

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents qui étaient toujours la source de ma force, je les remercie aussi pour leurs sacrifices, amour et confiance en moi.

Mon cher frère Oussama et ma chère sœur Afaf.

Mes chers amis Noussaïba Oubair, Issam Amzil, Hiba El Haitamy et Nihad Draou qui ont été toujours là pour moi.

Et à tous ceux qui me sont chers...

Remerciements

J'adresse tout d'abord mes remerciements les plus sincères à ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.

Je remercie l'office national de l'électricité et de l'eau potable (branche eau), et j'exprime toute ma gratitude à Monsieur le directeur de l'Onep qui m'a permis d'effectuer mon stage, monsieur Abdelaziz Bouhlal chef de service de laboratoire qui m'a aidé pour réussir ce travail et Mme Ouafae Sqalli professeur à la faculté des sciences et techniques Fès pour son aide et son encadrement pour mon projet.

J'adresse aussi mes remerciements à toute l'équipe du laboratoire Onep Monsieur Youssef El Alaoui, Mme Nada El Midaoui, Monsieur Lamaalam et Mme Zahra pour leurs aides, leurs conseils et leur serviabilité.

Sommaire

Dédicace	1
Remerciements	2
Introduction	5
Chapitre I : Aperçu sur l'office	7
I .1 – Historique de l'ONEE :.....	8
I.1.1- ONEE branche eau :	8
I.1.2- Approvisionnement et Equipements :	8
I .2 - Laboratoire régional de Meknès :	9
Chapitre II : Synthèse bibliographique.....	10
II.1- Généralités sur l'oxydabilité :.....	11
II.1.a – L'indice de l'oxydabilité :.....	11
II.3.c - Généralités sur le contrôle de la qualité des eaux :.....	12
II.2- Généralités sur la catalyse :	12
II.2.a - Définitions :.....	12
II.2.b - Caractéristiques de l'action catalytique:	12
II.2.c - Différents types du catalyseur :.....	13
II.2.d - Aperçu sur la cinétique chimique:	14
II.2.e - Catalyse et énergie de réaction :	16
II.2.f - Intérêt des catalyseurs dans le domaine industriel et le milieu biologique :	17

Chapitre III : Matériels et Méthodes	18
III. Analyse de l'Oxydabilité :.....	19
III.1 - Principe :.....	19
III.2 - Appareillage et Matériels :	19
III.3 - Réactifs et étalons :	19
III.4 - Mode opératoire :.....	20
Chapitre IV : Résultats et discussion.....	21
IV.1- Expression des résultats :	22
IV.2– Résultats et interprétations :	22
Conclusion.....	28
Référence	29
Webographie.....	29

Introduction

L'eau est l'élément essentiel à notre planète pour une vie subsiste, elle est destinée à la consommation, impliquée dans les processus industriels comme l'agroalimentaire et l'agriculture. Tout ceci contribue à la production d'eaux usées, qui vont alors subir un ensemble de techniques d'épuration qui consistent à purifier ces eaux soit pour les réutiliser ou les recycler dans le milieu naturel, soit pour les transformer en eau potable.

Il existe deux différents types d'eau : Eau non traitée qui se divise en eau minérale naturelle et en eau de source, et eau traitée qui est l'eau du robinet. Chacune de ces eaux possède des propriétés différentes selon leur origine, leur composition chimique et leur traitement.

L'eau du robinet est un produit alimentaire très surveillé. Elle est soumise à de multiples contrôles, depuis la production jusqu'à la distribution, et à des contrôles quotidiens. Parmi les paramètres et les contrôles réalisés on trouve le pH, la conductivité, la turbidité, l'alcalinité TA TAC, la dureté, le bore, les chlorures et l'oxydabilité. Cette surveillance s'inscrit dans le cadre de la réglementation marocaine. Les résultats de ces mesures servent à suivre l'évolution des paramètres représentatifs de la qualité de l'eau, ils permettent de garantir que l'eau du robinet produite est conforme aux normes sanitaires.

Dans le cadre de ce travail effectué au sein de laboratoire de l'ONEE de Meknès branche eau sur l'eau de robinet, on s'est proposé de mettre en évidence l'intérêt du catalyseur dans l'analyse de l'oxydabilité de cette eau :

- ✓ Dans un premier temps, on a testé différents catalyseurs autres que H_2SO_4 .
- ✓ Dans un second temps, on a étudié l'influence de la température et le temps de chauffage lors de la détermination de la quantité de matière organique dissoute dans l'eau de robinet.

Donc l'objectif de mon travail est de déterminer le rôle du catalyseur dans la réaction chimique. A cet effet, on a choisi de travailler sur le catalyseur H_2SO_4 en variant plusieurs paramètres comme la nature de ce catalyseur, le chauffage et la température pour étudier l'effet de chaque paramètre dans l'analyse de l'oxydabilité de l'eau du robinet.

En fait, ce rapport comporte quatre chapitres :

Première chapitre : Aperçu sur l'ONEE Meknès branche eau.

Deuxième chapitre : Synthèse bibliographique dont laquelle on va déterminer le principe et le rôle du catalyseur dans la réaction chimique.

Troisième chapitre: Matériels et Méthodes ou on va étudier les expériences réalisées au sein du laboratoire.

Quatrième chapitre: Résultats obtenus et Interprétations.

Chapitre I :
Aperçu sur l'office

I.1 – Historique de l'ONEE :

L'ONEE (office national de l'électricité et de l'eau potable) est le fruit d'un regroupement (avril 2012) entre deux offices : l'office national de l'eau potable (ONEP), et l'office national de l'électricité (ONE).

La création de l'ONEE par dahir a été en 1929 sous le nom de REIP Régie d'Exploitation Installation et planification ; puis REI Régie d'Exportation Industrielle, sous nom ONEP en 1972 et enfin sous nom ONEE en 2012.

L'ONEE est un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière.

I.1.1- ONEE branche eau :

ONEE branche eau, Acteur principal dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement, les missions principales de l'Office sont :

- Planification de l'approvisionnement en eau potable (AEP) à l'échelle nationale.
- Production de l'eau potable.
- Distribution de l'eau potable pour le compte des collectivités locales.
- Gestion de l'assainissement liquide pour le compte des collectivités locales.
- Contrôle de la qualité des eaux.

L'office considéré comme le premier 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 et le premier distributeur avec 1,2 millions de clients répartis sur plus de 500 communes.

I.1.2- Approvisionnement et Equipements :

En perspective 2011-2015 l'ONEE-BRANCHE EAU a mis au point un programme de développement pour la pérennisation et la sécurisation des infrastructures d'approvisionnement de milieu urbain en eau potable d'un montant de plus de 13,4 Milliards de dirhams :

- Equiper un débit supplémentaire de 14 m³/s ;
- Améliorer le rendement des réseaux de distribution à 76% ;
- Augmenter le taux de branchement individuel à 96%.

L'ONEE branche eau, dispose d'un laboratoire central et de 112 laboratoires décentralisés dont 72 laboratoires d'eau potable répartis sur tout le royaume. Ces laboratoires effectuent des contrôles de qualité physiques, chimiques et bactériologiques qui respectent les normes marocaines.

I.2 - Laboratoire régional de Meknès :

A tous les stades de la production de l'eau jusqu'à la distribution, la qualité de l'eau fait l'objet de nombreux contrôles physiques, chimiques et bactériologiques qui respectent les normes marocaines et qui sont assurées par le laboratoire régional de Meknès.

Pour cela le laboratoire régional de Meknès dispose d'une salle d'analyse :

- physico-chimiques.
- bactériologique.

Chapitre II :
Synthèse
bibliographique

II.1- Généralités sur l'oxydabilité :

II.1.a – L'indice de l'oxydabilité :

L'indice de l'oxydabilité est une mesure conventionnelle de la contamination par les matières organiques et les matières inorganiques oxydables dans un échantillon d'eau, elle est essentiellement utilisée pour juger aussi bien de la qualité d'eaux potables que d'eaux brutes telles que les eaux superficielles. Les eaux les plus lourdement contaminées peuvent être analysées moyennant une étape de pré-dilution, elle peut être déterminée pour des eaux contenant moins de 500 mg/l d'ions chlorure [1].

Les composés réducteurs tels que les sels de fer(II), les nitrites ou l'hydrogène sulfureux, peuvent contribuer à l'oxydabilité mais ne sont pas considérés comme des impuretés. Cette notion permet d'estimer la pollution organique globale d'une eau naturelle et d'apprécier l'efficacité du traitement auquel elle est soumise [1].

La teneur de permanganate de potassium (KMnO_4) consommée pour l'oxydation des matières organiques d'une eau pendant un temps donné (4 heures à froid ou 10 minutes à l'ébullition) peut être obtenue en milieu acide ou en milieu alcalin. Les résultats peuvent être exprimés en mg/l d' O_2 ou en mg/l de KMnO_4 [2].

II.2.b - Domaine d'application :

La présente Norme internationale (5mg/l d' O_2) et marocaine (0.2mg/l d' O_2) spécifie une méthode pour la détermination de l'indice de l'oxydabilité. Elle est principalement destinée aux eaux pour la consommation humaine et à usage domestique, aux eaux potables, eaux minérales naturelles, eaux de table, eaux de source, ainsi qu'aux eaux de piscine. La méthode est utilisée pour la détermination du paramètre «oxydabilité».

Elle est applicable à des eaux ayant une concentration en ion chlorure inférieure à 500 mg/l. Les échantillons ayant un indice de permanganate supérieur à 10 mg/l doivent être dilués avant analyse.

La limite inférieure de la gamme optimale de l'essai est de 0,5 mg/l [1'].

II.3.c - Généralités sur le contrôle de la qualité des eaux :

Le contrôle de la qualité des eaux concerne tous les paramètres physico-chimiques et bactériologiques qui permettent de tester et d'assurer la conformité d'une eau, selon les réglementations et normes, pour cela les eaux destinées à la consommation humaine (eaux potables) font l'objet de contrôles de leur qualité dans des laboratoires agréés. Le laboratoire doit être capable de démontrer que chaque série d'analyses est statistiquement sous contrôle vis-à-vis de la contamination, de l'exactitude et de la précision. Pour satisfaire à ce besoin, les contrôles suivants sont effectués durant les analyses :

- Blanc de méthode : L'analyse du blanc de méthode permet de quantifier le niveau de contamination introduite par le laboratoire au cours de la manipulation et d'analyse des échantillons. Le blanc de la méthode se fait par l'eau distillée.
- Duplicata : c'est l'analyse d'un échantillon en double pour vérifier la fidélité de la méthode, le % d'écart de duplicata est calculé d'après l'équation suivante :

$$\% \text{ d'écart} = \frac{(\text{résultat échantillon} - \text{résultat duplicata}) \times 100}{(\text{résultat échantillon} + \text{résultat duplicata}) / 2}$$

Le pourcentage doit être inférieur ou égal à 20% pour les échantillons liquides [1'].

II.2- Généralités sur le catalyseur :

II.2.a - Définitions :

- ✓ Un catalyseur est une espèce qui accélère une réaction et que l'on retrouve non transformée chimiquement en fin de réaction.
- ✓ Il ne figure pas dans l'équation de la réaction ; il n'influence pas le sens d'évolution de la transformation, ni la composition du système dans l'état final.
- ✓ Le catalyseur peut être un solide, un liquide ou plus rarement un gaz.
- ✓ L'action d'un catalyseur sur une réaction s'appelle une catalyse de cette réaction [5].

II.2.b - Caractéristiques du catalyseur:

- ✓ non consommé dans la réaction,
- ✓ peut être recyclé, agit en quantité très faible,

- ✓ ne modifie pas les conditions thermodynamiques mais seulement cinétiques,
- ✓ La catalyse est sélective : on peut accélérer sélectivement une réaction quand plusieurs réactions sont possibles,
- ✓ Si un catalyseur accélère la réaction, il est dit positif. S'il la ralentit, il est dit négatif.
- ✓ Une même réaction chimique peut être catalysée par différents types catalyseurs [5].

II.2.c - Différents types du catalyseur :

Catalyseur positif : Ce type du catalyseur sert à augmenter la vitesse de la réaction chimique.

Catalyseur négatif : C'est un catalyseur qui inhibe ou diminue la vitesse de la réaction.

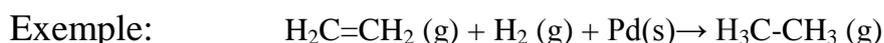
Catalyseur homogène : C'est un catalyseur qui a la même phase (solide, liquide ou aqueuse) que les réactifs. Il catalyse les réactions en phase gazeuses et aqueuses [7].

Exemple:



Le catalyseur homogène est le $\text{ZnCl}_2 \text{ (aq)}$. La réaction a lieu en solution aqueuse et le catalyseur l'est aussi.

Catalyseur hétérogène : C'est un catalyseur qui est dans une phase différente que celle des réactifs. Un exemple de ce type de catalyseur est l'addition d'hydrogène à un composé organique contenant des doubles liaisons. On appelle ce procédé hydrogénation et il est utilisé pour fabriquer de la margarine. Grâce à ce procédé, il est possible de transformer des huiles liquides (à doubles liaisons) en gras solides saturés (à simples liaisons) [7].



Le catalyseur hétérogène est le Pd(s) . Les autres constituants de la réaction sont tous en phase gazeuse.

Catalyseur acido-basique : Dans les réactions de catalyse acido-basique, l'une au moins des étapes est un transfert de proton du catalyseur au substrat (catalyse acide) ou du substrat au catalyseur (catalyse basique). Le substrat intervient, de ce fait, soit comme base, soit comme acide, et la réaction implique donc un équilibre protolytique [12].

Autocatalyseur : Dans certains cas, un des produits de la réaction est un catalyseur de cette réaction. Au fur et à mesure que le produit est formé, la vitesse de la réaction augmente. On dit que la réaction est **auto-catalysée**. [5]

Exemple : La réaction d'oxydoréduction entre les ions permanganate et l'acide oxalique est catalysée par les ions manganèse formés au cours de la réaction. On la représente par :



Catalyseur enzymatique : Les enzymes sont des protéines qui catalysent des réactions biochimiques spécifiques.

Elles accélèrent les réactions en augmentant le facteur stérique et non pas en diminuant l'énergie d'activation.

Les enzymes positionnent les réactifs dans une géométrie appropriée pour que les produits se forment [4].

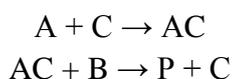
II.2.d - Aperçu sur la cinétique chimique:

La cinétique chimique : C'est l'étude des vitesses des réactions, des facteurs qui influent sur celles-ci, et de la séquence des événements moléculaires, appelée mécanisme réactionnel, selon laquelle les réactions se déroulent [8].

➤ Mécanisme du catalyseur :

Le catalyseur réagit généralement avec un ou plusieurs réactifs pour donner un intermédiaire, qui donne le produit de la réaction tout en régénérant le catalyseur [9].

Par exemple, le bilan d'une réaction $A \rightarrow P$, en présence d'un catalyseur (C) peut s'écrire :



➤ Certaines variables peuvent influencer sur les réactions mises en jeu, nous citons :

Influence de la concentration : Le déclenchement d'une transformation chimique nécessite que les réactifs présents dans le milieu entrent en contact les uns avec les autres. Or, lorsqu'ils sont introduits, ils sont initialement dispersés dans le solvant et animés de mouvements aléatoires.

Ainsi, la rencontre entre deux réactifs sera d'autant plus fréquente que les quantités des réactifs présents dans le milieu seront élevées.

Par conséquent : plus la concentration des réactifs est élevée, plus la vitesse de réaction est élevée.

En augmentant la concentration des réactifs, la formation des produits est donc plus rapide. Cependant, la durée de la réaction est dans ce cas plus longue car la quantité de matière qui doit être consommée est plus importante [6].

Remarque : une des applications possibles consiste à réaliser une dilution du milieu réactionnel afin de stopper la réaction et analyser le mélange en cours de réaction.

Influence de la température : La température d'une substance reflète son état d'agitation thermique. Lorsque la température d'un milieu réactionnel augmente, les particules (molécules ou ions) sont donc plus agitées, et elles se déplacent plus rapidement.

Par conséquent : l'augmentation de la température permet donc d'accélérer les réactions chimiques et de réduire leur durée. Elle permet également tout simplement parfois de déclencher des réactions chimiques.

Par ailleurs, un exemple très parlant dans la vie de tous les jours est l'utilisation d'un autocuiseur pour accélérer la cuisson des aliments, car la température y est très élevée.

Inversement, la **diminution de la température** provoque un ralentissement de la réaction chimique, ce qui allonge alors la durée de la réaction.

Enfin, une autre application possible de la diminution de la température du milieu réactionnel consiste à refroidir brutalement un mélange en réaction, avec de la

glace par exemple. L'objectif est alors de bloquer l'évolution de la réaction à un stade choisi et ensuite pouvoir analyser le mélange réactionnel, cette technique est appelée la **trempe** [6].

Influence du solvant : Le solvant choisi pour dissoudre des réactifs n'est pas censé participer à la réaction chimique.

Cependant, il est susceptible de dissoudre des quantités variables de solutés dont la concentration est un facteur cinétique important. En effet, plus la dissolution est importante, plus la concentration du soluté dans la solution est élevée. Et, comme n'expliqué un peu plus haut dans le point sur l'influence de la concentration, plus la concentration du soluté (réactif) est élevée, plus la vitesse de réaction est élevée. Un bon solvant est un solvant qui dissoudra au mieux les solutés. Indirectement, le solvant a donc une influence sur la vitesse d'une réaction chimique.

Par ailleurs, un solvant peut aussi avoir une influence directe sur la vitesse de la réaction. En effet, il peut interagir avec les réactifs, principalement par le biais de sa polarisation, des interactions de Van der Waals et des liaisons hydrogène [6].

II.2.e - Catalyse et énergie de réaction :

Un catalyseur fonctionne en permettant un mécanisme alternatif mettant en jeu différents états de transition et des énergies d'activation plus basses. Ainsi, dans le cas d'une réaction bimoléculaire simple de type $A + B$, l'état de transition est remplacé par un intermédiaire réactionnel de plus basse énergie, accompagné par deux états de transition, eux-mêmes de plus basse énergie. L'effet de ce changement est que plus de collisions moléculaires ont l'énergie nécessaire pour atteindre l'état de transition. Ainsi, un catalyseur permet d'effectuer des réactions qui, bien que thermodynamiquement faisables, étaient cinétiquement impossibles, ou nettement plus lentes. Un catalyseur abaisse donc l'énergie d'activation d'une réaction.

Un catalyseur ne peut pas rendre possible une réaction énergétiquement défavorable, pas plus qu'il ne peut déplacer l'équilibre final. La réaction et la réaction inverse sont également catalysées (principe de microréversibilité), l'enthalpie libre de la réaction est inchangée [10].

II.2.f - Intérêt des catalyseurs dans le domaine industriel et le milieu biologique :

- Une des principales applications de la catalyse dans le domaine industriel est la **dépollution des gaz d'échappements** [5].
- La catalyse est aussi utilisée dans de très nombreux autres domaines tels que :
 - le raffinage pétrolier,
 - le traitement des eaux,
 - la production de dihydrogène,
 - la production de biocarburants,
 - le recyclage chimique des matières plastiques,
 - les réactions de polymérisation [5].
- Les **intérêts** de l'utilisation des catalyseurs dans l'industrie chimique sont nombreux:
 - faible utilisation de réactifs et création de moins de déchets : c'est moins coûteux en matières premières et plus écologique.
 - les réactions sont plus rapides et permettent de faire des économies d'énergie [5].

Chapitre III :
Matériels et
Méthodes

III. Analyse de l'Oxydabilité :

III.1 - Principe :

Chauffage d'un échantillon d'une quantité connue de bouillant en présence d'une quantité connue de KMnO_4 et dans un milieu acide pendant une période donnée.

Réduction d'une partie de permanganate par les matières oxydables de l'échantillon et détermination de l'excès de permanganate par addition d'un excès d'une solution de l'acide oxalique, suivie par titrage de l'acide en excès par le permanganate.

III.2 - Appareillage et Matériels :

- ✓ Bain marie permettant de maintenir les échantillons à une température de 96 à 98°C ;
- ✓ Burette d'une capacité de 10ml, en verre brun, graduée de 0.05ml ;
- ✓ Ballons de 50ml ;
- ✓ Pipettes classe A ;
- ✓ Béchers.

La verrerie utilisée doit être soigneusement lavée avec une solution de permanganate de potassium avant l'analyse puis rincée abondamment avec l'eau distillée.

III.3 - Réactifs et étalons :

Certains réactifs et produits utilisés sont dangereux et même toxiques.

L'eau utilisée pour la préparation des réactifs et des solutions est de l'eau distillée.

➤ Solution mère de KMnO_4 (N/10) :

Dans une fiole jaugée de 1000ml, on dissout environ 3.2g de KMnO_4 dans de l'eau distillée et on complète à 1000ml.

On porte la solution à 90- 95°C pendant 2h, on refroidit et n laisse reposer au moins 2jours.

On décante la solution claire et on conserve dans une bouteille en verre brun à l'obscurité. La solution est stable pendant 6mois.

➤ Solution fille de KMnO_4 (N/100) :

On prélève 100ml de la solution mère (N/10) et on dilue à 1000ml dans une fiole jaugée avec de l'eau distillée.

Cette solution est stable 3mois, elle doit être conservée à l'obscurité et dans un flacon brun, néanmoins sa concentration doit être vérifiée par titrage chaque fois qu'elle est utilisée.

➤ Solution mère de l'acide oxalique (N/10 = 0.05mol/l) :

Dans une fiole jaugée de 1000ml, on dissout environ 6.7g de l'acide oxalique ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$), qui a été séché à 120°C pendant 2h, dans de l'eau distillée et on complète à 1000ml.

La solution est stable pendant 6mois à l'obscurité.

➤ Solution fille de l'acide oxalique (N/100 = 5mmol/l) :

Dans une fiole jaugée de 1000ml, on introduit 10ml de l'acide oxalique de la solution mère, on complète à 1000ml.

La solution est stable pendant 6mois à l'obscurité.

III.4 - Mode opératoire :

✓ On prélève 100ml de l'échantillon (eau robinets) et on le transfère dans une erlenmeyer de 250ml.

✓ On ajoute 2ml de H_2SO_4 concentré et on mélange en agitant doucement.

✓ On place l'erlenmeyer dans le bain marie 100°C bouillant pendant 10min.

✓ On ajoute 10ml de la solution de permanganate de potassium (N/100) et on laisse à ébullition pendant 10min.

✓ On ajoute 10ml de la solution de l'acide oxalique (5mmol/l) et on attend la décoloration.

✓ On titre à chaud avec la solution de permanganate (N/100) jusqu'à apparition d'une coloration rose persistante environ 30s.

Pour étudier l'intérêt du catalyseur dans l'analyse des eaux de robinets par le permanganate, il faut varier plusieurs paramètres de la méthode de l'oxydabilité utilisée.

Chapitre IV :
Résultats et
discussion

IV.1- Expression des résultats :

Les résultats de l'oxydabilité sont exprimés par la formule :

$$I = 8 \times \frac{(V_{\text{éch}} - V_{\text{blanc}})}{V_{\text{témoin}}}$$

Où :

I : Indice d'oxydabilité en mg /l d'O₂.

V_{éch} : Volume de permanganate tombé sur l'échantillon en ml.

V_{blanc} : Volume de permanganate tombé sur le blanc en ml.

V_{témoin} : Volume de permanganate tombé sur le témoin d'essai en ml.

Pour déterminer le **V_{témoin}** on ajoute 10ml de l'acide oxalique dans un échantillon déjà titré puis on le titre de nouveau, on remarque généralement **V_{témoin} = 10ml**.

- Les réactions qui se déroulent lors du titrage par le permanganate de potassium correspondent aux demi-équations :



IV.2– Résultats et interprétations :

Lorsqu'on fait l'analyse avec le mode opératoire ci-dessus avec le catalyseur H₂SO₄ (3.68mol/l), on trouve les résultats suivants :

	Blanc	1	2	3
V_{tombé burette}(ml)	0.90	1.20	1.20	1.15
I (mg/l d'O₂)	---	0.24	0.24	0.2

➤ **Interprétation :**

En général la norme internationale de l'oxydabilité de l'eau destinée à la consommation humaine est inférieure ou égale à 5mg/l d'O₂, et la norme marocaine est de 0.20mg/l d'O₂, ces résultats montrent donc que l'eau analysée respecte la norme marocaine.

1) Changement du catalyseur H₂SO₄ :

○ **par HCl concentré (3.85mol/l) :**

	Blanc	1	2	3
V_{tombé burette}(ml)	0.5	0.8	0.8	0.85
I (mg/l d'O₂)	---	0.24	0.24	0.28

➤ **Interprétation :**

Lorsqu'on change le catalyseur acide sulfurique par un autre acide HCl, on remarque qu'il nous donne presque les mêmes résultats que l'H₂SO₄, donc on peut l'utiliser comme un catalyseur dans l'analyse.

○ **par HNO₃ concentré (2.87mol/l) :**

	Blanc	1	2	3
V_{tombé burette}(ml)	0.8	1	1	1
I (mg/l d'O₂)	---	0.16	0.16	0.16

➤ **Interprétation :**

L'acide HNO₃ donne des résultats petits que les résultats précédents de HCl et H₂SO₄, cela est dû à la faible concentration de HNO₃ par rapport aux autres.

○ **Par NaOH concentré (2.13mol/l) :**

On change le catalyseur acide par un catalyseur basique dans un milieu alcalin, on ajoute le permanganate (10ml), et on laisse les échantillons 4heures à froid (10°C),

puis on neutralise par l'acide oxalique et on titre par le permanganate, on trouve les résultats suivants :

	Blanc	1	2	3
V_{tombé burette}(ml)	0.45	0.6	0.65	0.65
I (mg/l d'O₂)	---	0.12	0.16	0.16

➤ **Interprétation :**

Le changement du milieu acide par un milieu alcalin en utilisant un catalyseur basique donne généralement des résultats moyens par rapport à la norme.

On peut donc utiliser NaOH dans l'analyse de l'oxydabilité en respectant quelques conditions, mais la méthode avec le catalyseur acide reste la meilleure qui donne des bons résultats.

2) Réduction du temps de chauffage de 10min à 5min :

Catalyseur	H₂SO₄		HCl	
V_{tombé burette}(ml) et I(mg/l d'O₂)	V	I	V	I
Blanc	0.3	---	0.55	---
1	0.45	0.12	0.75	0.16
2	0.45	0.12	0.7	0.12
3	0.55	0.16	0.7	0.12

➤ **Interprétation :**

La réduction du temps de chauffage conduit à la diminution des valeurs de l'oxydabilité.

3) Diminution de volume du catalyseur H₂SO₄ :

V _{H2SO4}	V=2ml		V=1.5ml		V=1ml		V=0.5ml	
V _{tombé burette} (ml) et oxydabilité	V	I	V	I	V	I	V	I
Blanc	0.9		0.75		0.55		0.75	
1	1.2	0.24	0.9	0.24	0.9	0.28	0.92	0.136
2	1.2	0.24	0.9	0.24	0.9	0.28	0.9	0.12
3	1.15	0.2	0.85	0.2	0.85	0.24	0.9	0.12

➤ Interprétation :

La Diminution progressive du volume de catalyseur H₂SO₄ de 2ml jusqu'à 1ml est sans effet sur la détermination de l'indice de l'oxydabilité. Par contre, un volume faible de H₂SO₄ (0.5ml) diminue de façon considérable l'indice de l'oxydabilité (0.12 mg/l d'O₂).

4) Un seul chauffage de 13min :

	Blanc	1	2	3
V _{tombé burette} (ml)	0.7	0.9	0.9	0.92
I (mg/l d'O ₂)	---	0.16	0.16	0.176

➤ Interprétation :

Les résultats sont moyens, donc le chauffage de 13min n'est pas suffisant pour atteindre à la norme 0.2mg/l d'O₂.

5) Un seul chauffage de 10min après l'ajout de H₂SO₄:

	Blanc	1	2	3
V _{tombé burette} (ml)	0.35	0.5	0.45	0.45
I (mg/l d'O ₂)	---	0.12	0.08	0.08

➤ **Interprétation :**

Quand on fait le chauffage seulement après l'ajout de H_2SO_4 , on obtient généralement des résultats petits par rapport à la norme. On remarque donc l'importance du chauffage après l'ajout de $KMnO_4$ qui active la cinétique de la réaction.

6) Un seul chauffage de 10min après l'ajout de H_2SO_4 et $KMnO_4$:

	Blanc	1	2	3
V_{tombé burette}(ml)	0.75	0.85	0.85	0.9
I (mg/l d'O₂)	---	0.08	0.08	0.12

➤ **Interprétation :**

On remarque que même si on fait le chauffage après l'ajout de H_2SO_4 et $KMnO_4$ les résultats restent les mêmes que un seul chauffage de 10min après l'ajout de H_2SO_4 , on peut dire que l'oxydabilité nécessite les deux étapes de chauffage pour donner des bons résultats.

7) Analyse sans chauffage :

Catalyseur	H₂SO₄		HCl	
	V	I	V	I
V_{tombé burette}(ml) et I(mg/l d'O₂)				
Blanc	0.5	---	0.5	---
1	0.55	0.04	0.55	0.04
2	0.6	0.08	0.55	0.04
3	0.6	0.08	0.6	0.08

➤ **Interprétation :**

Lorsqu'on élimine l'étape de chauffage, l'oxydabilité diminue d'une façon considérable, on constate donc l'importance de l'étape de chauffage.

8) Réduction de volume de l'eau analysée de 100ml à 50ml:

	Blanc	1	2	3
V_{tombé burette}(ml)	0.6	1.25	1.15	1.15
I (mg/l d'O₂)	---	0.52	0.44	0.44

➤ **Interprétation :**

La réduction de l'eau échantillonnée à 50ml conduit à l'augmentation des valeurs de l'oxydabilité, car d'une part la concentration de l'acide est doublée, et d'autre part le temps du chauffage est plus grand pour la réaction qui va se dérouler dans les 50ml d'échantillon.

9) Analyse sans catalyseur H₂SO₄ :

Quand on élimine le catalyseur, il n'y a pas de réaction qui aura lieu, on peut dire donc que le catalyseur a un rôle important dans l'analyse de l'oxydabilité.

Conclusion

L'eau est certainement la source naturelle la plus précieuse pour l'Homme; elle est indispensable à la vie et on l'utilise au quotidien. En effet, elle nécessite un traitement qui doit respecter certaines normes pour qu'elle devienne potable et destinée à la consommation humaine.

Les analyses effectués au sein du laboratoire d'ONEE branche eau ont montré que :

- L'oxydabilité de l'eau du robinet de Meknès est de l'ordre de 0.24mg/l d'O₂ (norme 0.2 mg/l d'O₂).
- Les catalyseurs testés HCl, HNO₃ et NaOH donnent des résultats satisfaisants comme ceux du catalyseur H₂SO₄.
- La réduction du temps de chauffage de 10min à 5min réduit l'oxydabilité.
- La Diminution progressive du volume de catalyseur H₂SO₄ de 2ml jusqu'à 1ml est sans effet sur la détermination de l'indice de l'oxydabilité. Par contre, un volume faible de H₂SO₄ (0.5ml) diminue de façon considérable l'indice de l'oxydabilité (0.12 mg/l d'O₂).
- L'importance du chauffage après ajout de H₂SO₄ et après ajout de KMnO₄ a été également étudiée. L'oxydabilité nécessite donc les deux étapes de chauffage pour donner des bons résultats.

Donc l'eau du robinet de Meknès est d'une très bonne qualité et destinée à la consommation humaine, et la méthode de l'oxydabilité est une méthode qui respecte la norme et nous donne des informations sur la quantité de la matière organique dissoute dans l'eau.

Référence

[1'] Documentation Onep.

Webographie

[1]<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8467:ed-2:v1:fr> **16/04/2018**

[2]https://www.memoireonline.com/02/09/1994/m_traitement-des-eaux-quot-traitement-de-de-leau-de-source-bousfer-ORAN9.html **17/04/2018**

[3]https://www.pseau.org/outils/ouvrages/aesn_rivieres_de_basse_normandie_la_production_et_le_traitement_des_eaux_destinees_a_l_alimentation_et_a_la_preparation_de_denrees
17/04/2018

[4] <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-catalyseur-676/> **24/05/2018**

[5] <http://www.maxicours.com/se/fiche/4/0/402440.html#> **20/05/2018**

[6]<https://www.superprof.fr/ressources/physique-chimie/terminale-s/chimie-cinetique/facteurs-cinetiques.html> **22/04/2018**

[7]http://cefsk.ca/jacinthe/Chimie30_2006/cinetiquereactions/contenu/cinetique18.html
21/04/2018

[8] <http://slideplayer.fr/slide/1672587/> **10/05/2018**

[9] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Catalyse> **14/04/2018**

[10]https://cerimes.fr/media/paces/Grenoble_1112/ **1/04/2018**

[11]<https://www.lactualitechimique.org/Applications-industrielles-recentes-de-la-catalyse-homogene> **17/04/2018**

[12]<https://www.universalis.fr/encyclopedie/catalyse-catalyse-homogene/1-catalyse-acido-basique/> **20/05/2018**