



Licence Sciences et Techniques (LST)

Techniques d'analyse chimique et contrôle de qualité

TACCQ

PROJET DE FIN D'ETUDES

*Analyses par spectrométrie d'absorption
atomique à flamme du Manganèse et du Zinc
dans l'eau*

Présenté par :

◆ **IDRISSI ALAMI Younes**

Encadré par :

◆ **Mr S.Diouri (ONEP)**

◆ **Pr Ahmed HARRACH (FST)**

Soutenu Le 13 Juin 2012 devant le jury composé de:

- **Pr Ahmed HARRACH**
- **Pr Abdellah OULMEKKI**
- **Pr Hicham ZAITAN**

Stage effectué à ONEP

Année Universitaire 2011 / 2012

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Présentation de l'ONEP.....	3
Chapitre I : Description des procédés de traitement	
I-Prétraitement des eaux.....	6
II-Traitement de l'eau brute.....	9
Chapitre II : Facteurs responsables de la qualité des eaux	
I-Facteurs physico-chimiques.....	13
II-Facteurs chimiques.....	14
Chapitre III : Analyse par spectrométrie d'absorption atomique à flamme	
I-Introduction.....	19
II-Principe de fonctionnement.....	19
III-Loi de Beer Lambert.....	20
IV-Instrumentation.....	20
1-source lumineuse.....	21
2-nebuliseur.....	22
3-atomiseur.....	22
4-monochromateur.....	23
5-détecteur.....	23
V-Interférences.....	23
1-interférences spectrales.....	23
2-interférences chimiques.....	24
3-interférences physiques.....	24
VI-Dosage du Manganèse et du Zinc par SAA à flamme.....	25
1-Introduction.....	25
2-prélevement et conservation.....	25
3-conditions instrumentales.....	25
4-mode opératoire.....	26
5-contrôle de la qualité analytique.....	26
6-étalonnage.....	27
7-mesures et résultats.....	28
8-interprétation des résultats.....	29
9-techniques d'élimination du Manganèse.....	29
10-techniques d'élimination du Zinc.....	29
CONCLUSION.....	31
ANNEXES	

INTRODUCTION

Omniprésente et indispensable au maintien de la vie, l'eau est l'un des corps chimiques les plus essentiels de notre planète. Ses propriétés sont en outre tout à fait exceptionnelles, voire parfois inattendues. Depuis longtemps au centre de nombreux travaux de recherche, elle continue d'intriguer et de passionner nombre de scientifiques auxquels elle n'a pas encore révélé tous ses secrets.

Pour pouvoir être consommée sans danger, l'eau doit donc être traitée. Mais la pollution croissante des réserves rend cette opération de plus en plus délicate, obligeant les traiteurs d'eau à constamment innover. Les techniques ont d'ailleurs beaucoup évolué, faisant aujourd'hui du traitement de l'eau une industrie de pointe.

Mon stage a été effectué au sein de l'ONEP dans la station de traitement de l'eau d'oued Sebou. Mon objectif était d'analyser cette eau au niveau du laboratoire régional et de suivre les étapes de traitements et plus précisément l'analyse des éléments présents dans cette eau.

Ce mémoire est organisé de la façon suivante :

- Le premier chapitre décrit les procédés de traitement.
- Le deuxième chapitre présente quelques méthodes d'analyses de l'eau réalisé au niveau du laboratoire.
- Et le troisième chapitre est consacré à l'analyse quantitative du Manganèse et du Zinc par spectrométrie d'absorption atomique à flamme.

PRESENTATION

DE

L'ONEP

Présentation de l'ONEP :

Créé 1972, l'ONEP est un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Acteur principal dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement, les missions principales de l'Office vont de la planification de l'approvisionnement en eau potable jusqu'à sa distribution en passant par les phases, études, conception, réalisation, gestion, exploitation des unités de production, de distribution et d'assainissement liquide et enfin du contrôle de la qualité des eaux jusqu'à la protection de la ressource.

L'ONEP : 1er Producteur avec 767 millions m³ (soit 80% de la production nationale en eau potable) couvrant les besoins de 96% de la population totale urbaine du Royaume.

L'ONEP : 1er Distributeur avec 1,2 millions de clients répartis sur plus de 500 communes.

Direction régionale de l'ONEP :

La Direction de Centre Nord - Fès (DR5) a été créée en juillet 1979 dans le cadre de la décentralisation et elle a pour mission l'alimentation en eau potable des zones dépendantes de son territoire.



Photo1 : Station de traitement des eaux d'oued Sebou

Le complexe de production d'oued Sebou comprend :

- ❖ La station de prétraitement située à Sebou : mise en œuvre en 1989, le rôle de cette station est d'extraire l'eau brute et de diminuer le taux de matière en suspension jusqu'à une valeur inférieure à 2 g/l, et de la refouler jusqu'à la station de traitement.

- ❖ La station de traitement AIN NOKBI, édifiée le 19 mars 1987, assure :
 - Le traitement des eaux reçues de la station de prétraitement suivant des étapes.
 - Le contrôle de la qualité des eaux traitées dans le laboratoire régionale.

- Le refoulement des eaux vers le réservoir de BAB HAMRA.

Dans le cadre du contrôle de qualité des eaux, le laboratoire régional de Fès effectue des analyses définies par la norme marocaines :

- Analyses de surveillance.
- Analyses physico-chimiques.
- Analyses bactériologiques.

CHAPITRE I

DESCRIPTION DES

PROCEDES

DE

TRAITEMENT

I-Prétraitement des eaux :

C'est un traitement préliminaire qui permet d'alléger les traitements ultérieurs.

Le prétraitement est constitué de quatre opérations :

- Le dégrillage
- Le relevage
- Le dessablage
- Le débouage

1-le dégrillage :

Le dégrillage consiste à retenir les matériaux encombrants, les corps flottants et les gros déchets susceptibles de provoquer un colmatage dans les différentes unités de l'installation.



Photo2 : Une grille

2-le relevage :

Le relevage permet le pompage de l'eau vers le dessableur, cette opération est assurée par 3 vis d'Archimède qui permettent une régularité dans le débit d'alimentation de la station.



Photo3 : Vis d'Archimède utilisée pour pomper l'eau

4-le dessablage :

Le dessablage consiste à retenir les sables entraînés avec l'écoulement de l'eau. Il concerne les particules de granulométrie supérieure à 200 μm , si la granulométrie est inférieure à 200 μm dans ce cas on parle de débouillage.



Photo 4 :Un dessableur

5-le débouillage :

Comme son nom l'indique le débouilleur permet d'éliminer les boues, cette technique est utilisée quand la teneur en MES (matières en suspension) est supérieure à 2g/l.



Photo5 :

Un

débouilleur

II-Traitement de l'eau brute :

Ce traitement a pour but d'éliminer la turbidité, la pollution chimique et microbiologique par une série d'opération afin d'aboutir à une eau potable destinée à l'alimentation humaine.

1-la pré-chloration

La première étape du traitement est constituée par une pré-chloration de l'eau brute.

Cette opération a pour but :

- D'oxyder le fer et le manganèse contenus dans l'eau brute. (En général responsable de la couleur).
- De détruire les matières organiques. (Améliorer le goût et l'odeur de l'eau).
- De détruire les micro-organismes et d'inhiber la croissance algale.

Le produit généralement utilisé est le chlore Cl_2 .

2- Coagulation – Flocculation

Le processus de coagulation-flocculation facilite l'élimination des solides en suspension et des particules colloïdales (non décantables). On l'utilise dans l'étape d'une séparation solide-liquide.

La **coagulation** est la déstabilisation de particules colloïdales par addition d'un réactif chimique appelé coagulant.

Les coagulants les plus utilisées sont :

- Le sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3, 18 H_2O$.
- Le chlorure ferrique $FeCl_3$.
- Le sulfate ferreux $FeSO_4$.

La **Flocculation** est l'agglomération de particules déstabilisées en microfloc pour former des flocons plus volumineux que l'on appelle flocs, ces flocons disposent d'une masse suffisante pour pouvoir se décanter. On rajoute un autre réactif appelé flocculant ou adjuvant de flocculation pour faciliter la formation de flocons :

Les flocculants les plus utilisés sont :

- Les polymères : polyélectrolytes.
- L'alginate.

3-Décantation

Après l'étape de flocculation, on passe à la décantation des flocons qui ont une densité supérieure à celle de l'eau et qui s'accumulent au fond du décanteur sous l'effet de la pesanteur.

Les matières décantées sont évacuées par un système de raclage qui les rassemble dans une fosse où elles sont facilement purgées vers l'oued.

La décantation permet la réduction de la concentration des matières en suspension.



Photo6 : Décanteur cylindrique à racle

4-Filtration :

La filtration a pour but d'éliminer les dernières matières en suspension non éliminées par le décanteur par passage d'eau à travers un filtre à sable qui retient les derniers floccs.

Les filtres utilisés sont formés d'une couche de sable quartzeux, d'une hauteur de 0,95met débitent 6,7 m³/h de filtrat.

L'efficacité de la filtration est vérifiée par la valeur de la turbidité de l'eau filtrée, celle-ci doit être inférieure à 0,5 NTU (unité de turbidité néphélométrique).



Photo7 : Filtres à sable

5-Stérilisation :

C'est la dernière phase du traitement de l'eau, la stérilisation permet de détruire les microorganismes pathogènes. Pour cela on utilise un désinfectant comme le chlore qui est un oxydant fort qui réagit avec plusieurs substances organiques et inorganiques.

La désinfection est très importante pour la potabilité de l'eau, de plus le chlore ne doit pas dépasser une concentration de 1g/l à la sortie du réservoir.

CHAPITRE II

FACTEURS

RESPONSABLES

DE LA

QUALITE DES EAUX

I-Facteurs physico-chimiques :

1-Température :

Elle joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et des gaz. Elle conditionne l'équilibre de dissociation. Elle agit aussi sur la conductivité et le pH. Elle influe les réactions chimiques et biochimiques et permet la connaissance de l'origine des eaux souterraines et des éventuels mélanges.

La température est mesurée in situ grâce à un thermomètre. Elle est exprimée en degré Celsius.

2-Potentiel d'Hydrogène (pH) :

Le **potentiel hydrogène** (ou **pH**) mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+) dans l'eau. Notamment, en solution aqueuse, ces ions sont présents sous la forme de l'ion H_3O^+ .

Plus couramment, le pH d'une eau mesure l'acidité ou la basicité de celle-ci. Il doit être compris entre 6,5 et 8,5.

Le pH est mesuré par potentiométrie à l'aide d'une électrode de verre spécifique à l'hydrogène.

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

3-Conductivité :

La **conductivité** est une mesure de la capacité de l'eau à faire passer un courant électrique d'un point A vers un point B. Cette traversée est affectée par la présence des matières dissoutes.

Les matières dissoutes dans l'eau sont sous forme d'ions, plus leurs quantité augmente plus la conductivité augmente.

La conductivité d'une eau est généralement mesurée en **micro-Siemens** par cm ($\mu S/cm$) à l'aide d'un conductimètre.

4-Turbidité

La turbidité désigne la teneur d'un liquide en matières qui le trouble. Elle est causée par des particules en suspension qui absorbent, diffusent et réfléchissent la lumière.

II-Facteurs chimiques :

1-Détermination de l'alcalinité de l'eau :

- ✓ Titre Alcalimétrique : TA

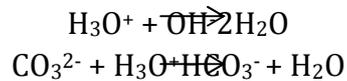
Principe : le titre alcalimétrique correspond à la neutralisation des ions hydroxydes OH^- et à la transformation de la moitié des ions carbonates CO_3^{2-} en ions hydrogénocarbonates HCO_3^- à l'aide d'un acide fort.

Mode opératoire : on prélève 100 ml d'échantillon, on ajoute quelques gouttes de phénophtaléine :

- S'il n'y a pas de coloration rose, cela veut dire que $TA=0$, donc le pH de l'eau est inférieur à 8.3

- S'il y a une coloration rose (TA≠0), on dose avec HCl (N/10) jusqu'à décoloration et on note le volume versé.

Les réactions mise en jeu :



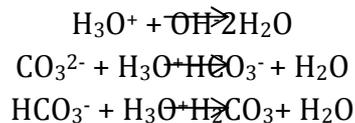
$$\text{TA} = \frac{1}{2} [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]$$

✓ Titre Alcalimétrique Complet : TAC

Principe : le titre alcalimétrique complet correspond à la neutralisation des ions hydroxydes OH⁻, carbonates CO₃²⁻ et hydrogénocarbonates HCO₃⁻ par un acide fort.

Mode opératoire : à 100 ml d'échantillons, on ajoute quelques gouttes d'hélianthine, on obtient une coloration jaune, puis on dose avec HCl jusqu'au virage de la coloration au jaune orangée.

Les réactions mise en jeu :



$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$$

Expression des résultats :

Au point d'équivalence on a : $N_A V_A = N_B V_B$

$$\begin{aligned} N_B &= (N_A V_A) / V_B \\ &= (0,1 * T_B) / 100 \\ &= 10^{-3} * T_B \text{ éq/l} \end{aligned}$$

Donc :

$$\text{TA ou TAC} = T_B \text{ meq/l}$$

T_B : tombée de burette.

2-Détermination du titre hydrotimétrique : TH

Le titre hydrotimétrique ou la dureté totale est la concentration totale en ions calcium, magnésium et autres cations bivalents et trivalents dans cette eau.

Principe : Des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} présents dans l'eau sont complexés par l'EDTA en présence du noir d'ériochrome comme indicateur coloré qui donne une couleur violette en présence des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .

Mode opératoire : on prélève 100 ml d'échantillon, on ajoute 5 ml de solution tampon TH puis une pincée du noir d'ériochrome. On dose avec l'EDTA (0,02M) jusqu'au virage au bleu.

Remarque : La solution tampon a pour rôle de tamponner le milieu c'est-à-dire éliminer les ions H^+ présent dans EDTA afin de favoriser la formation du complexe.

Expression des résultats :

Au point d'équivalence : $N_A V_A = N_B V_B$

$$N_B = (N_A V_A) / V_B$$
$$N_B = (2 * 0,02 T_B) / 100 \quad \text{eq/l}$$
$$N_B = 0,4 * T_B \text{meq/l}$$

$$\text{TH} = 0,4 * T_B \text{meq/l}$$

3-Dureté Calcique :

Elle correspond à la teneur d'une eau en ions Ca^{2+} .

Mode opératoire : on prélève 100 ml d'échantillon, on ajoute 5 ml de solution tampon basique puis une pincée d'indicateur calcine, on dose avec l'EDTA (0,02M) jusqu'au virage du rose au bleu.

Remarque : l'addition de la soude a pour but de précipiter le Mg^{2+} sous forme $\text{Mg}(\text{OH})_2$



Expression des résultats :

Au point d'équivalence : $N_A V_A = N_B V_B$



$$N_B = (N_A V_A) / V_B$$

$$N_B = (2 * 0,02 T_B) / 100 \quad \text{eq/l}$$

$$N_B = 0,4 * T_B \quad \text{meq/l}$$

$$C_B = N_B / 2 = 0,2 * T_B \quad \text{meq/l}$$

$$T_{Ca} = M_{Ca} * C_B$$

$$T_{Ca} = 40 * 0,2 T_B \quad \text{mg/l}$$

$$T_{Ca} = 8 * T_B \quad \text{mg/l}$$

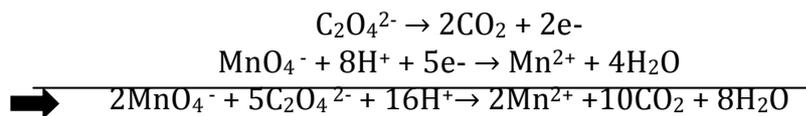
4-l'oxydabilité :

L'indice de permanganate d'une eau correspond à la quantité d'oxygène exprimé en mg/l cédé par l'ion permanganate et consommée par les matières oxydables contenue dans un litre d'eau dans les conditions définies par la présente norme.

L'oxydabilité consiste à oxyder les matières oxydables contenues dans l'échantillon par un excès de permanganate de potassium en milieu acide et à ébullition pendant 13 min.

L'addition de l'acide oxalique permet la réduction de permanganate de potassium. On procède à un dosage en retour par le permanganate de potassium.

Les réactions mises en jeu sont :



CHAPITRE III

ANALYSE PAR SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE A FLAMME

I-Introduction

La spectrométrie par absorption permet de doser une soixantaine d'éléments chimiques à l'état de traces (quelques mg/litre). L'analyse se base sur l'absorption de photons par des atomes à l'état fondamental, et on utilise à cet effet en général des solutions.

La méthode est :

- Quantitative.
- Relative : il faut donc faire une courbe d'étalonnage.
- les concentrations doivent être à l'échelle de traces afin de rester dans le domaine de linéarité de la loi de Beer-Lambert.

- l'aspect non qualitatif de la technique impose la connaissance des éléments à doser afin de choisir la source adaptée.

II-Principe de fonctionnement

Dans le cas particulier de l'absorption atomique, on étudie les absorptions de lumière par l'atome libre, c'est-à-dire lorsque celui-ci voit son énergie varier au cours d'un passage d'un de ses électrons d'une orbite électronique à une autre ; de l'état fondamentale à l'état excité.

Cette technique consiste à chauffer l'échantillon liquide entre 2000 et 3000 °C pour le mettre sous forme de gaz à l'état atomique, ensuite faire traverser le nuage atomique par un faisceau lumineux pour mesurer une absorption, cette absorption nous permet de connaître les concentrations des éléments que l'on a décidé de doser.

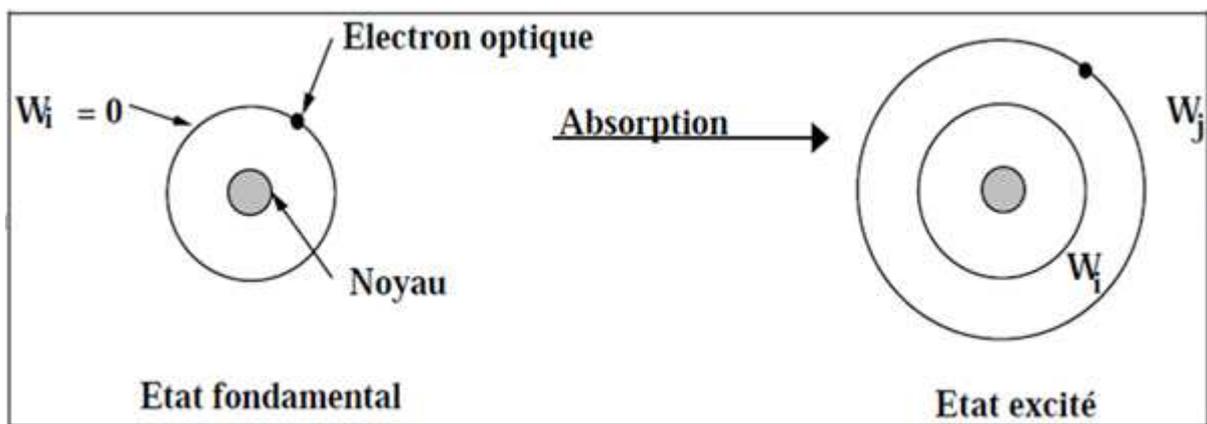
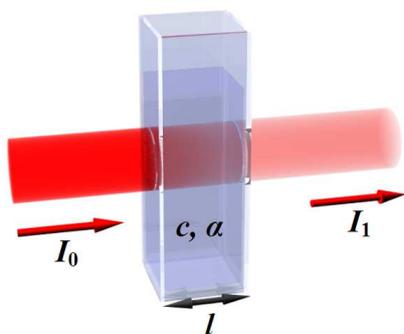


Figure 1 : Interaction rayonnement-matière

III-Loi de Beer Lambert

L'intensité de l'absorption dépend directement du nombre de particules absorbant la lumière selon la loi de Beer Lambert selon laquelle l'absorbance est proportionnelle au coefficient d'absorption spécifique α , au trajet optique l et à la concentration c .

$$\text{Abs} = \log(I_0/I) = \alpha c l$$



I = intensité après absorption par les atomes
 I_0 = intensité initiale de la source lumineuse

IV-Instrumentation

Les différents éléments d'un spectrophotomètre d'AA :

- ✓ une source lumineuse (λ caractéristique de l'élément à doser).
- ✓ un système pour moduler le rayonnement provenant de la source.
- ✓ un atomiseur (production d'un nuage d'atomes à l'état fondamental).

- ✓ un monochromateur (fixé sur λ).
- ✓ un détecteur.

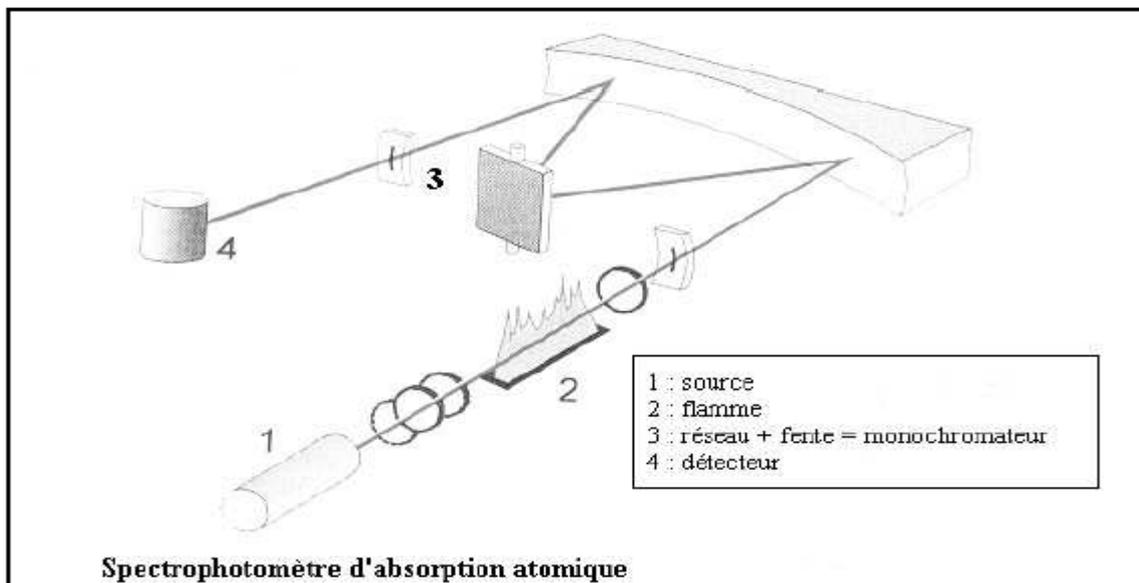


Figure 2 : Les différents éléments d'un spectrophotomètre d'AA

1-Source lumineuse (lampe à cathode creuse)

Le rôle de la source primaire est de produire une radiation lumineuse à la **longueur d'onde caractéristique de l'élément à doser**.

Les photons émis à cette longueur d'onde caractéristique pourront être absorbés dans l'atomiseur par la raie d'absorption.

La source lumineuse la plus répandue est **la lampe à cathode creuse**, elle est constituée :

- d'un tube en verre d'une vingtaine de centimètres de long et de 3 à 5 cm de diamètre, fermé à l'extrémité par une fenêtre de quartz transparente aux UV
- d'une anode (en W, Ni)
- d'une cathode cylindrique en forme de petit godet (environ 1 cm de profondeur et 3 à 5 mm de diamètre)
- la lampe est remplie d'un gaz inerte comme l'Ar ou le Ne sous pression de quelques mm de Hg.

NB : Le fond de la cathode est usiné en l'élément que l'on veut doser, ou recouvert de l'élément ou d'un alliage de celui-ci.



Photo8 : lampe à cathode creuse.

Principe de fonctionnement :

Lorsqu'on applique une différence de potentiel de quelques volts entre les deux électrodes, une décharge s'établit. Le gaz rare est alors ionisé et ces ions bombardent alors la cathode, arrachant des atomes à celle-ci. Ces atomes sont donc libres et sont excités par chocs : il y a émission atomique de l'élément constituant la cathode creuse.

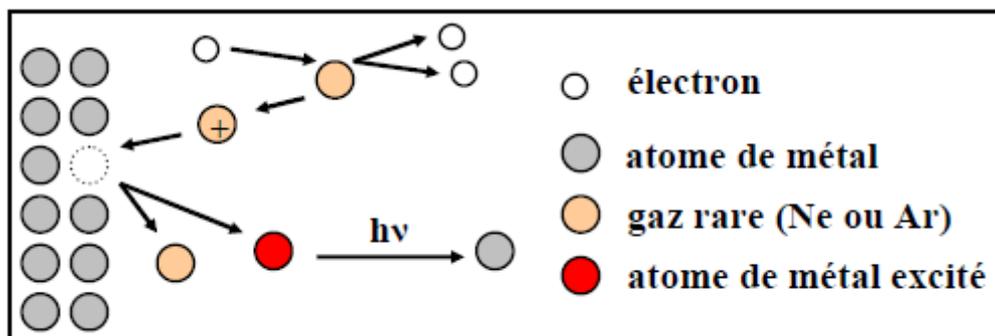


Figure 3 : principe de fonctionnement d'une lampe à cathode creuse

2-Nébuliseur

Le nébuliseur a pour rôle de pulvériser la solution à analyser sous forme de petite gouttelettes formant ainsi un nuage homogène qui va passer par la suite au brûleur.

3-Atomiseur (flamme)

L'aérosol pénètre dans le brûleur puis dans la flamme. Au bout d'un certain parcours au seuil de la flamme, le solvant de la gouttelette est éliminé, il reste les sels ou particules solides qui sont alors fondus, vaporisés puis atomisés.

L'atomisation permet d'avoir des atomes à l'état fondamental qui peuvent absorber les photons provenant de la source.

La flamme a une forme laminaire, mince (1 mm) et longue (5 à 15 cm).

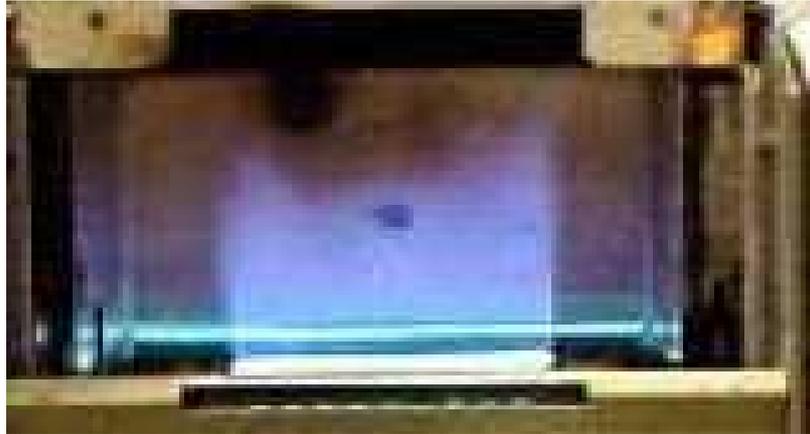


Photo9 : une flamme

4-Monochromateur

La lumière qui quitte la source n'est pas monochromatique, le spectre de raies contient :

- les raies de l'élément à doser,
- les raies du gaz de remplissage,
- les raies d'éventuelles impuretés,
- les raies de l'atomiseur (flamme).

Le rôle du monochromateur consiste à éliminer toute la lumière, quelle que soit son origine, ayant une longueur d'onde différente de celle à laquelle on travaille.

5-Détecteur

Le détecteur mesure les intensités lumineuses nécessaires au calcul des absorbances.

Les différents signaux à traiter sont :

- intensité incidente I_0
- intensité émise par l'atomiseur E
- intensité émergente $I + E$.

V-Les interférences

Ils sont de trois types :

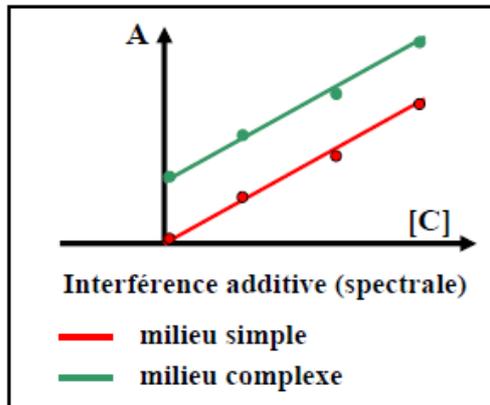
- les interférences spectrales.
- Les interférences chimiques
- les interférences physiques.

1-Interférences spectrales

Phénomènes ayant leur siège dans la source d'atomisation et affectant la mesure spectrale d'absorbance de l'analyte :

- par superposition de raies
- par la présence de bandes d'absorption moléculaire

- par la diffusion de la lumière incidente sur des particules solides ou liquides présentes dans l'atomiseur.



Elles se traduisent souvent par une **translation** de la droite d'étalonnage établie en milieu complexe, par rapport à celle obtenue en milieu simple (interférences additives).

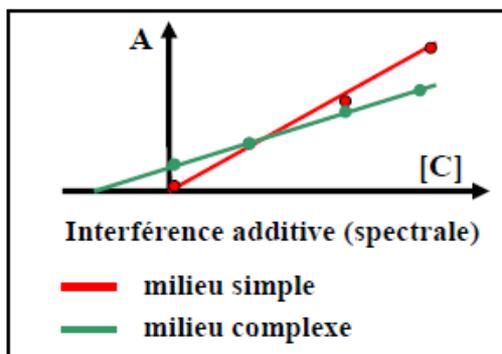
2-Interférences chimiques

Elles résultent des modifications, dans la source d'atomisation, des processus de dissociation, d'oxydoréduction ou d'ionisation.

Elles altèrent la densité de vapeur atomique ou sa vitesse de formation.

3-Interférences physiques

Elles sont généralement liées aux propriétés physiques des solutions étudiées (changement de viscosité entre les étalons et les échantillons).



Les interférences chimiques et physiques entraînent un **changement de pente** de la droite d'ajouts par rapport à la droite d'étalonnage établie en milieu simple (interférences multiplicatives).

VI-Dosage du Manganèse et du Zinc par SAA à flamme

1-Introduction

Le zinc (Zn) et le manganèse (Mn) sont des éléments métalliques présents dans denombreux types de roche. Ces deux éléments sont également fréquents dans l'eau etsont indispensables, en petites quantités, à tous les organismes vivants.

La présence du **Manganèse** dans les approvisionnements d'eau est indésirable pour plusieurs raisons. À des concentrations supérieures à 0,15 mg/L, le manganèse tache les éléments de plomberie et les tissus. Pour des fortes concentrations, le manganèse donne mauvais goût aux boissons. Il peut causer des problèmes dans les réseaux de distribution en y favorisant la croissance de microorganismes. Même à des concentrations inférieures à 0,05 mg/L, le manganèse peut former dans la tuyauterie des dépôts qui peuvent se présenter sous la forme de précipités noirs.

Le **Zinc** est présent naturellement dans l'eau, mais on le trouve aussi de façon non naturelle à cause des rejets générés par les activités humaines et par les activités industrielles (l'exploitation minière, la combustion du charbon et des déchets et l'industrie de l'acier)

2-Prélèvement et conservation

Le prélèvement des échantillons ont été réalisés par le service d'échantillonnage relevant de l'ONEP dans des zones spécifiées (Oued Sebou, Puits, Sources d'eau,...etc.):

La procédure adoptée pour le prélèvement et la conservation des échantillons consistent à acidifier à $\text{pH} \leq 2$ dans une bouteille de volume de 250 ml, en ajoutant 1 ml d'acide nitrique concentré pour 100 ml d'échantillon. Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse ne doit pas dépasser 6 mois.

3-Conditions instrumentales

- Un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme de type Varian équipé d'un logiciel de traitement de spectre (type AA220).
- Une flamme alimentée par un mélange(Air-Acétylène) de telle sorte à atteindre une température de 2500°C
- Lampe à cathode creuse correspondante à l'élément à doser (Mn et Zn dans notre cas).
- Un monochromateur.
- Un détecteur.

4-Mode opératoire

Essai à blanc :

On effectue, parallèlement au dosage, un essai à blanc en remplaçant la prise d'essai par de l'eau distillée.

On injecte d'abord le blanc, puis on injecte les solutions d'étalonnage déjà préparées de la plus petite concentration à la plus grande, ensuite on procède aux analyses.

Préparation des solutions d'étalonnage :

Avant chaque série d'analyse, il est indispensable de préparer au moins quatre solutions d'étalonnage couvrant la gamme des concentrations de l'élément à doser.

5-contrôle de la qualité analytique

Méthode à Blanc :C'est un composé d'eau ne contenant pas d'analyte (Exp : eau distillée), de volume équivalent aux échantillons analysés et qui a subi toutes les étapes du processus analytique des échantillons.

L'analyse du blanc permet de quantifier le niveau de contamination introduit par le laboratoire au cours de la manipulation et de l'analyse des échantillons.

Duplicata : le duplicata consiste à analyser un échantillon une 2^{ème} fois pour vérifier la fidélité et la précision de la méthode.

Matériau de référence : un matériau de référence est une solution de concentration connue que l'on injecte pour vérifier l'exactitude de la méthode.

L'ajout dosé : la méthode d'ajout dosé consiste à ajouter une quantité connue d'une substance chimique recherchée à un échantillon inconnu et choisi au hasard ceci dans le but de contourner l'effet matrice.

Le signal donné par l'inconnue seul, est d'abord mesuré ; On ajoute ensuite une quantité de substance de référence et on mesure le nouveau signal donné par l'inconnu plus l'étalon.

6-Etalonnage

Pour étalonner l'appareil, on trace la courbe d'étalonnage en portant les concentrations des solutions étalons en abscisse et les valeurs d'absorbance correspondantes en ordonné.

Pour le manganèse :

<i>Concentration (mg/l)</i>	<i>absorbance</i>
-----------------------------	-------------------

0	0,00
0,2	0,0344
0,4	0,0723
0,6	0,1099
0,8	0,1424
1	0,1724

Tableau 1 : Absorbance des solutions étalon de Manganèse

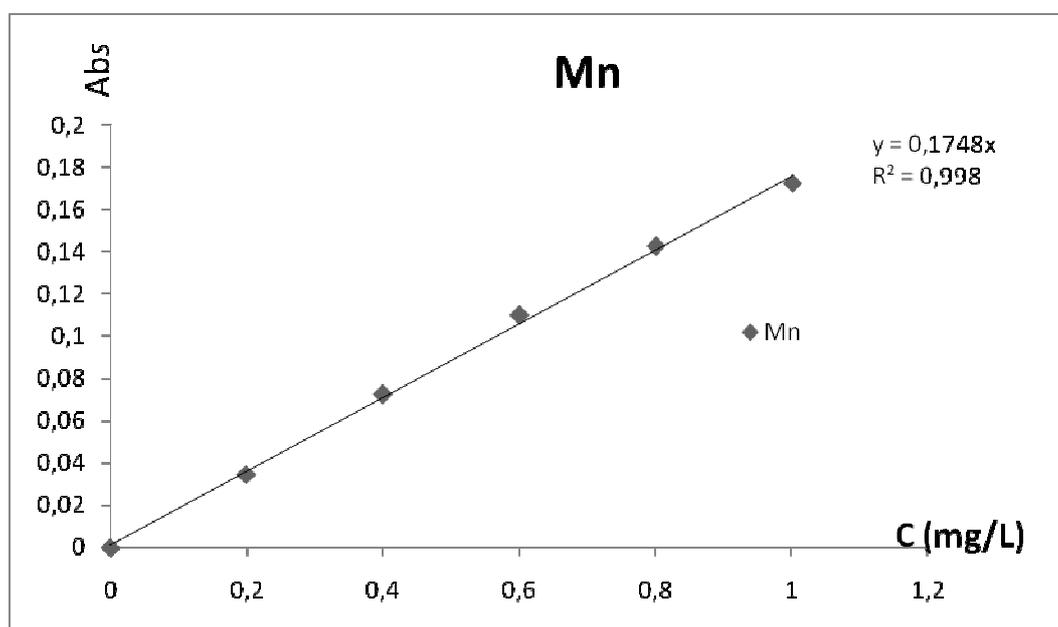


Figure 4 : courbe d'étalonnage du Manganèse.

Pour le Zinc :

0	0,00
0,2	0,0730
0,4	0,1395
0,6	0,2040
0,8	0,2686
1	0,3304

Tableau 2 : Absorbance des solutions étalon du Zinc

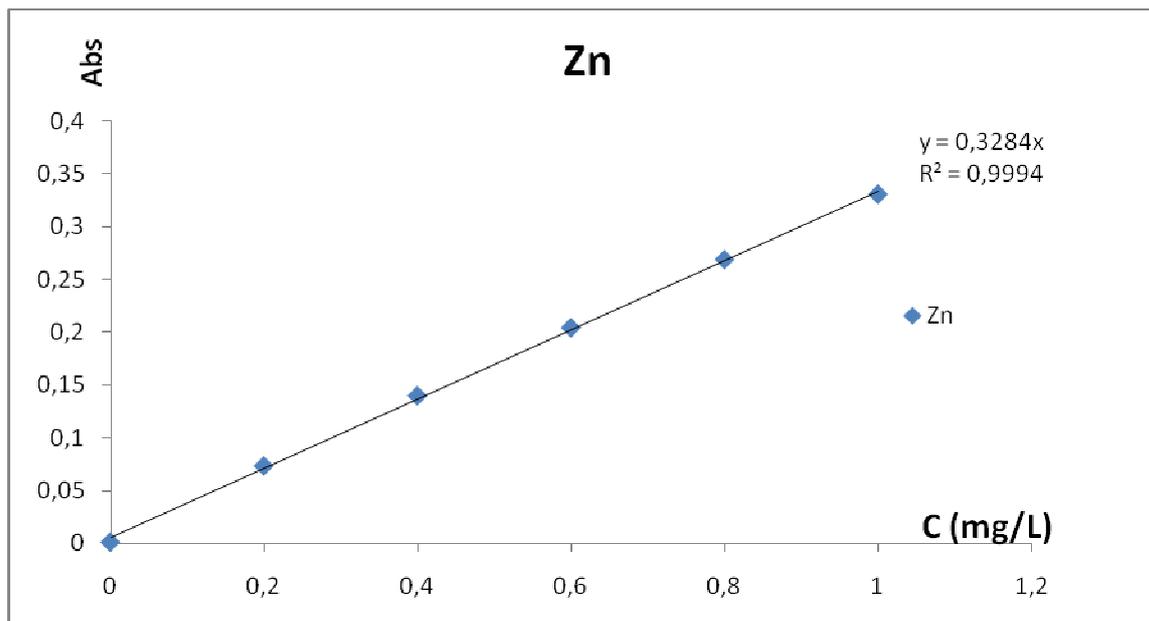


Figure 5 : courbe d'étalonnage du Zinc

7-Mesures et résultats

Les échantillons sont mesurés dans les mêmes conditions que les solutions d'étalonnage et leurs concentrations en matière de Mn et de Zn sont extrapolées à partir des courbes d'étalonnages préalablement tracées.

- **Séquence d'analyse du Mn et du Zn :**

Blanc	0,00	0,00
MR	0,05	0,13
16	0,00	0,06
16 Duplicata	0,00	0,06
16 Ajout dosé	0,05	0,16
42	0,00	0,00
43	0,02	0,04
44	0,01	0,05
45	0,01	0,11
99	0,04	0,02
120	0,01	0,00
157	0,21	0,00
271	0,02	0,03

Tableau 3 : Concentration de Zn et Mn dans différents échantillons d'eau

8-Interprétations des résultats

Les résultats d'analyses par spectrométrie d'absorption atomique à flamme sont généralement conformes aux normes marocaines, mais parfois des anomalies sont détectées surtout pour les eaux brutes.

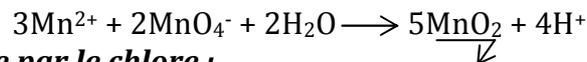
- Pour l'échantillon **157** la concentration en Manganèse est la plus grande mais ne dépasse pas **la valeur maximale admise (VMA=0,5mg/l)**.
- Les concentrations en Zinc dans les échantillons sont très faibles et sont conformes à la norme **(VMA=3mg/l)**.

En cas d'anomalie en matière des concentrations des métaux lourds dans l'eau potable, l'ONEP procède à des traitements visant à éliminer les métaux lourds et de se conformer avec la réglementation et les normes nationales.

9-Technique d'élimination du Manganèse

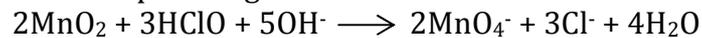
Oxydation chimique par le permanganate de potassium :

Le manganèse est oxydé par un oxydant fort comme le permanganate de potassium (KMnO₄), le dioxyde de manganèse formé est un précipité insoluble qui est éliminé par simple filtration.



Oxydation catalytique par le chlore :

Le chlore injecté en amont du filtre oxyde le dioxyde de manganèse présent naturellement dans l'eau en permanganate.



Le permanganate obtenu oxyde à son tour le manganèse, le dioxyde de manganèse formé est éliminé par filtration.

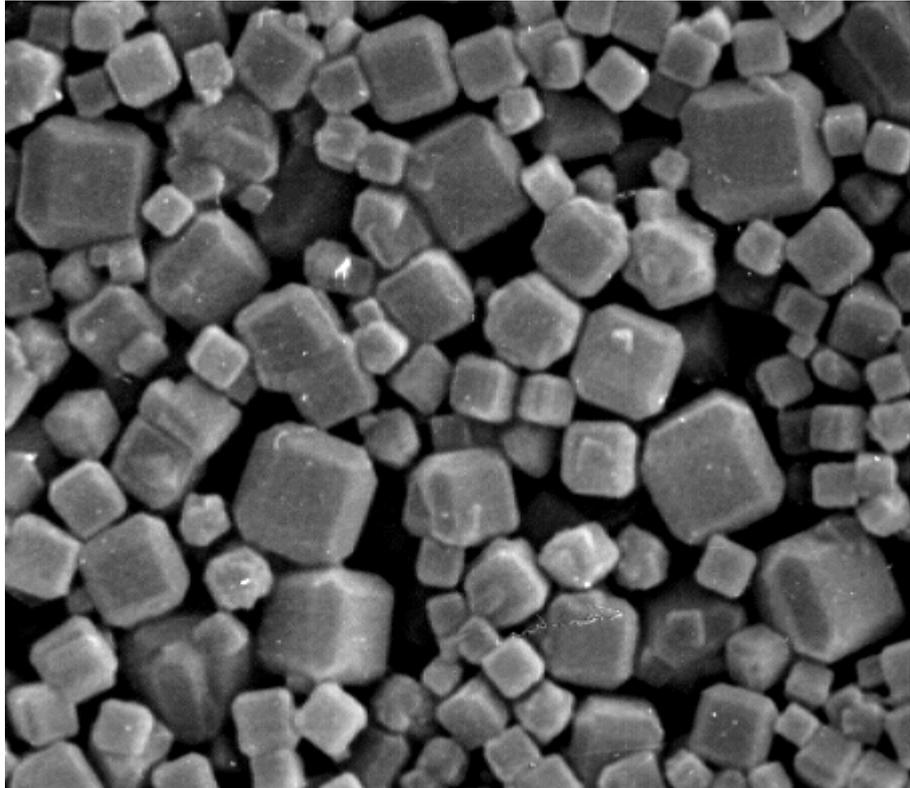
10-Technique d'élimination du Zinc

Souvent le Zinc est présent dans l'eau de façon non naturelle à cause de l'activité humaines et des rejets industrielles.

Pour éliminer le Zn dans le cas où il dépasse les normes, on fait appel à l'utilisation de la technique d'échange d'ions par le biais **de la résine**.

La résine est un matériau classé comme échangeur d'ions. Il a une structure moléculaire possédant des groupements fonctionnels (basiques et acides) qui peuvent être échangés. Les ions positifs de ces groupements fonctionnels peuvent être échangés par des ions de même signe en solution dans un liquide en contact avec eux.

Exemple : Les zéolithes qui sont des polymères inorganiques cristallins dont la structure apporte une forte charge négative qui est contrebalancée par un ou plusieurs cations, tels Na⁺ ou K⁺.



Cristaux de zéolithe vue au microscope électronique

CONCLUSION

Les eaux d'Oued Sebou représentent une ressource d'eau potentielle pour l'ONEP de Fès, cependant lorsqu'elles ne sont pas bien traitées, elles constituent un danger aussi bien pour la santé humaine que pour l'environnement.

Mon stage au sein de l'ONEP m'a permis d'améliorer mes connaissances et d'acquérir une expérience professionnelle, de suivre toutes les étapes de traitement de l'eau et aussi de manipuler des appareils tels que le spectromètre d'absorption atomique à flamme.

ANNEXES

Manganèse - Mn

Numéro atomique 25
Masse atomique 54,9380 g.mol⁻¹
Electronégativité de Pauling 1,5
Masse volumique 7,43 g.cm⁻³ à 20°C
Température de Fusion 1247 °C
Température d'ébullition 1962 °C
Rayon atomique (Van der Waals) 0,126 nm
Rayon ionique 0,08 nm (+2) ; 0,046 nm (+7)
Isotopes 1
Configuration électronique [Ar] 3d⁵ 4s²
Energie de première ionisation 716 kJ.mol⁻¹
Energie de deuxième ionisation 1489 kJ.mol⁻¹
Potentiel standard - 1,05 V (Mn²⁺ / Mn)
Découverte : Identifié par Scheele, Bergman et d'autres et isolé par Gahn en 1774.

Zinc - Zn

Numéro atomique 30
Masse atomique 65,37 g.mol⁻¹
Electronégativité de Pauling 1,6
Masse volumique 7,11 g.cm⁻³ à 20°C
Température de Fusion 420 °C
Température d'ébullition 907 °C
Rayon atomique (Van der Waals) 0,138 nm
Rayon ionique 0,074 nm (+2)
Isotopes 5
Configuration électronique [Ar] 3d¹⁰ 4s²
Energie de première ionisation 904,5 kJ.mol⁻¹
Energie de deuxième ionisation 1723 kJ.mol⁻¹
Potentiel standard - 0,763 V
Découverte : Connue dès l'antiquité