Touggourt swimming pool, physico-chemical parameters, bacteriological parameters.

Introduction générale

L'eau est l'une des ressources les plus importantes et les plus élevées de la planète, sans laquelle les organismes vivants ne peuvent pas survivre, et elle couvre 71% de la surface de la Terre, les mers et les océans représentant la plus grande proportion d'eau sur Terre. (1).

Les gens utilisent l'eau dans de nombreuses pratiques quotidiennes, y compris la baignade avec de l'eau (natation), car il s'agit d'une activité récréative et sportive, et elle est recommandée pour les personnes handicapées et les enfants, et il est important d'empêcher les personnes atteintes de maladies chroniques et infectieuses de nager. Avec la communauté où une infection peut se propager dans l'eau et infecter d'autres baigneurs. (2).

L'entretien de l'eau de piscine est multiforme dans un certain nombre de facteurs qu'il faut maîtriser. La première section détaille les types de piscines et leur fonctionnement, et présente les risques sanitaires de l'eau de piscine avec les solutions et procédures nécessaires.

La deuxième partie traite du traitement et de la qualité de l'eau de piscine, y compris les facteurs de base pour l'entretien de l'eau de piscine : paramètres physiques, paramètres chimiques.

En ce qui concerne la troisième section, certains matériel, les méthodes de préparation des solutions, les méthodes de stockage des échantillons et les analyses effectuées dans et hors du laboratoire. La dernière a été consacré à l'étude des échantillons d'eau de piscine et à suivre sa contamination après chaque utilisation. Dans une conclusion générale, on représente un résumé du travail effectué avec les principaux résultats trouvés.

Partie I :

Partie théorique

Introduction

Les nageurs sont habituellement la principale source de pollution de l'eau de piscine, Il y a quelques mauvaises habitudes pour les visiteurs de la piscine, qui ne respectent pas les règles d'hygiène, et ils nagent dans l'eau tout en nageant sans les soins des autres, Il y a aussi ceux qui ignorent se nettoyer avant de nager, ce qui conduit au mouvement de la sueur dans l'eau, Les dames qui enlèvent complètement les cosmétiques de la peau avant de nager, à travers lesquels elles transfèrent les huiles et les cosmétiques à l'eau dans la piscine. (EAUX.2007) (3), (4).

1. L'eau de piscine

L'eau de piscine L'eau de piscine est un élément vivant, complexe et instable. L'eau est particulièrement sensible aux conditions environnementales (climat, pollution, etc.), et a une importance fondamentale et directe sur l'apparence et la bonne conservation des matériaux qui composent la composition particulière, ainsi que sur le confort et la sécurité des utilisateurs. En ce qui concerne les piscines, il est nécessaire d'utiliser l'eau du réseau de distribution, qui correspond à la qualité de l'eau destinée à la directive sur la consommation humaine. Il est fortement déconseillé d'utiliser de l'eau provenant d'autres sources (puits, bassins versants, puits, etc.) dont la composition physico-chimique n'est pas stable. Si cette précaution n'est pas respectée, l'utilisateur doit analyser l'eau (3).

1.1. Définition de piscine

Une piscine, un bassin, une pataugeoire, ou simplement une piscine est une structure destinée à retenir l'eau pour permettre la baignade ou d'autres activités récréatives. Les piscines peuvent être construites dans le sol (piscines intérieures) ou construites hors sol (en tant que construction autonome ou dans le cadre d'un bâtiment plus grand ou d'une autre structure), et peuvent être trouvées en tant qu'élément sur les navires de haute mer et de croisière. Les piscines creusées sont généralement construites à partir de matériaux tels que le béton, la pierre naturelle, le métal, le plastique ou la fibre de verre, et peuvent être d'une taille et d'une forme personnalisées ou construites dans une taille standard, dont la plus grande est une piscine de taille olympique. (3).

1.2 .Les piscines

Le ministère de la santé a imposé des règlements, des règles et des instructions pour maintenir des conditions d'assainissement adéquates dans les piscines et les bassins à courants d'eau et a publié un système d'autorisation unifié pour les piscines, afin de préserver la santé des baigneurs et des vacanciers.

Ce système clarifie les règles et consignes relatives à la qualité de l'eau de baignade d'un point de vue microbiologique, et au maintien de bonnes conditions d'assainissement dans les cours d'eau, dans les bâtiments sanitaires et les vestiaires, dans les bassins d'ombrage et l'environnement qui les entoure, etc. au.

Les propriétaires de piscines sont tenus de respecter les exigences énumérées dans ces règlements et règles et de maintenir la santé des visiteurs.

L'eau de baignade dans les piscines et les ruisseaux est sujette à la pollution de l'environnement de l'étang (comme le sol, les plantes et les animaux), et peut être contaminée par les baigneurs porteurs de maladies du système digestif (intestinal), du système respiratoire, des yeux, des oreilles, de la peau et d'autres maladies.

Les gestionnaires et le personnel du site, y compris un exploitant de piscine autorisé, doivent effectuer des activités quotidiennes d'exploitation et d'entretien, afin de maintenir des conditions sanitaires appropriées dans la cour de la piscine, dans les piscines, dans les bassins de ruisseau et dans toutes les installations utilisées par le public (3).

1.3. Types de piscines

- Piscine extérieure ou d'exploration

- Piscine intérieure

- Piscine sportive et ludique

- Piscine hors sol

- Piscine familiale (divertissement)

- Piscine architecturale

- piscine pour enfants

- Piscine à débordement

- Piscines naturelles

- Piscine olympique

- Piscine au sel (5).

2. Spécifications de la piscine olympique

2.1. Taille de la piscine olympique

Les piscines olympiques ont une longueur de 50 mètres, une largeur de 25 mètres et une profondeur d'au moins 2. Quant au volume d'eau pouvant être transporté par la piscine olympique, il a une capacité de 2,500,000 litres, ce qui est égal à 2 500 mètres cubes, qui est le produit de la longueur, de la largeur et de la profondeur multiplié par comme suit ; $25 \times 50 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 2 500 \text{ mètres cubes}$ (6).

2.2. Couloirs de la piscine olympique

Le nombre de couloirs de la piscine olympique est de 10 couloirs et chaque couloir mesure au moins 2,5 mètres de large, avec deux couloirs vides supplémentaires de 2,5 mètres de large à l'extérieur du premier et du dernier couloirs. Problème de vagues revenant des murs du fait de la résistance à l'eau Dans les allées larges (7), (8).

Les couloirs de la piscine sont séparés à l'aide de cordes personnalisées qui parcourent la longueur du couloir du début à la fin et sont jointes à partir de l'extrémité du mur de la piscine. Ensuite, une corde de bouées s'étendant sur la longueur du couloir est placée. La couleur des bouées est rouge depuis le début du bassin jusqu'à une distance de 5 mètres et leur couleur est rouge à une distance de 15 mètres. La couleur du cordage du couloir de la piscine en fonction du nombre de couloirs est le suivant : (8).

- Vert : utilisé pour les canaux 1 et 8.
- Bleu : utilisé pour les canaux 2, 3, 6 et 7.
- Jaune : utilisé pour les canaux 4 et 5.

2.3. Température de l'eau de la piscine olympique

La température de l'eau dans les piscines olympiques se situe entre 25 et 28 degrés Celsius dans certains jeux tels que; Plongeon, natation de compétition et water-polo Dans certains autres sports, comme la natation synchronisée, la température doit être de 27 degrés Celsius; Comme la densité de l'eau chaude est plus faible, ce qui réduit les frottements du corps avec l'eau, quant à la raison du choix de ces degrés de chaleur, ils sont placés par mesure de précaution pour préserver la sécurité des sportifs, par exemple, si la température de l'eau est très chaud, cela peut entraîner une sécheresse de la peau ou d'autres choses Indispensables, et en plus de fournir les températures appropriées, il est nécessaire de maintenir le nettoyage continu des piscines et de traiter l'eau de la piscine en continu (9), (10), (11).

3. Caractéristiques de la piscine semi-olympique

3.1. Taille des piscines semi-olympique

Normes applicables aux bassins semi-olympiques La longueur du bassin sera de 25,00 mètres, la largeur du bassin de 12,50 mètres, le nombre de couloirs : 5, et la largeur des couloirs : 2,50 mètres, et la profondeur minimale : 2,00 mètres. (12).

3.2. Température de l'eau de la piscine semi-olympique

La température de l'eau dans les piscines semi-olympique varie entre 25 et 27 degrés Celsius dans certains jeux tels que ; Plongée, natation de compétition et water-polo dans certains autres sports, comme la natation synchronisée, la température doit être de 27°C ; Étant donné que la densité de l'eau chaude est moindre, ce qui réduit la friction du corps avec l'eau.

4. Sources de pollution de l'eau de la piscine

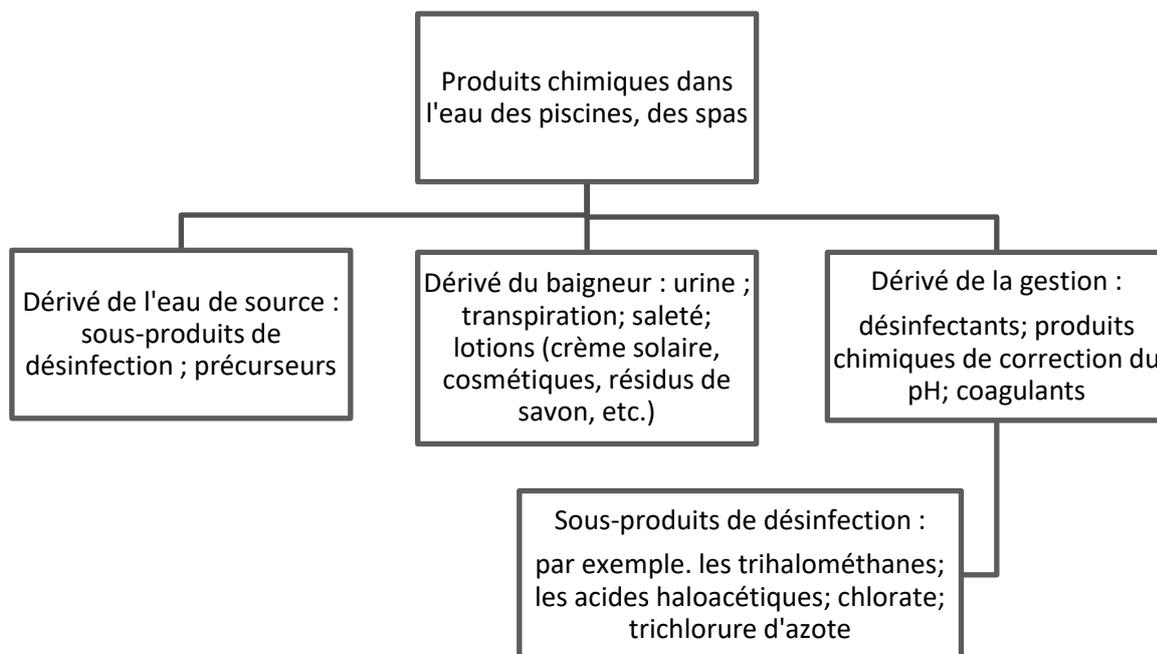


Figure 01 : Sources de contaminants chimiques dans l'eau des piscines (OMS 2006) (25).

4.1. Pollution des piscines

L'eau des piscines publiques contient des microorganismes et des substances indésirables, qui proviennent de la peau et des produits d'excrétion des baigneurs. Les baigneurs apportent beaucoup de polluants à l'eau, tels que des bactéries, par la salive, les produits d'excrétion, les vêtements de bains, les tissus de la peau, le sébum, la sueur, les poils, les cosmétiques et l'ammoniaque (NH₃). Garantir une eau propre par un rafraîchissement constant est souvent trop cher. De plus, ceci ne résoud pas le problème des polluants qui restent sur les parois des piscines. L'eau est recyclée ce qui

entraîne une augmentation des concentrations en polluants et microorganismes pathogènes. Les microorganismes se multiplieront et causeront un risque de propagation des maladies (13).

4.2. Polluants dissouts

L'eau de piscine contient des polluants dissouts, telles que l'urine et la sueur, et d'autres produits d'excrétion des baigneurs. La sueur et l'urine apportent à l'eau de l'urée et de l'ammoniaque. Ces substances contiennent aussi de la créatine, de la créatinine et des acides aminés. Les composants de la sueur et de l'urine ne sont pas nocifs pour la santé des hommes. Cependant, lorsque ces produits réagissent avec les désinfectants de l'eau, tel que le chlore, des produits de réaction indésirables peuvent être formés, notamment des chloramines (13).

L'eau peut contenir des polluants dissouts qui proviennent des désinfectants et des agents de nettoyage qui sont utilisés pour les piscines. Les polluants dissouts sont en grande partie éliminés par oxydation. Ceci signifie que les polluants sont décomposés en produits chimiques. Les substances qui ne sont pas décomposés (même partiellement) sont éliminés du système de recirculation par un rafraichissement de la piscine (13).

Tableau 01: Quantité d'azote apportée par baigneur (OMS, 2006) (2).

Composés	Sueur		Urine		Baigneur (%) Azote (mg)
	Azote (mg. L-1)	Azote (%)	Azote (mg. L-1)	Azote (%)	
Urée	680	68	10240	84	320 – 840
Ammoniaque	180	18	560	5	30 – 60
Créatinine	7	1	640	5	15 – 50
Acide Amine	45	5	280	2	10- 25
Autres composés	80	8	500	4	20 – 45
Azote total	992	100	100	12220	400- 1000

5. Evaluation des risques sanitaires liés aux piscines

Les principaux risques sanitaires sont liés à la présence de dangers chimiques ou biologiques, dans l'eau des bassins, l'air et les surfaces. Ces dangers peuvent être apportés par l'eau d'alimentation des bassins et le circuit hydraulique, les baigneurs et le personnel technique, l'air, les produits de traitement ou tout autre élément entrant dans l'environnement de la piscine. Pour mémoire, les risques liés aux noyades et chutes sont exclus du champ de la saisine (02), (14).

5.1. Identifier les risques

Les dangers auxquels peuvent être exposés les usagers des baignoires et le personnel sont chimiques et microbiologiques. La majorité de ces dangers a été décrite dans le rapport relatif aux piscines réglementées. Toutefois, les spécificités des baignoires et/ou la nature de l'eau d'alimentation des bassins peut modifier la hiérarchie des dangers et/ou être à l'origine de dangers supplémentaires. Dangers spécifiques La température élevée de l'eau de la majorité des baignoires est identifiée comme un danger (02), (16).

L'organisation mondiale de la santé (OMS) rapporte en effet plusieurs cas de décès suite à la fréquentation de baignoires présentant des températures de l'eau élevées (43 C).

5.2- Évaluation des risques physiques et chimiques pour la santé

Lorsqu'ils sont utilisés pour désinfecter l'eau des piscines, les substances oxydantes telles que les dérivés le chlore, le brome ou l'ozone dans l'eau peuvent réagir avec les composés azotés organiques libérés par les baigneurs et former de nombreux sous-produits bien définis, voire moins, parmi lesquels seuls les sous-produits dérivés du chlore sont relativement connus

- Le chloroforme, le bromodichlorométhane, l'acide dichloroacétique,

La nitrosodiméthylamine et les ions bromate sont classés cancérigènes (2a ou 2b) par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) ;

- Certains acides haloacétiques, les triméthanes (THM) ainsi que

La nitrosodiméthylamine, le chloral et le bromate hydraté sont toxiques pour l'éducation ;

- Des études sur des travailleurs et des enfants montrent que la chloramine, Surtout la trichloramine, elle peut être une cause de maladies respiratoires irritables et sensibilité.

En raison de leurs effets potentiels sur la santé humaine, ces substances ont été considérées comme prioritaires par le groupe d'experts (16).

Les résultats de l'évaluation des risques pour la santé montrent que les risques cancérigènes associés à l'exposition à chaque sous-produit de désinfection, pris séparément, est négligeable. Considérons toutes les catégories de la population. Cependant, les risques liés à ce matériau dans un mélange qui ne peut pas être attrapé, faute de méthodologie appropriée prenant en compte effets additifs et/ou synergiques potentiels qui peuvent augmenter le potentiel de risque dans certains habitants.

Concernant le chloroforme, bien que les calculs ne montrent aucun effet cancérigène, ces découvertes sont à prendre avec précaution en ce qui concerne le système respiratoire. En fait, la concentration moyenne de chloroforme dans l'air utilisée dans les calculs est peut-être sous-estimé par rapport à la réalité. En fait, les valeurs sont à la suite de mesures prises à une hauteur de 1,5 mètre, alors que le nageur respire les 20 cm trouvés dans au-dessus du niveau de l'eau (21).

➤ Pour l'acide dichloroacétique, dans le scénario moyen, la probabilité d'un

Le cancer du foie apparaît à la fois chez les nageurs adultes et d'élite légèrement supérieur à 1/100, ce qui justifie des études complémentaires pour préciser Les taux d'exposition confirment ces résultats.

Concernant les bromates et la N-nitrosodiméthylamine, les valeurs d'exposition sont inconnues actuellement dans les piscines françaises de fait, une évaluation quantitative des risques, n'a pas pu être menée mais, leur VTR étant disponibles, des concentrations maximales ont pu être calculées en considérant un risque acceptable de 1/100 000, Pour les nageurs sportifs et les nageurs de haut niveau, les concentrations maximales résultant des calculs théoriques.

Apparaissent très faible, de l'ordre de quelques microgrammes par litre, mais elles peuvent sembler préoccupantes en termes de risque sanitaire Aussi, conviendrait-il de recueillir des données d'exposition à partir d'études dans des piscines et dès que ces valeurs seront disponibles, il sera important de les comparer à ces valeurs théoriques afin de mieux caractériser le risque.

Concernant la trichloramine, son exposition augmenterait la fréquence et majorerait la gravité des maladies respiratoires (asthme, bronchites), Et de l'eczéma chez les professionnels et les enfants (en particulier avant l'âge de deux ans) fréquentant régulièrement les piscines chlorées (19), (20), (21).

Tableau 02 : Catégories de produits chimiques pouvant représenter un danger en piscine. (02).

Substances	Effets
Correcteurs de pH (acides et bases)	Effet sur le processus de désinfection au chlore
Anti-mousses	Sensibilité cutanée
Anti-algues	Désactiver le processus de filtration (pureté de l'eau)
Détergents	yeux et peau
Détartrants	Béton et dépôt de composants minéraux
Désinfectants	Domages aux baigneurs et à l'eau de la piscine
Sous-produits de désinfection	l'eau de la piscine
Produits de soins corporels	santé des baigneurs

5.3. Évaluation des risques microbiologiques

Une revue de la littérature scientifique montre que la survenue de certaines maladies peut être associée à la baignade en piscine. Les infections cutanées (infections fongiques, dermatoses virales ou bactériennes, verrues plantaires) sont les plus fréquentes, suivies des lésions ORL (otite, angine, rhinite, conjonctivite) et des troubles intestinaux (gastro-entérite) dans une moindre mesure, des maladies pulmonaires, De rares cas de méningite ont également été identifiés comme des hépatites virales (16).

L'eau, les surfaces, le sol et l'air autour des piscines peuvent être microbiologiquement contaminés (bactéries, virus, parasites, champignons microscopiques), Une partie est d'origine écologique, mais sa source principale provient des baigneurs, qui libèrent naturellement de nombreux germes, parfois pathogènes, dans l'eau par la peau, les acrochordons ou les sécrétions (fèces, urine, sueur, etc.), exposition principalement liée Pour l'ingestion d'eau, le contact cutané et, dans une moindre mesure, les mesures respiratoires, lorsque les mesures d'hygiène et de traitement de l'eau ne sont pas optimales, il existe un risque d'infection lié à la présence d'agents pathogènes, cependant, leurs concentrations dans l'eau des piscines sont souvent inconnues ainsi que les doses minimales.

Infection, relations dose-réponse et données connexes sur les émissions et l'exposition En effet, la caractérisation du risque s'est avérée assez complexe, compte tenu de l'abondance de variables associées à l'hôte (âge, sexe, état de santé général, état nutritionnel, etc.) à l'agent pathogène (virulence, capacité à survivre et à se reproduire dans l'eau, résistance aux désinfectants, etc.) Et pour le milieu étudié (eau, teneur en désinfectant, nature des surfaces, composition de l'air, présence de biofilms, etc.).

Cependant, à la lumière des données actuelles, ce sont peut-être certains des éléments d'évaluation identifiés dans le rapport d'expertise qui ont permis d'orienter la réflexion sur les recommandations de mesures de gestion des risques sanitaires à développer.

Bien que les risques microbiologiques semblent relativement bien maîtrisés dans les piscines publiques grâce aux contrôles sanitaires, il convient de noter que certains micro-organismes peuvent s'adapter aux conditions environnementales et acquérir une résistance aux désinfectants couramment utilisés. Outre le comportement de certains microorganismes résistants au chlore (mycobactéries atypiques, *Pseudomonas aeruginosa*, kystes de *Giardia* et *Cryptosporidium*, etc.) diffère de celui des indicateurs de contamination fécale imposés par la réglementation, ce qui justifie leur suivi en particulier.

Concernant la contamination des sols et des surfaces, il existe des microorganismes pathogènes (*Pseudomonas aeruginosa*, dermatophytes, molluscipoxvirus, papillomavirus, etc.), dont on ne peut pas déterminer le risque sanitaire du fait du manque d'information concernant les niveaux d'exposition et d'infectiosité.

Concernant les légionelles, le risque de contamination lié à l'eau des bassins est faible, Le risque sanitaire dans les piscines est lié au risque de colonisation du réseau d'eau chaude sanitaire, et notamment des douches.

Concernant la qualité de l'air, des moisissures (principalement *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*,) présentes dans l'air ambiant peuvent être à l'origine de pathologies bénignes (allergies, rhinites, etc.) chez les personnes en bonne santé mais s'avérer graves chez les personnes fragilisées (aspergillose invasive) (22).

6. Conclusions et recommandations de l'expertise collective

Compte tenu des résultats de l'évaluation des risques, l'Afsset propose un ensemble de mesures en vue de limiter l'exposition des populations concernées, aux dangers physicochimiques et microbiologiques identifiés. Ces mesures portent sur :

6.1. Hygiène des baigneurs

- le respect des zones de déchaussage ;
- l'utilisation d'un maillot de bain exclusivement réservé à cet effet et le port d'un bonnet de bain ;
- le respect des précautions d'hygiène intime avant la baignade ;
- l'absence de maquillage et autre produit cosmétique ;
- l'obligation de prendre une douche savonnée avant l'accès aux bassins ;
- le passage obligatoire dans un pédiluve doté d'eau désinfectante avant l'accès aux bassins ;
- l'utilisation d'accessoires (lignes d'eau, bouées, etc.) régulièrement entretenus et réservés exclusivement à l'usage de la piscine (16).

6.2 Agencement des locaux

- Un chauffage basse-température du sol est préconisé.
- L'établissement doit comporter au minimum une douche, un pédiluve et un cabinet d'aisance.
- Le nombre de ces équipements doit être en adéquation avec la fréquentation des bassins.
- Les pédiluves devront être alimentés en eau courante et désinfectante contenant une concentration en chlore résiduel de 5 mg. L-1.
- Les installations de ventilation devront être régulièrement entretenues dans les piscines couvertes.
- Le bac tampon doit être facilement accessible et équipé d'une ventilation mécanique contrôlée efficace ; dans le cas des piscines désinfectées au chlore, un système de « stripage »⁶ doit y être installé.
- Concernant les matériaux en contact avec l'eau, l'utilisation de matériaux autorisés pour le traitement et la distribution des eaux potables est encouragée.

6.3. Traitement de l'eau

S'agissant de l'eau des piscines désinfectées par le chlore stabilisé, l'Afsset recommande

- le maintien du volume de 30 litres par baigneur et par jour, comme le prescrit la réglementation actuelle.
- Le renouvellement quotidien de l'eau des pédiluves et des pataugeoires est préconisé
- Appliquer les durées de recyclage de l'eau, pour tous les bassins, quelle que soit leur surface.
- Une autorisation préalable à leur utilisation des produits en piscine collective (23).

6.4. La surveillance par le gestionnaire de la piscine, l'Afsset recommande

- Le suivi de la qualité de l'eau (analyse et enregistrement automatisé des

Paramètres physicochimiques et des volumes renouvelés, etc.), de l'air (débit, hygrométrie, etc.) et de l'hygiène des surfaces.

- Le suivi au minimum annuel des légionelles dans l'eau des douches.
- De consigner dans un carnet sanitaire tous les résultats, anomalies,

Consommation en réactifs, opérations de maintenance, etc.

6.5. Nettoyage et entretien des locaux

L'Afsset recommande :

- L'application des bonnes pratiques pour le nettoyage et la désinfection

Des sols et des surfaces selon une démarche de qualité de type Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP).

- De réaliser le nettoyage et la désinfection des sols et des surfaces selon

Un Protocole standardisé, inspiré de la démarche qualité appliquée en milieu hospitalier.

- Le nettoyage régulier des installations de ventilation.

6.6. Activité de baignade pour les très jeunes enfants

Plusieurs études suggèrent une sensibilité accrue de cette population, d'une part aux germes pathogènes, d'autre part aux produits et aux sous-produits chlorés, responsables d'un accroissement du risque de développement d'asthme, de bronchite ou d'eczéma.

6.6.1. Cas de l'activité « bébés nageurs »

Au vu des bénéfices que pourrait apporter cette pratique comparée aux risques qu'elle peut faire courir à une population particulièrement vulnérable, l'Afsset appelle à la vigilance sur la pratique de cette activité.

❖ Avant l'activité

- 1- la température de l'eau doit être de 32°C.
- 2- la température de l'air ambiant devra être accordée à celle de l'eau.
- 3- l'eau aura dû subir au moins un double recyclage avant le début de la séance.
- 4- la concentration en chloramines dans l'eau du bassin ne devra pas dépasser 0,2 mg. L-1.
- 5- la turbidité devra être au maximum de 0,2 NFU.
- 6- la ventilation ne devra pas être coupée ou ralentie la nuit qui précède l'activité.
- 7- si possible, une ventilation en tout air neuf de la piscine et du hall des bassins pendant au moins une heure avant la séance devra être mis en place ;
- 8- une surveillance attentive au bord du bassin pour détecter tout accident fécal et pour dépister toute réaction d'alarme des enfants : pâleur, rougeur, tremblement.

❖ Après l'activité

- 1- réaliser un recyclage complet du bassin concerné en appliquant la durée imposée par la réglementation en vigueur.
- 2- porter la teneur en désinfectant résiduel de chlore actif à la concentration maximale autorisée pendant quelques heures.
- 3- vérifier que les limites fixées pour les paramètres physicochimiques contrôlables in situ sont bien respectées (résiduel en chlore, pH, turbidité, etc.) pendant quelques heures.

6.6.2. Baignade des jeunes enfants hors activité « bébé nageur »

Concernant l'accueil individuel des jeunes enfants avec leur famille, les conditions relatives à la qualité de l'eau proposées ci-dessus ne peuvent pas être mises en œuvre. Les seules mesures envisageables concernent l'information des parents sur les risques sanitaires et l'intérêt de l'examen

médical préalable. L'Afsset ne saurait recommander aux parents d'emmener leurs enfants dans les piscines collectives, tant qu'ils n'auront pas maîtrisés la propreté sphinctérienne.

6.7. Recommandations pour les travailleurs

Compte tenu des risques sanitaires identifiés (asthme, rhinite, irritation oculaire, etc.), l'Afsset recommande que le personnel des piscines bénéficie d'un suivi médical renforcé, à l'embauche, pendant la période d'activité, puis après l'arrêt de l'activité. Les critères de cet examen seront à définir par les organismes compétents (sociétés savantes, HAS, etc.).

L'Afsset recommande le suivi de l'exposition à la trichloramine par des mesures régulières de sa concentration dans l'air.

Il est recommandé que les agents chargés de l'entretien, du traitement de l'eau et de la ventilation, reçoivent une formation spécifique à leur poste.

6.8 Suggestion pour améliorer les connaissances

Plusieurs mesures ont été proposées pour améliorer les connaissances afin de compléter l'évaluation des risques sanitaires faite dans le rapport d'expertise :

- Établir une base de données nationale des données de contrôle sanitaire sur la qualité de l'eau et de l'air dans les piscines.
- Élaborer des VTR pour les sous-produits de désinfection préoccupants.
- Construire une valeur limite d'exposition professionnelle pour la trichloramine.
- Réalisation d'études pour obtenir des données d'exposition sur la désinfection des sous-produits formés dans l'eau et l'air des piscines.

Concernant la maîtrise sanitaire de la qualité de l'eau des piscines, l'Afsset recommande :

- Surveillance des paramètres physiques et chimiques.
- Surveillance des paramètres microbiologiques.

7. Manipulation et stockage de produits chimiques

Des précautions doivent être prises lors de la manipulation et du stockage de tous les produits chimiques pour piscine. Les matériaux doivent être stockés séparément les uns des autres et ne doivent JAMAIS être mélangés, afin d'éviter des réactions chimiques nocives. (Le chlore de la

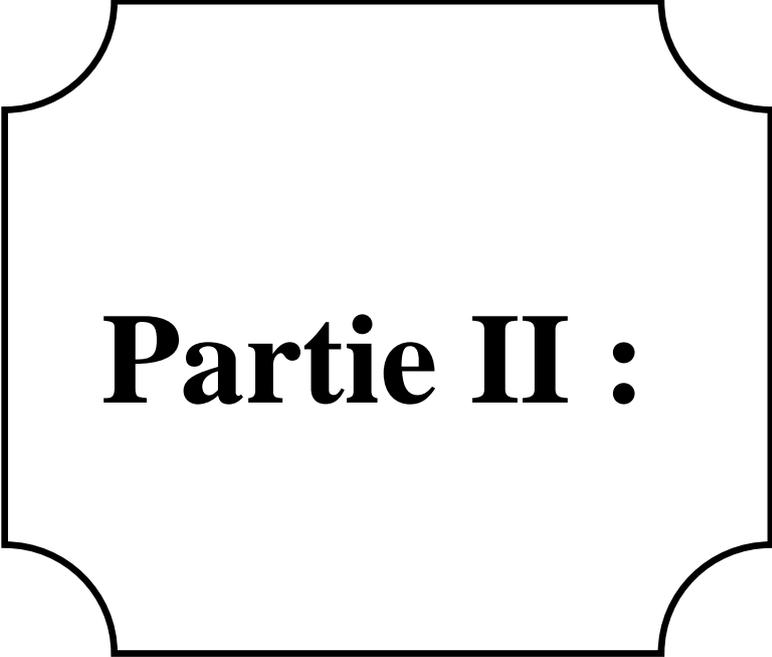
piscine et l'acide de la piscine, s'ils sont mélangés, produisent du chlore gazeux ; s'il est inhalé, il peut être mortel.)

Les produits chimiques ne doivent jamais être ajoutés directement dans la piscine lorsqu'elle est ouverte à l'utilisation ! Il faut laisser le temps aux produits chimiques de circuler dans la piscine avant de permettre aux nageurs d'y entrer. (Cette règle ne s'applique pas au chlore introduit par un chlorinateur automatique.) (02).

Conclusion

Il s'agit des principaux polluants mentionnés dans une étude publiée dans la revue allemande Focus, L'étude indique qu'il est difficile de nager sans être exposé à ces polluants, Malgré les différentes étapes de purification effectuées par les piscines publiques, telles que les filtres à l'intérieur de la piscine, qui sont concernés par la purification de l'eau, en plus de mettre du chlore à l'intérieur de la piscine pour la stérilisation, il y a beaucoup intéressés à connaître la pureté de l'eau à l'intérieur de la piscine, et délibérément venir tôt afin de profiter d'une baignade dans l'eau propre avant mélangé avec des polluants en raison de l'afflux de nageurs. (03).

Nous concluons que les risques pour la santé et les sources de pollution de l'eau de la piscine sont des facteurs affectant la sécurité sanitaire des baigneurs et la propreté de l'eau de la piscine.



Partie II :

Introduction

L'eau des piscines doit être nettoyée et désinfection en permanence car de nombreuses personnes s'y baignent, et l'eau de ces piscines est traitée pour la garder propre et exempte de substances nocives telles que les bactéries, les virus, les algues et autres micro-organismes pathogènes, et pour garder son odeur acceptable, et il peut être utilisé par les baigneurs, Elle nécessite plusieurs étapes (28).

L'eau de piscine est traitée à l'aide de certains produits chimiques et de nombreuses méthodes pour que l'eau de la piscine reste de haute qualité après différentes étapes de purification.

I - Traitement de l'eau de piscine

1. Méthodes de traitement de l'eau de piscine

1.1. La Filtration de l'eau

La filtration, en plus d'offrir aux baigneurs une eau plus claire, améliore l'efficacité des désinfectants utilisés en retirant les particules nuisibles des bassins. La matière organique non filtrée réagit avec les désinfectants présents dans l'eau, ce qui diminue leur capacité à inactiver les microorganismes pathogènes. Les deux principaux types de filtres utilisés pour les piscines sont les filtres à sable et les filtres à cartouches. Leur importance est capitale afin de limiter l'accumulation de matière organique dans les piscines, compte tenu du rapport du volume d'eau sur le nombre de baigneurs qui est le plus souvent très faible. L'efficacité de la filtration peut être améliorée par l'utilisation de coagulants qui rendent certains contaminants moins solubles (02), (33).



Figure 02 : Filtre à eau de piscine (32).

1.2. La Turbidité

La mesure de la turbidité permet de connaître la quantité de particules en suspension dans l'eau, un reflet de l'efficacité de la filtration. Certains appareils mesurent la turbidité par néphélométrie, l'unité de mesure étant l'unité de turbidité néphéométrique (UTN) (02).

La turbidité des bassins artificiels ne doit pas dépasser 1 UTN. La circulation de l'eau est un autre élément important. Il est essentiel qu'elle soit efficace afin d'assurer la filtration régulière de l'eau du bassin. De plus, la stagnation de l'eau favorise le développement de biofilms sur les parois et dans la tuyauterie du spa. La HPA recommande que le cycle de l'eau ne dépasse pas six minutes alors que pour d'autres organisations, la limite fixée peut aller jusqu'à une heure.

Une mauvaise clarté de l'eau dans une piscine peut être un danger important pour la santé, Lorsque la clarté de l'eau est si mauvaise que pour masquer la vue des baigneurs sous l'eau ou le fond de la piscine, fermeture immédiate de la piscine est nécessaire.

Une turbidité excessive peut entraver la visibilité des sauveteurs des clients qui peuvent être en détresse sous l'eau et interférer avec la visibilité des autres Nageurs, des parois de la piscine et du sol, ce qui pourrait entraîner des blessures par impact et même la mort (29).

Une turbidité élevée (mauvaise clarté) résulte généralement de ; (30).

- mauvaise circulation et filtration de l'eau.
- mauvais fonctionnement, entraînant l'accumulation d'algues et de saletés environnementales.
- mauvais équilibre hydrique (pH élevé, alcalinité totale élevée ou dureté calcique élevée).

- désinfection/oxydation inexistante ou inefficace.
- ajout de produit inapproprié.
- mauvaise aération.



Figure 03 : Bonne clarté de l'eau



Figure 04 : Mauvaise clarté de l'eau

1.3. Stérilisateurs :

Les stérilisateurs utilisent du brome et du chlore pour désinfecter l'eau, qui sont des produits chimiques, où le chlore utilisé dans la stérilisation se présente sous la forme de différentes formes ou formes de matériaux aqueux provenant de germes et de bactéries et empêche la croissance des algues (33).

1.4. Équilibre du pH de l'eau

Le degré de la valeur de (pH), qui est le niveau de basique et acide, et la valeur doit être entre à (7,2 et 7,8), une valeur inférieure à ce degré d'excellente classe Stérilisation du brome et du chlore, et fermeture du filtre, de sorte que les matériaux sont placés pour maintenir le niveau d'alcalinité en ajoutant de l'acide cyanurique. Le niveau d'acidité est augmenté, donc le bicarbonate de sodium ou

la poudre de soude est augmentée, et le pourcentage du niveau de TAC est réduit, de 90 à 150 par million (33).

1.5. Désinfection de l'eau

La désinfection permet d'inactiver les microorganismes présents dans l'eau malgré les autres mesures d'entretien utilisées. La grande majorité des responsables de piscine utilisent du chlore ou du brome, deux halogènes, pour la désinfection (02).

1.5.1. Chlore

Le produit chimique le plus couramment utilisé dans le traitement de l'eau de piscine est le chlore. Il élimine non seulement les bactéries et les algues en désinfectant (tuant), mais il oxyde également (détruit chimiquement) d'autres matériaux tels que la saleté et les chlorures minéraux.

Les codes d'état exigent que le chlore soit injecté dans l'eau de la piscine à l'aide d'un chlorinateur automatique approuvé. Lorsque du chlore (sous n'importe quelle forme) est ajouté à l'eau, un acide faible appelé acide hypochloreux est produit. C'est cet acide, et non le chlore, qui confère à l'eau sa capacité d'oxydation et de désinfection. Une chloration et une filtration appropriées donnent à l'eau de la piscine son aspect clair et étincelant (35).

❖ Types de chlore

Le chlore existe sous forme solide, liquide et gazeuse. La force de chaque type est déterminée par la quantité de chlore dans le matériau qui est efficace à la fois comme désinfectant et comme oxydant.

1. Le chlore liquide

(Hypochlorite de sodium) contient 12 à 16 % de chlore disponible. (En revanche, l'eau de Javel domestique contient généralement environ 5 % de chlore disponible.)

2. Chlore solide

(Poudre ou granulés)

- A. Hypochlorite de calcium - 65 à 75 % de chlore disponible.
- B. Iso cyanurates chlorés - différents pourcentages de chlore disponible.
- C. Hypochlorite de lithium - 30 à 35 % de chlore disponible.

3. Le chlore gazeux

Contient 100 % de chlore disponible. Cette substance est hautement toxique et nécessite donc des procédures particulières lors de son utilisation.

❖ Demande de chlore et résidus sans chlore

Comme le chlore est introduit dans l'eau de la piscine, une partie est toujours consommée lors des processus de désinfection et d'oxydation. Cette portion de chlore disponible consommée est appelée demande en chlore.

L'acide hypochloreux restant après la satisfaction de la demande en chlore est appelé chlore résiduel libre. C'est ce que nous lisons lorsque nous testons la piscine pour le chlore. Les codes d'état exigent que le résidu de chlore libre soit d'au moins 1,0 ppm dans toute la piscine à tout moment (1,5 ppm si du chlore stabilisé est utilisé). Il est recommandé de maintenir un résiduel de 1,5 - 2,5 avec du chlore non stabilisé ; 2,0 - 2,5 avec chlore stabilisé. (Voir la description de l'acide cyanurique ci-dessous.) (35).

❖ Super chloration ("Choquant")

Une partie du chlore disponible réagira avec les composés contenant de l'azote pour former des chlora mines (chlore combiné). Une source courante d'azote est l'ammoniac, produit à partir de la transpiration et de l'urine. Les chlora mines dégagent une forte odeur de chlore et sont irritantes pour les yeux. La présence de ces deux conditions amène de nombreuses personnes à croire qu'il y a trop de chlore dans l'eau ; en fait, c'est tout le contraire qui est vrai.

Afin d'éliminer les chlora mines, l'exploitant de la piscine doit augmenter le chlore résiduel à 5 à 10.

Fois le niveau normal. Cette procédure, appelée sur chloration ou "shocking", oxyde les chlora mines, ne laissant que le chlore libre. Selon la charge des nageurs,

Il est recommandé de sur chlorer une piscine une fois par semaine par temps chaud et une fois par mois sinon, afin de contrôler la formation de chlora mines. (Remarque : la baignade devrait être interdite jusqu'à ce que les niveaux normaux soient rétablis.) (35).

1.5.2. Brome

Le produit le plus souvent utilisé par les responsables de piscine qui choisissent la désinfection au brome est le 1-bromo-3-chloro-5,5-diméthylhydantoïne, plus communément appelé BCDMH. Cette molécule libère à la fois du chlore libre et du brome libre, soit du HOCl et de l'acide hypobromeux (HOBr). Toutefois, la concentration de brome dépasse largement celle du chlore

libre. Au même titre que le chlore libre, le brome libre peut se lier à de la matière organique et former des bromamines, aussi désignées par le terme « brome combiné ». Les formes libres et combinées de brome sont mesurées puisque les bromamines possèdent une activité désinfectante intéressante. Les exigences réglementaires et les limites de référence portent donc sur le brome total. Pour le chlore, la forme libre seulement est mesurée puisque les formes combinées (ou chloramines) offrent un pouvoir désinfectant très faible. Le brome provoquerait moins de symptômes irritatifs que le chlore, même à des concentrations quatre fois supérieures à ce dernier. Les formes combinées de désinfectants, qui sont responsables d'effets irritatifs, sont plus instables dans le cas du brome et ont donc moins tendance à s'accumuler dans les bassins. Par contre, le brome peut occasionner des réactions cutanées allergiques (35).

L'allergie au brome fait donc partie du diagnostic différentiel des problèmes de peau reliés aux piscines, qui inclut également la folliculite à *P. aeruginosa*. Pour différentes raisons, telles que le poids élevé de l'atome de brome et la mesure du brome total plutôt que du brome libre, une plus grande concentration (en mg/l) de brome que de chlore est nécessaire pour obtenir le même pouvoir désinfectant, soit environ le double. Clark et Smith mentionnent qu'une concentration d'au moins 2,2 mg/l de brome serait requise pour contrôler la prolifération de *P. aeruginosa* dans les piscines. Certains auteurs ont remis en question l'efficacité du brome dans les piscines et les spas, plus particulièrement en lien avec *P. aeruginosa*.

Goeres et mentionnent cependant que du travail reste à faire pour comprendre l'efficacité des désinfectants dans les piscines. Par ailleurs, le brome actif est très rapidement détruit par l'action des rayons UV du soleil, ce qui limite son utilité pour les piscines extérieures. La concentration recommandée de brome total est plus variable selon les pays que celle du chlore libre. Elle est de 3 à 5 mg/l. Toutefois, une concentration de brome aussi élevée que 10 mg/l est souvent acceptée dans certaines réglementations. La concentration minimale de brome tolérée en Australie du Sud est de 8 mg/l, ce qui représente la norme la plus élevée qui a été trouvée dans le cadre de cette recension des écrits. À l'image de l'acide cyanurique libéré par le chlore stabilisé, le BCDMH libère du diméthylhydantoïne. Sa concentration ne doit pas dépasser 200 mg/l puisque cette molécule peut nuire à la désinfection. Par contre, aucune technique simple et accessible n'existe pour effectuer cette analyse (WHO,2006) (35).

1.6. Coagulation dans l'eau de la piscine

Des réactifs de coagulation spéciaux sont utilisés pour le traitement et la purification de l'eau, Les produits chimiques doivent être utilisés strictement selon les instructions aux doses exactes.

La coagulation est un processus chimique qui grossit les impuretés colloïdales circulant dans le milieu traité. Ils se transforment en flocons visibles à l'œil humain, qui se forment lors du processus d'adhésion de petites particules. Ensuite, les flocons sont précipités et éliminés à l'aide de filtres mécaniques (36).

La coagulation est utilisée comme moyen de purification de l'eau dans les domaines suivants :

- les composés organiques volatils (pour la clarification des effluents) ;
- traitement des eaux usées industrielles ;
- Nettoyage de piscine.
- Préparation de l'eau potable.

Tous les coagulants sont constitués de chlorures, de sulfates ou de polyoxy-sulfates de minéraux tels que le magnésium, le fer, le titane ou l'aluminium.

Il existe deux types de réactifs chimiques pour le traitement de l'eau : non-organique, Et biologique.

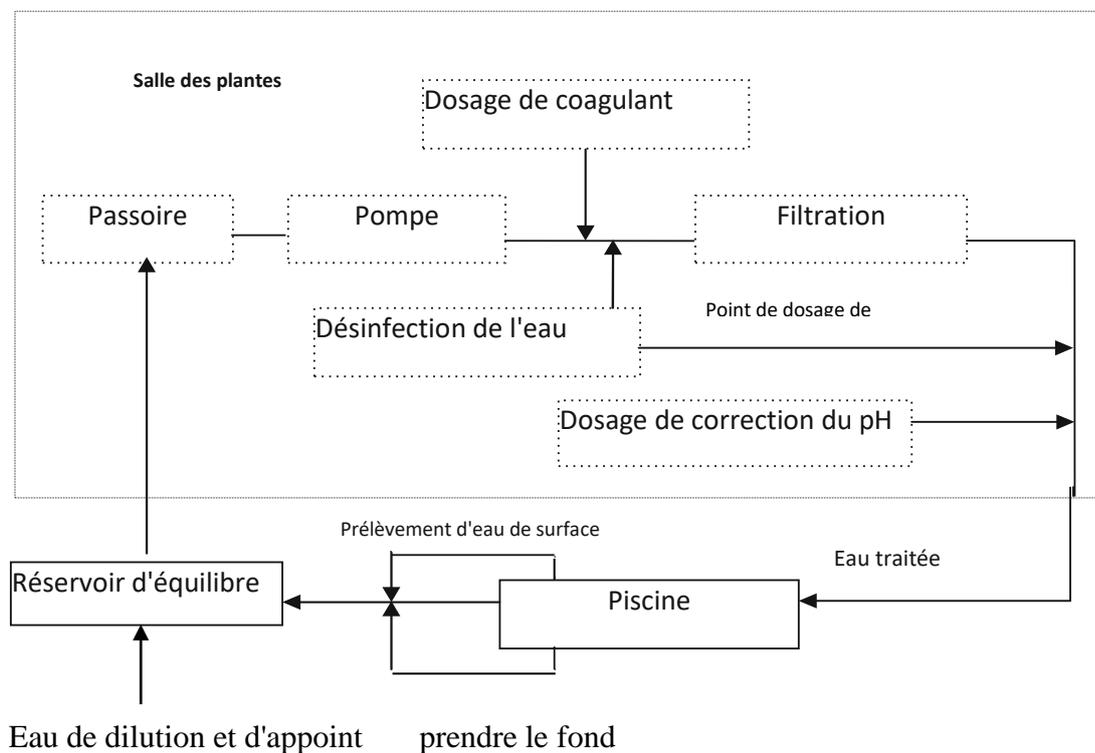


Figure 05 : Diagramme schématique des processus de traitement de l'eau dans les piscines (OMS 2006) (25).

2. Comment entretenir une piscine

Une eau de piscine doit être désinfectée et désinfectante : l'utilisation d'un produit désinfectant est donc obligatoire. Ce produit ne doit pas entraîner de risque pour la santé des baigneurs ; c'est pour cette raison que les désinfectants utilisés pour le traitement de l'eau des bassins doivent figurer sur une liste établie par le ministère de la santé (OMS.2006) (02).

Il est possible d'opter pour différentes méthodes de traitement récurrent de l'eau : le chlore, le brome, l'électrolyse au sel, les rayons UV, le PHMB, l'ozone et l'oxygène actif. D'autres produits permettent de rectifier un problème passager, comme l'anti-algues, l'anticalcaire ou encore le clarifiant. Il traite l'eau et élimine les odeurs désagréables, en plus d'éliminer les micro-organismes (38).

❖ L'auto-contrôle de l'eau des bassins

La réglementation impose aux exploitants de piscine de réaliser journalièrement des vérifications de la qualité de l'eau des bassins par des méthodes normalisées. Les résultats de ces mesures doivent figurer sur un carnet sanitaire.

❖ L'utilisation des produits de traitement des eaux de piscines

Les produits utilisés pour les corrections chimiques de l'eau de piscine sont des produits très actifs, donc concentrés, et donc dangereux. Il existe une circulaire de la direction générale de la santé datée du **30 janvier 2003** relative aux risques d'incendie et d'explosion lors du stockage et/ou de l'utilisation de produits de traitement des eaux de piscine.

2.1. Nettoyage de piscine

2.1.1. Outils pour nettoyer les piscines

Le matériel et les outils les plus importants pour nettoyer les piscines sont (39) :

- La perche télescopique : un long bâton qui attache et fixe les outils nécessaires au nettoyage des piscines.
- Le filet abrasif : C'est l'un des matériaux les plus utilisés pour nettoyer les piscines, car il sert à éliminer l'eau dans et sous la piscine comme les feuilles, les brindilles et les insectes.
- Un aspirateur spécial attente de baignade : Il sert à nettoyer les sols des piscines, en l'installant sur la perche télescopique.
- Pastilles de chlore stériles : Elles servent à stériliser la piscine et son eau.

2.1.2. Méthode de nettoyage de piscine

Pour nettoyer la piscine, nous devons utiliser le filtre afin de purifier l'eau immédiatement après la baignade afin de se débarrasser de toute saleté liée à la piscine, les experts conseillent que l'une des meilleures étapes pour nettoyer la piscine est de faire fonctionner le filtre tous les jours pendant jusqu'à 5 heures afin de garder le fond de la piscine propre et de ne pas tomber accumulations en elle (EAUX.2007) (03).

Les piscines sont nettoyées en suivant les étapes suivantes (39) :

1. La première étape consiste à nettoyer la surface de la piscine à l'aide du filet abrasif, en l'installant sur la perche télescopique, puis en travaillant pour tirer la saleté et les corps étrangers à la surface de l'eau. Il est préférable de faire cette étape sur un quotidiennement ; Cela permet de s'assurer que la surface est exempte de contaminants.
2. Nettoyez les côtés de l'évier et des escaliers à l'aide de la brosse, en installant la brosse sur le manche télescopique et en frottant vigoureusement ces zones pour enlever la saleté collée.
3. Nettoyage des sols à l'aide d'un aspirateur spécial, où le nettoyage est effectué de la même manière que pour nettoyer les tapis, en déplaçant l'aspirateur au fond de la piscine, en se concentrant sur les zones les plus sales, où ce processus est répété une fois par semaine base, et une attention doit être portée ici au respect Suivez les instructions et les instructions d'utilisation fournies avec l'aspirateur.
4. Nettoyez le filtre de la piscine et la zone environnante en frottant vigoureusement, en enlevant les débris et la saleté ; Ceci afin d'éviter que le filtre ne se bouche en raison de l'accumulation de saletés dessus. Ajout de pastilles de chlore stériles à l'eau de la piscine, car ces pastilles se dissolvent lentement, libérant du chlore dans l'eau, stérilisant ainsi les piscines en tuant les germes et les bactéries qu'elles contiennent. Ces disques doivent également être ajoutés à tous les équipements de piscine tels que filet abrasif et bouée ; Il s'agit de s'assurer qu'ils sont exempts de germes.

3. Entretien des piscines

L'importance d'un entretien périodique et régulier des piscines est de les protéger de la pollution, et d'assurer la validité de l'eau qu'elles contiennent, afin qu'elles soient sécuritaires pour la baignade ; En effet, l'eau des piscines peut contenir de nombreux microbes tels que des bactéries, des virus et des algues, qui peuvent causer de nombreux problèmes de santé tels que des gastro-

entérites, des infections des oreilles et du nez, s'ils ne sont pas entretenus correctement dans les piscines (40).

4. Le système piscine

Le système de piscine Touggourt fonctionne comme suit :

La pompe de circulation permet de générer un débit d'eau permanent en circuit fermé.

L'eau est aspirée via les skimmers bouches semi-immersées placées sur les parois de la piscine et via la bonde de fond.

Elle est ensuite réinjectée dans la piscine par les bouches de refoulement. L'eau est débarrassée des particules par le filtre à sable. Une pompe à chaleur assure le réchauffement de l'eau.

Avant l'entrée de l'eau dans la cellule d'électrolyse ; une sonde contrôle son PH, Si le pH est trop élevé ; un liquide correcteur de pH est injecté dans la piscine à l'aide de la pompe du correcteur de pH, EDF, Electricité de France (03).

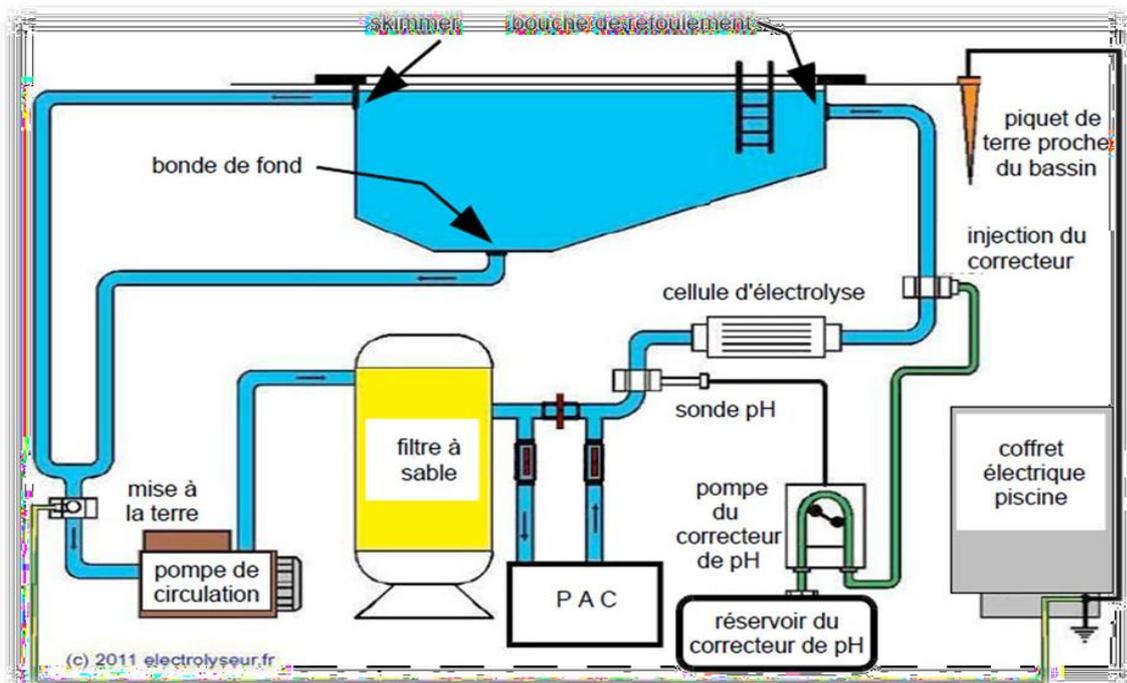


Figure 06 : Schéma explicatif le système de piscine

II- Qualité de l'eau de la piscine

1. Maintien de la qualité de l'eau du bassin

Malgré les risques associés aux agents infectieux décrits ci-dessus, Le bon entretien de Les piscines sont connues pour être efficaces dans la prévention de la plupart des problèmes de santé liés à ces piscines (OMS, 2006) (02).

L'entretien sous-optimal de la piscine où les biofilms doivent être éliminés, la réalimentation en eau, la filtration, l'aération (si la piscine est à l'intérieur) et la désinfection sont des mesures préventives essentielles dont l'efficacité est contestée.

1.1. PH

Le pH est une mesure de l'acidité ou de la basicité de l'eau et affecte directement certaines des réactions chimiques qui se produisent dans l'eau de la piscine. Il est mesuré numériquement sur une échelle de 0 à 14.

Très acide Neutre Très basique (alcalin) 0 ,7à 14.

La capacité du chlore à oxyder la matière et à tuer les micro-organismes est directement affectée par le pH. Lorsque le pH augmente, cette capacité est affectée. De plus, à un pH supérieur à 8,0, un entartrage (précipitation de composants minéraux) et une eau trouble peuvent en résulter.

Lorsque le pH tombe en dessous de 7,0, la condition acide provoque une irritation des yeux et des muqueuses des nageurs. Un pH bas (eau acide) peut également corroder les parties métalliques d'un système de piscine et endommager la finition en plâtre.

La norme de l'État pour le pH est de 7,2 à 8,0 (plage recommandée de 7,4 à 7,6).

Pour abaisser le pH, il faut ajouter de l'acide muriatique (chlorhydrique). Il est conseillé d'ajouter la quantité d'acide souhaitée dans un seau d'eau plein (en plastique) avant de l'ajouter à la piscine. (L'acide introduit directement peut tacher la paroi de la piscine.) Pour augmenter le pH, du carbonate de soude (carbonate de sodium) doit être ajouté.(35).

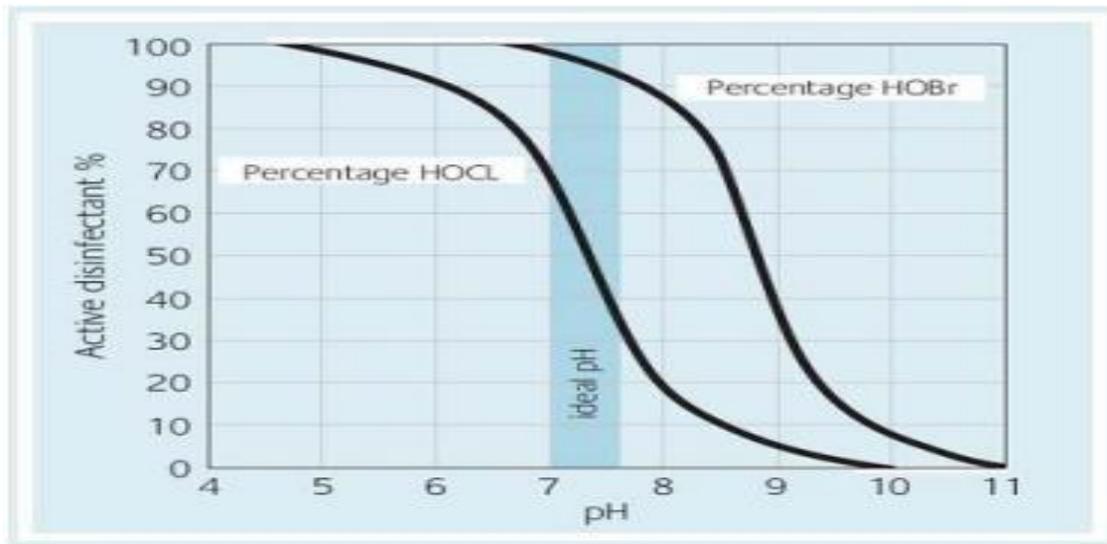


Figure 07 : Les proportions de chlore libre et de brome libre efficaces en fonction du pH de l'eau

Source : HPA, (Health.P. 2006) (02).

1.2. Alcalinité

Les substances alcalines (basiques) sont présentes dans toutes les eaux. Dans la plage de pH de 7,2 à 7,8, l'alcalinité existe sous forme de matériau bicarbonate. L'alcalinité totale, telle que déterminée avec un kit de test, est une mesure de la quantité de ces substances en parties par million dans les piscines et indique la capacité de l'eau à résister aux changements de pH. Les substances alcalines agissent comme des tampons, inhibant les changements de pH. Par conséquent, l'alcalinité totale est une mesure de la capacité tampon de l'eau de la piscine. Le niveau recommandé pour l'eau de piscine est de 80 à 120 ppm.

Lorsque l'eau de la piscine est faible en alcalinité (inférieure à 80 ppm), il est recommandé d'augmenter ce niveau. Ceci peut être accompli avec l'ajout de bicarbonate de soude en utilisant la formule suivante : 1 1/2 livre de bicarbonate de soude augmentera 10 000 gallons d'eau à 10 ppm (35).

❖ Acide cyanurique

Les rayons ultraviolets du soleil décomposent le chlore libre.

Cette décomposition peut être considérablement réduite en "stabiliser"

Le chlore par addition d'acide cyanurique.

Le niveau d'acide cyanurique dans une piscine doit être régulièrement mesuré avec un kit de test conçu à cet effet. Le niveau recommandé est de 20-50 ppm ;

Les niveaux supérieurs à 100 ppm ne seront pas acceptés. Si les niveaux montent au-dessus de ce point, une partie de l'eau de la piscine doit être retirée et de l'eau douce doit être ajoutée ; il n'y a pas d'autre moyen de diminuer l'acide cyanurique dans une piscine.

L'effet stabilisant de l'acide cyanurique n'augmente pas à mesure que les niveaux augmentent. Au lieu de cela, le chlore devient « enfermé » à des niveaux supérieurs à 100 ppm et peut ne pas être aussi efficace pour tuer les bactéries et les algues. En d'autres termes, plus n'est pas mieux.

Souvent, les piscines atteignent des niveaux excessifs d'acide cyanurique à l'insu de l'opérateur de la piscine. En effet, une grande partie du chlore en poudre vendu aujourd'hui contient de l'acide cyanurique. Si ce type de chlore est utilisé pendant une longue période, le niveau de cyanurique deviendra trop élevé. Les opérateurs de piscine doivent vérifier si le chlore qu'ils utilisent contient de l'acide cyanurique/stabilisant. Le chlore en poudre contenant de l'acide cyanurique aura l'un des ingrédients actifs suivants :

1. Potassium dichloros triazinetrione (dichloroisocyanurate de potassium).
2. Dichlorosb triazinetrione de sodium (dichloroisocyanurate de sodium).
3. Trichloros triazinetrione (trichloroisocyanurate).

Il a été déterminé que les bactéries en présence d'acide cyanurique sont détruites à un rythme plus lent. Ainsi, lorsqu'une piscine a été stabilisée, le chlore résiduel libre doit être maintenu au-dessus de 1,5 ppm minimum pour compenser ce phénomène (35).

1.3. La température de l'eau

À des températures supérieures à 78 à 82 degrés Fahrenheit, le chlore se dissipe plus rapidement, les algues poussent mieux et la formation de tartre (dépôts de carbonate de calcium) est plus susceptible de se produire. Il n'y a pas de lois d'État réglementant la température de la piscine, mais la température du spa ne peut pas dépasser 104 degrés Fahrenheit (35).

La température de l'eau de la piscine intérieure est de 24-29°C, Si la piscine intérieure dispose d'installations optimales de climatisation et de chauffage, la température peut être portée à 25 ° C, Si la température est basse, elle peut être portée à 27°C. La perte de chaleur est liée à la température de l'eau de la piscine et à la température du milieu environnant (par exemple l'air).

1.4. Le TH, la dureté de l'eau

La dureté de l'eau correspond à sa teneur en sel de calcium et de magnésium, autrement dit, sa concentration en calcaire. Une eau trop calcaire favorise l'entartrage et une eau trop douce devient corrosive.

Le TH d'une piscine est également l'un des paramètres à surveiller pour avoir la garantie d'une eau de piscine équilibrée. Le TH, pour Titre Hydrométrique, mesure la dureté de l'eau. Si le TH est trop faible, l'eau dissout les matériaux à base de ciment, et cela peut également dégrader les liners et les PVC. En revanche, si le TH est trop élevé, le calcaire de la piscine va s'accumuler et former des dépôts solides sur tous les équipements et les canalisations du bassin. Sa valeur doit donc se situer entre 10°F et 25 °F (37).

2. L'équilibre de l'eau d'une piscine

L'équilibre de l'eau de votre piscine repose sur plusieurs éléments. Trois paramètres doivent en particulier être corrects et bien équilibrés entre eux : le pH, la dureté (ou T.H.) et l'alcalinité de l'eau (ou TAC). Il est très important de s'assurer régulièrement que l'équilibre de l'eau est respecté. En effet, une eau de piscine déséquilibrée va nécessiter davantage de produits d'entretien et l'eau peut alors endommager les revêtements de la piscine et ses équipements (37).

3. Spécifications d'échantillonnage et de conservation

3.1. Précautions générales

L'étape d'échantillonnage influence directement la qualité des résultats analytiques obtenus. Des précautions élémentaires doivent être prises pour obtenir un échantillon représentatif afin de minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon par le préleveur et de permettre le maintien de l'intégrité des échantillons. Les échantillons peuvent être contaminés par un manque de soins dans l'application des techniques d'échantillonnage. Ainsi, il incombe au préleveur ou au responsable d'un bassin de s'assurer de la qualité du prélèvement, de la conservation et du transport adéquat des échantillons avant qu'ils ne soient soumis à un laboratoire accrédité par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des parcs. Il est également de la responsabilité du préleveur ou du responsable d'un bassin de s'assurer de la représentativité de l'échantillon lorsque des analyses sur place sont effectuées.

3.2. Evaluation sur place

3.2.1. Précautions particulières

Afin d'éviter la contamination des échantillons, il faut prendre les précautions suivantes :

- respecter scrupuleusement l'ensemble des instructions fournies par le fabricant des différentes trousse de mesure chimiques utilisées sur le site d'échantillonnage (in situ) ; (41).
- toujours utiliser des contenants exempts de contaminants et effectuer de préférence la préparation des récipients et du matériel d'évaluation aux sites d'échantillonnage ;
- enregistrer adéquatement les échantillons prélevés à l'aide des formulaires appropriés ;
- toujours utiliser des appareils ou des instruments étalonnés à une fréquence déterminée (thermomètres et pH-mètre) ;
- les réactifs utilisés pour les mesures doivent être maintenus dans un endroit propre, sec, aéré et à l'abri de la lumière, et ce, jusqu'à ce qu'ils soient utilisés ;
- toujours effectuer les mesures avec les réactifs dans un endroit approprié. Éviter l'exposition prolongée des réactifs au soleil ;
- refermer correctement les flacons de réactifs après usage ;
- ne jamais mettre les doigts humides sur les flacons de réactifs, Car cela pourrait fausser les résultats ;
- vérifier la date d'expiration des produits ; au-delà de la date indiquée, vous ne pouvez pas être assurés d'obtenir des résultats fiables ;
- jeter les produits périmés en respectant la réglementation en vigueur.

3.2.2. Instructions pour le stockage et la conservation des échantillons

3.2.2.1. Modes de conservation

Les modes de conservation des différents paramètres analytiques exigés par le Règlement sur la qualité de l'eau des piscines et autres bassins artificiels sont intimement liés aux méthodes analytiques utilisées et ils sont décrits au tableau 1. (41).

Tableau 03 : Modes de conservation des paramètres chimiques et microbiologiques (Évaluation sur place et en laboratoire).

Paramètre	Agent de conservation*	Contenant*	Volume suggéré (ml)	Délai entre le prélèvement et l'analyse
Alcalinité	Aucun agent de conservation requis	Verre ou plastique	10	30minutes
Brome résiduel total	Aucun agent de conservation requis	Verre ou plastique	10	30minutes
Chloramines	Aucun agent de conservation requis	Verre ou plastique	10	30minutes
Chlore résiduel libre	Aucun agent de conservation requis	Verre ou plastique	10	30minutes
Dureté	Aucun agent de conservation requis	Verre ou plastique	10	30minutes
PH	Aucun agent de conservation requis	Verre ou plastique	10	2 heures
Température de l'eau	Sans objet	Verre ou plastique	125	3minutes
Turbidité	Sans objet	Verre ou plastique	125	48heures

3.2.2.2. Méthode de prélèvement

Les échantillons destinés à l'analyse chimique doivent être prélevés pendant les heures normales d'exploitation, de 15 à 30 cm sous la surface de l'eau ou, lorsque la profondeur du bassin est inférieure à 30 cm, à mi-chemin entre la surface de l'eau et le fond du bassin.

Les échantillons doivent être prélevés dans une partie peu fréquentée par les baigneurs au moment du prélèvement. Il faut également effectuer le prélèvement entre la sortie du système de filtration et le retour d'eau. Dans le cas des baignoires tourbillons, les échantillons peuvent être prélevés en tous points sous la surface de l'eau.

De plus, il est essentiel de respecter rigoureusement l'ensemble des instructions fournies par le fabricant des différents trousseaux de mesures chimiques utilisés. Il est aussi primordial que la personne qui effectue les prélèvements ait les mains très propres pour éviter toute contamination subséquente (par la sueur, par des résidus de produits chimiques, etc.) au cours des manipulations (41).

3.2.2.3. Méthodes de conservation des échantillons

Les modes de conservation des différents paramètres analytiques exigés par le Règlement sur la qualité de l'eau des piscines et autres bassins artificiels sont intimement liés aux méthodes analytiques utilisées en laboratoire. En effet, la sensibilité et les limites de quantification souhaitées peuvent servir à définir le volume et le type d'échantillon à prélever.

De plus, les méthodes d'analyse peuvent influencer sur le choix des contenants et sur les techniques de conservation des échantillons. Il est primordial de travailler de concert avec le personnel du laboratoire pour obtenir les renseignements supplémentaires requis.

En plus des dispositions spécifiques qui sont décrites, les considérations générales suivantes s'appliquent :

- tous les échantillons doivent être conservés à environ 4 °C ou être maintenus dans un environnement d'environ 4 °C entre le moment du prélèvement et la réception au laboratoire (utiliser des glacières et des agents réfrigérants ou de la glace) ;
- les glacières utilisées doivent être propres et réservées si possible à l'analyse de l'eau des piscines et autres bassins artificiels ;
- la conservation et le transport sont sous la responsabilité du préleveur ou du responsable du bassin et il est essentiel de travailler en étroite collaboration avec le laboratoire (41).

Tableau 04 : Réglementations et directives sur la qualité de l'eau des piscines ((27), P 02/21).

Paramètre	DHM 2015 : Décret du ministre de la santé sur les exigences relatives à l'eau dans les piscines, JL 2015, point 2016 (Pologne)	Décision de Santé Canada sur la qualité de l'eau des piscines et spécifications normalisées au Canada-2022	OMS 2006 : Lignes directrices pour des environnements aquatiques récréatifs sûrs. Tome 2 : piscines et milieux assimilés
PH	6.5–7.6	7.4–7.6	7.2–7.8
Rédox (mV)	> 750	> 750	> 720
Température (°C)	28–32	25–28	26–30
Turbidité (NTU)	0.3	0.5	0.5
Nitrates (mg NO ₃ -/L)	20	20	-
Dureté TH	/	100-250	100-400
Chlore libre (mg Cl ₂ /L)	0.3–0.6 (07–1.0) b	0.2–0.6 (1.0–1.5) b	< 1.2
Chlore combiné (mg Cl ₂ /L)	0.3	0.2	0.2
THM (mg/L)	0.1	0.02	0.1
Alcalinité TAC	/	80-120	80-120

Conclusion

Le traitement de l'eau (dépollution incluse dans les piscines), et la qualité de l'eau des piscines sont des éléments essentiels de confort, tant en termes de sécurité sanitaire que de plaisir de baignade.

Pour que la piscine reste propre, il faut s'assurer de la qualité de la filtration et de l'entretien de la piscine pour assurer la propreté de l'eau (physique et chimique). Selon l'Association des professionnels de la piscine, la filtration est responsable de 80 % de la qualité de l'eau, c'est pourquoi un système de filtration bien dimensionné, efficace et entretenu est nécessaire.

Partie III:

Partie Pratique

Introduction

La natation est une façon active et saine de passer son temps libre, et c'est l'une des activités actuelles dans le sport algérien, des échantillons ont été prélevés dans l'eau de la piscine de Touggourt (piscine semi-olympique Mohamed Belaid), pour surveiller et suivre dans l'eau de la piscine la pollution après chaque utilisation, c'est-à-dire en présence de baigneurs, dans cette étude, est sélectionné L'effet des facteurs sélectionnés (paramètres physiques et chimiques de l'eau) dans l'eau de la piscine a été déterminé en quelques jours, Ces facteurs variables sont (température, pH, chlore résiduel libre, chlore résiduel total *composé*, turbidité etc.).

I- La METHODES :

1. Présentation de la zone d'étude

La ville de Touggourt est une oasis du nord du Sahara algérien. la plus importante ville de l'Oued Righ, un fleuve fossile. Elle est située à la limite nord du Grand Erg oriental, à 160 km au nord-est de Ouargla, à 100 km d'El Oued, à 225 km au sud de Biskra et à 660 km environ au sud-est d'Alger (42), (43).

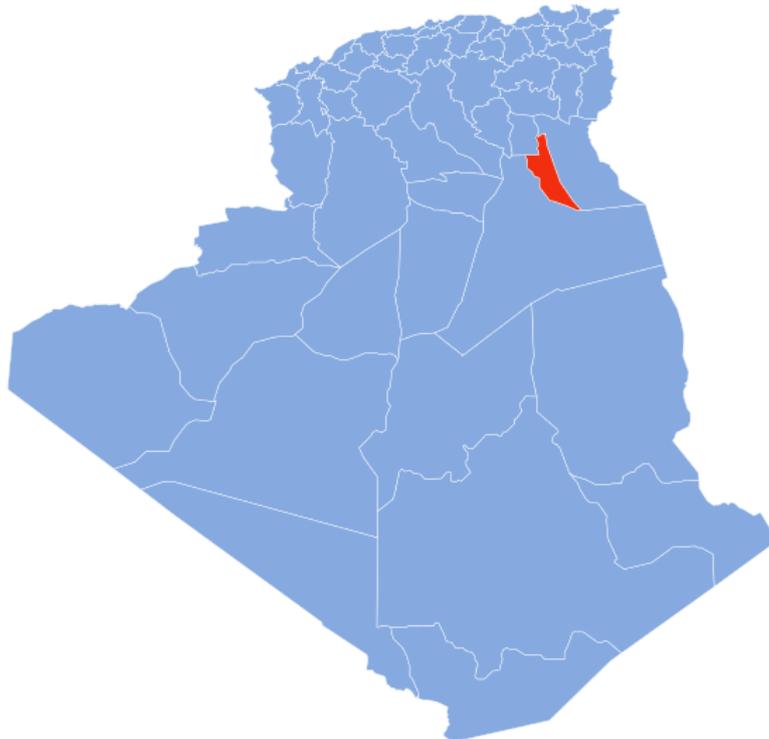


Figure 08 : Localisation de la wilaya de Touggourt en Algérie

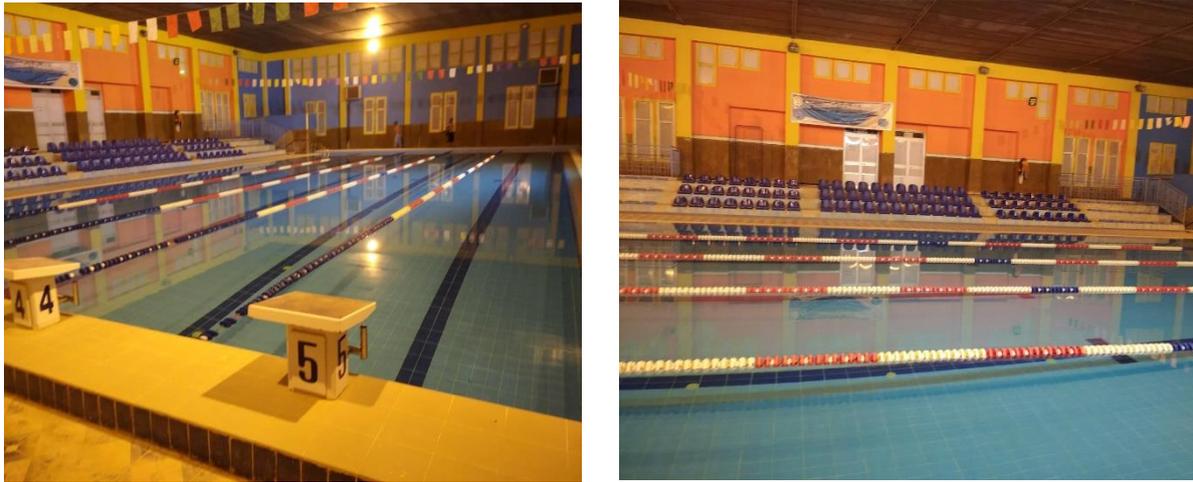


Figure 09 : la piscine de Touggourt.

Quant à l'état, La piscine Touggourt, située en centre-ville dans le quartier de Mostakbal, est une piscine couverte couverte, ouverte toute l'année, même en hiver, sauf certains jours (vacances...) et d'une capacité de 132 spectateurs, Le bassin mesure 25 mètres de long et 12,5 mètres de large (5 couloirs) avec un volume total de 500 mètres cubes, La piscine est alimentée en eau par un puits creusé à l'extérieur de la piscine (44), (45).

Tableau 05 : Analyses de concentration chimique des eaux de forage Touggourt.

Paramètres	Symbole	Unité	Forage Piscine Touggourt
Acidité	pH	0-14	7.80
Conductivité	CE	mS/cm	6.99
Calcium	Ca^{+2}	Mg/L	321
Magnésium	Mg^{+2}	Mg/L	207.4
Potassium	K^{+}	Mg/L	42
Sodium	Na^{+}	Mg/L	920
Chlorure	Cl^{+2}	Mg/L	1506.3
Sulfates	So^{-4}	Mg/L	2250
Carbonate	Hco^{-3}	Mg/L	106.75

L'eau d'une piscine est prolongée en l'alimentant en eau du robinet ou en eau potable.

2- Stratégie d'échantillonnage

2.1. Conditions d'échantillonnage

L'eau de l'étang a été échantillonnée sur une semaine du 26 au 30 mars 2022 et sur deux jours du 26 au 27 avril (pendant le Ramadan).

Des échantillons d'eau ont été prélevés avant et après la baignade pour analyse chimique pendant les heures normales d'exploitation. A une distance d'environ 50 cm du bord de l'étang et à une profondeur d'environ 30 à 40 cm sous la surface de l'eau dans un récipient propre.

2.2. Stockage des échantillons

Après avoir prélevé l'échantillon, certaines analyses et mesures physiques et chimiques sont effectuées sur celui-ci, Et elles sont analysées dans un délai ne dépassant pas 30 minutes, Et certaines d'entre elles principalement dans les 24 à 48 heures, Et certains échantillons sont stockés à 4 degrés Celsius (46).

3. Méthodes d'analyse de l'eau de piscine

Des analyses d'échantillons d'eau de piscine ont été réalisées à l'intérieur de la piscine (laboratoire), et certaines analyses ont été réalisées au Centre de Recherche Scientifique de Touggourt.

Cette eau est analysée en laboratoire de deux manières :

3.1. Méthodes d'analyse physique

3.1.1. Détermination du pH

A l'aide d'un pH-mètre, on prélève un échantillon de 100 ml d'eau de piscine à analyser dans un récipient en verre. L'électrode est plongée dans l'échantillon. On attend la confirmation du résultat, puis on lit la valeur sur l'appareil, Puis lavons le côté immergé de l'appareil et le récipient avec de l'eau distillée et répétons la mesure dans un autre échantillon.

3.1.2 - Turbidité

En mesurant la quantité de lumière qui traverse l'eau par rapport à la quantité de lumière réfléchiée par les molécules d'eau, et cette technique se fait par :

1- Remplir un flacon doseur spécifique avec l'eau à analyser.

2- Essuyez avec du papier sulfurisé.

3- Cliquez sur la flèche.

4- Mesure directe.

Nous l'avons la bouteille avec de l'eau distillée pour remesurer (47).

3.1.3. Température

À l'aide d'un thermomètre, prélever un échantillon d'eau dans un grand béccher en verre d'une capacité de 125 ml ; Plongez un thermomètre (fil électrique) dans la vasque et attendez une minute ou deux que la température se stabilise, Puis lisez, La température de l'eau peut aussi être mesurée directement dans la piscine (47).

3.1.4. Matière organique

Afin de mesurer la matière organique, nous prélevons un échantillon d'au moins 20 ml d'eau de piscine propre avec une goutte de thiosulfate 0,1N, Puis conservez-le à 4°C.

Mode opératoire L'échantillon filtré est introduit dans la cuve en quartz de trajet optique L en cm Son absorbance UV à 254 nm est déterminée en réglant le zéro du spectrophotomètre sur un blanc d'eau ultra - pure. L'absorbance UV, exprimée en cm^{-1} , est obtenue en divisant l'absorbance mesurée par le trajet optique L (en cm) de la cuve utilisée. Une détermination séparée de la teneur en carbone organique dissous (47).

3.2. Méthodes d'analyse chimique

Cela a été fait à l'aide d'un étalonnage colorimétrique ;

3.2.1. Alcalinité (TAC)

Mettre 100 ml d'eau de piscine dans le béccher, puis ajouter une goutte de solution de thiosulfate 0,1N. Puis on ajoute 0,1 ml de méthyl orange et on titre avec de l'acide sulfurique H_2SO_4 .

EXPRESSION DES RESULTATS

❖ Calcul

$$\text{TAC } F^\circ = (V_e - V_b) \times \text{titre}$$

V_e : volume H_2SO_4 utilise pour L'échantillon

V_b : volume H_2SO_4 utilise pour le blanc

$$\text{TAC mg/l CaCO}_3 = \text{TAC } F^\circ \times 10.$$

Bicarbonate HCO_3 mg/l = TAC F° x 12.2.(NA 6917).

* TAC ($^\circ\text{c}$):

$\text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{TAC} \times \text{V}) \text{ échantillon } (\text{N}_1 \times \text{V}_1)$.

3.2.2. Chlore résiduel libre

Placer un échantillon de 10 ml d'eau de piscine dans un tube en verre et la pastille DBD1 et agiter jusqu'à ce que la pastille soit dissoute, attendre 2 minutes. La valeur de chlore est lue, ce qui correspond à la couleur obtenue (par rapport au papier).

3.2.3. Chlore résiduel total

Mettre un échantillon de l'eau de la piscine dans un volume de 200 ml + 1g KI + 10 ml d'acide acétique, titrer avec 0,01N thiosulfate. Jusqu'à ce que la couleur soit jaune pâle (lire la taille par précaution) ici on met 2 gouttes amidon, Nous continuons à calibrer jusqu'à ce qu'il devienne bleu

❖ Calcul

Chlore résiduel total (mg/L)

= thiosulfate $\times 35,45 \times 1000 \div \text{V échantillon } (\text{V} \times \text{N})$.

3.2.4. Dureté (TH)

Prendre 50 ml d'eau de bassin + 4 ml de tampon 10 + 3 gouttes de NET pur (rouge violé), titrer avec de l'EDTA jusqu'à ce que la couleur devienne - -> bleu.

❖ Calcul

$\text{EDTA} = (\text{NH}_2\text{SO}_4 \times \text{V}) \text{ échantillon } (\text{NTH} \times \text{V}_1) \dots \dots \text{ meq/l } * 5 = F^\circ * 10 = \text{mg/l caco}_3$.

4. Préparation des solutions au laboratoire

Il y a des solutions en labo, et des solutions qu'on a préparées en labo.

4.1. Solutions préparées en laboratoire

4.1.1 Préparation de l'acide sulfurique H_2SO_4

H_2SO_4 à 0,02 normale

0,6 ml H_2SO_4 dans 1L eau distillée. Conserver dans un flacon en polyéthylène.

4.1.2. Préparer Thiosulfate 0.01N

24.818 g Thiosulfate -----> 1L eau distillée.

4.1.3. Préparer Thiosulfate 0.1N

0.12409g -----> 50ml eau.

4.1.4. Préparation d'amidon 0,5%

0,5 g d'amidon -----> 5 ml d'eauidistillée froide + 95 ml d'eau bouillante.

4.2. Solutions en laboratoire

- 200 ml acide acétique.
- 1L de EDTA.
- 30 ml de NET.
- 80 ml tampon10.
- 50 ml de méthyle orange.
- DPD1.

II- Les outils utilisés

-Thermomètre

- Bécher

- Epouvette graduée

- Erlenmeyer

- Support

- Spatule

- Balance sensible

- Burette

- Fiole

- Turb 555

- Erlenmeyer

- DPD1

- Mortier

- pH mètre

- Entonnoir en verre

- Poire à pipeter

- Pipette Volumétrique

- La seringue

Conclusion

Le rôle des mesures et analyses physico-chimiques des eaux de baignade est important pour maintenir le confort du baigneur et la qualité de l'eau de baignade.

CHAPITRE IV

RESULTATS ET DISCUSSION

Introduction

Une recherche objective a été menée pour des échantillons d'eau de piscine (piscine sportive couverte dédiée au cours), des échantillons ont été prélevés dans une piscine et assurez-vous de l'exactitude des mesures et des paramètres mentionnés en utilisant les lignes directrices des normes unifiées.

Les résultats des analyses ont été comparés aux consignes contenues dans les documents précisant les besoins en eau des piscines.

1. Echantillonnage

Avant et après chaque utilisation de l'eau de la piscine par les baigneurs, un échantillon a été prélevé et étudié selon des critères physiques et chimiques, et la pollution a été suivie après chaque utilisation.

Le nombre moyen de nageurs par heure était de 17, et il variait de 13 à 35 nageurs. Leur âge varie de 5 à 56 ans.

1.2. Paramètre physico-chimique de l'eau de piscine de Touggourt

1.2.1. Le pH

Le pH est une notion importante pour parvenir à une bonne désinfection, Le pH de l'eau pure à 25 °C est égal à 7, Il a été choisi comme valeur de référence d'un milieu neutre, Voici un exemple de représentation de différentes valeurs.

Un pH autour de 7 caractérise la vie humaine. Dans les piscines publiques la valeur de pH légale doit être comprise entre 7.4 et 7.6. (32).

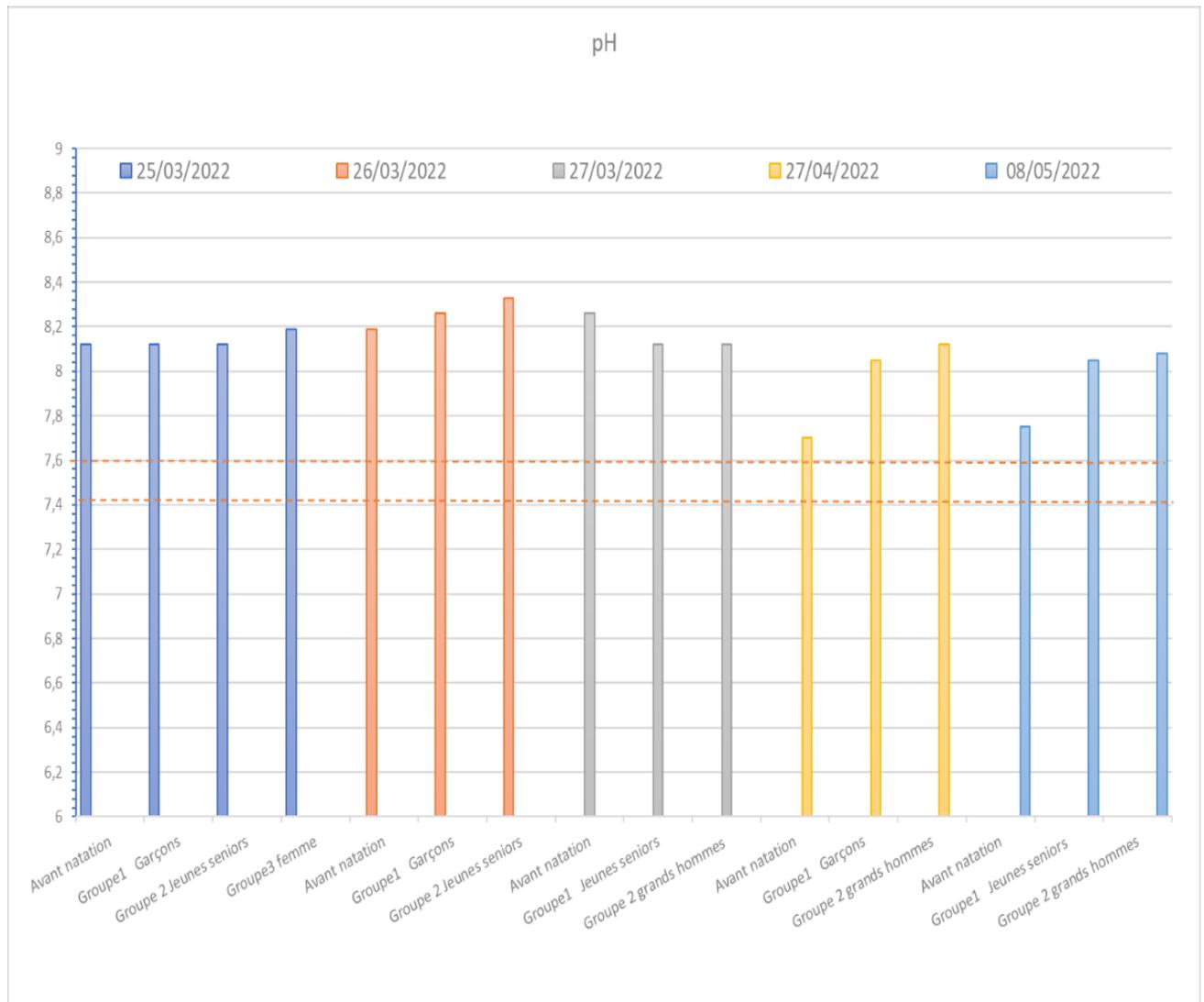


Figure 10 : Variation des concentrations de pH piscine Touggourt.

Les résultats des concentrations de pH piscine (7.70 à 8.33) montrent une augmentation au-dessus de la limite autorisée pour les paramètres de pH dans d'autres piscines synthétiques. Cette augmentation, à un pH supérieur à 8,0 (précipitation de composants minéraux), et une eau trouble peut se produire. Pour corriger cette augmentation, le HCL est augmenté. (41).

L'impact du pH sur la quantité de chlore libre, et par conséquent l'impact sur l'efficacité de la désinfection, On aura la même efficacité bactéricide avec ; (32).

- 0,5 mg par litre de chlore à un pH 7.
- Que 0,7 mg par litre de chlore un pH 7,4.
- 1 mg par litre à un pH de 7,7.

- 1,6 mg un pH de 7,9.

Cela montre que l'on doit attacher de l'importance au pH. Plus le pH est bas, plus on aura de HOCL ; plus le pH est haut, plus on aura d'ions hypochlorite. Or, l'acide hypochloreux est 100 fois plus efficace que l'hypochlorite. Lorsque le pH est vers 7,5, il y a équilibre de quantité entre hypochlorite et acide hypochloreux. D'où l'importance d'avoir un pH proche de 7 plutôt que de 8.

1.2.2. Le TAC (titre alcalimétrique complet)

Le TAC d'une eau représente la teneur totale en bicarbonates (HCO_3) et en carbonates (CO_3) donnée en mg/L de CaCO_3 = ppm.

Le TAC est très important dans les eaux de piscine car plus sa valeur est élevée et moins le pH varie lorsque l'on ajoute des produits acides ou basiques. Il représente le pouvoir tampon de l'eau et, en général, il est légèrement supérieur au TH. (32).

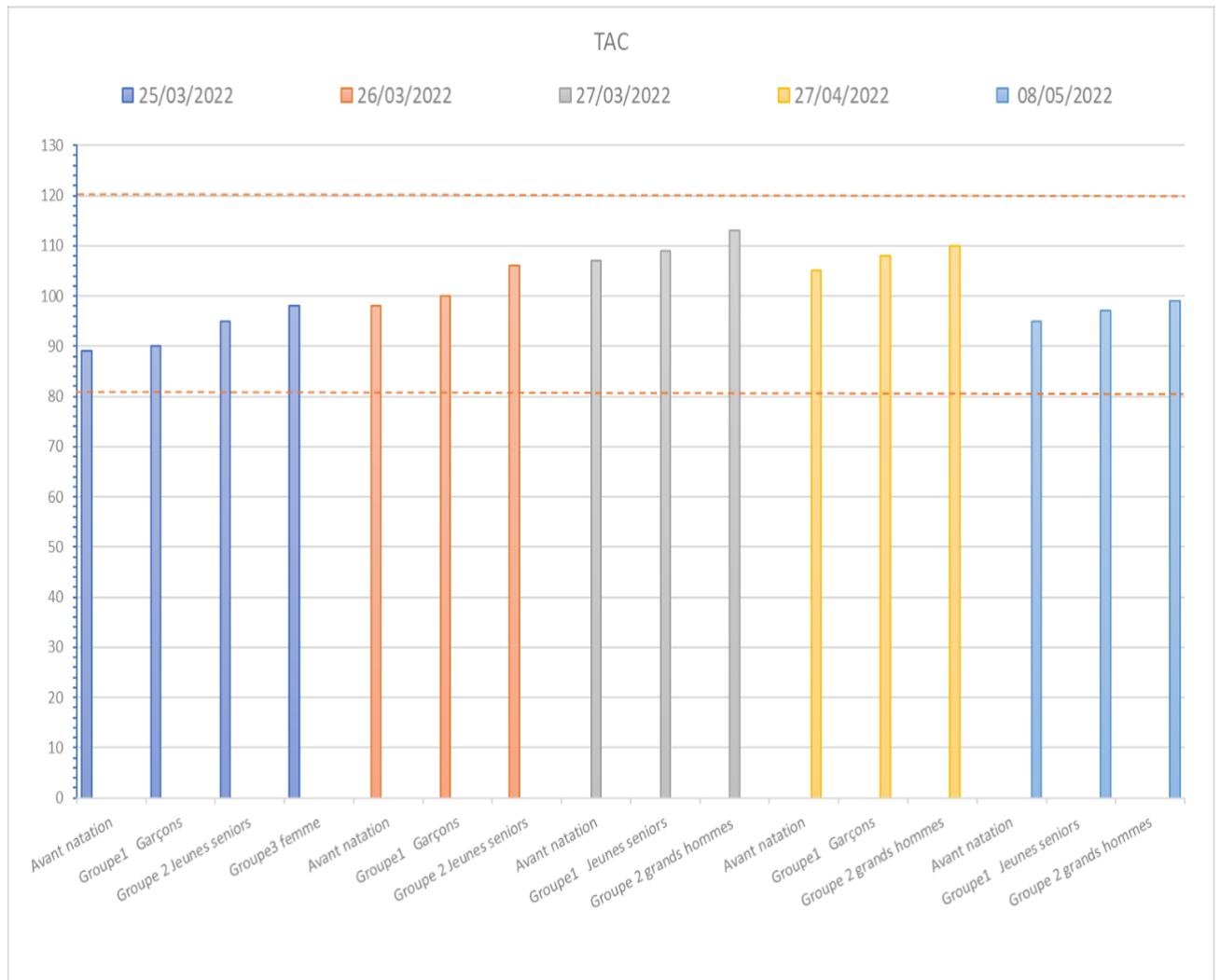


Figure 11 : Variation des concentrations de TAC piscine Touggourt.

Selon la figure, il y a une augmentation de l'alcalinité de l'eau de l'étang de Touggourt. Une légère augmentation. Le maximum était de 113 mg/L alors que les concentrations demeurent dans les limites envisagées et recommandées pour les normes au Canada. (41).

Corriger. Pour réduire l'alcalinité, nous introduisons de l'acide chlorhydrique et le versons rapidement dans l'eau où la filtration fonctionne.

Pour augmenter l'alcalinité de l'eau, nous utilisons du bicarbonate de calcium ou du carbonate de calcium.

1.2.3. Le Chlore

Le chlore est le produit chimique le plus couramment utilisé dans le traitement au chlore de l'eau de piscine. Il élimine non seulement les bactéries et les algues par désinfection (tue), mais oxyde (détruit chimiquement) d'autres substances telles que la saleté et la chloramine. Lorsque le chlore est introduit dans l'eau du bassin, une partie de celui-ci est toujours consommée lors des

processus de désinfection et d'oxydation. Cette portion de chlore usé disponible est appelée demande en chlore. (41).

Les normes canadiennes exigent que les résidus de chlore libre soient d'au moins (1,0 à 1,5) ppm dans la piscine en tout temps si du chlore stable est utilisé.

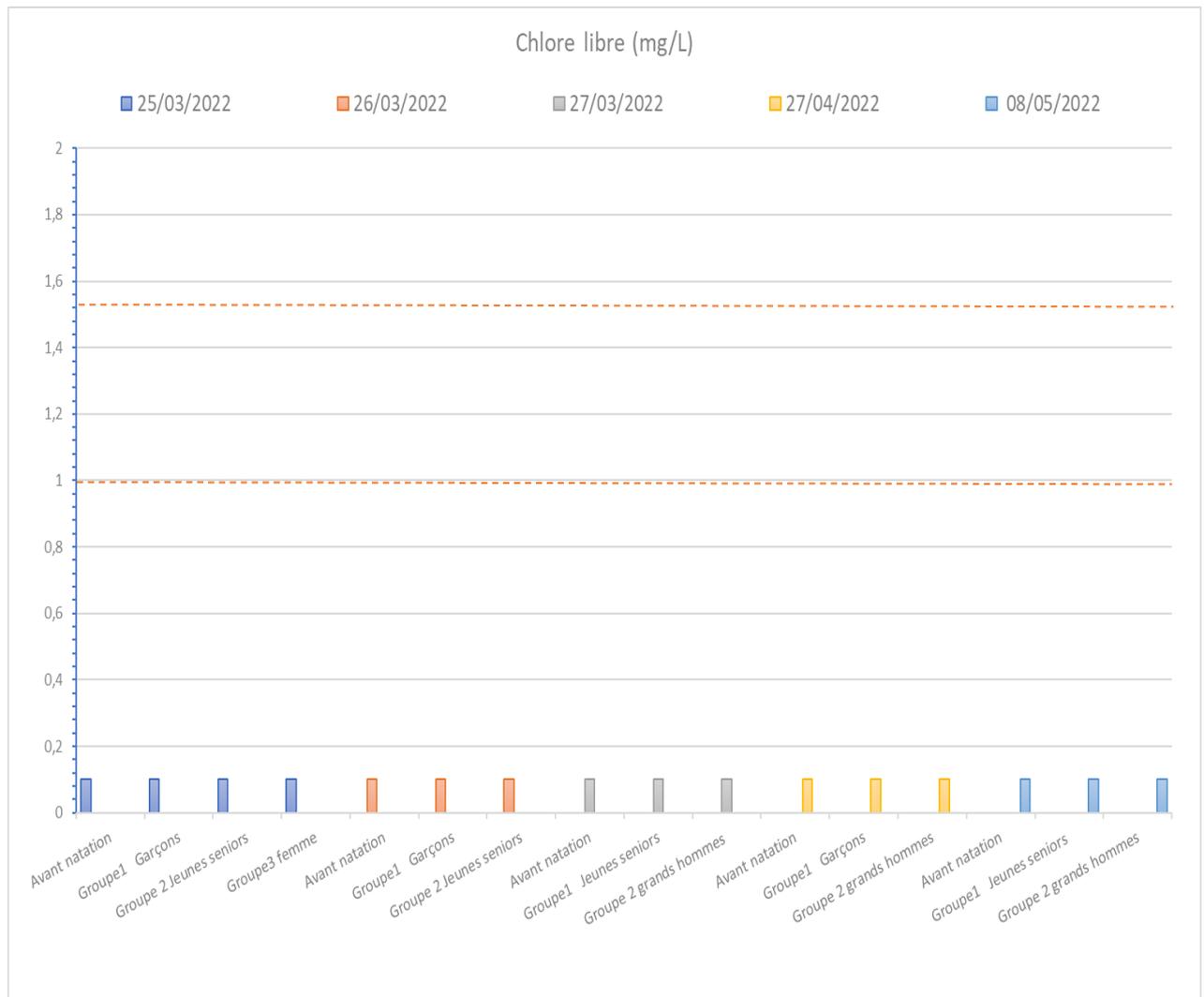


Figure 12 : Variation des concentrations de chlore résiduel libre piscine Touggourt.

Les concentrations de chlore résiduel dans la piscine Touggourt demeurent constantes à 0,1 mg/L, ce qui est très bas pour les normes canadiennes (1.0 à 1,5). Ces différences reflètent à nouveau la nature différente de l'eau d'alimentation de l'étang et le manque d'utilisation de la chloration (41).

1.2.4. Température

A une température supérieure à 28°C pour l'eau de piscine, le chlore se dissipe plus rapidement, les algues poussent mieux et la formation de tartre (dépôts de carbonate de calcium) est plus susceptible de se produire (41).

Les normes canadiennes recommandent que la température de l'eau des piscines ne dépasse pas 40 degrés Celsius.

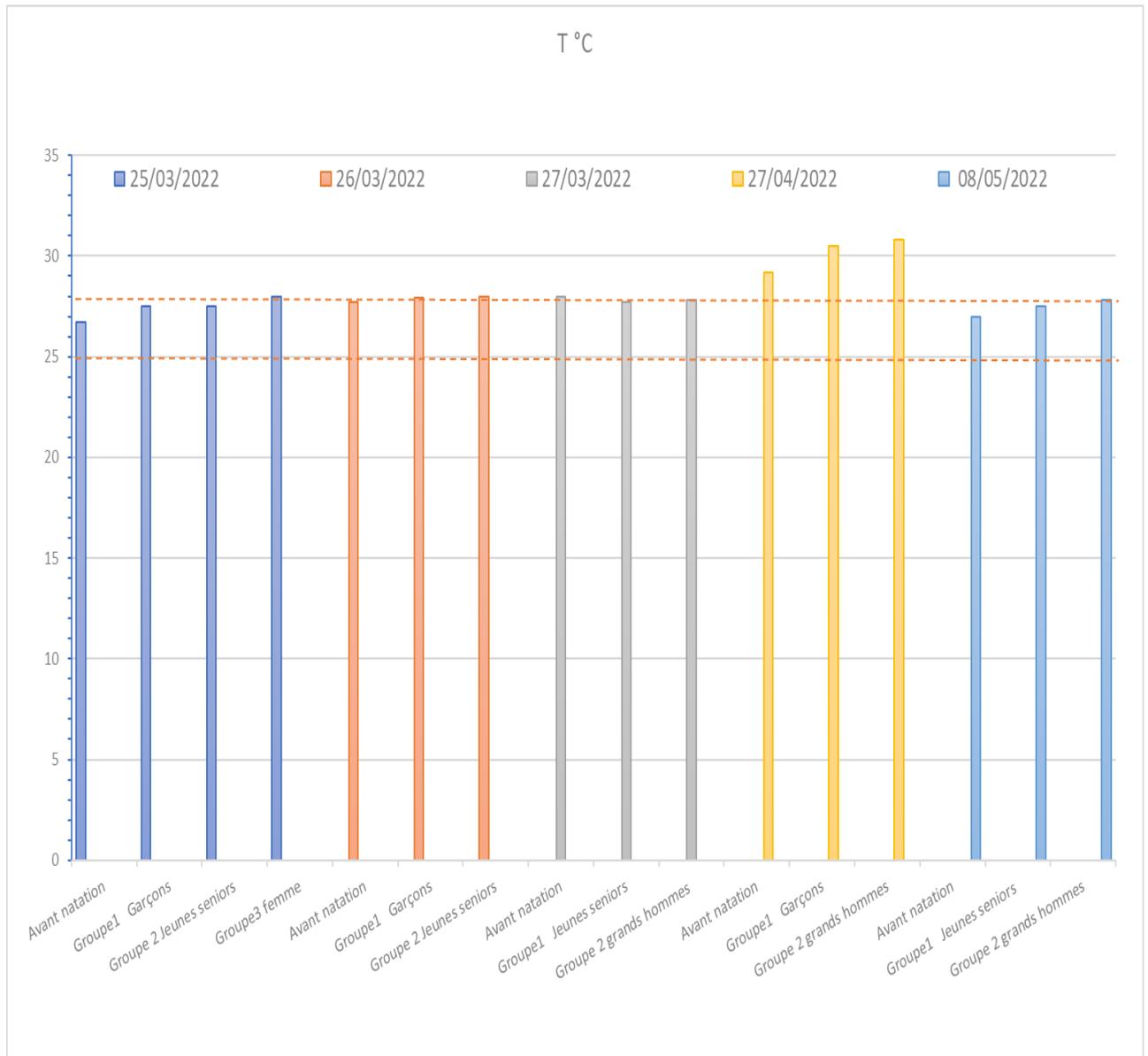


Figure 13 : Variation des concentrations de Température piscine Touggourt.

Les valeurs de température de l'eau de la piscine restent légèrement élevées, avec un maximum de 31°C, et une température moyenne de 27°C, en raison de l'éclairage constant et du manque de

ventilation de la piscine. Bien que la température de l'eau de la piscine se situe dans la plage standard canadienne recommandée de (25 à 28) degrés Celsius.

Pour corriger la température de la piscine, il faut utiliser des liquides de refroidissement pour l'eau de la piscine, avec les réchauffeurs éteints (41).

1.2.5. Le TH (titre hydrométrique)

Le TH représente la valeur en sels de calcium et de magnésium dissous. Il exprime la dureté de l'eau en degrés. 1°F=10 mg/l de carbonate de calcium (le tartre) ou 2,4 mg/l de magnésium ou 4 mg/l de calcium (32).

- De 0 à 9 °F, c'est-à-dire de 0 à 90 mg/L de CaCO₃ c'est une eau très douce (rare, mais cela existe).
- De 10 à 19 °F, c'est-à-dire de 100 à 190 mg/L de CaCO₃, une eau est douce à peu dure.
- De 20 à 24 °F, c'est-à-dire de 200 à 240 mg/L de CaCO₃, une eau est moyennement dure.
- De 25 à 35 °F, c'est-à-dire de 250 à 350 mg/L de CaCO₃, une eau est moyennement dure à dure.
- À plus de 35 °F, c'est-à-dire de 350 mg/L de CaCO₃, une eau est très dure.

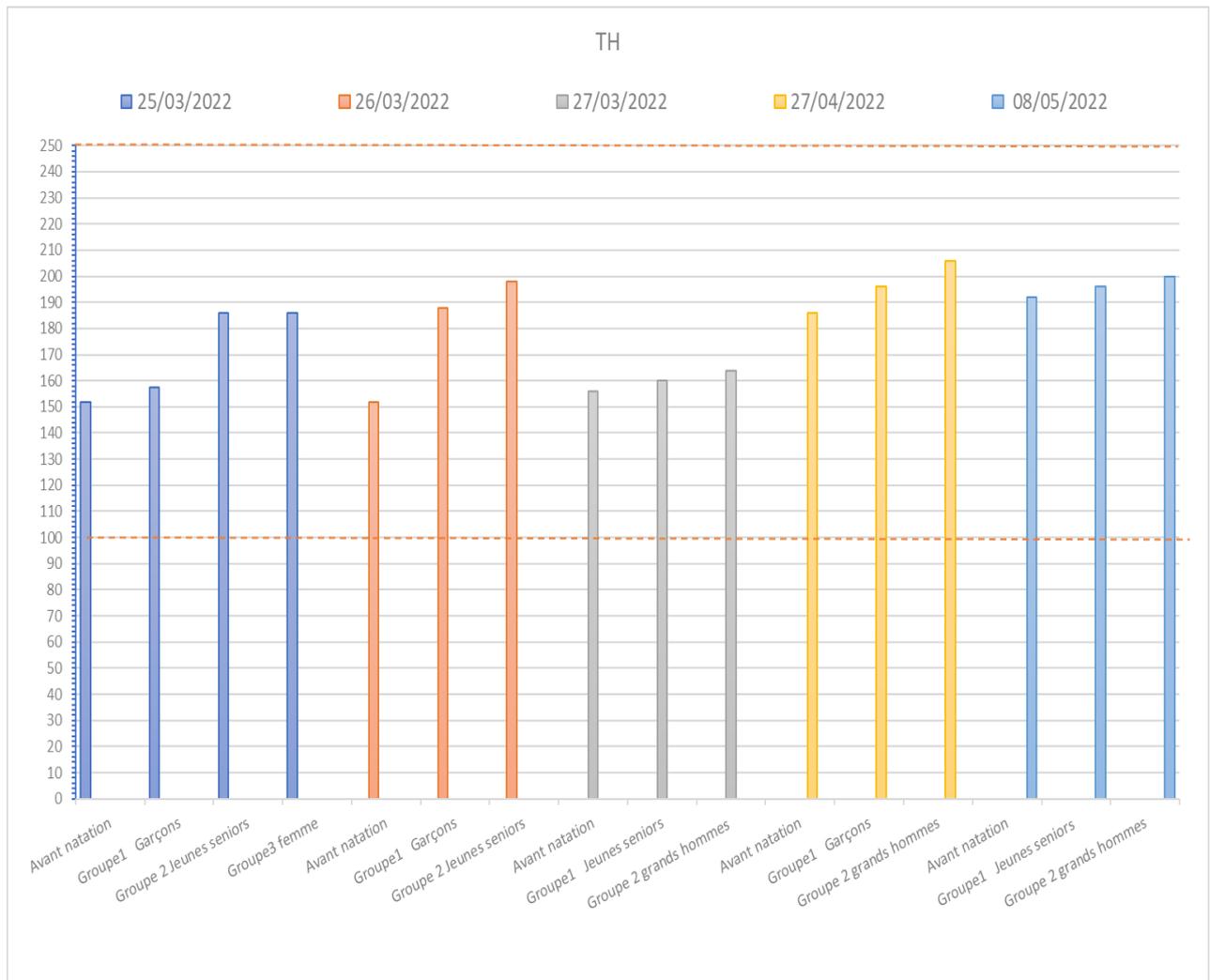


Figure 14 : Variation des concentrations de TH piscine Touggourt.

Il y a une augmentation relative de la dureté de l'eau dans la piscine de Touggourt, qui a été déterminée comme contenant du calcaire. Il est plus fort que l'eau, ce qui signifie que l'eau est douce à légèrement dure, avec une valeur maximale de 206 mg/L et une valeur minimale de 152 mg/L, bien qu'elle se situe dans les normes canadiennes recommandées de 100 à 250 mg/L de calcium carbonate.

Pour corriger cela, vous pouvez équiper la piscine d'un adoucisseur. Et enlever un peu de calcium ou prévenir le tartre. Calc Out est particulièrement recommandé, car il s'agit d'une procédure lourde mais très bénéfique (41).

1.2.6. Le Turbidité

La turbidité est due à la présence de matières en suspension, ce qui provoque une altération de la limpidité (diffraction de la lumière),

Une modification de la couleur (marron pour l'hydroxyde de fer, verte pour les algues). Les matières en suspension sont retenues par le système de filtration, la turbidité caractérisera donc la qualité du fonctionnement du système.

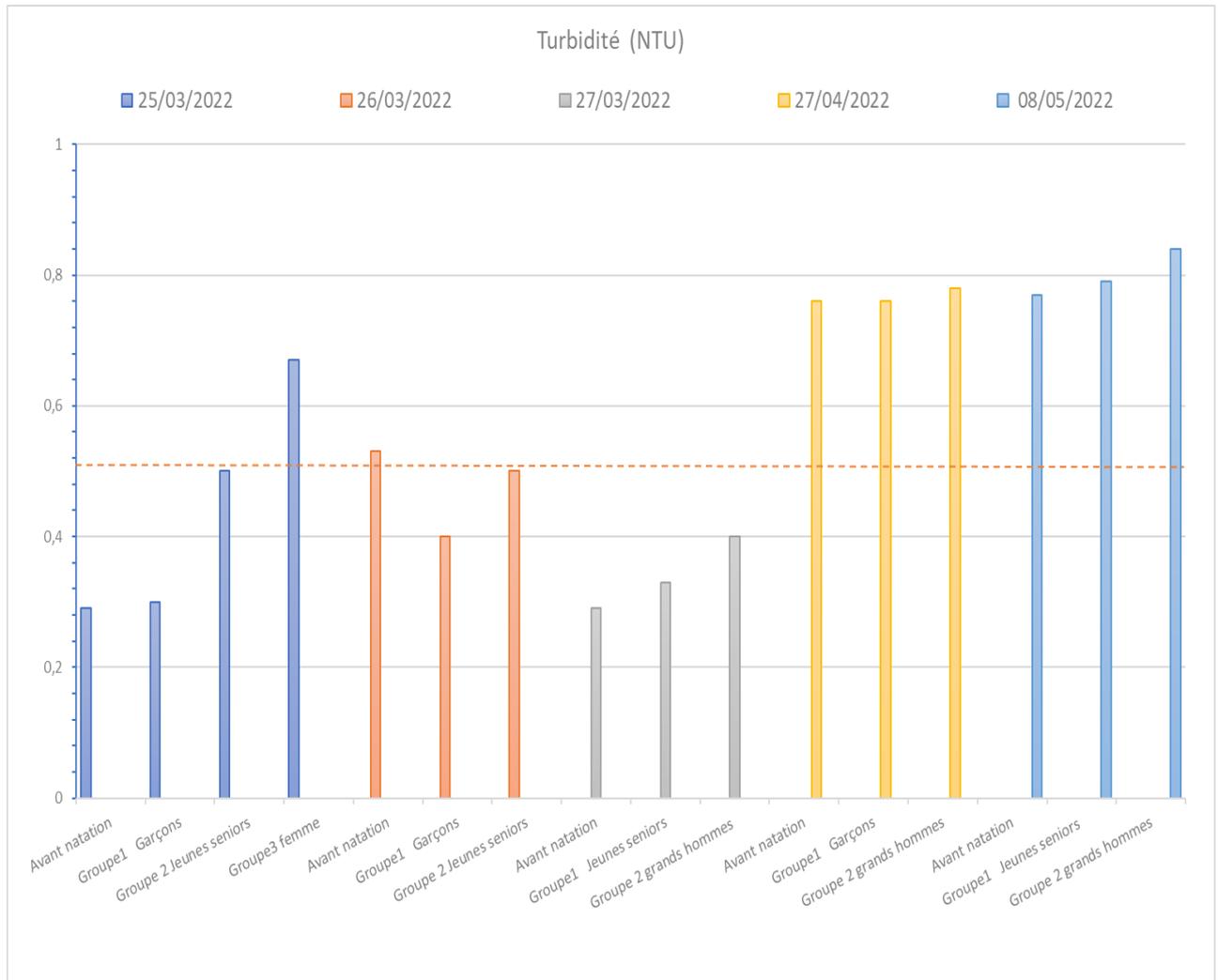


Figure 15 : Variation des concentrations de Turbidité piscine Touggourt.

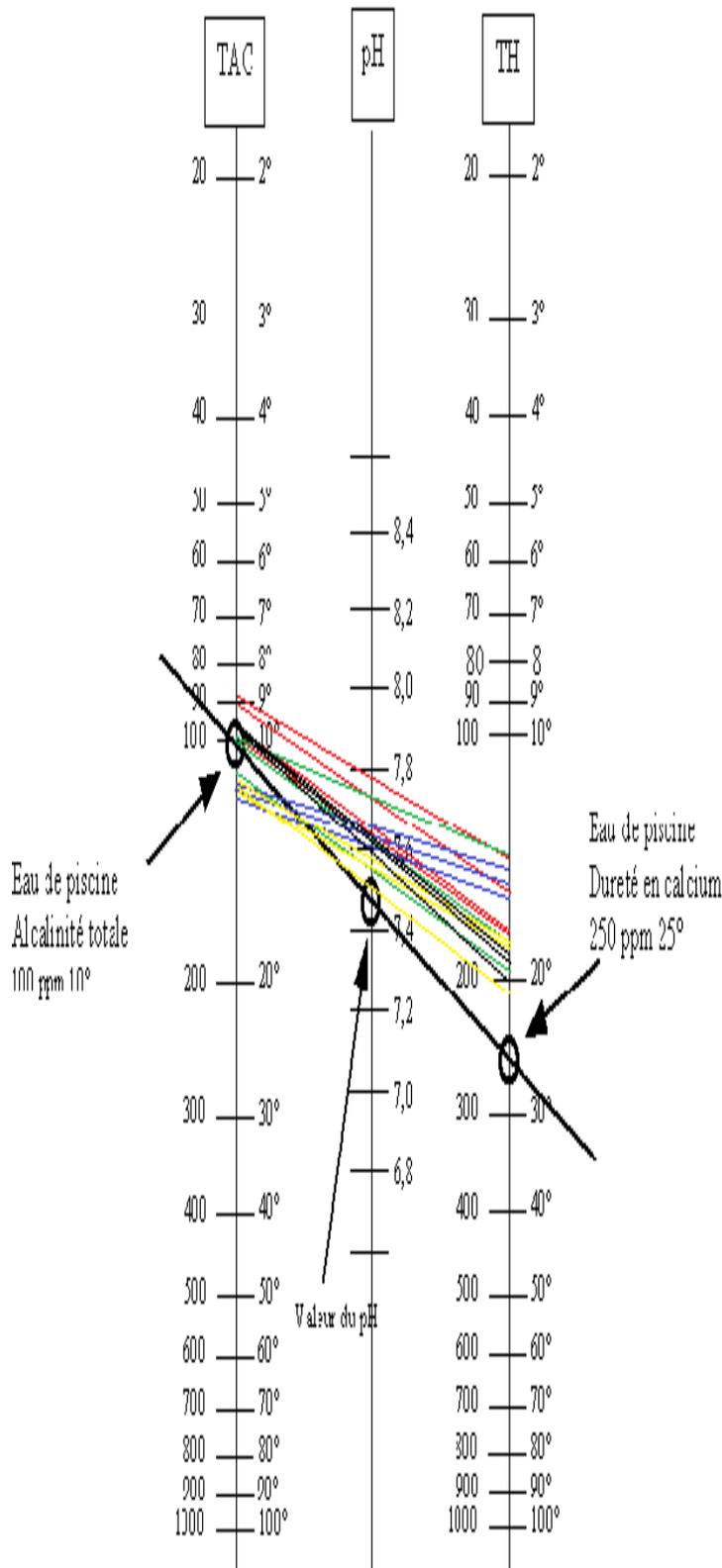
A travers la courbe, on constate une augmentation progressive des concentrations de turbidité. La turbidité de la piscine de Touggourt et cela est dû au manque constant de filtration avant et pendant les périodes de baignade et au manque de sensibilisation des baigneurs quant à la pollution de la piscine. Mauvaise circulation de l'eau, mauvais équilibre hydrique, et mauvais fonctionnement entraînant l'accumulation d'algues, et cette augmentation est supérieure à la limite recommandée par la norme canadienne 0,50.

1.3 Équilibre de l'eau

Le pH, TH et TAC sont directement liés par plusieurs relations qui permettent de définir, pour un pH donné, les valeurs optimales du TH et du TAC. Le tout est représenté sous la forme d'un diagramme appelé "balance de Taylor » (Figure 16), (37), (32), (51).

- Si le $\text{pH} < \text{pHe}$, on dit que notre eau est agressive;
- Si le $\text{pH} > \text{pHe}$, on dit que notre eau est entartrante;
- Si le $\text{pH} = \text{pHe}$, on dit que l'eau est équilibrée.

Diagramme d'équilibre de l'eau de piscine



Date d'échantillonnage	La couleur
22 /03/2022	
26/03/2022	
27/03/2022	
27/04/2022	
08/05/2022	

Figure 16 : Diagramme d'équilibre de la piscine.

Tableau 05 : Comparaison des résultats de pH d'une piscine Touggourt et de la pHe

Date d'échantillonnage	PH	Phe	Comparaison	Type eau	Corriger
25/03/2022	8.12	7.80	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.12	7.74	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.12	7.65	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.19	7.63	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
26/03/2022	8.19	7.77	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.26	7.62	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.33	7.57	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
27/03/2022	8.26	7.66	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.12	7.64	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.12	7.42	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
27/04/2022	7.70	7.58	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.05	7.57	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.12	7.50	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
08/05/2022	7.75	7.62	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.05	7.61	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)
	8.08	7.59	PH >Phe	Eau entartrante	Ajout d'acide chlorhydrique (HCL)

Dans tous les échantillons prélevés, le pH est supérieur au pH à l'équilibre (pHe). Donc, on dit que notre eau est entartrante.

Pour corriger le pH, on ajoute l'acide chlorhydrique (HCl) dilué.

2. Discussion

Cette étude s'inscrit dans un cadre visant à évaluer la qualité physique et chimique de l'eau de piscine afin de caractériser les risques liés à l'utilisation de cette eau.

Les résultats ont montré que le pH diffère des normes recommandées pour l'eau de piscine, car il est supérieur à la limite recommandée de 7,2 à 7,6 (OMS 2006).

Le pH de l'eau des piscines à Touggourt fluctue entre 7,70 et 8,33, et ce pH reste au-dessus des normes fixées par le Canada qui précisent des valeurs de pH entre 7,4 et 7,6 pour l'eau des piscines et cette augmentation précipite les composants minéraux et peut entraîner une eau turbide.

La France fixe des valeurs de pH comprises entre 6,9 et 8,2 pour l'eau des piscines industrielles, (Normes de qualité pour l'eau de piscine, 1991). En effet, la fourchette dans laquelle se situe le pH de la piscine de Touggourt illustre le caractère acide de son eau ; Selon les experts, cette acidité provoque des irritations des yeux et des muqueuses, favorise l'apparition d'algues dans l'eau et le dépôt de sels, de calcaire, l'eau devient corrosive, et surtout élimine l'action des antiseptiques. Chaque fois que cette agressivité entraîne la corrosion des murs en béton, des revêtements en ciment et des objets métalliques tels que les pompes métalliques.

Une augmentation du pH démontre le caractère basique de l'eau qu'on doit la corriger à fin d'éviter la précipitation du calcaire et d'éviter la réduction de la transparence de l'eau, Le maintien d'un pH supérieur à 7,8 augmentera la tendance à former des croûtes ou de l'eau trouble, Si le pH de l'eau est trop élevé et que l'eau est trop acide, le chlore deviendra complètement inactif dans la piscine, peu importe la quantité dans l'eau.

Pour l'alcalinité (TAC), Il est préférable de maintenir l'alcalinité totale dans la fourchette comprise entre 80 et 120 mg/l : si la valeur est inférieure ou supérieure, le TAC doit être rééquilibré,

Dans la piscine de Touggourt, les valeurs de TAC (89 à 113 mg/L) restent relativement cohérentes avec celles indiquées dans le manuel d'utilisation des piscines et autres bassins artificiels.

Quant au Canada, qui spécifie des niveaux de TAC entre 80 mg/L et 120 mg/L, la valeur d'alcalinité de la piscine augmente avec le nombre de baigneurs et selon le sexe. Mais cela

rentre dans son champ d'application. Dans les limites de l'alcalinité de l'eau (100-150 mg/L) recommandée par la résolution n° 418/1995 du ministère égyptien de la santé. Les différences de concentration entre les stations doivent être liées à la nature différente de l'eau fournie aux piscines pour maintenir l'alcalinité de l'eau. à la concentration recommandée.

Lorsque la valeur est inférieure à 80 ppm, l'eau peut devenir agressive et le pH peut facilement monter, descendre et revenir. Si la valeur est supérieure à 120 ppm, l'eau peut devenir trouble et s'entartre et le pH a tendance à augmenter.

Des températures de l'eau plus élevées peuvent favoriser la croissance de certains micro-organismes (OMS 2006). La température de la piscine est comprise entre 26 et 31°C ce qui est acceptable et adapté aux baigneurs selon la température saine recommandée par le Département Australien (2001) qui stipule que la température de l'eau de la piscine ne dépasse pas 40°C.

D'autre part, les normes canadiennes et américaines pour les piscines (2010) stipulent que dans la plage d'eau idéale pour les piscines, la température devrait être de 25 à 28 °C. Alors que les valeurs de température supérieures à 27°C sont plus sensibles à la contamination et ont un impact direct sur la contamination de l'eau du bassin par une croissance microbienne accrue. Les algues poussent mieux et la formation de tartre (dépôts de carbonate de calcium) est plus susceptible de se produire.

Quant à la dureté totale ou dureté de l'eau, elle détermine le niveau de calcaire présent dans l'eau, La dureté de piscine Touggourt varie de 152 à 206 mg/l, et la valeur moyenne de sa dureté est de 179 mg/l. Ces pourcentages correspondent à la fourchette recommandée des normes du Guide Qualité de fonctionnement des piscines et autres piscines synthétiques au Canada qui définissent ce paramètre à une concentration comprise entre 100 mg/L et 250 mg/L de carbonate de calcium 3.

Si le TH est trop élevé, vous pouvez voir des dépôts de calcaire sortir de l'étang. Détermine le niveau de calcaire présent dans l'eau. L'eau de chaux devient trouble, accumule du tartre, de la peinture, des tuyaux et de l'équipement et irrite la peau et les yeux des baigneurs.

Pour le chlore, l'analyse des résultats a montré que les concentrations de chlore dans l'eau de la piscine étaient fixées à 0,1 mg/L. La concentration de chlore résiduel libre est inférieure à 1,0 mg/L, ce qui est inférieur à la plage autorisée (1,0-1,5 mg/L). Au Canada, selon la décision du ministère égyptien de la Santé, ce faible pourcentage favorise la reproduction des micro-organismes et entraîne des risques pour la santé liée à l'arrangement microbiologique. Les opérateurs ont ajouté du Cl₂ au hasard.

La filtration est essentielle pour la qualité globale de l'eau. Si la filtration est mauvaise, la clarté en sera affectée et la pureté de l'eau est un facteur clé pour assurer la sécurité du baigneur. Une mauvaise visibilité sous l'eau est un facteur contributif aux blessures. Pour la turbidité, l'eau de la piscine a fluctué entre 0,29 NTU et 0,84 NTU. Il n'est pas conforme à la plage autorisée au Canada qui stipule que le rapport de turbidité est de 0,50 NTU. Le dépassement du critère de turbidité indique une détérioration significative de la qualité de l'eau et des risques importants pour la santé si les équivalents de turbidité sont supérieurs à 0,5 NTU, ce qui est un guide utile pour la limite supérieure. Pour un traitement optimal de l'eau, des directives moins nombreuses et plus strictes doivent être utilisées et les exploitants de piscines doivent être conscient de l'importance d'un traitement continu de l'eau.

Au terme de ce modeste travail, cette étude n'est qu'une petite partie d'un travail visant à évaluer la qualité physique et chimique de l'eau des piscines des wilayas de Ouargla et de Tougourt afin de vérifier leur aptitude à la baignade et caractériser les risques qui peuvent affecter la santé des baigneurs. Des études doivent être poursuivies dans ce sens pour compléter ce travail.

La propreté et la préservation de l'environnement est la propreté et la préservation de l'eau des piscines (piscines respectueuses de l'environnement), pour éviter les problèmes et les risques qui affectent l'organisme vivant.

Conclusion

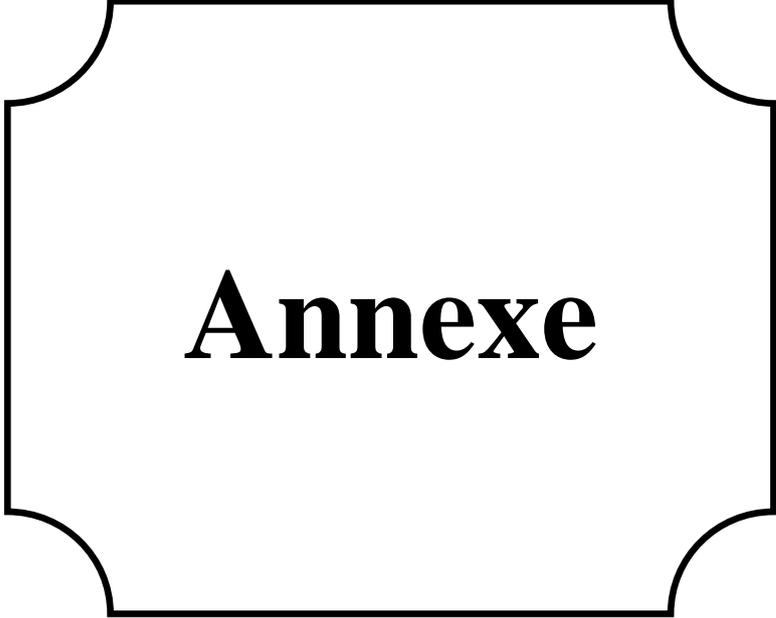
Dans ce modeste résumé, cette étude n'est qu'une petite partie d'un cadre visant à évaluer la qualité physique et chimique de l'eau des piscines de l'Etat de Touggourt afin de caractériser les risques liés à l'utilisation de cette eau.

Par conséquent, nous avons étudié les paramètres (pH, alcalinité de l'eau, dureté de l'eau, chlore résiduel libre, température, turbidité), où nous avons prélevé des échantillons de l'eau de la piscine, certains des échantillons ont été analysés à l'intérieur de la piscine et d'autres à l'extérieur de la piscine (turbidité), et en comparant ces résultats avec les normes canadiennes, nous avons constaté une différence de certains paramètres (pH, chlore, turbidité), et en utilisant la charte de Taylor pour l'équilibre de l'eau de la piscine dans tous les échantillons prélevés, le pH était supérieur au pHe, nous disons donc que notre eau est en expansion et que le bilan hydrique est faible, et pour corriger cela, nous ajoutons de l'acide chlorhydrique.

Enfin, ces résultats mettent en évidence la non-conformité de la piscine publique enquêtée aux normes sanitaires mondiales pour l'eau de piscine. En raison de la relation entre les faibles niveaux de chlore et les résultats positifs d'une éventuelle contamination bactérienne dans cette étude.

Recommandations

Une surveillance plus stricte devrait être entreprise par le ministère de la santé et se concentrer sur le nettoyage périodique des systèmes de filtration afin d'éliminer les biofilms et d'améliorer la désinfection. Pour assurer un environnement de piscine plus sûr, il est également nécessaire d'accroître la connaissance et la sensibilisation des utilisateurs aux risques afin de pour favoriser les bons comportements, la recherche et la surveillance ne doivent pas être interrompues Des études complémentaires se poursuivent pour mieux comprendre la théorie et la gestion de l'utilisation des piscines.



Annexe



Figure :Chlore pour assainir l'eau de la piscine



Figure : Un appareil utilisé dans la piscine pour mesurer les niveaux de pH, de chlore et de brome de l'eau de la piscine.

Tableau 1 : Valeurs des analyses physico-chimiques étudiées de l'eau de la piscine semi-olympique, Belaïd Mohamed Touggourt.
Date de prélèvement 25/03/2022.

Paramètre	Avant natation	Groupe1 Garçons	Groupe 2 Jeunes seniors	Groupe3 Femmes	Unité	Méthode
PH	8.12	8.12	8.12	8.19	/	NA 751
Température (T),	26.7	27.5	27.5	28	°C	NA 749
Alcanité (TAC),	89	90	95	98	mg/L CaCO ₃	NA 756
Dureté (TH),	152	157.4	186	186	mg/L CaCO ₃	NA 752
Chlore résidule libre Cl	0.1	0.1	0.1	0.1	mg/L	(C.L) (BR)
Chlorer résidule Total Cl	/	/	/	/	mg/L	NA 6917
Turbidité	0.29	0.30	0.50	0.67	NTU	NA 751

Tableau02 : Valeurs des analyses physico-chimiques étudiées de l'eau de la piscine semi-olympique, Belaïd Mohamed Touggourt.
Date de l'échantillon 26/03/2022.

Paramètre	Avant natation	Groupe1 Garçons	Groupe 2 Jeunes seniors	Unité	Méthode
PH	8.19	8.26	8.33	/	NA 751
Température (T),	27.7	27.9	28	°C	NA 749
Alcanité (TAC),	98	100	106	mg/L CaCO ₃	NA 756
Dureté (TH),	152	188	198	mg/L CaCO ₃	NA 752
Chlore résidule libre Cl	0.1	0.1	0.1	mg/L	(C.L) (BR)
Chlorer résidule Total Cl	/	/	/	mg/L	NA 6917
Turbidité	0.53	0.40	0.50	NTU	NA 751

Tableau03 : Valeurs des analyses physico-chimiques étudiées de l'eau de la piscine semi-olympique, Belaïd Mohamed Touggourt.

Date de l'échantillon 27/03/2022.

Paramètre	Avant natation	Groupe1 Jeunes seniors	Groupe 2 grands hommes	Unité	Méthode
PH	8.26	8.12	8.12	/	NA 751
Température (T),	28	27.7	27.8	°C	NA 749
Alcalinité (TAC),	107	109	113	mg/L CaCO ₃	NA 756
Dureté (TH),	156	160	164	mg/L CaCO ₃	NA 752
Chlore résidule libre Cl	0.1	0.1	0.1	mg/L	(C.L) (BR)
Chlorer résidule Total Cl	/	/	/	mg/L	NA 6917
Turbidité	0.29	0.33	0.40	NTU	NA 751

Tableau04 : Valeurs des analyses physico-chimiques étudiées de l'eau de la piscine semi-olympique, Belaïd Mohamed Touggourt.

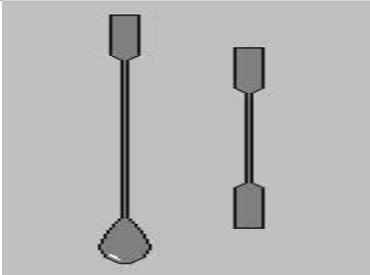
Au ramadan. Date de prélèvement 27/04/2022.

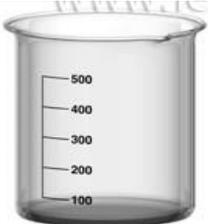
Paramètre	Avant natation	Groupe1 Garçons	Groupe 2 grands hommes	Unité	Méthode
PH	7.70	8.05	8.12	/	NA 751
Température (T),	29.2	30.5	30.8	°C	NA 749
Alcalinité (TAC),	105	108	110	mg/L CaCO ₃	NA 756
Dureté (TH),	186	196	206	mg/L CaCO ₃	NA 752
Chlore résidule libre Cl	0.1	0.1	0.1	mg/L	(C.L) (BR)
Chlorer résidule Total Cl	/	/	/	mg/L	NA 6917
Turbidité	076	0.76	0.78	NTU	NA 751

Tableau05 : Valeurs des analyses physico-chimiques étudiées de l'eau de la piscine semi-olympique, Belaïd Mohamed Touggourt.
Date de l'échantillon 08/05/2022.

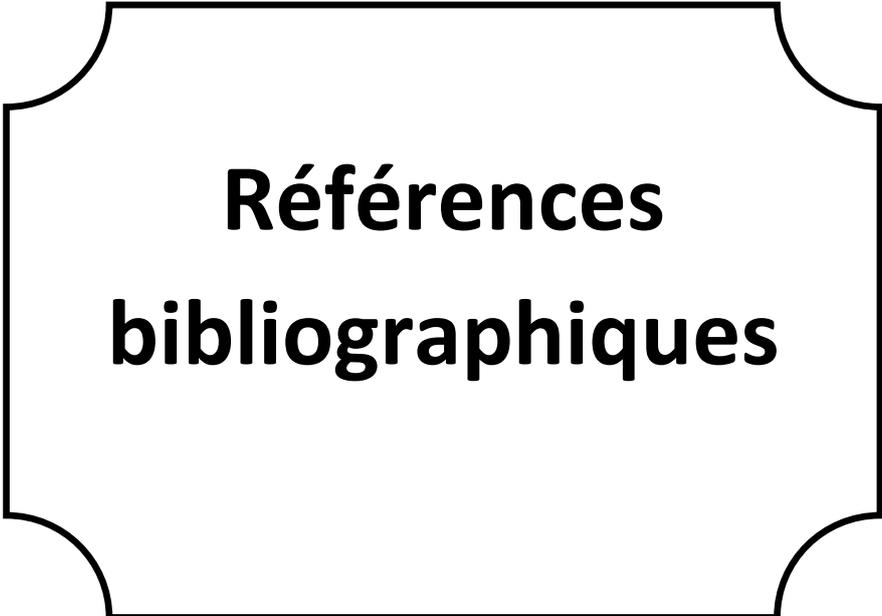
Paramètre	Avant natation	Groupe1 Jeunes seniors	Groupe 2 grands hommes	Unité	Méthode
PH	7.75	8.05	8.08	/	NA 751
Température (T),	27	27.5	27.8	°C	NA 749
Alcalinité (TAC),	95	97	99	mg/L CaCO ₃	NA 756
Dureté (TH),	192	196	200	mg/L CaCO ₃	NA 752
Chlore résiduelibre Cl	0.1	0.1	0.1	mg/L	(C.L) (BR)
Chlorer résiduleTotal Cl	/	/	/	mg/L	NA 6917
Turbidité	0.77	0.79	0.84	NTU	NA 751

- Les outils utilisés

Matériaux	Le nom	Matériaux	Le nom
	pH mètre		Support
	Spatule	 Microbalance	balance sensible
	Tubes test		Chauffé

	<p>Thermomètre</p>	 <p>bécher</p>	<p>Bécher</p>
	<p>Epouvette graduée</p>	 <p>erlenmeyer</p>	<p>Erlenmeyer</p>
	<p>DPD1</p>		<p>Mortier</p>
	<p>Entonnoir en verre</p>		<p>Poire à pipeter</p>
	<p>Burette</p>		<p>Pipette Volumétrique</p>

	Fiole		La seringue
	Turb 555		



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- **(1) Une introduction à l'eau en général** ; Introduction sur l'eau - 254 Mots | Etudier. Date 19/05/2022. le linge ; <https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%A7%D8%A1>
- **(2) Mr LADJAL Abdel Fattah. Mr LATRACHE Brahim**; *Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED*. Année universitaire 2016/2017.
- **(3) Mlle. MEHDA Wafa Mlle. TAHRAOUI Imane** ; Université HAMMA LAKHDAR EL-Oued, Année universitaire : 2019/2020.
- **(4) OMS 2007 : L'Organisation mondiale de la Santé (EAUX.2007).**
- **(5) Types de piscines** ; Les 6 principaux types de piscine / date 04/03/2022. Le linge ; <https://www.lemagdelapiscine.com/dossier-2-principaux-types-piscine.html>.
- **(6) "How much water does an Olympic sized swimming pool"**, patagoniaalliance, Retrieved 2/8/2021. Edited. ^
- **(7) "Swimming"**, dlgs, Retrieved 2/8/2021. Edited.
- **(8) John Peeke (17/12/2018), "WHAT IS THE FASTEST LANE IN SWIMMING?"**, proswimwear, Retrieved 2/8/2021. Edited.
- **(9) "WHAT IS THE IDEAL TEMPERATURE FOR A COMMERCIAL SWIMMING POOL?"**, swimclubinsurance, Retrieved 2/8/2021. Edited.
- **(10) "How cold are Olympic pools? Other swimming-related questions answered"**, cbs8, Retrieved 2/8/2021. Edited.
- **(11) "Recommendations and considerations for underwater lighting."**, lightprojects, Retrieved 5/8/2021. Edited.
- **(12) Normes piscine semi-olympique** : Date 18/05/2022.
- **(13) Sources de pollution de l'eau de la piscine** ; le linge ; <https://www.lenntech.fr/procedes/desinfection/piscine/desinfection/piscine-pollution.htm> Date 18/05/2022.
- **(14) Avis de l'Anses Saisine n «2007-SA-0409 » 2.**: Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines. Date 09/05/2022.
- **(15) de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail** ; Avis de l'Afsset /Rapport d'expertise collective ; Édition de juin 2010 avec addendum de mars 2012.

- (16) **EAUX2007sa0409Ra** ; Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines – Anses : En ligne : <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra.pdf> · Fichier PDF
Date ;15/04/2022.
- (17) **Directive 2006/7/CE**, du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade et abrogeant la directive 76/160/CEE. P 02/13.
- (18) **Risques sanitaires liés aux baignades artificielles**, Avis et rapport de l’Afsset, juillet 2009. P 03/13.
- En ligne ; <https://docplayer.fr/16137354-Evaluation-des-risques-sanitaires-lies-aux-piscines.html>
- (19) **Scenariio moyen** : il a été tenu compte de valeurs moyennes pour le poids corporel, le nombre d’années d’expositions, les fréquences d’exposition, les volumes d’eau ou d’air absorbés, les concentrations en produits toxiques dans l’eau et dans l’air. P 04/13.
- (20) **Scenariio maximaliste** : correspond à une exposition d’un individu pratiquant une activité intense en piscine tout aulong de sa vie. P 05/13.
- (21) **Probabilité de survenue d’un cancer** : 1 personne sur 100 000.
- (22) **Stripage** : procédé d’extraction de composés volatils par entraînement à l’aide d’un gaz.
- (23) **Le chlore disponible** correspondà la somme des teneurs en HClO, ClO-.
- (24) **DOI 10.1007/s10661-011-2508-6**.
- (25) **Magda MagdyAbd El-Salam** // Environmental Health Department, Environmental Chemistry and Biology, Alexandria University, High Institute of Public Health, Alexandria, Egypt// Environ Monit Assess (2012) 184:7395–7406.
- (27) **J. Wyczarska-Kokot (*): A. Lempart-Rapacewicz:M. Dudziak : E. Łaskawiec** ; Faculty of Energy and Environmental Engineering, Silesian University of Technology, Konarskiego 18 Street, Room 247, 44-100 Gliwice, Poland; Received: 29 June 2020 / Accepted: 15 October 2020 / Published online: 22 October 2020. En ligne ; <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08683-7>.
- (28) **Introduction Traitement de l’eau de piscine** : date 19/05/2022. En ligne ; <https://www.lenntech.fr/procedes/desinfection/piscine/desinfection/piscine-traitement.htm>.
- (29) **Aquatic-Guidelines-Section-6; Section 6: Pool Water Quality Management**.PDF. P 62.
- (30) **Adapted with permission from Toronto Public Health**, Pool Guidelines.
- (31) **ANSI/apsp-11 2009** p. 3.
- (32) **électrolyseur de sel les secrets d'une désinfection efficace** ... Date 18/05/2022. En ligne ; <https://www.elywann.com/electrolyseur-de-sel-secret.html>.
- (33) **طرق معالجة مياه حمامات السباحة - موضوع** ; Date 02/03/2022. En ligne ; <http://mawdoo3.com>.

- (34) (OMS 2006) ; QUALITE DES EAUX DE PISCINE - Les services de l'État. Département de la LOZERE. Résultats 2009 et évolution depuis l'année 2000. PDF. Page 11/52. Date 21/05/2022.
- (35) SWIMMING POOL WATER CHEMISTRY FACT SHEET; PDF; Date 07/03/2022.
- (36) Dose de coagulation dans l'eau de la piscine ; Coagulants pour la purification de l'eau - techexpertolux.com ; Date : 23/05/2022. En ligne ;
<https://ihome.techexpertolux.com/kanalizaciya/koagulanty-dla-ocistki-vody/>
- (37) eau dure dans l'eau de la piscine ; Equilibre de l'eau de la piscine : pH, dureté et alcalinité et de la température. En ligne ; https://www.guide-piscine.fr/equilibre-eau-piscine/1-equilibre-de-l-eau-d-une-piscine-1634_A.
- (38) Caryn Kelly, "How to Clean In-Ground Swimming Pools" «www.ehow.com, Retrieved 8-6-2020.
- (39) "How to Clean Your Own Pool", www.wikihow.com, 29-11-2019 «Retrieved 7-6-2020.
- (40) "Swimming pools - water quality", www.betterhealth.vic.gov.au, Retrieved 8-6-2020. Edited.
- (41) DR-09-05: Édition 2007-06-20; Révision: 2009-09-10; Méthodes de prélèvement, de conservation et d'analyse des échantillons relatifs à l'évaluation de la qualité de l'eau des piscines et autres bassins artificiels canada. Date ; 20-02-2022. PDF.
- (42) Daniel Babo, Algérie, Méolans-Revel, Éditions le Sureau, coll. « Des hommes et des lieux », 2010, 206 p. (ISBN 978-2-911328-25-1), p. 165-166.
- (43) Marc Côte, Guide d'Algérie : paysages et patrimoine, Algérie, Média-Plus, 1996, 319 p. (ISBN 9961-922-00-X), p. 252.
- (44) Cheurfi 2011, p. 1155.
- (45) ADEL : Responsable de la piscine de Touggourt Mohamed Belaid.
- (46) Mme Bouziane ; Université KasdiMerbah Ouargla ; Année universitaire 2021/2022.
- (47) ADE ; Algérienne Des Eaux (Touggourt).
- (48) (WHO 2006; DIN 19643-2012; DHM 2015); swimming pool water quality.
- (49) O.M.S : Organisation mondiale de la santé 2006.
- (50) O.F.S : Organisme français de santé 2009 et 2012.
- (51) By John D. Puetz Director of Technology. Arch Chemicals, Inc., now a part of Lonza; Swimming Pool Water Chemistry. The Care and Treatment of Swimming Pool Water. Page 14/15/16.
- (52) MES 2011 : Le ministère égyptien de la Santé 2010 et 2011.
- (53) DAS 2001 : Département australien de la santé (2001).
- (54) N.A.P.P 2010 : Normes américaines pour les piscines (2010)

