



# Projet de fin d'études

Licence Sciences & Techniques  
«Bioprocédés, Hygiène & sécurité alimentaire»

## Mise en place de la démarche HACCP pour la production de l'eau potable effectuée à l'ONEE

Présenté par : EL MESLEK Houda

Encadré par :

- ANNOUH Fouzia (Ingénieur chimiste, ONEE)
- P<sup>r</sup>. MAAZOUZI Nadia (FST, Fès)

Soutenu le : 16 /06 /2015

Devant le jury composé de :

- P<sup>r</sup>. EL MAAZOUZI Nadia (Présidente)
- P<sup>r</sup>. OUHMIDOU Bouchra (Examinatrice, FST Fès)
- Mme. Fouzia ANNOUH (Encadrant externe)

## Résumé

Sous la pression des besoins considérables en eau de la population mondiale et vu les problèmes de pollution des ressources hydriques à l'échelle internationale, le traitement de l'eau est devenu un enjeu environnemental primordial.

De ce fait, des procédés de traitement efficaces doivent être installés ; ceux-ci doivent être accompagnés par la mise en œuvre des éléments et outils permettent de maîtriser ces procédés afin d'assurer une bonne qualité hygiénique de l'eau.

Nos activités principales durant notre séjour à la station de traitement de l'eau de Ain Nokbi, c'étaient l'étude du flux de l'eau brute depuis sa réception jusqu'à sa distribution, et la mise en œuvre de la démarche HACCP pour la ligne de production de l'eau potable

## Remerciements

*Ce travail n'aurait jamais été possible sans le soutien des personnes qui m'ont encadré, soutenu et encouragé tout au long de mon parcours universitaire et de mon stage.*

*Avant tout, je tiens à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux pour la grâce qu'il m'a accordée pour que je puisse mener à bien mes études et ce travail.*

*Je tiens à remercier également :*

*Madame ANNOUH Fouzia ingénieur chimiste à L'ONEE de FES pour m'avoir encadré tout au long de mon stage.*

*Madame EL MAZOUZI Nadia Professeur de biochimie à la Faculté des Sciences et Techniques FES, pour ces précieux conseils et orientations tout au long du stage.*

*A tout le personnel de l'unité de production Sebou pour leur aide et leur soutien.*

*A madame Bouchra OUHMI DOU pour avoir accepté de juger ce travail.*

*A tous mes professeurs à la faculté des Sciences et Techniques de FES pour leur aide et leur conseil tout au long de mon parcours universitaire.*

*Un grand remerciement à tous mes amis pour leur aide, leur soutien et leur grande compréhension.*

*Et à tous ceux et celles qui me sont chères...*

# *Sommaire*

■ Liste des abréviations	
■ Liste des figures et tableaux	
■ Introduction générale.....	1

## **Chapitre I : Aperçu sur l'ONEE**

<b>I. Définition.....</b>	<b>2</b>
<b>II. Missions de l'ONEE.....</b>	<b>2</b>
<b>III. Office national de l'électricité et de l'eau potable à Fès.....</b>	<b>2</b>
1. Production et ressources.....	2
2. Complexe de production d'Oued Sebou.....	2
<b>IV. Organigramme de l'unité de production de l'eau potable, Sebou.....</b>	<b>3</b>

## **Chapitre II: Etude bibliographique**

<b>I. Procédés de traitement de l'eau.....</b>	<b>4</b>
1. Prétraitement de l'eau.....	4
1. 1. Dégrillage.....	4
1. 2. Relevage.....	5
1. 3. Dessablage.....	5
1. 4. Addition de poly-électrolyte.....	5
1. 5. Débourbage.....	5
2. Traitement de l'eau.....	6
2. 1. Pré-chloration.....	6
2. 2. Coagulation-floculation.....	6
2. 3. Addition du charbon actif.....	6
2. 4. Décantation.....	6
2. 5. Filtration.....	7
2. 6. Désinfection.....	7

## Chapitre III : Méthodologie de travail

<b>I. Définition de la démarche HACCP.....</b>	<b>8</b>
<b>II. Avantages de la mise en œuvre de l'approche HACCP.....</b>	<b>8</b>
<b>III. Principes de l'approche HACCP.....</b>	<b>8</b>
1. Analyse des dangers.....	8
2. Détermination des points critiques à maîtriser(CCP).....	8
3. Etablissement des limites critiques.....	9
4. Mise en place d'un système de surveillance.....	9
5. Détermination des actions correctives nécessaires.....	9
6. Etablissement des procédures de vérification.....	9
7. Réalisation d'un système documentaire.....	9
<b>IV. Séquence logique d'application de la méthode HACCP.....</b>	<b>10</b>

## Chapitre IV: Résultats et discussion

<b>I. Analyse des dangers.....</b>	<b>11</b>
<b>II. Détermination des CCP et des limites critiques.....</b>	<b>13</b>
<b>III. Mise en place des procédures de surveillance .....</b>	<b>14</b>
<b>IV. Etablissement des mesures correctives.....</b>	<b>14</b>
<b>V. Procédures de vérification.....</b>	<b>15</b>
<b>VI. Réalisation d'un système de documentation.....</b>	<b>15</b>
<b>VII. Conclusion.....</b>	<b>15</b>
<b>❑ Conclusion générale.....</b>	<b>16</b>
<b>❑ Références bibliographiques</b>	
<b>❑ Annexes</b>	

## *Liste des abréviations*

<b>A.S.R.</b>	: Anaérobies sulfito-réducteurs
<b>C.F.</b>	: Coliformes fécaux.
<b>C.C.P.</b>	: Critical control point.
<b>C.T.</b>	: Coliformes totaux.
<b>H.A.C.C.P.</b>	: Hazard Analysis Critical Control Point.
<b>I.A.R.C.</b>	: International Agency for Research on Cancer.
<b>ISO</b>	: Organisation International de Standardisation.
<b>M.E.S.</b>	: Matières en suspension.
<b>M.O.</b>	: Microorganismes.
<b>N.F.</b>	: Norme française.
<b>N.M.</b>	: Norme marocaine.
<b>N.T.U.</b>	: Unité turbidité Néphélométrie.
<b>OMS</b>	: Organisation mondiale de santé.
<b>O.N.E.E.</b>	: Office national de l'eau et d'électricité.
<b>R.A.D.E.E.F.</b>	: Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de FES.
<b>S.A.</b>	: Sulfate d'alumine.
<b>S.F.</b>	: Streptocoques fécaux.
<b>T.H.M.</b>	: Trihalométhanes.
<b>UFC</b>	: Unité Formant Colonie.

## ***Liste des figures***

<b><i>Figure 1: Organigramme de l'unité de production de l'eau potable, Sebou .....</i></b>	<b><i>3</i></b>
<b><i>Figure 2: Opération de dégrillage à la station de prétraitement.....</i></b>	<b><i>4</i></b>
<b><i>Figure 3: Opération de relevage de l'eau vers le dessableur au moyen des Vis d'Archimède.....</i></b>	<b><i>5</i></b>
<b><i>Figure 4: Opération de dessablage à la station de prétraitement de l'eau.....</i></b>	<b><i>5</i></b>
<b><i>Figure 5: Opération de décantation à la station de traitement d'AIN NOKBI.....</i></b>	<b><i>6</i></b>
<b><i>Figure 6: Filtration sur sable de l'eau à la station de traitement de l'eau d'AIN NOKBI.....</i></b>	<b><i>7</i></b>
<b><i>Figure7 : Séquence logique pour l'application de l'approche HACCP.....</i></b>	<b><i>10</i></b>

## ***Liste des tableaux***

<b><i>Tableau I: Analyse des dangers associés à la production d'eau potable et les mesures préventives...</i></b>	<b><i>11</i></b>
<b><i>Tableau II: Identification des CCP, et des limites critiques correspondantes.....</i></b>	<b><i>13</i></b>
<b><i>Tableau III: Etablissement des procédures de surveillance pour chaque CCP.....</i></b>	<b><i>14</i></b>
<b><i>Tableau IV: Etablissement des mesures correctives possibles.....</i></b>	<b><i>14</i></b>

# *Introduction générale*

L'eau est un élément indispensable pour le maintien de la vie sur terre, qu'il faut gérer intelligemment, cette importance de l'eau est en croissance incessante, et **l'approvisionnement** en eau douce devient ainsi de plus en plus difficile, en raison de la croissance grandissante de la population mondiale ainsi que du développement accéléré des techniques industrielles modernes faisant intervenir de l'eau soit comme ingrédient ou comme élément de refroidissement, de vaporisation...

Sous la pression des besoins considérables en eau de la population moderne, le traitement de l'eau devient indispensable pour assurer une eau potable à une population qui ne cesse d'augmenter.

Avant d'être distribuée aux usagers, l'eau brute issue des captages passe par plusieurs étapes visant à améliorer sa qualité organoleptique et la rendre salubre, mais comme tout procédé, le traitement de l'eau peut affronter certains problèmes pouvant avoir des conséquences négatives sur l'acceptabilité de l'eau de la part des consommateurs, et éventuellement sur leur santé. D'où la nécessité de mettre en œuvre les moyens permettant de maîtriser ce procédé, et de prévenir les écarts qui peuvent survenir, Un des outils les plus efficaces et reconnus internationalement est **la démarche H.A.C.C.P.**

C'est dans ce cadre que se place mon stage qui a pour objectif de mettre en place la Démarche H.A.C.C.P. pour le processus de production de l'eau potable effectuée à l'O.N.E.E. dans le but d'assurer la production d'une eau propre à la consommation humaine et répondant aux critères exigés par la législation internationale.

Ce présent rapport est subdivisé en 4 chapitres. Le premier chapitre présente une description de l'office national de l'électricité et de l'eau potable. Le deuxième chapitre traite les différentes étapes de traitement de l'eau, alors que le troisième fournit une description de la méthode de travail (Démarche H.A.C.C.P). Le quatrième chapitre présente les résultats obtenus de l'application pratique de cette démarche au processus de potabilisation de l'eau, effectué à la station de traitement de l'eau de Aïn Nokbi.

# Chapitre I:

## Aperçu sur l'ONEE

---

### I. Définition

L'Office National de l'Electricité et de l'Eau potable (O.N.E.E.), est un établissement public créé par la loi 40-09, le 12 avril 2012 suite au regroupement, de l'Office National de l'Electricité (O.N.E.), et de l'Office National de l'Eau Potable (O.N.E.P.).

L'O.N.E.E. est organisé actuellement en deux branches : branche Eau potable et Branche Electricité. La branche Eau de l'O.N.E.E. est un acteur principal du secteur de l'eau potable et de l'assainissement au Maroc, il assure la planification, la production et la distribution des ressources hydriques du pays.

### II. Missions de l'O.N.E.E.

- ❖ Planification de l'approvisionnement en eau potable 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.

### III. Office national de l'électricité et de l'eau potable à FES

#### 1. Production et ressources

L'alimentation en eau potable de la ville de FES est assurée par l'O.N.E.E. et la R.A.D.E.E.F. ; qui produisent respectivement 40% et 60%. Tandis que la distribution est complètement assurée par la RADEEF. Les ressources utilisées par l'O.N.E.E. se répartissent en :

- ❖ **Eaux superficielles** : les eaux d'Oued Sebou.
- ❖ **Eaux souterraines** : principalement les forages situés à RAS ELMA, Route SEFROU et AIN CHKEF, et qui sont en nombre de 25.

#### 2. Complexe de production d'Oued Sebou

Le complexe de production de Oued Sebou est constitué de deux stations :

- ❖ **Station de prétraitement**: située à Oued Sebou, elle a été construite en 1989, son rôle consiste à extraire l'eau brute, diminuer sa teneur en matières en suspension et à la refouler vers la station de traitement.
- ❖ **Station de traitement**: située à Ain Nokbi, elle a été créée le 19 Mars 1987. Elle assure :
  - Traitement des eaux reçues de la station de prétraitement.
  - Contrôle de qualité des eaux traitées à la sortie de la station de traitement.
  - Refoulement des eaux traitées vers le réservoir de BAB EL HAMRA de la R.A.D.E.E.F.

#### IV. Organigramme de l'unité de production de l'eau potable, Sebou

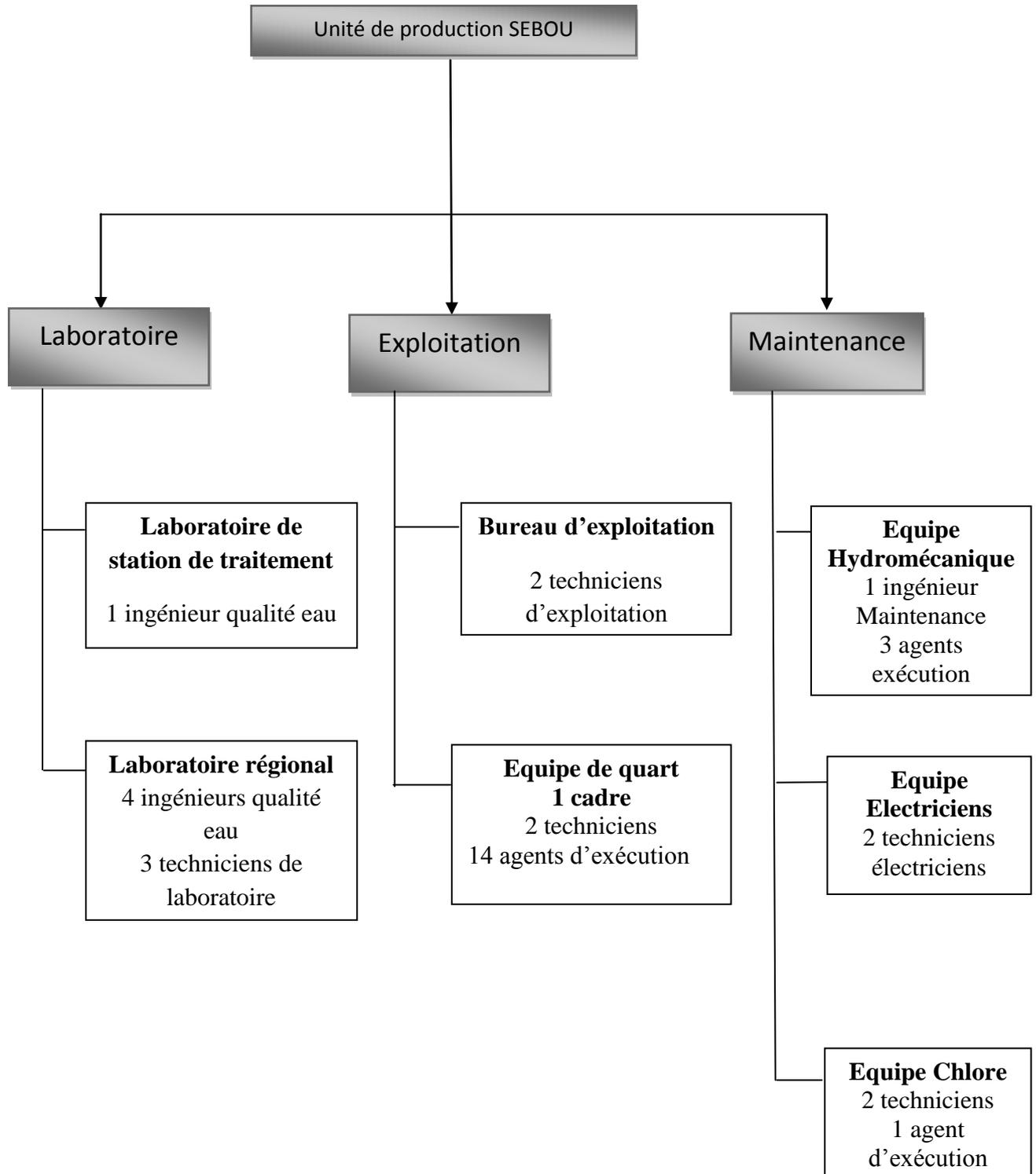


Figure 1 : Organigramme de l'unité de production de l'eau potable, Sebou

# Chapitre II:

## Etude Bibliographique

---

### I. Procédés de traitement de l'eau

Avant d'être distribuée aux usagers, l'eau brute issue des captages doit être rendue potable. Les eaux superficielles sont généralement rendues potables en suivant une filière de traitements. Selon sa qualité, l'eau prélevée dans OUED SEBOU peut suivre deux voies :

- Si la teneur en M.E.S. est supérieure à 2g/l, l'eau passe tout d'abord par les étapes de prétraitement, puis celles de traitement.
- Si la teneur en M.E.S. de l'eau est inférieure à 2g/l, l'eau passe directement au traitement.

Lorsque le taux de M.E.S. est supérieur à 50 g/l, la station de traitement est arrêtée ; et l'alimentation en eau potable de la ville de Fès est assurée à partir des forages de RAS ELMA, Route SEFROU et AIN CHKEF.

#### 1. Prétraitement de l'eau

C'est un traitement préliminaire visant à alléger les traitements subséquents, en éliminant une portion considérable des M.E.S. Ce procédé englobe un certain nombre de traitements physiques.

##### 1.1. Dégrillage

Afin de protéger les installations, l'eau prélevée dans Oued Sebou, passe à travers des grilles, qui retiennent les corps flottants les plus gros (branches, feuilles...)



*Figure 2: Opération de dégrillage à la station de prétraitement.*

### 1. 2. Relevage

Cette opération consiste à pomper l'eau vers les dessableurs ; au moyen de trois vis d'Archimède (ayant chacun un débit de 750l/s) qui permettent de garder un débit constant de l'alimentation des dessableurs.



*Figure 3: Opération de relevage de l'eau vers le dessableur au moyen des Vis d'Archimède.*

### 1. 3. Dessablage

Opération physique, qui permet l'élimination des particules entraînées par l'écoulement des eaux brutes. Elle concerne les particules ayant une granulométrie supérieure à 200  $\mu\text{m}$ . Lorsque la granulométrie des grains est inférieure à 200 $\mu\text{m}$ , on parle de débouage.



*Figure 4: Opération de dessablage à la station de prétraitement de l'eau*

### 1. 4. Addition du poly-électrolyte

Au niveau d'un mélangeur, un poly électrolyte est additionné à l'eau brute, pour augmenter la taille des particules qu'elle contient, afin faciliter leur élimination durant l'étape de débouage.

### 1. 5. Débouage

C'est une opération de pré-décantation, qui permet d'éliminer les particules agglomérées à la suite de l'addition du poly-électrolyte.

### 2. Traitement de l'eau

Après avoir subir le prétraitement, l'eau passe au traitement qui se déroule en plusieurs étapes :

#### 2.1. Pré-chloration

A son arrivée à la station de traitement. L'eau brute subit une première injection du chlore, qui permet de détruire l'ammonium source de développement de goûts prononcés peu appréciés par les consommateurs, d'oxyder le Manganèse, le fer(en générale responsables de la couleur), la matière organique et d'inhiber la croissance algale.

#### 2. 2. Coagulation-floculation

Ce procédé couple l'action de réactifs chimiques à une action physique (agitation), afin de faciliter le dépôt des particules en suspension en permettant leur agglomération :

❖ **Coagulation** : Du sulfate d'aluminium ( $Al_2(SO_4)_3, 18 H_2O$ ) est ajouté à l'eau, afin de réduire les forces électrostatiques de répulsion inter-colloïdales, et permettre ainsi leur agglomération. Ceci est favorisé grâce à une forte agitation.

❖ **Floculation**: L'eau est lentement brassée, pour favoriser l'accrétion des colloïdes neutralisés, celle-ci est accélérée par l'ajout d'un polymère (polyacrylamide) qui emprisonne les matières colloïdales agglomérées, et formant ainsi des flocons volumineux (flocs), qui se déposent facilement par gravité.

#### 2. 3. Addition du charbon actif

Au niveau d'un répartiteur, et sous une forte agitation, du charbon actif est ajouté à l'eau afin de débarrasser celle-ci des mauvais goûts et odeurs. L'eau est ensuite dirigée vers les décanteurs.

#### 2. 4. Décantation

Après avoir rassemblé les différentes petites particules en de beaucoup plus grosses, il faut maintenant décanter tout ceci. Dans le bassin de décantation, les particules en suspension plus lourdes que l'eau sont soumises à leur poids apparent. Elles chutent lentement pour s'accumuler sur le fond.



**Figure 1** : Opération de décantation à la station de traitement de Aïn Nokbi

### 2.5. Filtration

L'eau récupérée des décanteurs, traverse ensuite une couche de 90 cm de sable, permettant de produire une eau limpide ; débarrassée des particules en suspension non éliminées par la décantation. Cette opération est réalisée au moyen de 12 filtres à sable.



**Figure 6:** Filtration sur sable de l'eau à la station de traitement de l'eau de Aïn Nokbi

### 2.6. Désinfection

La désinfection permet l'élimination des micro-organismes pathogènes (bactéries et virus...). Pour cela il y'a utilisation d'un désinfectant chimique comme le chlore. Il est important que ce traitement persiste tout au long du réseau, afin qu'aucun germe ne puisse se développer dans les canalisations où l'eau peut séjourner plusieurs jours.

Le chlore, est un oxydant puissant qui, mélangé à l'eau, brûle les matières organiques qu'elle contient, et en particulier les virus pathogènes et les microbes en une demie heure. Une partie importante du chlore étant nécessaire pour neutraliser ces matières organiques, il n'en reste cependant qu'une partie, appelé chlore résiduel libre, pour traiter la contamination éventuelle ultérieure de l'eau dans le réseau ou les habitations. La concentration en chlore libre de l'eau traitée doit être selon l'OMS de 0,2 à 0,5 mg/l. (2012, Irénée T.)

Dès cette étape l'eau est potable, et elle est dirigée ensuite vers des réservoirs de la station, avant d'être pompée vers le réservoir de BAB EL HAMRA de la R.A.D.E.E.F. qui assure sa distribution.

# Chapitre III:

# Méthodologie de travail

---

### I. Définition de la démarche H.A.C.C.P.

La démarche **H.A.C.C.P.** (**H**azard **A**nalysis **C**ritical **C**ontrol **P**oint), ou, traduit en Français «Analyse des dangers et des points critiques pour leur maîtrise» ; permet de mettre en place un système qui vise à lutter et à prévenir les dangers pouvant nuire à la santé du consommateur jusqu'à mettre sa vie en péril. Cette démarche établie par **le codex alimentarius** en collaboration avec l'**OMS**, et exigée par La norme **ISO22000** version 2005 a pour objectif, de maîtriser tous les dangers alimentaires et par conséquent diminuer les risques des contaminations.

### II. Avantages de la mise en œuvre de l'approche H.A.C.C.P.

La mise en place de la démarche H.A.C.C.P. comporte les avantages suivants :

- ◆ Elle augmente le niveau de qualité des produits. En effet ce système d'autocontrôle permanent, permet d'éviter beaucoup de non-conformités que l'on n'aurait détectées qu'à la fin du procédé, dans le cas d'un simple contrôle du produit final.
- ◆ Elle améliore les relations entreprise-clients. En ayant la preuve que son fournisseur maîtrise la qualité de ses produits, le client aura davantage confiance et sera donc plus fidèle.
- ◆ Elle fournit une méthodologie claire pour développer un plan d'Assurance Qualité.

### III. Principes de l'approche H.A.C.C.P.

La méthode H.A.C.C.P. repose sur les sept principes suivants :

#### 1. Analyse des dangers

Le danger est représenté par un agent biologique, chimique ou physique contenu ou résultant d'un aliment et susceptible de nuire à la santé. L'analyse des dangers consiste à rassembler et à évaluer les données concernant les dangers, et les facteurs qui entraînent leur présence, afin de décider lesquels d'entre eux sont significatifs au regard de la sécurité des aliments, et par conséquent devraient être pris en compte dans le plan H.A.C.C.P. (2002, Amgar A.).

#### 2. Détermination des points critiques à maîtriser (C.C.P.)

Parmi l'ensemble des dangers listés, seront pris en compte en priorité les dangers significatifs. Un point critique à maîtriser(**C.C.P.**), est constitué par un stade auquel une surveillance peut être exercée, et qui est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la salubrité de l'aliment, ou le ramener à un niveau acceptable. Le mot-clé est incontestablement **la prévention**, (2002, Amgar A.).

La détermination des C.C.P. peut être facilitée par l'utilisation de l'arbre de décision (Annexe 1).

### **3. Etablissement des limites critiques**

Fixer le (les) seuil(s) critiques. Le seuil critique est le critère qui distingue l'acceptabilité de la non acceptabilité. Ils doivent impliquer un paramètre mesurable ; et peuvent être considérés comme le seuil ou la limite de sécurité absolue pour les C.C.P. **(2008, Boutou O.)**.

Les limites critiques pour tous les dangers sont répertoriées sur l'annexe 2.

### **4. Mise en place d'un système de surveillance**

Mettre en place un système de surveillance permettant de maîtriser les C.C.P. au moyen d'essais ou d'observations planifiées, **(2008, Boutou O.)**.

### **5. Détermination des actions correctives nécessaires**

Des actions correctives spécifiques doivent être prévues pour chaque C.C.P., de façon à pouvoir réagir aux écarts lorsqu'ils surviennent. Les actions entreprises doivent permettre de vérifier que le C.C.P. a été à nouveau maîtrisé.

### **6. Etablissement des procédures de vérification**

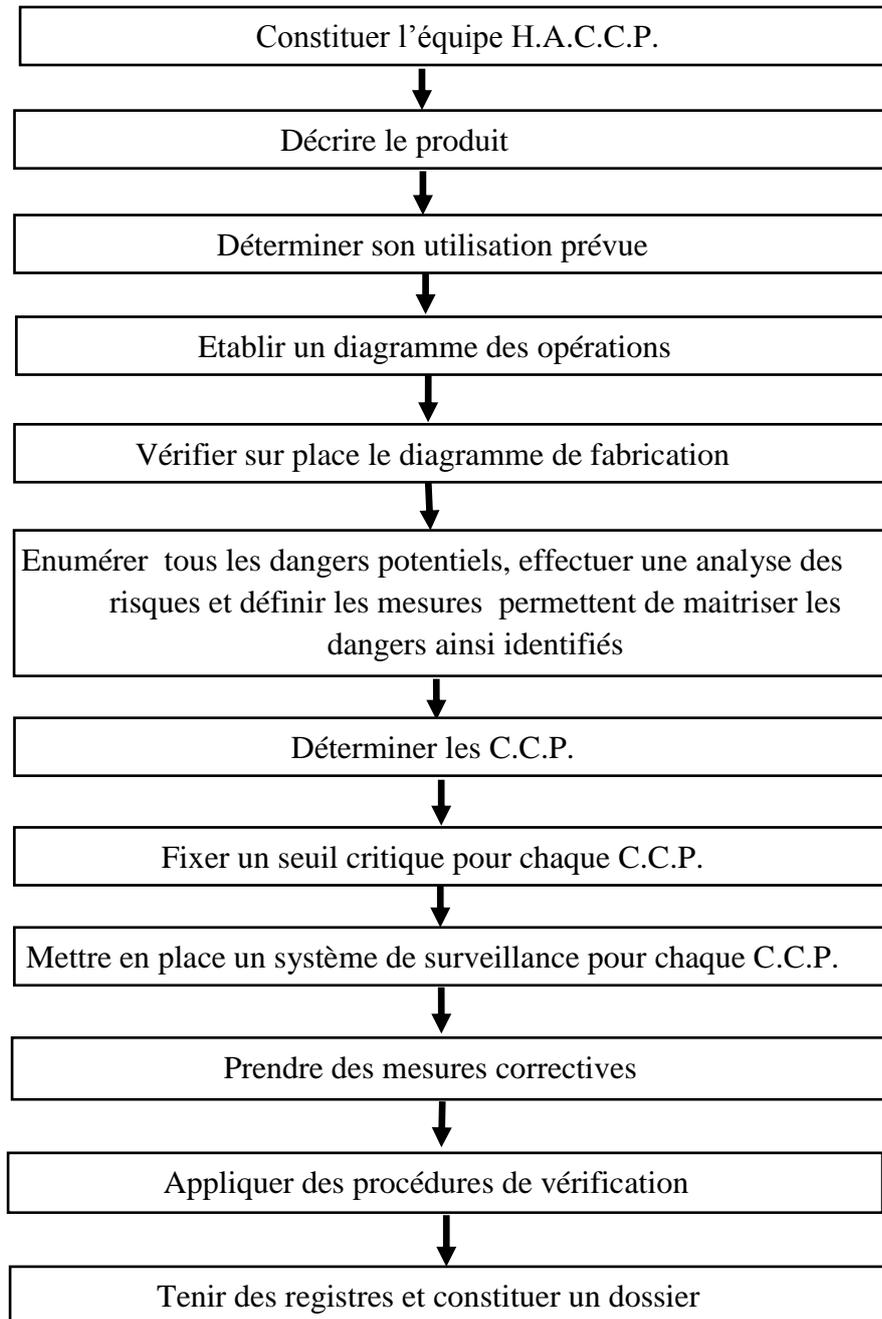
Appliquer des procédures de vérification, afin de confirmer que le système H.A.C.C.P. fonctionne efficacement. **(2008, Boutou O.)**

### **7. Réalisation d'un système documentaire**

Le système documentaire doit comporter deux types de documents :

- ❖ Le manuel H.A.C.C.P. : qui comprend l'ensemble des documents définis lors de l'énumération des différentes étapes: diagramme de fabrication, liste de dangers, définitions des responsabilités...
- ❖ Les enregistrements: fiche d'enregistrement, rapports d'analyse, rapports d'audit, suivi des actions correctives, **(2005, Horion B.)**.

#### IV. Séquence logique d'application de la méthode H.A.C.C.P.



*Figure 7 : Séquence logique pour l'application de l'approche H.A.C.C.P.*

*Source Codex Alimentarius.*

Les sept principes et les 12 étapes permettent, en effet, de mettre en œuvre des éléments de prévention efficaces face aux risques biologiques, chimiques et physiques, d'identifier et de maîtriser les points critiques, visant ainsi bien entendu la sécurité finale des consommateurs.

# Chapitre IV:

## Résultats et discussion

---

Dans le présent chapitre, on va appliquer la démarche H.A.C.C.P. au procédé de production de l'eau potable, et plus spécifiquement aux étapes de traitement, par lesquelles passe l'eau dans la station de Aïn Nokbi en se basant sur la description de la méthode (Chapitre III, pages 8, 9 et 10).

### I. Analyse des dangers

Le tableau ci-dessous présente une analyse des dangers pouvant être associés aux différentes étapes du processus de production de l'eau potable.

*Tableau I: Analyse des dangers associés à la production d'eau potable et les mesures préventives.*

Etape de traitement	Nature du danger	Origine du danger	Mesures préventives
<b>Réception de l'eau brute</b>	<b>Biologique</b>	-Contamination initiale de l'eau brute (MO d'origine fécale, MO pathogènes, MO provenant du sol, protozoaires, ver...) -MO et d'autres nuisibles provenant des conduits et canalisations.	-Pré-chloration.
	<b>Physique</b>	-Débris et corps étrangers entraînés par l'eau (eau superficielle). -Détérioration des conduits. -MES (érosions du sol, la dissolution de substances minérales, et la décomposition de matières organiques).	-Décantation de l'eau. -Respect des procédés de traitements ultérieurs.
	<b>Chimique</b>	-Contaminants chimiques de l'eau superficielle: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités agricoles : pesticides, margines, engrais (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: causant la méthémoglobinémie, Nitrosamines : causant le cancer)</li> <li>• Rejets industriels : métaux lourds (cancérogènes)</li> <li>• Rejets domestiques : détergents.</li> <li>• Accidents : hydrocarbures.</li> </ul>	-Surveillance de la qualité de l'eau brute au niveau de l'extraction. -Respect des normes au niveau de la qualité de l'eau brute. -Respect des procédés de traitements ultérieurs.
<b>Pré-chloration</b>	<b>Biologique</b>	-MO d'origine fécale -M.O. d'origine tellurique. -Sous-dosage du chlore (persistance des M.O. nuisibles).	-Respect du mode opératoire de la pré-chloration et optimisation des dosages.
	<b>Physique</b>	-M.E.S. (érosions du sol, décomposition de la matière organique).	-Décantation de l'eau. -Optimisation des doses des produits de traitement.
	<b>Chimique</b>	-Surdosage du chlore (formation des Tri-halo-méthanés (T.H.M.) qui sont des composés cancérogènes et des Chloramines causant le cancer et la baisse de fertilité) ainsi que des problèmes respiratoires chroniques tels que l'asthme.	-Respect des doses recommandées et de la procédure de pré-chloration.

<b>Coagulation-Floculation</b>	<b>Biologique</b>	-M.O. résistant à la pré-chloration. -M.O. provenant du bassin. -Insectes vivants ou autres agents nuisibles. -Sous dosage du chlore.	-Nettoyage du bassin. -Respect de la procédure Coagulation-floculation. -Chloration efficace.
	<b>Physique</b>	-M.E.S., colloïdes ou micro-flocs provenant d'un sous-dosage du SA et de polymère ou d'agitation insuffisante. -Détérioration du bassin.	-Utilisation de concentrations adéquates des réactifs.
	<b>Chimique</b>	-Surdosage du S.A.[sous produits: Aluminium (maladies d'Alzheimer)]. -Surdosage du polymère [Acrylamide (cancérogène groupe 2A selon l'I.A.R.C.):neurotoxique (entraîne une polynévrite)].	-Respect de la procédure de coagulation-floculation. -Respect des conditions et doses recommandés par les normes.
<b>Décantation</b>	<b>Biologique</b>	-M.O. résistant aux traitements précédents. -M.O. provenant du bassin. -Sous dosage du chlore. -Insectes vivants ou autres agents nuisibles.	-Nettoyage des décanteurs. -Respect de la procédure de chloration et optimisation des dosages.
	<b>Physique</b>	-Micro-flocs en suspension (mauvaise floculation ou vitesse d'agitation insuffisante). -Sacs en plastique, corps étrangers (ouvrage ouvert).	-Optimiser la durée de décantation et la vitesse d'agitation en fonction de la turbidité de l'eau.
	<b>Chimique</b>	-Surdosage du chlore (génération des T.H.M. et des Chloramines).	-Respect des conditions et doses recommandés par les normes.
<b>Filtration</b>	<b>Biologique</b>	-M.O. résistant aux traitements précédents. -M.O. provenant des filtres à sable.	-Lavage périodique et efficace des filtres à sable.
	<b>Physique</b>	-Migration des composants des filtres. -Micro-flocs passant dans l'eau filtrée.	-Lavage et dé-colmatage du filtre. -Respect de la durée de vie des filtres. -Utilisation des filtres ayant un certificat d'alimentarité.
	<b>Chimique</b>	-Surdosage du chlore (génération des T.H.M. et des Chloramines).	-Respect des conditions et doses recommandées par les normes.
<b>Désinfection</b>	<b>Biologique</b>	-M.O. résistant aux traitements précédents -Sous dosage du chlore.	-Nettoyage des réservoirs. -Respect du mode opératoire de la désinfection et optimisation des dosages.
	<b>Physique</b>	-Détérioration des citernes et conduits.	-Maintenance préventive.
	<b>Chimique</b>	-Excès de désinfectant (génération des T.H.M. et des Chloramines).	-Respect des doses et de la procédure de désinfection.

L'analyse des dangers est une des étapes déterminantes lors de l'élaboration du plan H.A.C.C.P., car une analyse des dangers inadéquate mènera inévitablement au développement d'un plan H.A.C.C.P. inefficace.

L'analyse des dangers possibles associés à chacune des étapes de traitement de l'eau dans la station de traitement de AIN NOKBI, a permis la détermination de tous les dangers biologiques, physiques et chimiques menaçants la sécurité et la salubrité de l'eau, et d'envisager toutes les mesures qui permettent de maîtriser chaque étape.

La description de chacun des dangers identifiés (origine, et effets sur la santé humaine) a mis en évidence la sensibilité du procédé de potabilisation de l'eau, et les risques que pose le non respect de la méthode de travail ou des doses recommandées, qui peuvent aller de simple troubles jusqu'au cancer dans les cas extrêmes . Ce qui rend nécessaire la mise en œuvre des dispositions qui permettent de prévenir ces dangers.

Toute cette analyse des dangers va surtout servir de base, pour déterminer les points les plus sensibles ou les points critiques à maîtriser.

## **II. Détermination des C.C.P. et des limites critiques**

Une fois les dangers identifiés, leurs niveaux d'apparition pendant le traitement et leurs causes déterminées, on passe à l'évaluation de chaque étape du diagramme des opérations, pour identifier les maillons importants de la chaîne que l'on appelle les points critiques.

Selon la norme française (N.F. V001-002: 2008), un **C.C.P.** est une étape à laquelle une mesure de maîtrise peut être exercée (et est essentielle) pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la sécurité des aliments ou le ramener à un niveau acceptable. **(2008, Olivier B.)**

Appliquant ce principe à la production de l'eau potable, on détecte les C.C.P. suivants :

*Tableau II: Identification des CCP, et des limites critiques correspondantes.*

<b>C.C.P.</b>	<b>Nature du C.C.P.</b>	<b>limites critiques</b>
<b>Filtration</b>	Physique	Turbidité < 1 N.T.U.
<b>Désinfection</b>	Biologique	0,5 < [Cl <sub>résiduel</sub> ] < 1 mg/ml C.F.=0 UFC/100ml C.T.=0 UFC/100ml S.F.=0 UFC/100ml A.S.R.= 0 UFC/100ml

En examinant toutes les étapes de production de l'eau potable, et grâce à l'arbre de décision (Annexe1), on a pu détecter deux points critiques à maîtriser au niveau de **la Filtration et la désinfection.**

Pour la première, le danger est représenté par un agent physique (matières en suspension, colloïdes...), et par conséquent la limite critique sera la turbidité de l'eau qui ne doit pas dépasser 1N.T.U. ; Alors que la désinfection représente un point critique à maîtriser de nature biologique, les limites critiques sont la concentration du Cl<sub>2</sub> résiduel qui doit être comprise entre 0,5 et 1mg/l ; pour confirmer le succès de l'utilisation du Cl<sub>2</sub> sur la prolifération des microorganismes, le taux des indicateurs d'une contamination fécale (CT, CF et SF) et tellurique (ASR) doit être nul.

### III. Mise en place des procédures de surveillance

Pour chaque C.C.P. identifié, on établit les procédures de surveillance qui permettent de maîtriser ces étapes critiques, et de révéler toute perte de maîtrise à leur niveau, (tableau 3).

*Tableau III: Etablissement des procédures de surveillance pour chaque C.C.P.*

C.C.P.	Nature du C.C.P.	Procédure de surveillance			
		Quoi ?	Comment ?	Quand ?	Qui ?
<b>Filtration</b>	Physique	Mesure de la turbidité	Au turbidimètre	En continu	Laboratoire
<b>Désinfection</b>	Biologique	Control permanent de [Cl <sub>2</sub> ] <sub>résiduel</sub>	Au comparateur de couleur	En continu	Laboratoire

Les procédures et la fréquence de surveillance figurant sur le tableau ci-dessus, doivent être respectées, car ces dernières représentent le seul moyen permettant de détecter toute perte de maîtrise, avant que les limites critiques ne soient dépassées. Ce qui vérifie le principe de base de la méthode H.A.C.C.P.: «**mieux vaut prévenir que guérir**».

### IV. Etablissement des mesures correctives

Pour chaque C.C.P. on envisage des actions correctives qui doivent être appliquées lorsque la surveillance révèle une perte de maîtrise au niveau des étapes de filtration et désinfection.

*Tableau IV: Etablissement des mesures correctives possibles*

C.C.P.	Mesures correctives
<b>Filtration</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavage du filtre</li> <li>• Refaire la filtration</li> </ul>
<b>Désinfection</b>	• Si [Cl <sub>2</sub> ] < 0,5mg/l → Réajustement de la concentration.
	• Si 1mg/l < [Cl <sub>2</sub> ] < 2mg/l → Dérogation.
	• Si [Cl <sub>2</sub> ] > 2 mg/l → Vidange du réservoir.

Lorsque l'application des procédures de surveillance définies dans le tableau3, révèle une perte de maîtrise au niveau d'un des C.C.P. identifiés, des actions correctives sont à prendre. Ces actions varient d'un simple lavage du filtre à la répétition du procédé pour la filtration; pour la désinfection les mesures correctives varient selon la concentration du chlore résiduel dans l'eau désinfectée, et peuvent y aller jusqu'au vidange des réservoirs lorsque les limites critiques sont dépassées.

### **V. Procédures de vérification**

Le bon fonctionnement du plan H.A.C.C.P. doit être vérifié, en procédant à la réalisation d'audits et des prélèvements aléatoires et leur analyse, ce qui permet de déterminer les faiblesses du système et par conséquent de l'améliorer en cas du besoin.

### **VI. Réalisation d'un système de documentation**

L'ensemble des limites critiques, procédures de surveillance et actions correctives déterminées pour la filtration et la désinfection ; ainsi que les étapes de la mise en œuvre des principes de la méthode H.A.C.C.P. sont notés sur les registres d'exploitation de l'O.N.E.E. Cette documentation est nécessaire pour démontrer une certaine compétence aux consommateurs et satisfaire les exigences législatives des autorités.

### **VII. Conclusion**

En conclusion, la démarche H.A.C.C.P. est une méthode servant à identifier, à évaluer et à contrôler les dangers qui menacent la salubrité de l'eau potable. Reposant sur des bases scientifiques et cohérentes, le système H.A.C.C.P. permet d'évaluer les dangers et de mettre en place des systèmes de maîtrise axés davantage sur la prévention que sur l'analyse du produit fini.

La mise en place de cette démarche par l'unité de production de Sebou a conduit à son certification NM ISO 22000 pour l'année 2015, par l'institut Marocain de Normalisation (IMANOR.), à la suite de la réalisation d'audit de suivi du système de production (le 24/12/2014) ; ceci a démontré le bon fonctionnement du système management de la qualité et de la sécurité alimentaire au niveau de la station de traitement de FES.

# *Conclusion générale*

L'O.N.E.E. est un établissement qui assure la production et le contrôle de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine.

L'application des principes de la démarche H.A.C.C.P. pour la ligne de production de l'eau potable, a permis de révéler 2 points critiques au niveau de la **filtration et la désinfection** ; qu'il faut être vigilant au cours de leur réalisation, afin de produire une eau qui répond aux besoins des consommateurs et qui correspond aux normes exigées par la réglementation.

Toutes les étapes par lesquelles passe l'eau dans la station de traitement, sont soumises à un contrôle et surveillance rigoureuse, mais les deux étapes précitées sont primordiales et sont surveillées de plus, parce qu'elles représentent des étapes déterminantes de la qualité finale de l'eau et définissent son aptitude à la consommation humaine. L'approche H.A.C.C.P. appliquée sur la production d'eau potable nous a permis de révéler tous les dangers associés à chacune de ces étapes, et d'envisager les actions qui doivent être prises lorsqu'une dérive apparaît à un stade donné ; et le cas échéant les mesures correctives qui peuvent être appliquées, afin de maîtriser à nouveau le procédé. Ceci constitue un des points forts de la démarche H.A.C.C.P., et met en évidence l'importance de son application pour la production de cette substance vitale.

Au cours de la période que j'ai eu l'occasion de passer au sein du laboratoire de qualité, à la station de traitement de l'eau potable, située sous la tutelle de l'O.N.E.E., j'ai pu appliquer les connaissances que j'ai acquises au cours de mon cursus universitaire, et de passer en ce qui concerne la démarche H.A.C.C.P. de la théorie à la pratique. En outre ce stage m'a permis de découvrir les étapes par lesquelles passe l'eau avant qu'elle soit potable, et d'assister de près aux efforts fournis par le personnel afin d'assurer le bon fonctionnement et de garantir l'efficacité des traitements. et au cas contraire les mesures qu'il faut prendre pour maîtriser à nouveau le procédé. De plus ce stage a été pour moi une occasion pour découvrir le monde d'emploi et d'acquérir les compétences qui vont me faciliter après l'obtention de mon diplôme ; l'intégration du marché d'emploi.

# Références bibliographiques

**AARAB Lotfi**, (2015), «*Technologie alimentaire*», *Partie2 : DEMARCHE HACCP*, (pages 19, 21, 22.)

**Amgar Albert**. (2002) La méthode HACCP et la sécurité alimentaire : un outil-clé de la prévention dans les entreprises alimentaires, revue " FACE AU RISQUE ", n°388).

**Boutou Olivier**. (2008), «*De l'HACCP à l'ISO22000. Management de la sécurité des aliments*». (2<sup>ème</sup> édition AFNOR) (p.27, 28).

Documents internes de l'ONEE.

**Horion Benoit**. (2005), *Guide d'application de la réglementation «L'application des principes HACCP dans les entreprises alimentaires»*.

**Irénée T.**, (21 juin 2012) « Le traitement de l'eau par chloration », source : [www.Wikiwater.fr](http://www.Wikiwater.fr)

N.F. V001-002: 2008

N.M. 03/7/001

## Sites internet

[www.haccp-guide.fr](http://www.haccp-guide.fr)

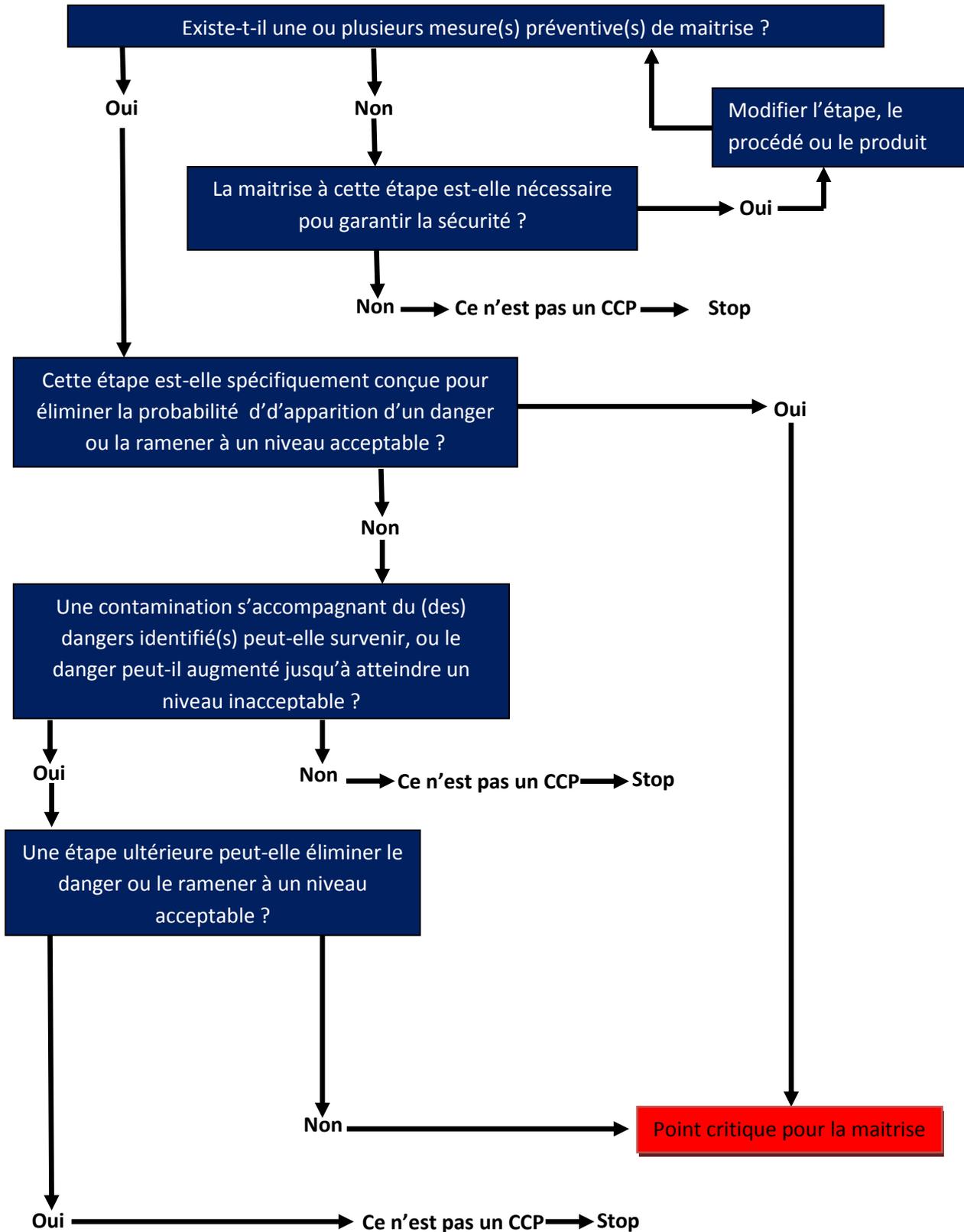
[www.onep.ma](http://www.onep.ma)

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[www.Wikiwater.fr](http://www.Wikiwater.fr)

# Annexe 1

## Arbre de décision



## Annexe 2

Produit fini : eau potable

<i>Dangers</i>	<i>Type B/C/P</i>	<i>Niveaux acceptables</i>	<i>Source (exigence réglementaire et/ou client)</i>	
<i>MO aérobies mésophiles</i>	<i>B</i>	<i>20/ml à 37°C 100/ml à 22°C</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>E-coli</i>	<i>B</i>	<i>0</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>ASR</i>	<i>B</i>	<i>0</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Virus</i>	<i>B</i>	<i>0</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Parasites</i>	<i>B</i>	<i>0</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Pb</i>	<i>C</i>	<i>10µg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Cd</i>	<i>C</i>	<i>3µg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Cr</i>	<i>C</i>	<i>50µg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Ni</i>	<i>C</i>	<i>20µ/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Cu</i>	<i>C</i>	<i>1mg/l</i>	<i>Plainte des consommateurs</i>	
<i>Fer</i>	<i>C</i>	<i>0,3mg/l</i>	<i>Norme marocaine</i>	
<i>Manganèse</i>	<i>C</i>	<i>0,1mg/l</i>	<i>Plainte des consommateurs</i>	
<i>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></i>	<i>C</i>	<i>0,1mg/l</i>	<i>(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/50) + (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/3) Ne doit pas dépasser 1</i>	
<i>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></i>	<i>C</i>	<i>50mg/l</i>		
<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></i>	<i>C</i>	<i>0,5mg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Matière organique</i>	<i>C</i>	<i>2mg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Hydrocarbures</i>	<i>C</i>	<i>0,1µg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>THM</i>	<i>Chloroforme</i>	<i>C</i>	<i>200µg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>
	<i>Bromoforme</i>	<i>C</i>	<i>100µg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>
	<i>Dibromométhane</i>	<i>C</i>	<i>100µg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>
	<i>Bromodichloroethane</i>	<i>C</i>	<i>60µg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>
<i>Pesticides</i>	<i>C</i>	<i>0,5µg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Chlore résiduel libre</i>	<i>C</i>	<i>0,5 &lt; Cl<sub>2</sub> &lt; 1mg/l</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	
<i>Turbidité</i>	<i>P</i>	<i>Médiane &lt; INTU</i>	<i>Norme marocaine NM 03.7.001</i>	