



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم
Abdelhamid Ibn Badis University – Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculty of Sciences and Technology
قسم هندسة الطرائق
Department of Process Engineering



قسم هندسة الطرائق

Department of Process Engineering

The Date

Ref :...../U.M/F.S.T/2023

التاريخ :

رقم :..... / ج.م.ك.ع.ت//2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

DEMASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie des procédés

Option:Génie des procédés de l'environnement

Thème

Etude de l'élimination des nitrites dans les eaux brutes de la station de
« Sidi Lahdjel »

Présenté par

- 1- Dada Ibrahim
- 2- Menad Abdallah

Soutenu le 26/06/ 2023 devant le jury composé de :

Président : Dr.Hammoudi Habib MCA Université de Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
Examineur : Dr.Khelladi Malika MCB Université de Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
Rapporteur : Dr.Driouch Aouatef MCA Université de Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

Année Universitaire 2022/2023

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé au laboratoire de la station de traitement des eaux « Sidi Lahdjel » à Oued El-khier, sous la supervision du Département de Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université A.IBN BADIS – MOSTAGANEM.

Nous remercions tout d'abord dieu le tout puissant de nous avoir donné la force et la volonté pour mener à bien ce travail.

Nous remercions les responsables de l'entreprise SEOR de nous avoir acceptés pour mener à bien ce projet de fin d'étude.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à notre encadrante **Dr. Driouch Aouatef** de nous avoir permis de préparer ce travail dans les meilleures conditions. Nous tenons à lui remercier tout particulièrement pour la confiance qu'elle nous a accordée. Ses compétences scientifiques nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nous tenons aussi à exprimer nos remerciements à notre co-encadrant **Mr. Ziat SidAhmed** de nous avoir permis de préparer ce travail dans les meilleures conditions.

Nous remercions vivement **Dr.Hammoudi Habib**, qui nous honoré en acceptant de présider le jury et d'avoir pris le temps de lire ce travail.

Nous remercions également **Dr. Khelladi Malika** pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant de juger notre travail.

Nous tenons à remercier tous les enseignants, qui ont assuré notre formation durant notre cycle universitaire.

Finalement, il nous est particulièrement agréable d'exprimer ici notre reconnaissance envers nos familles respectives dont le soutien a été essentiel tout au long de nos études ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste mémoire :

Tout d'abord, louange à « Allah » qui m'a guidé sur le chemin droit tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.

A mes chers parents, en reconnaissance de tous leurs sacrifices et leur soutien en toutes circonstances, Que Dieu vous bénisse, vous protège, et vous accorde santé et longue vie.

A mes soeurs et mes chers frères

A mes amies, mes copines et mes fidèles compagnes dans les moments les plus délicats.

Ibrahim

Dédicace

Je dédie ce modeste mémoire :

Tout d'abord, louange à « Allah » qui m'a guidé sur le chemin droit tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti

A mes chers parents, en reconnaissance de tous leurs sacrifices et leur soutien en toutes circonstances, Que Dieu vous bénisse, vous protège, et vous accorde santé et longue vie.

A mes sœurs et mes chers frères

A mes amies, mes copines et mes fidèles compagnes dans les moments les plus délicats.

Abdellah

Abstract

Water is of the highest importance in life and its use requires the respect of quality standards. In recent years, the percentage of nitrite in water has increased, and in some areas it has exceeded the permitted standard of 0.5 mg/l, and this is the result of industrial waste and increased agriculture or human activity in general. Agriculture is the main source of water nitrite pollution due to the use of fertilizers to improve production, it is necessary to find a way to treat water contamination by nitrites.

This study aims to eliminate nitrites in raw water by adsorption process using commercial activated charcoal powder (CAP). We studied the effect of several factors on the adsorption process in order to optimize the adsorption factors; such as pH, initial nitrite concentration, mass of adsorbent used and agitation time. The results obtained showed a remarkable effect on the adsorption capacity of each adsorbent.

Keywords: Nitrite, adsorption, activated carbon, raw water, environment.

ملخص

الماء ذو أهمية قصوى في الحياة ويتطلب استخدامه الامتثال لمعايير الجودة. في السنوات الأخيرة ، شهدت المياه زيادة في نسبة النتريت ، وفي بعض المناطق تجاوزت المعيار المسموح به وهو 1.5 مجم / لتر ، وهذا نتيجة المخلفات الصناعية وتكثيف الزراعة أو النشاط البشري في عام. الزراعة هي المصدر الرئيسي لتلوث المياه بالنتريت نتيجة استخدام الأسمدة لتحسين الإنتاج ، فمن الضروري إيجاد طريقة للتعامل مع تلوث المياه بالنتريت.

تهدف هذه الدراسة إلى التخلص من النتريت الموجود في الماء الخام عن طريق عملية الامتزاز باستخدام مسحوق المنشط التجاري (CAP). الكربون

وقد درسنا تأثير عدة عوامل على عملية الامتزاز حتى نتمكن من تحسين عوامل الامتصاص . مثل الاس الهيدروجيني ، وتركيز النتريت الأولي ، وكتلة الممتزات المستخدمة ووقت التحريك. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تأثيرًا ملحوظًا على قدرة الامتصاص لكل مادة ماصة.

الكلمات المفتاحية : النتريت ، الامتزاز ، الكربون المنشط ، المياه الخام ، البيئة.

Résumé

L'eau est de la plus haute importance dans la vie et son utilisation nécessite le respect de normes de qualité. Ces dernières années, l'eau a connu une augmentation du pourcentage de nitrite, et dans certaines régions, elle a dépassé la norme autorisée de 1,5 mg/l, et cela est le résultat des déchets industriels et de l'intensification de l'agriculture ou de l'activité humaine en général. L'agriculture est la principale source de pollution par les nitrites de l'eau en raison de l'utilisation d'engrais pour améliorer la production, il est nécessaire de trouver un moyen de traiter la contamination de l'eau par les nitrites.

Cette étude vise à éliminer les nitrites présents dans les eaux brutes par procédé d'adsorption en utilisant un charbon actif en poudre (CAP) commercial.

Nous avons étudié l'effet de plusieurs facteurs sur le processus d'adsorption afin de pouvoir optimiser les facteurs d'adsorption ; comme le pH, la concentration initiale en nitrites, la masse de l'adsorbant utilisé et le temps d'agitation. Les résultats obtenus ont démontré un effet remarquable sur la capacité d'adsorption de chaque adsorbant.

Mots clés : Nitrites, adsorption, charbon actif, eau brute, environnement.

Liste des Tableaux

Tableau I.1 : Normes des substances indésirables d'une eau potable.....	3
Tableau II.1 : paramètres des eaux brutes dans la station selon les normes de SEOR....	11
Tableau II.2 : Taux d'élimination des nitrites dans l'eau distillée après 1 h.....	14
Tableau II.3 : Taux d'élimination des nitrites dans l'eau distillée après 24 h.....	15
Tableau II.4 : Concentrations des nitrites à l'entrée et à la sortie de la station.....	22
Tableau II. 5: Taux d'élimination des nitrites dans l'eau brute après 1 h.....	23
Tableau II.6 : Taux d'élimination des nitrites dans l'eau brute après 24 h.....	23

Liste des images

Image(1) : CAP.....	7
Image(2) : CAG.....	8
Image (03) : Station de Sidi lahdjel.....	10
Image (4) : robinets d'échantillonnages.....	12
Image(5) : Spectrophotomètre.....	13
Image (6) : solution NO ₂ après l'utilisation de RC.....	13

Liste des Figures

Figure II.1 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 1h, [CAP]=10 ppm.....	16
Figure II.2 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 1h, [CAP]=200 ppm.....	16
Figure II.3 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 1h, [CAP]=400 ppm.....	17
Figure II.4 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 24h, [CAP]=10 ppm	18
Figure II.5 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 24h, [CAP]=200 ppm	18
Figure II.6 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 24h, [CAP]=400 ppm	19
Figure II.7 : Effet de la concentration [CAP] sur l'adsorption des nitrites. [NO ₂ ⁻]=0,5mg/L Temps 1h.....	20
Figure II.8 : Effet de la concentration [CAP] sur l'adsorption des nitrites. [NO ₂ ⁻]=0,5mg/L, Temps 24h.....	20
Figure II.9 : Effet du temps contact sur l'adsorption des nitrites. [NO ₂ ⁻]=0,5mg/L, [CAP]=400ppm.....	21
Figure II.10: Concentrations des nitrites dans l'eau brute à l'entrée et la sortie de la station.....	22
Figure II.11: Effet de la concentration [CAP] sur l'adsorption des nitrites. [NO ₂ ⁻]=0,69mg/L, Temps 1h.....	24
Figure II.12: Effet de la concentration [CAP] sur l'adsorption des nitrites. [NO ₂ ⁻]=0,69mg/L, Temps 24h.....	24
Figure II.13: Effet de la concentration pH sur l'adsorption des nitrites. [NO ₂ ⁻]=0,69mg/L,.....	25

Liste des Abréviations

SEOR	→	Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Oran.....
ISO	→	Organisation national de normalisation.....
E.B	→	Eau brute.....
E.T	→	Eau traité.....
N	→	Normalité.....
C	→	Concentration.....
NTU	→	Unité de turbidité Néphélobimétrie.....
C.F.U	→	Unité format une colonie.....
O.M.S	→	Organisation mondiale de la Santé.....
R.C	→	Réactif colorée.....
M.O	→	Matière organique.....

Les unités

km : kilomètre

m : mètre

m² : mètre carré

m³ : mètre cube

m³/j : mètre cube par jour

L : litre

ml : millilitre

g/L : gramme par litre

mg/L : milligramme par litre

mol/L : mole par litre

mmol/L : milli -mole par litre

N : normalité

min : minute

°C : degré Celsius

Sommaire

REMERCIEMENTS

Dédicace

Résumé

Liste des images

Liste des Figures

Les unités

I.1 Introduction générale	13
I.2 Nitrites (NO²⁻)	1
I.2.1 Origine des nitrites dans l'environnement	1
1. Processus naturels	1
2. Activités agricoles	1
3. Rejets industriels	1
4. Eaux usées domestiques	2
5. Combustibles fossiles	2
I.2.2 Réglementation et normes	2
I.2.3.1 Sur la santé humaine	3
I.2.3.2 Sur les animaux	4
1. Toxicité pour les poissons	4
2. Perturbation de l'équilibre de l'écosystème	4
3. Effets sur la reproduction et le développement	4
I.3 Charbon actif	5
I.3.1 Utilisation de charbon actif	5
1. Traitement de l'eau	5
2. Purification de l'air	5
3. Industrie chimique	5
4. Industrie pharmaceutique	5
5. Traitement des gaz	5

6.	Dépollution environnementale	5
1.3.2.1	Charbon actif en poudre (CAP).....	6
1.3.2.2	Charbon actif en grain (CAG).....	6
1.3.3	Origine du charbon.....	7
II.1	Introduction	9
II.2	Présentation de la zone d'étude	9
II.2.1	Situation géographique	9
II.2.2	Capacité de la station	10
II.2.3.	Qualité de l'eau d'entrée	10
II.3	Matériels et méthodes	10
II.3.1	Echantillonnage	10
II.3.2	La préparation de Solution mère des nitrites	11
II.3.3	Dosage des nitrites par spectrophotométrie	11
a)	Protocole.....	12
II.4	Elimination des nitrites dans l'eau distillée	13
II.4.1	Effet du pH sur l'élimination des nitrites après 1h	14
II.4.2	Effet du pH sur l'élimination des nitrites après 24h	16
II.4.3	Effet de la concentration du charbon actif dans l'eau distillée	18
II.4.4	Effet du temps de contact.....	20
II.5	Elimination des nitrites dans l'eau brute de la station	20
II.6	Elimination des nitrites dans l'eau brute.....	22
II.6.1	Effet de la concentration du charbon dans l'eau brute	23
II.6.2	Effet du pH sur l'élimination des nitrites dans l'eau brute.....	24
	Conclusion générale.....	25
	Références	26

Introduction générale

Les nitrites sont des composés chimiques qui sont souvent présents dans l'eau. Ils peuvent provenir de diverses sources. Certaines activités industrielles notamment : industrie agroalimentaire et plus particulièrement des abattoirs et des laiteries-fromageries, l'industrie chimique et para-chimique, et l'industrie papetière génèrent des rejets d'eaux très riches en nitrites. L'agriculture, par l'épandage de fertilisants minéraux. Les eaux usées provenant des activités domestiques, y compris les eaux de drainage et les systèmes d'assainissement, peuvent contenir des nitrites. Les nitrites peuvent également être produits par la décomposition des nitrates présents dans l'eau.

Les nitrites dans l'eau potable peuvent avoir des implications pour la santé humaine et l'environnement. L'exposition prolongée aux nitrites peut présenter des risques pour la santé, en particulier pour les nourrissons et les jeunes enfants. En effet, Suite à leur ingestion via l'eau potable, les nitrates sont transformés en nitrites par la flore buccale. Une fois dans l'estomac les nitrites réagissent avec certaines amines provenant de l'alimentation pour générer des nitrosamines cancérigènes [1].

Il est important de noter que la présence de nitrites dans l'eau peut varier en fonction de nombreux facteurs, notamment la géographie, les pratiques agricoles, l'urbanisation et les activités industrielles spécifiques à une région donnée. La surveillance de la qualité de l'eau et la mise en œuvre de mesures de contrôle appropriées sont essentielles pour minimiser la contamination des nitrites dans les sources d'eau potable.

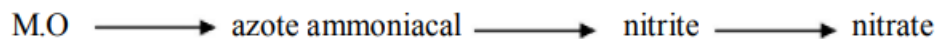
Dans l'objectif d'éliminer les nitrites des eaux potables, une étude a été réalisée au sein du laboratoire de la station de potabilisation de Sidi Lahdjel. Cette étude consiste à éliminer les nitrites par adsorption sur un charbon actif commercial. Trois paramètres ont été considérés pour optimisation de cette élimination, notamment, le pH, La quantité de l'adsorbant et le temps de réaction.

Le mémoire est présenté en deux chapitres, dans le premier, nous relatons les sources des nitrates et nous mettons en exergue le danger des nitrates dans l'eau potables. Nous donnons également un petit aperçu sur les charbons actifs. Dans le deuxième chapitre, nous présentons l'ensemble des résultats sur l'adsorption des nitrites sur le charbon actif.

Chapitre I : Généralités

I.1 Nitrites (NO_2^-)

Les ions nitrites (NO_2^-) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions nitrates (NO_3^-). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitrification. Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température [2].



Leur présence dans l'eau est donc rare et en faibles quantités. Une eau qui renferme les nitrites est considérée comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique.

I.1.1 Origine des nitrites dans l'environnement

Les nitrites ont différentes origines et peuvent être présents dans l'environnement naturellement ou être le résultat d'activités humaines.

1. **Processus naturels** : Les nitrites peuvent être produits naturellement dans l'environnement par des processus tels que la décomposition des matières organiques, la nitrification et la fixation biologique de l'azote. Les bactéries présentes dans les sols, les sédiments et les eaux naturelles peuvent convertir les nitrates en nitrites.
2. **Activités agricoles** : L'utilisation d'engrais azotés dans l'agriculture est l'une des principales sources de nitrites dans l'environnement. Lorsque les engrais azotés sont appliqués sur les sols, une partie de l'azote se transforme en nitrates, qui peuvent ensuite être convertis en nitrites par des processus microbiens.
3. **Rejets industriels** : Certaines industries peuvent générer des rejets contenant des nitrites dans l'eau, tels que les industries chimiques, pharmaceutiques et agroalimentaires. Les processus de fabrication et les rejets d'eaux usées industrielles peuvent contribuer à la contamination de l'eau par les nitrites.

4. **Eaux usées domestiques** : Les eaux usées provenant des activités domestiques, y compris les eaux de drainage et les systèmes d'assainissement, peuvent contenir des nitrites. Les eaux usées non traitées ou mal traitées peuvent contribuer à la contamination de l'eau potable et des sources d'eau environnantes.
5. **Combustibles fossiles** : Les combustibles fossiles, tels que le charbon et le pétrole, contiennent souvent des traces de composés azotés. Lors de leur combustion, ces composés peuvent être convertis en oxydes d'azote, qui peuvent ensuite se transformer en nitrates et nitrites lorsqu'ils entrent en contact avec l'eau.

I.1.2 Réglementation et normes

Les substances indésirables contenues dans l'eau destinée à la consommation ne présentent aucun danger pour la santé humaine, mais dépassant un certain seuil, elles peuvent provoquer des désagréments d'ordre esthétique ou organoleptique. Les teneurs maximales admissibles de ces substances sont données par le tableau I suivant :

Tableau I : Normes des substances indésirables d'une eau potable [3].

Paramètre indésirables	Unité	Normes OMS	Normes CEE	Normes Algérienne
Fer total	µg/l Fe	300	200	300
Manganèse	µg/l Mn	50	50	50
Aluminium	mg/l Al	0,2	0,2	0,2
Cuivre	mg/l Cu	5	1	2
Zinc	mg/l Zn	5	5	5
Argent	mg/l Ag	15	10	15
Fluor	mg/l F	5	1,5	1,5
Nitrates NO_3^-	mg/l NO_3	Max 50	Max 50	50
Nitrites NO_2^-	mg/l NO_2	Max 0,1	Max 0,1	0,2
Ammonium NH_4^+	mg/l NH_4	Max 0,5	Max 0,1	0,5
Phosphates PO_4^{-3}	mg/l PO_4	Max 0,5	Max 0,5	-

La contamination des eaux par les nitrites en Algérie est un problème préoccupant. Les sources de contamination comprennent principalement les activités agricoles intensives,

l'utilisation excessive d'engrais azotés, les rejets industriels et les systèmes d'assainissement inadéquats. Les régions agricoles et les zones urbaines densément peuplées sont souvent les plus touchées.

Une étude menée en Algérie a révélé que les niveaux de nitrites dans certaines sources d'eau potable dépassaient les limites recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qui fixe une concentration maximale de 0,1 mg/L. Les analyses de l'eau de puits, de l'eau de surface et de l'eau de consommation ont montré des niveaux élevés de nitrites, ce qui indique une contamination significative.

I.1.3 Les Effets des nitrites

I.1.3.1 Sur la santé humaine

Les nitrites peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine, en particulier lorsqu'ils sont présents dans l'eau ou dans certains aliments. Voici quelques-uns des principaux effets des nitrites sur la santé humaine :

Méthémoglobinémie : Les nitrites peuvent provoquer une affection connue sous le nom de méthémoglobinémie. Les nitrites réagissent avec l'hémoglobine présente dans le sang, réduisant ainsi sa capacité à transporter l'oxygène. Cela peut entraîner une diminution de l'apport en oxygène dans les tissus et causer des symptômes tels que la cyanose (peau bleue), la fatigue, les maux de tête, les étourdissements et, dans les cas graves, des complications respiratoires.

Formation de nitrosamines : Les nitrites peuvent réagir avec certaines substances organiques pour former des composés appelés nitrosamines. Les nitrosamines sont considérées comme des substances hautement cancérigènes et ont été associées à divers types de cancer, tels que le cancer de l'estomac, le cancer du foie et le cancer colorectal.

Effets sur le système reproducteur : Certains travaux de recherche ont suggéré que l'exposition chronique aux nitrites pourrait avoir des effets néfastes sur le système reproducteur. Des études ont montré une corrélation entre l'exposition aux nitrites et des problèmes de fertilité, des troubles du développement des organes reproducteurs et des effets indésirables sur la reproduction.

Il convient de noter que la concentration et la durée d'exposition aux nitrites sont des facteurs importants pour déterminer l'ampleur des effets sur la santé. Les niveaux de nitrites dans l'eau potable sont réglementés dans de nombreux pays pour réduire les risques pour la santé.

Il est recommandé de suivre les directives et les normes de sécurité alimentaire en ce qui concerne les niveaux de nitrites dans les aliments et de boire de l'eau provenant de sources sûres et réglementées [4].

I.1.3.2 Sur les animaux

Les nitrites peuvent également avoir des effets néfastes sur les animaux, en particulier les poissons et autres organismes aquatiques. Voici quelques-uns des effets des nitrites sur les animaux :

1. **Toxicité pour les poissons** : Les nitrites sont particulièrement préoccupants pour les poissons. Lorsqu'ils sont présents dans l'eau en concentrations élevées, les nitrites interfèrent avec la capacité des poissons à transporter l'oxygène, tout comme chez les humains. Cela peut entraîner une détresse respiratoire, une diminution de la croissance, des changements comportementaux et même la mort des poissons.
2. **Perturbation de l'équilibre de l'écosystème** : Les niveaux élevés de nitrites dans l'eau peuvent perturber l'équilibre écologique des écosystèmes aquatiques. Les organismes aquatiques sensibles peuvent être directement affectés par l'exposition aux nitrites, entraînant une diminution de la diversité et de l'abondance des espèces. Cela peut avoir des répercussions sur l'ensemble de la chaîne alimentaire et compromettre la santé globale de l'écosystème.
3. **Effets sur la reproduction et le développement** : Les nitrites peuvent également avoir des effets néfastes sur la reproduction et le développement des animaux aquatiques. Des études ont montré que l'exposition aux nitrites peut perturber la reproduction, entraîner des anomalies dans le développement des œufs et des larves, et réduire la survie et la croissance des jeunes poissons.

Il est important de maintenir des niveaux de nitrites appropriés dans les eaux de surface et les écosystèmes aquatiques pour prévenir les effets néfastes sur les animaux. Les réglementations environnementales et les pratiques de gestion des ressources en eau visent à contrôler les

rejets de nitrites provenant de diverses sources et à préserver la santé des écosystèmes aquatiques.

1.2 Charbon actif

Le charbon actif, également connu sous le nom de charbon activé, est une forme de carbone hautement poreux qui présente une grande surface spécifique. Il est produit à partir de matières organiques telles que le charbon de bois, la tourbe, la coquille de noix de coco ou d'autres matières végétales, par un processus d'activation qui élimine les composants non carbonés et crée une structure poreuse [5].

1.2.1 Utilisation de charbon actif

Le charbon actif est largement utilisé pour ses propriétés d'adsorption. En raison de sa surface spécifique élevée et de sa structure poreuse, il est capable de piéger et d'éliminer les substances indésirables de l'eau, des gaz et de diverses solutions liquides. Il est utilisé dans de nombreuses applications, telles que :

1. **Traitement de l'eau** : Le charbon actif est utilisé pour éliminer les contaminants organiques, les produits chimiques, les odeurs et les goûts indésirables de l'eau potable et des eaux usées.
2. **Purification de l'air** : Il est utilisé dans les systèmes de filtration de l'air pour capturer les polluants atmosphériques, les gaz nocifs, les odeurs et les allergènes.
3. **Industrie chimique** : Le charbon actif est utilisé comme catalyseur ou support de catalyseur dans certaines réactions chimiques.
4. **Industrie pharmaceutique** : Il est utilisé pour la purification de médicaments, la désodorisation et la décoloration de certains produits pharmaceutiques.
5. **Traitement des gaz** : Le charbon actif est utilisé pour adsorber les gaz toxiques, les vapeurs organiques et les odeurs dans les applications industrielles.
6. **Dépollution environnementale** : Il est utilisé pour éliminer les polluants organiques présents dans le sol et les eaux souterraines contaminées

I.2.2 Charbon actif dans le domaine de traitement des eaux

Le charbon actif est utilisé par principal adsorbant. Il est obtenu à partir de matières organiques carbonisées, puis activées (dégagement des cavités remplies de goudron lors de la carbonisation). Le charbon actif peut être obtenu soit sous forme de poudre avec des pores de quelques μm de dimension, soit sous forme de grain.

I.2.2.1 Charbon actif en poudre (CAP)

Le charbon actif en poudre prend la forme de grains de taille comprise entre 10 et 50 μm . Sous cette forme, il s'utilise souvent pour le traitement de l'eau. Il est une large surface externe et une faible profondeur de diffusion, ce qui engendre une vitesse d'adsorption très rapide.



Image(1) : CAP

I.2.2.2 Charbon actif en grain (CAG)

La forme du CAG (Figure 16) est irrégulière et sa taille est comprise entre 0,2 – 5 mm, une grande surface interne et une externe relativement faible. Il est majoritairement utilisé pour l'élimination des micros polluants organiques et de la matière organique des eaux, mais il est également appliqué au traitement des gaz.



Image(2) : CAG [6].

1.2.3 Origine du charbon

Le charbon actif est produit à partir de matière organique végétale riche en carbone comme bois, écorce, coques de noix de coco, coques de cacahuètes, noyaux d'olives, houille, tourbe, lignite ou encore résidus pétroliers. En France, le charbon végétal se fabriquait à partir du bouleau, chêne, pin, ou saule. Il existe également des charbons d'origine animale faits à partir d'os d'animaux broyés.

Chapitre II

Matériels et méthodes

II.1 Introduction

Il est important de souligner que les nitrites peuvent avoir des effets sur l'eau et l'environnement. En effet, certains composés organiques peuvent former des composés potentiellement nocifs appelés nitrosamines. Les nitrosamines sont classées comme cancérigènes probables pour l'homme, il est donc essentiel de contrôler les niveaux de nitrites dans l'eau potable et de les maintenir dans les limites réglementaires.

Dans ce chapitre, nous donnerons un aperçu sur la station de Sidi Lahdjel. Nous décrivons la méthodologie d'élimination des nitrites par le charbon actif en faisant varier trois paramètres qui sont le pH, la quantité du charbon et le temps.

II.2 Présentation de la zone d'étude

II.2.1 Situation géographique

Le site de la station de traitement d'eau est situé dans la localité de « Sidi Lahdjel », à 26 km de « Mostaganem » et à 2 km de la commune « d'Oued-Kheir » elle est accessible par le chemin de wilaya N° 13. La station de traitement d'eau assure l'approvisionnement en eau potable des villes de Mostaganem, Arzew, Oran et les régions avoisinantes, à partir de « l'oued Chélif » et le barrage de « Kerrada ».



Image (03) : Station de Sidi Lahdjel

II.2.2 Capacité de la station

La capacité nominale de la station de traitement est de 561 600 m³/j d'eau brute débourbée. La capacité d'eau traitée sera supérieure à 528 000 m³/j basé sur un taux maximal de perte de 6%. Comme il n'est pas prévu de recirculer les eaux de lavage des filtres, la perte sera en moyenne d'environ 3% permettant une production de 545 000 m³/j.

II.2.3. Qualité de l'eau d'entrée

Tableau II.1 : paramètres des eaux brutes dans la station selon les normes de SEOR [7].

	Minimum	Maximum	Médium
pH	7,10	9,00	7,88
Turbidité (NTU)	5,60	60000	3596
Conductivité (µS/cm)	615	6990	2835
Température (°C)	8,00	34,00	19,00
Ammoniaque (mg/l)	0,00	11,00	0,94
Nitrites (mg/l)	0,02	15,00	1,10
Nitrates (mg/l)	1,00	35,00	12,15
O.M (mg/l)	1,70	36,00	7,94
Alcalinité (mg/l)	64,00	549,00	190,00
Ca ²⁺ (mg/l)	50,00	651,00	160,00
Mg ²⁺ (mg/l)	10,00	254,00	93,00
Na ⁺ (mg/l)	62,00	989,00	40,00
Chlorites (mg/l)	78,00	2011,00	608,00
Sulfates (mg/l)	168,00	1656,00	609,00
Orthophosphates (mg/l)	0,01	0,20	0,05
O ₂ % (mg/l)	22,90	161,00	79,19
DBO (mg/l)	2,40	104,00	27,76
DCO (mg/l)	10,00	320,00	96 ,50

II.3 Matériels et méthodes

II.3.1 Echantillonnage

L'échantillonnage des eaux brutes a été effectué à 30 min après le démarrage de la station. Il existe six robinets d'eau :

- 1- Eau brute (EB).
- 2- Eau décantée.
- 3- Eau filtrée.
- 4- Eau traitée (ET).
- 5- Réservoir A.
- 6- Réservoir B.



Image (4) : robinets d'échantillonnages

II.3.2 La préparation de Solution mère des nitrites

Une seule solution mère NaNO_2 a été préparée en dissolvant une quantité de nitrite dans 1000 ml d'eau distillée. Le mélange est laissé sous agitation pendant 20 min jusqu'à ce que le mélange s'homogénéise. L'ajustement du pH s'est fait avec de l'acide sulfurique (H_2SO_4) et avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH).

II.3.3 Dosage des nitrites par spectrophotométrie

Le dosage des nitrites dans la solution se fait par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 540 nm, sur un spectrophotomètre de la marque DR 5000.



Image(5) : Spectrophotomètre

a) Protocole

➤ Préparation de blanc :

- On prend 49 ml depuis la solution mère.
- Nous mettons dans un fiole de 50 ml.
- Ajouté 1 ml de réactif coloré.
- Attendre 20 min puis on met un échantillon dans une cellule carré
- On met la cellule dans le spectrophotomètre comme référence.



Image (6) : solution NO₂ après l'utilisation de réactif coloré

II.4 Elimination des nitrites dans l'eau distillée

Des essais d'éliminations des nitrites ont été d'abord effectués en eau distillée afin d'évaluer la capacité du charbon actif à éliminer les nitrites. Différentes solutions mères ont été préparées en dissolvant une quantité m du NaNO_2 dans l'eau distillée. Les solutions ont été ajustées à différents pH (2-10). Pour les essais d'adsorption, trois concentrations de charbon actif ($[\text{CAP}] = 10 \text{ ppm}$; 200 ppm et 400 ppm) ont été utilisées et deux temps de réaction (1h et 24 h) ont été choisis. Les taux d'élimination ont été calculés par l'équation suivante :

$$\text{Taux d'élimination \%} = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100$$

Les résultats sont résumés sur le tableau II.1 et tableau II.2.

Tableau II.2 : Taux d'élimination des nitrites dans l'eau distillée après 1 h

[NO ₂ ⁻] mg/L	pH	Taux d'élimination %		
		[CAP]=10ppm	[CAP]=200ppm	[CAP]=400ppm
0,5	2	29,6	33,4	33,6
0,56		12,32	29,64	42,5
0,58		15,9	34,5	42,1
0,5	3,8	9	14,4	20
0,5	4	19	22,4	27
0,56	7	1,8	14,3	22,7
0,58		0	11,4	21,72
0,5	10	6,8	6,2	12,4
0,56		2,32	21,07	24,3
0,58		1,21	13,62	15,9

Tableau II.3 : Taux d'élimination des nitrites dans l'eau distillée après 24 h

[NO ₂ ⁻] mg/L	pH	Taux d'élimination %		
		[CAP] = 10 ppm	[CAP] = 200 ppm	[CAP] = 400 ppm
0,5	2	26,2	47,8	68
0,56		22	62,5	79,82
0,58		26,7	64,13	77,6
0,5	3,8	13,6	34,6	44,6
0,5	4	20	28	44
0,56	7	8,93	29,11	63,6
0,58		3,44	28,5	54,13
0,5	10	9,6	20	36,4
0,56		11,8	21,1	24,3
0,58		4,14	12,41	45,7

II.4.1 Effet du pH sur l'élimination des nitrites après 1h

Le pH est un facteur important dans toute étude d'adsorption, du fait qu'il peut influencer à la fois la structure d'adsorbant et d'adsorbat ainsi que le mécanisme d'adsorption. En effet, il agit aussi bien sur la charge de surface du matériau que sur la répartition et la spéciation des cations et des anions.

Les résultats du l'effet du pH sur le taux d'élimination des nitrites dans l'eau distillée après 1h sont portés sur les figures II.1, figure II.2 et figure II.3

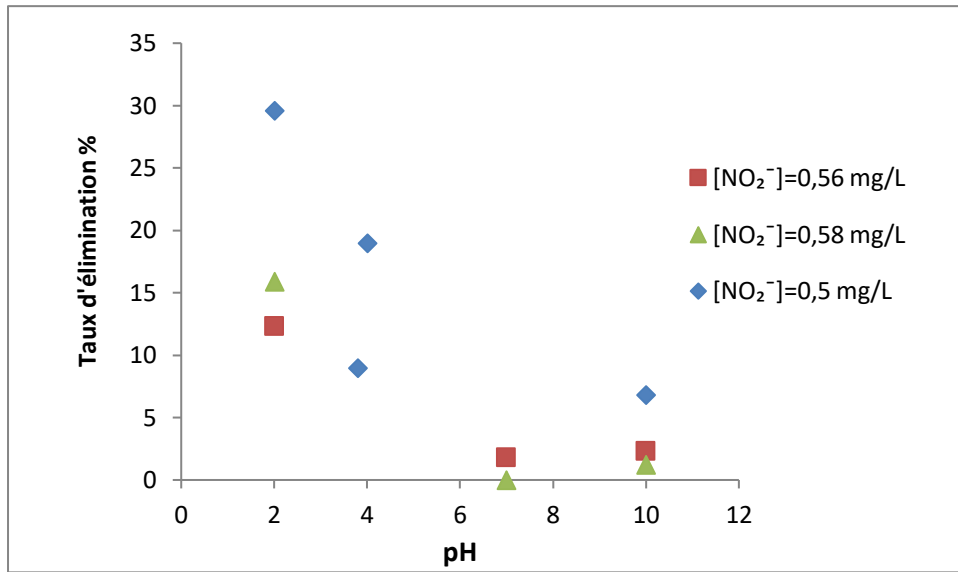


Figure II.1 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 1h, [CAP]=10 ppm

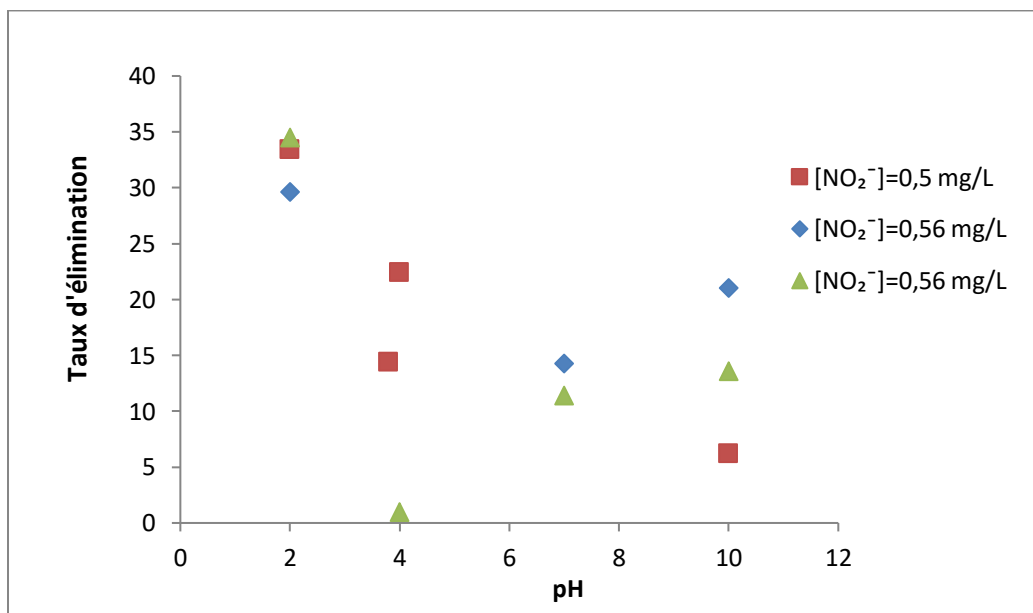


Figure II.2 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 1h, [CAP]=200 ppm

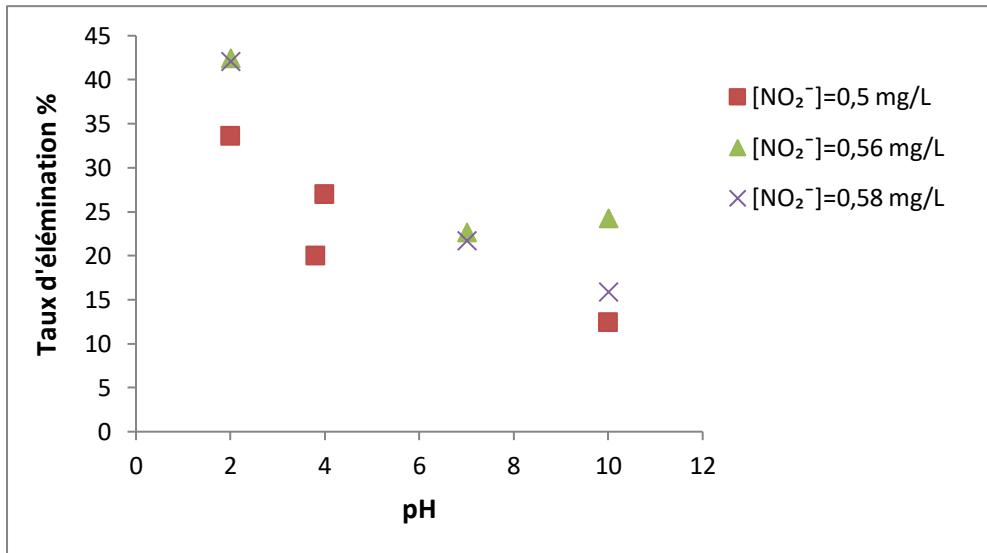


Figure II.3 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 1h, [CAP]=400 ppm

Les résultats obtenus montrent que quel que soit la concentration initial des nitrites dans la solution et quel que soit la quantité du charbon actif utilisé, le taux d'élimination diminue avec l'augmentation du pH. De plus, après 1 h de réaction le taux d'élimination est entre 30 et 45 %.

II.4.2 Effet du pH sur l'élimination des nitrites après 24h

Les mêmes solutions sont sous agitation pendant 24 h, Les résultats de l'effet du pH sur le taux d'élimination des nitrites dans l'eau distillée après 24 h sont portés sur les figures II.4, figure II.5 et figure II.6.

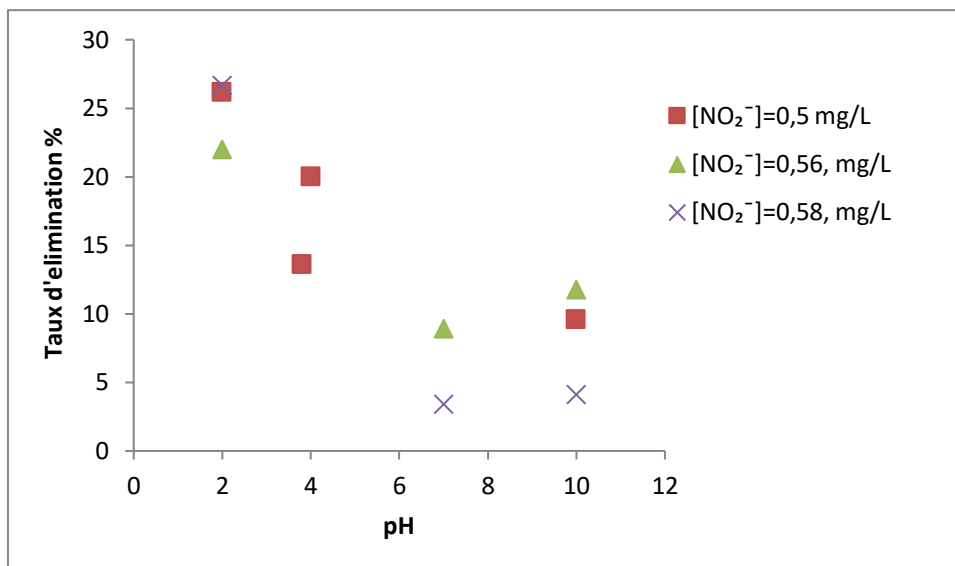


Figure II.4 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 24h, [CAP]=10 ppm

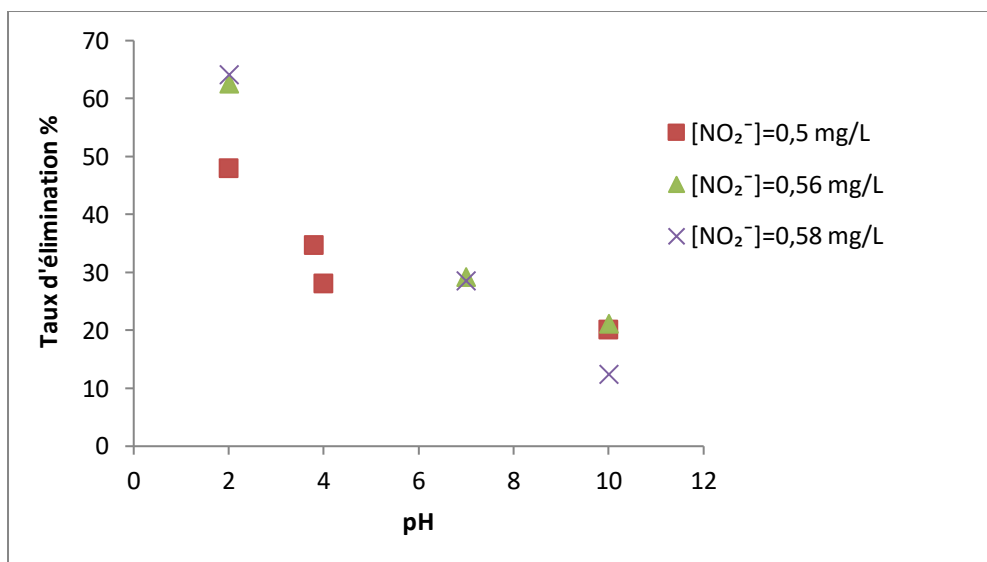


Figure II.5 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 24h, [CAP]=200 ppm

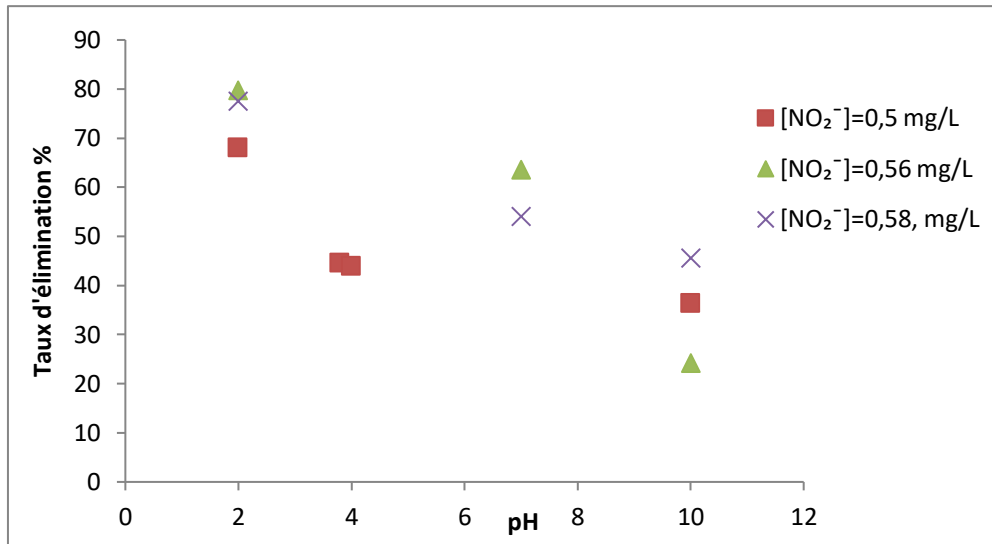


Figure II.6 : Effet du pH sur l'adsorption des nitrites. Temps 24h, [CAP]=400 ppm

De même, les résultats obtenus après 24 h montrent que quel que soit la concentration initial des nitrites dans la solution et quel que soit la quantité du charbon actif utilisé, le taux d'élimination diminue avec l'augmentation du pH. Quoiqu'il en soit, après 24 h de réaction les taux d'éliminations sont largement plus grands que ceux après 1h et atteignent des valeurs de 80%.

II.4.3 Effet de la concentration du charbon actif dans l'eau distillée

Le dosage de l'adsorbant est un paramètre important car ce facteur détermine la capacité d'un adsorbant pour une concentration initiale donnée de l'adsorbat. L'effet de la concentration de charbon actif sur l'élimination des nitrites dans la gamme de 10, 200 et 400 ppm a été utilisé. Les résultats sont donnés dans la figure II.7 pour un temps de réaction de 1 h et la figure II.8 pour un temps de réaction de 24h.

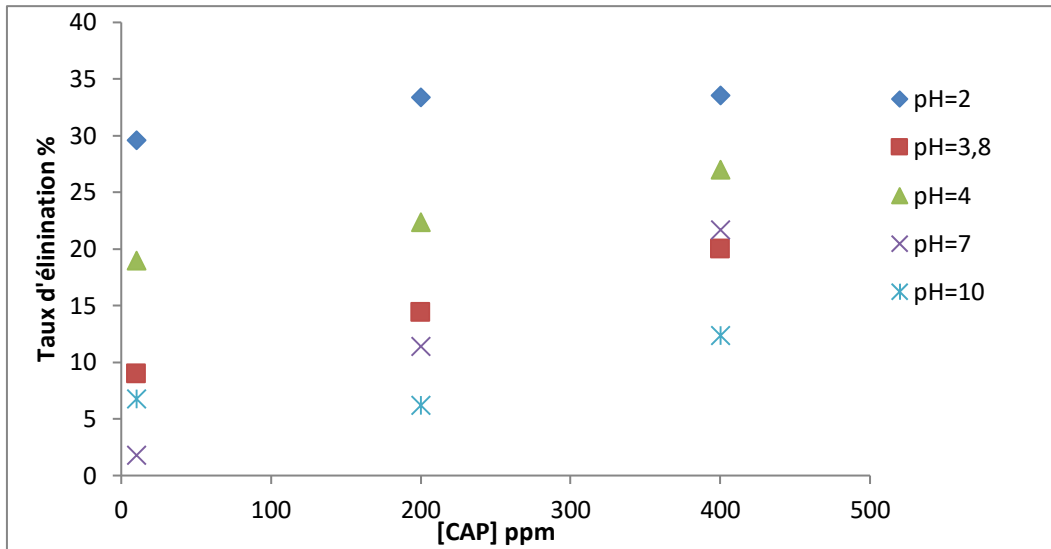


Figure II.7 : Effet de la concentration [CAP] sur l'adsorption des nitrites. $[\text{NO}_2^-]=0,5\text{mg/L}$

Temps 1h

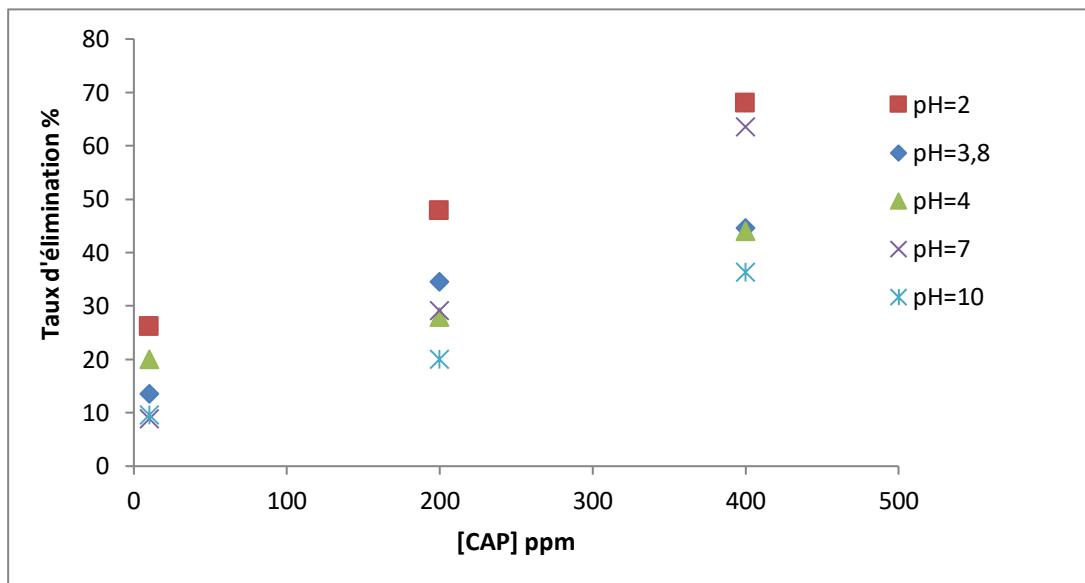


Figure II.8 : Effet de la concentration [CAP] sur l'adsorption des nitrites. $[\text{NO}_2^-]=0,5\text{mg/L}$,

Temps 24h

Les résultats portés sur les figures II.7 et II.8 montrent que pour une concentration donnée, et indépendamment du temps de contact, le taux d'élimination augmente avec l'augmentation de la concentration du charbon actif. Ceci peut être expliquer que l'ajout de la quantité de l'adsorbant permet d'augmenter le nombre de sites d'adsorption.

II.4.4 Effet du temps de contact

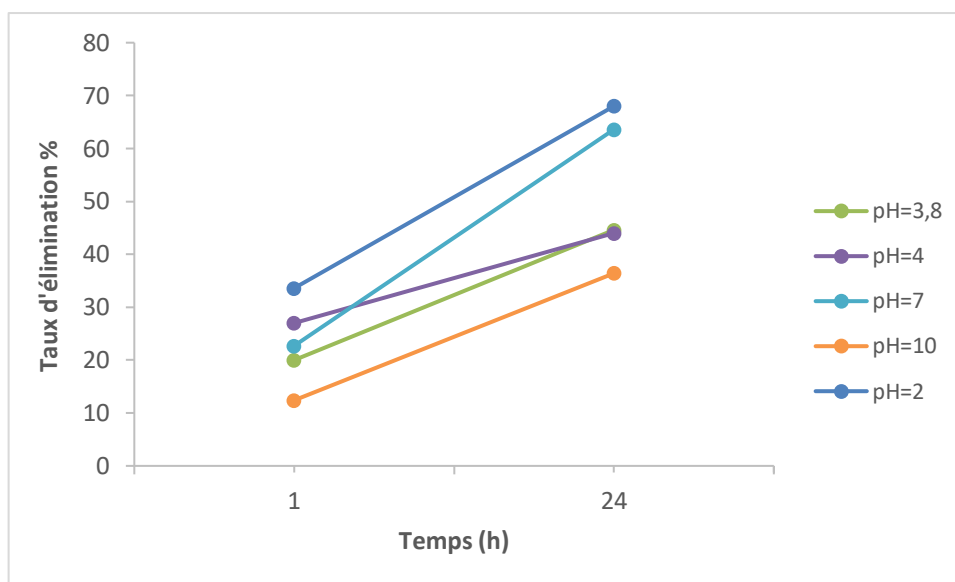


Figure II.9 : Effet du temps contact sur l'adsorption des nitrites. $[\text{NO}_2^-]=0,5\text{mg/L}$,
 $[\text{CAP}]=400\text{ ppm}$

Les résultats portés sur la figure II.9 montrent que le taux d'élimination augmente avec l'augmentation du temps de contact.

II.5 Elimination des nitrites dans l'eau brute de la station

Sur la période où nous étions en stage à la station de Sidi Lahdjet, des échantillons d'eau brute ont été prélevés à la rentrée et à la sortie de la station (Tableau II.4) et la recherche des nitrites a été effectuée. Les résultats sont portés sur la figure II.10.

Tableau II.4 : Concentrations des nitrites à l'entrée et à la sortie de la station

La date	[NO ₂ ⁻] entrée ppm	[NO ₂ ⁻] sortie Ppm
13/02/2023	0,220	0,087
23/02/2023	0,400	0,056
14/03/2023	1,060	0,020
08/05/2023	0,630	0,006
09/05/2023	0,660	0,006
06/05/2023	0,440	0,069

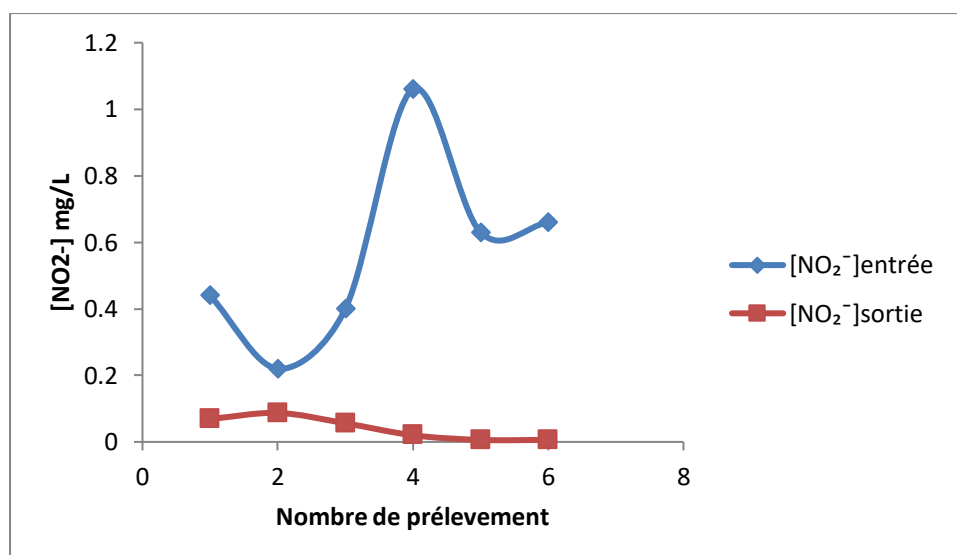


Figure II.10: Concentrations des nitrites dans l'eau brute à l'entrée et la sortie de la station

A la station, l'abattement des nitrites se fait par la méthode de coagulation floculation ; après avoir optimiser la concentration du chlorure ferrique ou du sulfate d'Alumine utilisé comme coagulant et du polymère utilisé comme floculant par la méthode du Jar test.

Les nitrites sont présent dans l'eau brute, sa concentration varie d'un jour à un autre (Figure II.10) et elle est supérieure à la norme Algérienne qui est de 0,2 mg/L (valeur limite) [?]. Quoique les valeurs des nitrites dans l'eau après traitement (à la sortie de la station) sont largement inférieures à la valeur limite, mais la méthode utilisée reste controversée du faite qu'elle utilise les produits chimiques et un polymère industrielle coûteux. Pour ces raisons,

notre travail s'est orienté vers le charbon actif comme adsorbant pour l'élimination des nitrites par adsorption comme méthode alternatif.

II.6 Elimination des nitrites dans l'eau brute

Des essais d'éliminations des nitrites ont été d'abord effectué en eau brute afin d'évaluer la capacité du charbon actif à éliminer les nitrites. Différentes solutions mères ont été préparés en dissolvant une quantité m du NaNO_2 dans l'eau distillée. Les solutions ont été ajustée à deux pH = 2 et pH=7. Pour les essais d'adsorption, trois concentrations de charbon actif ([CAP] =10 à 400 ppm ont été utilisé et deux temps de réaction (1h et 24 h) ont été choisi. Les taux d'élimination sont porté sur les tableau II.3 et Tableau II.4.

Tableau II.5 : Taux d'élimination des nitrites dans l'eau brute après 1 h

[NO ₂ ⁻] mg/L	pH	Taux d'élimination %		
		[CAP] = 10ppm	[CAP]= 50 ppm	[CAP]= 80 ppm
0,637	7	0	1,73	1,73
		[CAP]= 50 ppm	[CAP]=100ppm	[CAP]=150ppm
0,58	7	1,03	8,8	11,55
		[CAP]=400ppm		
0,58	7	19,21		
		[CAP] = 10ppm	[CAP]=200ppm	[CAP]=400ppm
0,69	7	2,9	15,94	20,72
		[CAP]= 10 ppm	[CAP]=200ppm	[CAP]=400ppm
0,69	2	0,43	12,5	27,4

Tableau II.6 : Taux d'élimination des nitrites dans l'eau brute après 24 h

[NO ₂ ⁻] mg/L	pH	Taux d'élimination %		
		[CAP]=10ppm	[CAP]=200ppm	[CAP]=400ppm
0,69	7	23,45	39	45
	2	47,25	58,7	71,6

II.6.1 Effet de la concentration du charbon dans l'eau brute

L'effet de la concentration de charbon actif sur l'élimination des nitrites dans l'eau brute a été réalisé. Des concentrations de 10, 200 et 400 ppm a été utilisé. Les résultats sont donnés dans la figure II.11 pour un temps de réaction de 1 h et la figure II.12 pour un temps de réaction de 24h.

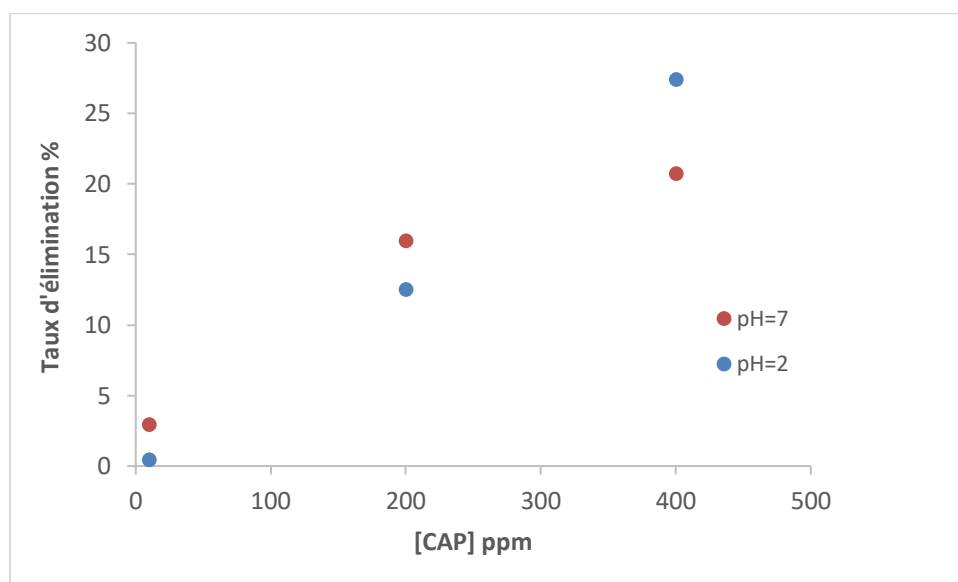


Figure II.11: : Effet de la concentration [CAP] sur l'adsorption des nitrites. $[\text{NO}_2^-]=0,69\text{mg/L}$,

Temps 1h

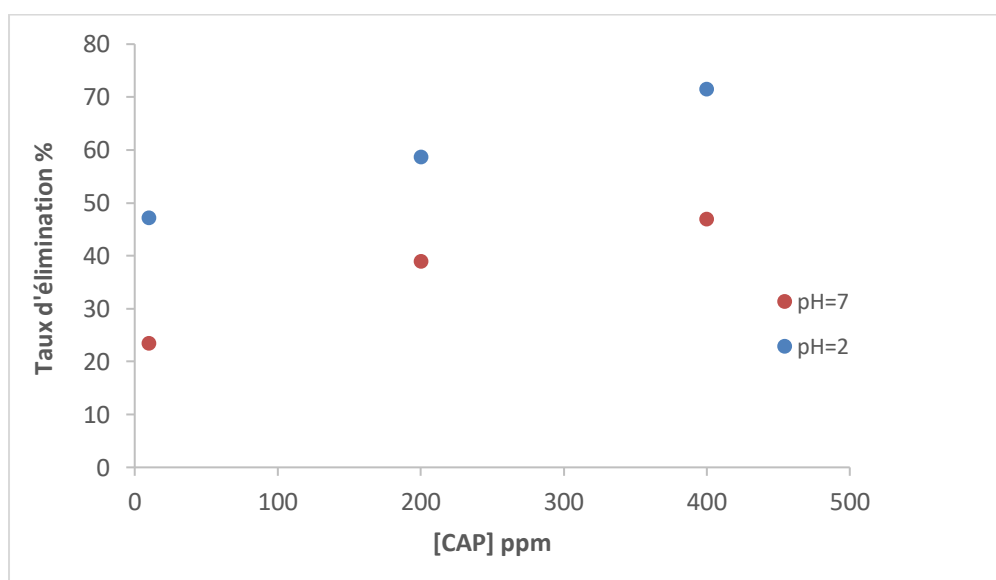


Figure II.12: : Effet de la concentration [CAP] sur l'adsorption des nitrites. $[\text{NO}_2^-]=0,69\text{mg/L}$,
Temps 24h

Les résultats portés sur les figures II.11 et figure II.12, montrent que plus on augmente la concentration du charbon actif plus on élimine les nitrites dans l'eau brute. Pour la concentration de 400 ppm de CAP, le pourcentage d'élimination atteint 27 % pour 1 h de réaction et augmente à 71 % après 24h.

II.6.2 Effet du pH sur l'élimination des nitrites dans l'eau brute

De même que pour l'eau distillée, l'effet du pH sur l'élimination des nitrites dans l'eau brute a été également considéré. Les résultats sont portés sur la figure II.13.

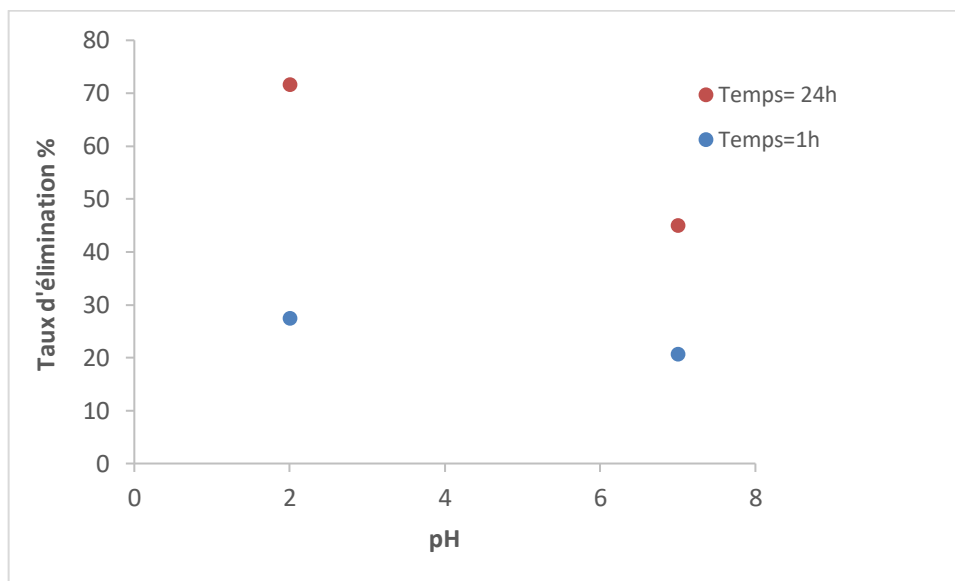


Figure II.13: Effet de pH sur l'adsorption des nitrites. $[\text{NO}_2^-]=0,69\text{mg/L}$,

Les résultats montrent que l'élimination des nitrites dans l'eau brute est favorisée à $\text{pH}=2$ avec un temps de réaction de 24 h.

Conclusion générale

Notre travail avait pour objectif élimination les nitrites des eaux potables de la station de potabilisation de Sidi Lahdjel. Cette étude consiste à éliminer les nitrites par adsorption sur un charbon actif commercial. Trois paramètres ont été considéré pour optimiser cette élimination, notamment, le pH, La quantité del'adsorbant et le temps de réaction.

Les résultats obtenus avec l'eau distillée ont montré que quelques soit la concentration initial des nitrites dans la solution et quel que soit la quantité du charbon actif utilisé, le taux d'élimination diminue avec l'augmentation du pH. Quoi que, après 24 h de réaction les taux d'éliminations sont largement plus grands que ceux après 1h et atteignent des valeurs de 80 %. Les résultats ont montré également, que pour une concentration donnée, et indépendamment du temps de contact, le taux d'élimination augmente avec l'augmentation de la concentration du charbon actif.

Les résultats obtenus sur les eaux brute de la station, ont montré que plus on augmente la concentration du charbon actif plus on élimine les nitrites dans l'eau brute. Pour la concentration de 400 ppm de CAP, le pourcentage d'élimination atteint 27 % pour 1 h de réaction et augmente à 71 % après 24h. De plus, l'élimination des nitrites dans l'eau brute est favorisée à $\text{pH} = 2$ avec un temps de réaction de 24 h.

L'essai d'adsorption des nitrites sur le charbon actif à donner des résultats prometteurs. Pour l'application industriel de cette méthode, d'autres essais doivent ajoutés, Il est préférable d'utilisé la méthode de plan d'expérience pour valider la méthode.

Références

- [1]. Sandrine Fleur Chébékoué. 2008. Évaluation du risque cancérigène associé à la contamination de l'eau potable de puits municipaux par les nitrates/nitrites dans certaines régions rurales du Québec. Maîtrise ès sciences en Santé environnementale et santé au travail. Université de Montréal.
- [2]. Rodier, J. (2009). L'Analyse de l'Eau: Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire, Eau de Mer (9e éd., pp. 100-110). Paris: Dunod.
- [3]. Rabahi, A. A. (2020). Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques de l'eau potable de la ville de Tissemsilt.
- [4]. Mirvish SS. Role of N-nitroso compounds (NOC) and N-nitrosation in etiology of gastric, esophageal, nasopharyngeal and bladder cancer and contribution to cancer of known exposures to NOC. *Cancer Lett.* 1995;93(1):17-48. doi:10.1016/0304-3835(95)03743-i
- [5]. Zhang, M., Liu, H., Chen, H., Zhu, J., & Hu, X. (2017). Removal of nitrite and nitrate from water by activated carbon derived from tea waste. *Journal of Cleaner Production*, 141, 1357-1363.
- [6]. https://www.necatec.de/sites/default/files/styles/teaser_16_to_9/public/202011/formaktivk_ohle.jpg?itok=6cLdoOxa.
- [7]. station de traitement d'eau est situé dans la localité de « Sidi Lahdjet », à 26 km de « Mostaganem » et à 2 km de la commune « d'Oued-Kheir ».