

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE & DE LA VIE
DÉPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET D'ENVIRONNEMENT

Mémoire de Master

Domaine : **SCIENCES DE LA NATURE & DE LA VIE**
Filière : **Ecologie et Environnement**
Spécialité : **Ecologie des milieux naturels**

Intitulé du thème :

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA POSSIBILITE
D'EPURATION DES EAUX USEES DOMESTIQUES,
PAR CONCEPTION D'UNE «S.T.E.P.» ECOLOGIQUE,
EN VUE DE LEUR REINTEGRATION,
DANS LE MILIEU NATUREL
- CAS DE L'ALGERIE -**

Présentée par : Mme DJENANE Malika

Président de jury : M. DJELLOULI Riad (M.A.A. à l'UDL de Sidi Bel Abbès)
Examineur : M. REGUIEG M. Mokhtar (M.A.A. à l'UDL de Sidi Bel Abbès)
Promoteur : M. RAHMANI Abdelkader (M.A.A. à l'UDL de Sidi Bel Abbès)
Co-Promotrice : Mme KOUDACHE Fatiha (Professeur à l'UDL de Sidi Bel Abbès)

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juillet »

Dédicace

Je dédie ce mémoire
A mes chers parents ma mère (Hasna) et mon père (Ahmed)
Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur
Encouragement
A mon marié (Abdelli Benattou) .
A mon frère (Mohamed)
Mes sœurs
A mes amies et mes camarades
Sans oublier tout les professeurs que ce soit du
Primaire, du moyen, du secondaire ou de
L enseignement supérieur.

REMERCIEMENTS

Arrivée à termes de ce travail de mémoire de master, en écologie des milieux, je tiens à remercier :

Monsieur RAHMANI Abdelkader, mon encadreur, ainsi que le Professeur, Madame KOUDACHE Fatiha, ma co-promotrice, pour leur patience et leurs conseils durant l'établissement de cette contribution scientifique.

Je tiens à remercier Monsieur REGUIEG Mohammed Mokhtar, qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury, et Monsieur DJELLOULI Riad, qui nous à fait l'honneur d'accepter d'examiner mon tapuscrit, et juger mon travail.

ملخص

المياه العادمة هي مياه قذرة ، محملة بعناصر مختلفة ، لأنها استخدمت بالفعل في النشاط البشري. المياه العادمة المنزلية هي المصدر الرئيسي للتلوث العضوي. يشمل الصرف الصحي جمع ومعالجة والتخلص من النفايات السائلة والنفايات الصلبة والفضلات الموجودة في الماء.

في الجزائر ، في المناطق الريفية البعيدة عن شبكة الصرف الصحي الجماعية ، تسجل سنويًا ، على المستوى الوطني ، ما بين 3000 و 4000 حالة من الأمراض المنقولة بالمياه ، 80٪ من حالات تلوث المياه ناتجة عن التلوث البرازي. منذ الجزائري الأول ، بتحقيق نظام الصرف الصحي المستقل ، في الجنوب الجزائري (غرداية) في عام 1994 ، لم تتم إضافة أي إنجاز ذي أهمية كبيرة حتى اليوم. ظلت التجربة الوحيدة في هذا الشأن.

تشكل محطات معالجة مياه الصرف الصحي الصغيرة، وهي عبارة عن نظام صرف صحي عن طريق المرشحات المزروعة ، حلاً بيئيًا ، يمكن أن يشكل أملاً وأملاً ، لتخليص التجمعات ، وخاصة الريفية منها ، من التأثير السلبي والخطير ، وتصريف المياه العادمة غير المعالجة ، في حين أن مندمجة بشكل جيد في المناظر الطبيعية. يعتمد حجمها على كمية المياه المراد معالجتها ، ولكن أيضًا على طبيعة الحمولة الملوثة.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي ، الصرف الصحي ، التحلل الدقيق ، المرشحات المزروعة ، البيئة.

RESUME

Les eaux usées sont toutes des eaux souillées, chargées de différents éléments, du fait qu'elles ont déjà été utilisées, dans une activité humaine. Les eaux usées domestiques sont essentiellement porteuses de la pollution organique. L'assainissement comprend la collecte, le traitement et l'évacuation des déchets liquides, des déchets solides et des excréments contenus dans les eaux.

En Algérie, dans les localités rurales, qui se trouvent éloignées du réseau d'assainissement collectif, enregistrent annuellement, à l'échelle nationale, entre 3.000 et 4.000 cas de maladies à transmission hydrique, 80% des cas de contamination de l'eau sont dus à la pollution fécale. Depuis la première Algérienne, par la réalisation du système d'assainissement autonome, dans le sud Algérien (Ghardaïa) en 1994, jusqu'à nos jours aucune réalisation de grande importance n'est venue s'ajouter. Elle est restée la seule expérience en la matière.

Les microstations d'épuration des eaux usées, qui est un système d'assainissement par filtres plantés, constituent une solutions écologique, qui pourrait constituer une perspective et un espoir, pour débarrasser les localités, principalement rurales, de l'impact négatif et dangereux, des rejets d'eaux usées non épurés, toute en étant bien intégré dans le paysage naturel. Leur dimensionnement dépend de la quantité d'eau à traiter, mais aussi de la nature de la charge polluante.

Mots clés : Eaux usées, assainissement, micro station, filtres plantés, écologique.

ABSTRACT

Wastewater is all dirty water, loaded with different elements, because it has already been used, in human activity. Domestic wastewater is the main source of organic pollution. Sanitation includes the collection, treatment and disposal of liquid wastes, solid wastes and excreta contained in water.

In Algeria, in rural localities, which are far from the collective sanitation network, annually register, nationally, between 3,000 and 4,000 cases of water-borne diseases, 80% of cases of water contamination are due to faecal pollution. Since the first Algerian, by the realization of the autonomous sanitation system, in the Algerian south (Ghardaïa) in 1994, until today no achievement of great importance has been added. It remained the only experience in the matter.

The small wastewater treatment plants, which is a sanitation system by planted filters, constitute an ecological solution, which could constitute a prospect and a hope, to rid localities, mainly rural, of the negative and dangerous impact, discharge of untreated wastewater, while being well integrated into the natural landscape. Their size depends on the quantity of water to be treated, but also on the nature of the polluting load.

Keywords: Wastewater, sanitation, microstation, planted filters, ecological.

Liste des tableaux :

Tableau	Présente	La page
N°01	Les bactéries pathogènes dans les eaux usées. (ASANO, 1998)	N°09
N°02	Les virus dans les eaux usées. (ASANO, 1998)	N°09
N°03	protozoaires dans les eaux usées. (ASANO, 1998)	N°10
N°04	: Les helminthes dans les eaux usées. (ASANO,1998)	N°10
N°05	Les métaux lourds dans les eaux usées. (Gerin et <i>al.</i> , 2003)	N°11
N°06	: paramètres de pollution (Beauchamp,2008)	N°31

Liste

Numéro des figures	Présente	Numéro de page
Figure N°01	les types de réseaux de collecte. (Samuel,2014)	N°06
Figure N°02	Schéma représentant l'origine des eaux usées. (Samuel,2014)	N°07
Figure N°03	FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'EPURATION.(Bralont 2018)	N°15
Figure N°04	Le cycle de l'eau en milieu urbain. (Beauchamp,2008)	N°19
Figure N°05	Principe de fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées. (Beauchamp,2008)	N°21
Figure N°06	: STEP a boues activées en milieu rural. (Beauchamp,2008)	N°22
Figure N°07	: Le principe de fonctionnement d'une STEP à boues activées. (Beauchamp,2008)	N°22
Figure N°08	Vis d'Archimède pour relevage. (Beauchamp,2008)	N°23
Figure N°09	Dégrillage dans une petite station (500 équivalents habitants) et une grande station (1 million équivalents habitants). (Beauchamp,2008)	N°23
Figure N°10	Bassin de dessablage-dégraissage et décanteur lamellaire. (Beauchamp,2008)	N°24
Figure N°11	: Aspect d'une station de lagunage. (Biomédia, 2021)	N°28
Figure N°12	Principe d'une station à filtres plantés de roseaux. (Beauchamp,2008)	N°29
Figure N°13	: Schéma représentant les domaines de valorisation des E.U.E. (Wright et Missi mer, 1995)	N°40
Figure N°14	: L'opération d'épandage sur sol agricole.(Wright et Missi mer, 1995).	N°41
Figure N°15	: L'opération de mise en décharge. (Wright et Missi mer, 1995)	N°42
Figure N°16	: Schéma représentant les étapes de compostage. (Wright et Missi mer, 1995)	N°43
Figure N°17	les plantes aquatiques proposée comme moyen de filtration. (Google, 2021)	N°54

Liste des 'abréviation :

AEP : Alimentation en eau potable

ANC : assainissement non collectif

As : arsenic

BW : bralant wallon

Cd : cardium

DCO : Demande chimique en oxygène.

DBO₅ : Demande biologique en oxygène au bout de 5 jours

EU : Eau usée.

EUE : Eau usée épurée.

FTE :full-time (équivalent temps plein)

Hg : mercure

MES : La matière en suspension

N : nitrates

Ni : nickel

ODD : Objectif de Développement Durable

OMS : organisation mondial de la santé

Pb : plomb

UV : Ultraviolet.

REUE : Réutilisation des Eaux Usées Épurées. .

SBA: Sidi Bel Abbès.

SEAAL: societies des eaux et des assinissement d Alger

STEP: Station d'épuration.

USA : états-unis amérique

WC : wild card

SOMMAIRE

<i>INTRODUCTION GENERALE</i>	<i>01</i>
------------------------------	-----------

CHAPITRE I : LES EAUX USEES

<i>I.1 INTRODUCTION</i>	<i>03</i>
<i>I.2 DEFINITION</i>	<i>03</i>
<i>I.2.1 Aspect physique</i>	<i>03</i>
<i>I.2.2 Aspect chimique</i>	<i>03</i>
<i>I.2.3 Aspect biologique</i>	<i>03</i>
<i>I.3 ORIGINE</i>	<i>04</i>
<i>I.3.1 Les eaux usées domestiques</i>	<i>04</i>
<i>I.3.2 Les eaux usées industrielles</i>	<i>04</i>
<i>I.3.3 Les eaux de ruissellement</i>	<i>05</i>
<i>I.3.4 Les eaux usées de ruissellement agricoles</i>	<i>06</i>
<i>I.4 CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES</i>	<i>07</i>
<i>I.4.1 Composition</i>	<i>07</i>
<i>I.5 L'ASSAINISSEMENT</i>	<i>12</i>
<i>I.5.1 Définition</i>	<i>12</i>
<i>I.5.2 Origines</i>	<i>12</i>
<i>I.5.3 Le but de l'assainissement</i>	<i>12</i>

CHAPITRE II : EPURATION DES EAUX USEES

<i>II.1 DEFINITION</i>	<i>13</i>
<i>II.2 HISTORIQUE</i>	<i>13</i>
<i>II.3 FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'EPURATION</i>	<i>15</i>
<i>II.3.1 Le prétraitement</i>	<i>16</i>
<i>II.3.2 Le traitement biologique</i>	<i>16</i>
<i>II.3.3 Valorisation des boues</i>	<i>16</i>
<i>II.3.4 Contrôle et rejet dans la rivière</i>	<i>16</i>
<i>II.4 LES DIFFERENTS TYPES DE STATION D'EPURATION</i>	<i>17</i>
<i>II.5 POURQUOI ASSAINIR ?</i>	<i>17</i>
<i>II.6 COMMENT ASSAINIR ?</i>	<i>19</i>
<i>II.6.1 Les réseaux d'assainissement</i>	<i>19</i>
<i>II.6.2 Les Stations d'Epuration (S.T.E.P.)</i>	<i>20</i>
<i>II.6.3 Les stations à boues activées</i>	<i>21</i>
<i>II.6.4 Les stations à biofiltres ou à lits bactériens</i>	<i>26</i>
<i>II.6.5 Les stations physico-chimiques</i>	<i>26</i>
<i>II.6.6 Autres procédés d'épuration</i>	<i>27</i>
<i>II.6.7 Le lagunage</i>	<i>27</i>
<i>II.6.8 Les filtres plantés de roseaux</i>	<i>28</i>

II.7.1 Taux de collecte, rendement et taux de dépollution	29
II.7.2 La réutilisation des eaux usées	30
CHAPITRE III : REUTILISATION DES EAUX USEES	32
III.1 REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREE	32
III.1.1 La réutilisation agricole	33
III.1.2 La réutilisation industrielle	33
III.1.3 La réutilisation urbain et périurbain (Réutilisation non-alimentaire)	34
III.1.4 Réutilisation pour un usage alimentaire (eau potable)	34
III.2 PRODUCTION DIRECTE ET INDIRECTE D'EAU POTABLE	35
III.2.1 Production directe	35
III.2.2 Production indirecte	35
III.3 VALORISATION DES EAUX USEES	35
III.3.1 La valorisation des eaux usées épurées (E.U.E)	36
III.3.2 La valorisation des eaux usées épurées dans le domaine AGRICOLE	36
III.3.3 La valorisation des eaux usées épurées dans le domaine INDUSTRIEL	38
III.3.4 La valorisation des eaux usées épurées en ZONE URBAINE	38
III.3.5 La valorisation des E.U.E pour un USAGE ALIMENTAIRE (eau potable)	39
III.3.6 La valorisation des boues traitées	40
CHAPITRE IV : SITUATION DES EAUX USEES EN ALGERIE	44
IV.1 NOS STATIONS D'ÉPURATION	47
IV.1.1 La station de traitement des eaux usées de BARAKI (ALGER)	47
IV.1.2 La station de traitement des eaux usées de BENI MESSOUS (ALGER)	47
IV.1.3 La station de traitement des eaux usées de RÉGHAIA (ALGER)	48
IV.1.4 La station de traitement des eaux usées de STAOUÉLI (ALGER)	48
IV.1.5 La station de traitement des eaux usées de HADJOUT (TIPAZA)	49
IV.1.6 La station de traitement des eaux usées de CHENOUA (TIPAZA)	49
IV.1.7 La station de traitement des eaux usées de KOLÉA (TIPAZA)	49
IV.2 L'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF (ANC)	50
IV.2.1 La « fosse toutes eaux »	50
IV.3 L'ASSAINISSEMENT ECOLOGIQUE	51
IV.3.1 Principe	52
IV.3.2 Les systèmes plantes	53
IV.3.3 La réalisation et le dimensionnement	55
IV.3.4 L'opérationnalité du filtre et son entretien	55
IV.4 EXEMPLE D'EXPERIENCE EN ALGERIE	56
IV.5 DISCUSSION	57
CONCLUSION GENERALE	58

INTRODUCTION GENERALE

La réutilisation des eaux usées épurées se présente aujourd'hui comme une solution alternative pour limiter la pénurie, préserver et valoriser la ressource naturelle et contribuer à la gestion intégrée des ressources en eau du pays. Celle-ci peut être pratiquée pour satisfaire de nombreux usages : agricoles, industriels et principalement environnementaux.

L'urbanisation, les nouveaux modes de production et de consommation génèrent des volumes croissants d'eaux usées, véritable enjeu pour la santé des populations, mais aussi pour l'environnement.

Le rejet en milieu naturel d'eaux non épurées ou mal épurées, génère une pollution, qui impacte négativement l'ensemble de la biodiversité et la qualité des ressources en eau. C'est pourquoi il est nécessaire de traiter les eaux usées, et de favoriser leur réutilisation, afin de préserver la santé publique et la ressource eau.

Pour Dakiche Ali, expert en ressources en eau et ex-directeur régional Ouest de l'ANRH. Ministère des Ressources en eau, la croissance démographique, l'eau est devenue un enjeu économique social, culturel mais surtout capital en politique, donc un enjeu des affaires d'Etat sur le plan national, voire international».

De son côté, Samir Grimes, expert international en « environnement et changements climatiques », explique que pour un pays comme l'Algérie, classé selon les critères des Nations unies comme étant un pays à stress hydrique, «le développement des ressources en eaux alternatives (non conventionnelles) est une nécessité stratégique qu'il faut encourager, promouvoir et accompagner, par des mesures concrètes.

En termes de chiffres concernant le volume réel des eaux usées générés annuellement en Algérie, dans son rapport volontaire sur les Objectifs de développement durable (ODD) transmis en 2019 aux Nations unies, l'Algérie produit annuellement 400 millions de mètres cubes d'eaux usées domestiques et industrielles représentant près de 50% du potentiel actuel des eaux non conventionnelles.

La réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles, pour peu que les conditions nécessaires soient réunies, comme les moyens de contrôle et de surveillance et la sensibilisation sur les risques, les dangers et les considérations liés à la santé publique pour une réutilisation dans des secteurs liés à la consommation alimentaire humaine»

De son côté, Fares Kessasra, maître de conférences à l'université de Jijel et consultant auprès de l'Unesco, confie que l'eau issue de la Réutilisation des eaux usées épurées (REUE) est destinée principalement à l'irrigation des arbres fruitiers, ou encore dans les cultures industrielles. Elle est également utilisée dans l'arrosage des voies publiques et les espaces verts urbains. «Elle assure un approvisionnement en nutriments essentiels à la croissance de la plante, ce qui permet de réduire l'achat de fertilisants et de matières organiques», explique-t-il. Mais celle-ci n'est pas sans risque.

Le revers de la médaille est que cette REUE est un vecteur de transmission pathogène par excellence si l'on ne se dotait pas de normes strictes ou si l'on n'actualisait pas les normes en vigueur. «L'eau usée qui ne subit pas de traitement secondaire ou même tertiaire pourrait être un sérieux vecteur de transfert et de transmission de pathogènes et de micropolluants dans les sols, l'eau souterraine et la chaîne alimentaire et puis l'homme».

Notre modeste travail, qui se veut en premier lieu bibliographique, s'est donné pour objectif, de discuter la problématique des eaux usées en Algérie. Car depuis longtemps, notre pays s'est occupé, en priorité, de l'eau potable, c'est-à-dire du réseau d'AEP, et secondairement du réseau d'assainissement. Actuellement, en se retrouve avec des nouvelles localités, dont la plupart sont éloignés des grandes villes, et qui ne sont nullement raccordées au réseau d'assainissement.

Par voie de conséquence, ils déversent régulièrement leurs eaux usées domestiques, au niveau du milieu naturel, provoquant ainsi un impact dangereux pour le milieu récepteur (sol,

eau et air), mais aussi un impact certains sur la santé publique, surtout pour les populations limitrophes qui se trouvent exposées.

Concevoir des stations d'épuration, était une initiative louable et nécessaire, pour épurer ces eaux, en volume grandissant d'une manière perpétuelle, car proportionnel à la croissance démographique, et par voie de conséquence due, à l'augmentation de la consommation en l'eau potable.

Nous nous sommes proposés, dans ce présent manuscrit, de traiter trois principaux aspects :

- La production des eaux usées, principalement domestiques, à l'échelle mondiale et nationale.
- La problématique du taux de raccordement au niveau des localités, proches ou lointaines.
- Apporter une critique à la station d'épuration, dans sa construction qui se trouve très coûteuse, depuis sa conception jusqu'à sa gestion. Donc son impact économique.

La possibilité d'apporter des solutions écologiques, moins énergivores et plus économiques, et qui pourrait s'harmoniser avec le milieu naturel récepteur.

CHAPITRE I : LES EAUX USEES

I.1 INTRODUCTION

En parlant de l'eau usée, il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristiques, ainsi que les différentes méthodes utilisées pour son épuration. (Samuel,2014)

I.2 DEFINITION

Les eaux usées sont toutes des eaux souillées, chargées de différents éléments, du fait qu'elles ont déjà été utilisées, dans une activité humaines. Une eau usée est caractérisée par trois aspects : physique, chimique et biologique. (Samuel,2014)

I.2.1 Aspect physique : les eaux usées se caractérisent habituellement par une couleur grise et une odeur de moisi. (Samuel,2014)

I.2.2 Aspect chimique : les eaux usées sont constitués de deux composés :

- Des composés **organiques**, qui peuvent être formés d'hydrates de carbone, de protéines, de matières grasses, d'huiles, de pesticides, de solvant et autres.
- Des composés **inorganiques**, qui peuvent comprendre des métaux lourds, de l'azote (ammonium, nitrates, nitrites), du Phosphates (orthophosphates), du Soufre (sulfates, sulfures), du chlorures, des matières acides ou basique, des matières toxiques. (Samuel,2014)

I.2.3 Aspect biologique : les eaux usées contiennent divers micro-organiques, plantes ou animaux, bactéries, protozoaires, et les mousses. (Samuel,2014)

I.3 ORIGINE

On distingue **04** origines des eaux usées :

- Les eaux **domestiques**.
- Les eaux **industrielles**.
- Les eaux de **ruissellement**.
- Les eaux usées de ruissellement **agricoles**. (Samuel,2014)

I.3.1 Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de la pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bain et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses de solvants, de débris organiques, et en eaux "**vannes**" ; il s'agit des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. (Samuel,2014)

I.3.2 Les eaux usées industrielles

Elles sont différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voix d'assainissement :

- Soit ils sont directement rejetés dans le réseau domestique.
- Soit ils sont prétraités puis rejets dans le réseau domestique.
- Soit ils sont entièrement traités sur place, et rejetés dans le milieu naturel.

(Samuel,2014)

Dans le cas d'un rejet dans le réseau domestique, avec ou sans prétraitement, les effluents industriels peuvent fortement modifier la composition des eaux usées. Cette modifications est très étroitement liée à l'activité industrielle concernée, et peut prendre des formes innombrables. (Samuel,2014)

I.3.3 Les eaux de ruissellement

Sont appelées aussi « eaux pluviales », elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants ,dans la ville les eaux de pluies qui ruissellement sur les surfaces imperméabilisées, en général, en zones urbaines sont collectées par un réseau qui peut être le même que celui que la collecte des eaux usées, ou nous pouvons distinguer :

I.3.3.1 Les réseaux unitaires

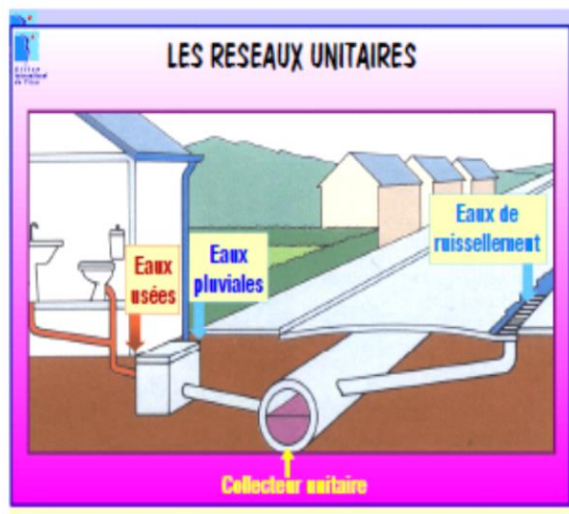
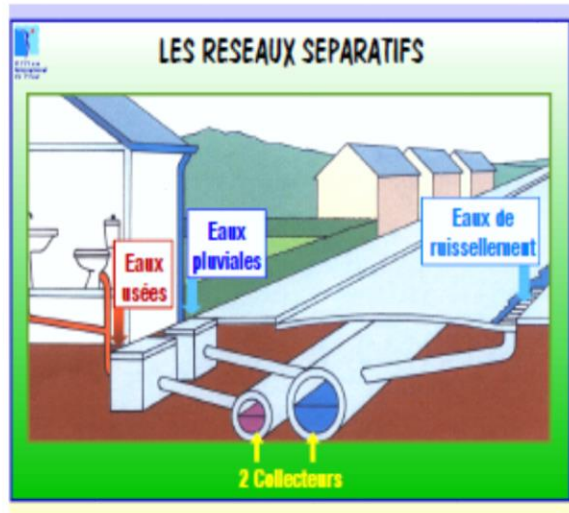
Un seul collecteur assure le transport des eaux usées et des eaux pluviales. La qualité et le volume des eaux usées qui arrivent alors à la station d'épuration sont très variables. Pour éviter qu'un débit supérieur à sa capacité n'arrive à la station d'épuration, des ouvrages de déviation (réservoirs et déversoirs d'orages) sont répartis sur le réseau. (Samuel,2014)

I.3.3.2 Les réseaux séparatifs

Deux réseaux sont mis en place, l'un pour collecter les eaux usées, l'autre pour les eaux de ruissellement. En principe seule les eaux de pluies ne sont pas traitées, et sont rejetées directement. (Samuel,2014)

I.3.4 Les ea

Il s'a
des pestici
(Samuel,20



(Samuel,2014)

d'irrigation, qui entraîne
un relevage importants.

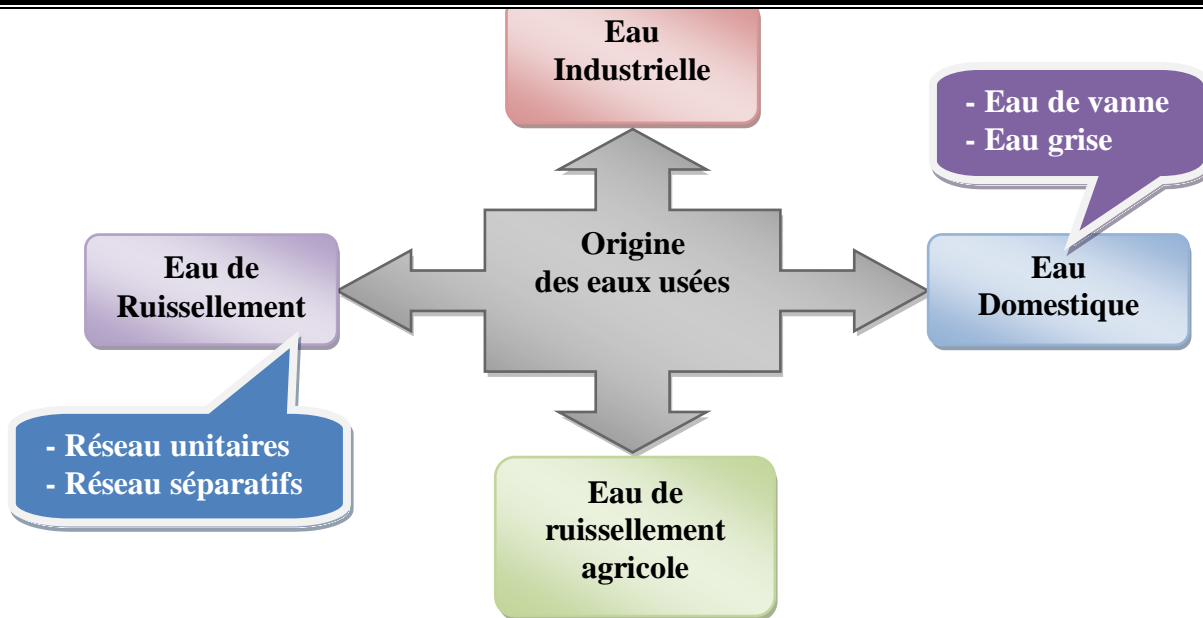


Figure n° 02 : Schéma représentant l'origine des eaux usées. (Samuel,2014)

I.4 CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES

I.4.1 Composition

La composition des E.U est extrêmement variable, en fonction de leur origine (industrielle, domestique, et autre). Elles peuvent contenir de nombreuses polluants , sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leur caractéristique physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent. Ces substances peuvent être classées en six groupes : Les microorganismes, les matières en suspension (MES), les éléments traces (minéraux ou organiques), les métaux lourds, les micropolluants organiques et les substances nutritives. (Samuel,2014)

I.4.1.1 Les micro-organismes

Ils constituent le principal danger sanitaire pour la valorisation des eaux usées épurées, et sont :

- **Les bactéries** : ce sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1et 10µm. La majorité de ces bactéries ne sont pas pathogènes. Cependant, chez un hôte infecté, le nombre de bactéries pathogènes peut être très important. Les eaux usées contiennent en moyenne 10^7 à 10^8 bactéries/litre. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10^4 /litre. (Samuel,2014)

Tableau n° 01 : Les bactéries pathogènes dans les eaux usées. (ASANO, 1998)

<i>Agent pathogène</i>	<i>Maladie</i>	<i>Voie de contamination</i>
Salmonella	Typhoïde, Salmonellose	Ingestion
Leptospire	Leptospirose	Cutanée/Ingestion/ Inhalation
Mycobactérie	Tuberculose	Inhalation

- **Les virus** : ce sont des organismes infectieux de très petite taille (**10 à 350 nm**), qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre une maladie infectieuse par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. (Samuel,2014)

Tableau n° 02 : Les virus dans les eaux usées. (ASANO, 1998)

Agent pathogène	Maladie	Voie de contamination
Virus de l'hépatite A	Hépatite A	Ingestion
Coronavirus	Vomissement, Diarrhée	Ingestion /Inhalation
Poliovirus	Paralyse, Méningite, Fièvre	Ingestion

- **Les protozoaires** : ce sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée Kyste. (Samuel,2014)

Tableau n° 03 : Les protozoaires dans les eaux usées. (ASANO, 1998)

Organismes	Maladie	Voie de contamination
<i>Entamoeba histolytica</i>	Dysenterie amibienne	Ingestion
Cyclosporine	Diarrhée, légère fièvre, perte de poids	Ingestion

- **Les helminthes** : ce sont des vers multicellulaires, tout comme les protozoaires. Ce sont majoritairement des organismes parasites. Les œufs d'helminthes sont très résistants, et peuvent notamment survivre plusieurs semaines, voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de **10 à 10³** œufs / litre.

Tableau n° 04 : Les helminthes dans les eaux usées. (ASANO,1998)

Organismes	Maladie	Voie de contamination
Tænia	Diarrhée, Douleurs musculaires	Ingestion
Necator	Ankylostomose	Ingestion

I.4.1.2 Les matières en suspension (MES)

Ce sont des matières biodégradables pour la plupart. Les micro-organismes sont le plus souvent adsorbés à leur surface et sont ainsi transportés par les **MES**. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures. (Samuel,2014)

I.4.1.3 Les éléments traces (minéraux ou organiques)

Sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées. La voie de contamination principale, dans le cas d'une valorisation des eaux usées épurées, est L'ingestion et sont :

*** Les micropolluants minéraux**

Les métaux lourds que l'on trouve dans les E.U urbaines sont extrêmement nombreux, les plus abondants sont : Le Fer, le Zinc, le Cuivre et le Plomb. Les autres métaux (Manganèse, Aluminium, Chrome, Arsenic, Sélénium, Mercure, Cadmium, Nickel) sont présents à l'état de traces. Leur origine est multiple : ils proviennent des produits consommés au sens large par la population, de la corrosion des matériaux des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement, des eaux pluviales dans le cas de réseaux unitaire, des activités de service (santé, automobile) et éventuellement de rejets industriels. Les éléments les plus dangereux sont : Plomb (Pb), Arsenic (As), Mercure (Hg), Cadmium (Cd) et Nickel (Ni). (Samuel,2014)

Tableau n° 05 : **Les métaux lourds dans les eaux usées.** (Gerin et al., 2003)

Métaux	Maladie	Voie de contamination
<i>Plomb (Pb)</i>	Anémie, hypertension artérielle et exposition chronique (Saturnisme)	Ingestion/Cutanée/Inhalation
<i>Arsenic (As)</i>	Cancers de la peau, des poumons et de la vessie	Ingestion/Cutanée/Inhalation
<i>Mercure (Hg)</i>	Une excitation anormale, des tremblements de la tête, des mains et des mâchoires et un dysfonctionnement du système nerveux	Inhalation/Cutanée
<i>Cadmium (Cd)</i>	Cancers des poumons, reins, perte des réflexes, paralysie respiratoire	Inhalation/Ingestion
<i>Nickel (Ni)</i>	Cancers du nez, poumons, estomac	Inhalation

*** Les micropolluants organiques**

Les micropolluants d'origines organiques sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. Ils proviennent d'utilisation domestique de détergents, pesticides, solvants et également des eaux pluviales (eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier).

Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels et même des traitements de désinfections des effluents par le chlore.

Concernant les **Pesticides**, c'est l'incertitude relative à leur dangerosité chronique qui soulève des inquiétudes. Si en général on connait les effets d'une intoxication aiguë, la toxicité à long terme et à faible dose est très mal connue. Certaines molécules sont classées comme perturbateurs endocriniens ou cancérigènes. (Samuel,2014)

I.4.1.4 Les substances nutritives : Potassium, Phosphates et Nitrates

Leur présence dans les eaux usées peut avoir un impact négatif sur la santé humaine et la qualité des eaux superficielles et dans une moindre mesure un impact bénéfique sur les cultures dans le cas de réutilisation agricole. (Samuel,2014)

* **Le Potassium** : il est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l, il peut donc couvrir une partie des besoins des plantes. (Samuel,2014)

* **Les Phosphates** : sont présents dans les effluents secondaires à hauteur de 06 à 15 mg/l. Cette quantité est en général trop faible pour modifier le rendement, et en cas d'excès, les phosphates se fixent dans le sol. Ils peuvent alors être entraînés par l'érosion et participer au phénomène d'eutrophisation. (Samuel,2014)

* **Les Nitrates** : ils permettent de fournir de l'Azote à la plante, et sont les plus problématiques. En effet, apportés en excès, ils peuvent avoir plusieurs impacts négatifs :

- Sur **les cultures** : Ils entraînent des retards de maturation, une altération de la qualité.
- Sur **le milieu naturel** : les nitrates sont les principaux responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques.
- Sur **la santé humaine** : les nitrates peuvent être à l'origine de la formation de nitrates et de nitrosamines, responsables de deux phénomènes potentiellement pathologiques (la méthémoglobinémie et un risque de cancer). (Samuel,2014)

I.5 L'ASSAINISSEMENT

I.5.1 Définition

L'assainissement est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement, dans ses différentes composantes. Il comprend la collecte, le traitement et l'évacuation des déchets liquides, des déchets solides et des excréments contenus dans les eaux.

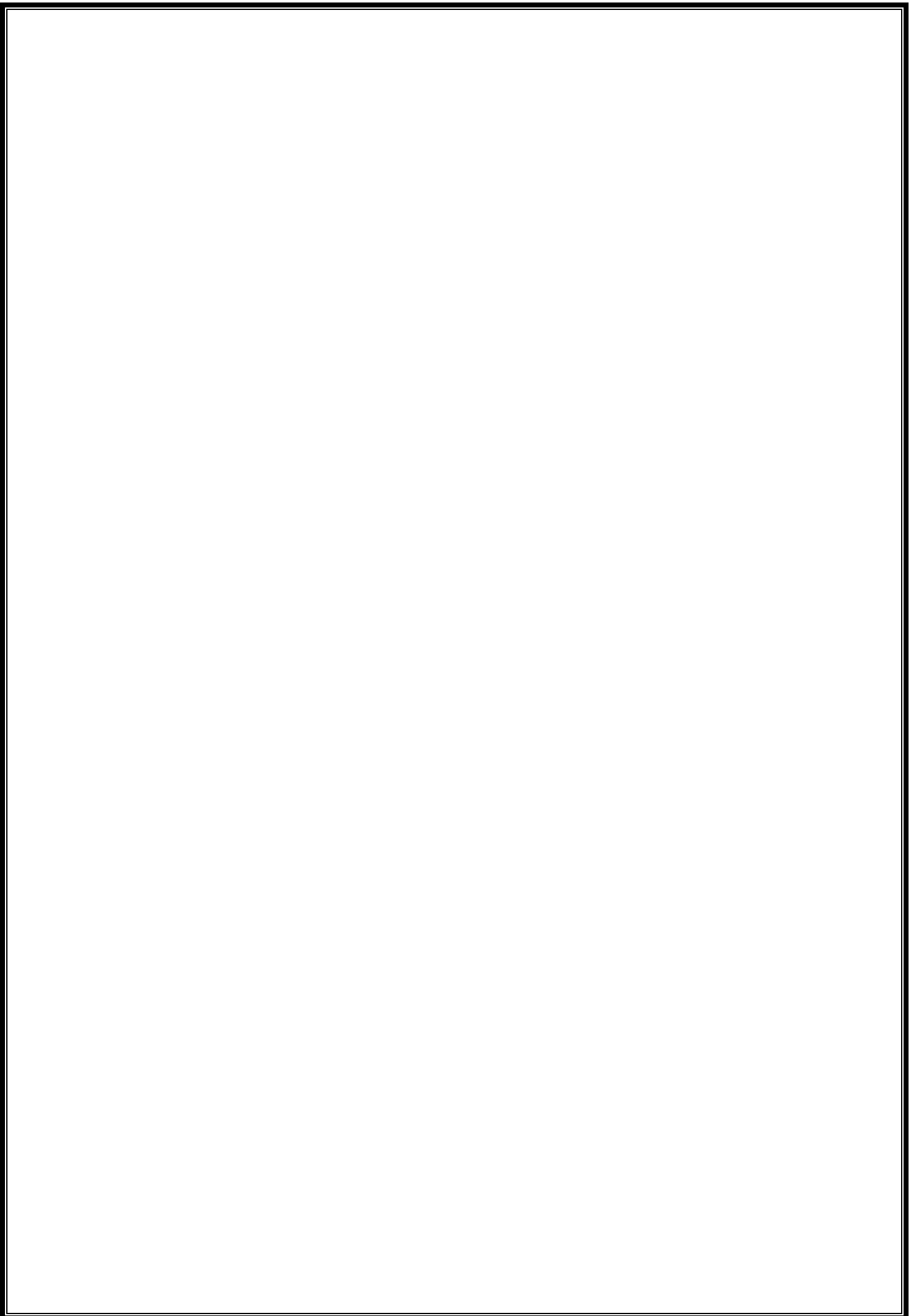
I.5.2 Origines

Littéralement «action d'assainir», l'assainissement est originellement l'ensemble des techniques et méthodes visant à traiter les eaux usées.

I.5.3 Le but de l'assainissement

Les objectifs de l'assainissement sont les suivants :

- Protéger les eaux superficielles et les eaux souterraine contre les atteintes nuisibles, et de permettre leur utilisation durable.
- Réduction de la teneur en matière organique.
- Réduction de la teneur en d'ammonium : transformation en nitrate.
- Réduction de la teneur en azote : transformation en azote moléculaire.
- Réduction de la teneur en phosphore.



CHAPITRE II : EPURATION DES EAUX USEES

II.1 DEFINITION

C'est une installation destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur.

(centre hygiène et de salubrité publique)

Une station d'épuration est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte. Elle peut utiliser plusieurs principes, physiques et biologiques. Le plus souvent, le processus est biologique car il fait intervenir des bactéries capables de dégrader les matières organiques. La taille et le type des dispositifs dépendent du degré de pollution des eaux à traiter. (centre hygiène et de salubrité publique)

Une station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux.

La pollution retenue dans la station d'épuration est transformée sous forme de boues. La succession des dispositifs est calculée en fonction de la nature des eaux usées recueillies sur le réseau et des types de pollutions à traiter. (centre hygiène et de salubrité publique)

II.2 HISTORIQUE

La fin du XIX^{ème} siècle marque l'essor des réseaux d'égouttage et d'assainissement en France (courant hygiéniste, rénovation de Paris du baron Haussman). Il s'agit d'éloigner les eaux usées des habitations et des lieux de vie. Très vite se pose le problème du devenir de ces eaux usées. « Les quantités croissantes (déjà 2.000 m³ par jour en 1875) de vidange à stocker ou à épandre se heurtent en banlieue et au refus des habitants. (Duchène, 2005)

Avec Pasteur 1875, les connaissances en microbiologie se développent, et le rôle des micro-organismes dans la dégradation de la matière organique est mis en évidence. (Duchène, 2005)

En 1914, deux Anglais, Edward Ardern et William Lockett, mettent au point le premier procédé intensif d'épuration. Un système de bassin où les boues issues de la biodégradation des effluents sont aérées.

L'oxygène permettant à la fois d'activer le travail des bactéries et de favoriser leur multiplication. Le principe des boues activées est né. Des brevets sont déposés et mis en œuvre aux États-Unis et en Grande-Bretagne. (Duchène, 2005)

En France, l'essor des stations d'épuration à boues activées en (Duchène, 2005) zone urbaine se situe vers 1960 dans les villes, puis dans les zones rurales. Quant aux procédés physico-chimiques, leur utilisation en France coïncide avec le développement des stations de sport d'hiver au début des années 60. « Les procédés de coagulation par traitement chimique étaient aussi utilisés dans quelques stations balnéaires françaises et en Norvège, pour protéger les fjords de l'eutrophisation, due notamment aux rejets de phosphore. (Duchène, 2005)

Le traitement des eaux usées conduit aujourd'hui à des produits finaux (*boues d'épuration*) qui ne peuvent pas être réduits ou éliminés par des changements de processus à la source. L'élimination des boues dans le sol peut éventuellement permettre de tirer un avantage de la teneur *fertilisante* du matériau. (Duchène, 2005)

Les problèmes d'évacuation des eaux usées et des boues ont été exacerbés depuis le XIX^e siècle par le détournement des *déchets industriels aqueux* vers les installations de traitement, utilisées pour les *eaux usées domestiques*, ce qui, bien que permettant un traitement efficace de leurs composants dégradables, augmente la contamination des eaux usées par des matières persistantes et/ou toxiques. (Duchène, 2005)

II.3 FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'ÉPURATION

Une station d'épuration a pour but d'assainir les eaux usées urbaines avant leur rejet dans les cours d'eau. Elle n'a pas pour objectif de rendre les eaux usées potables.

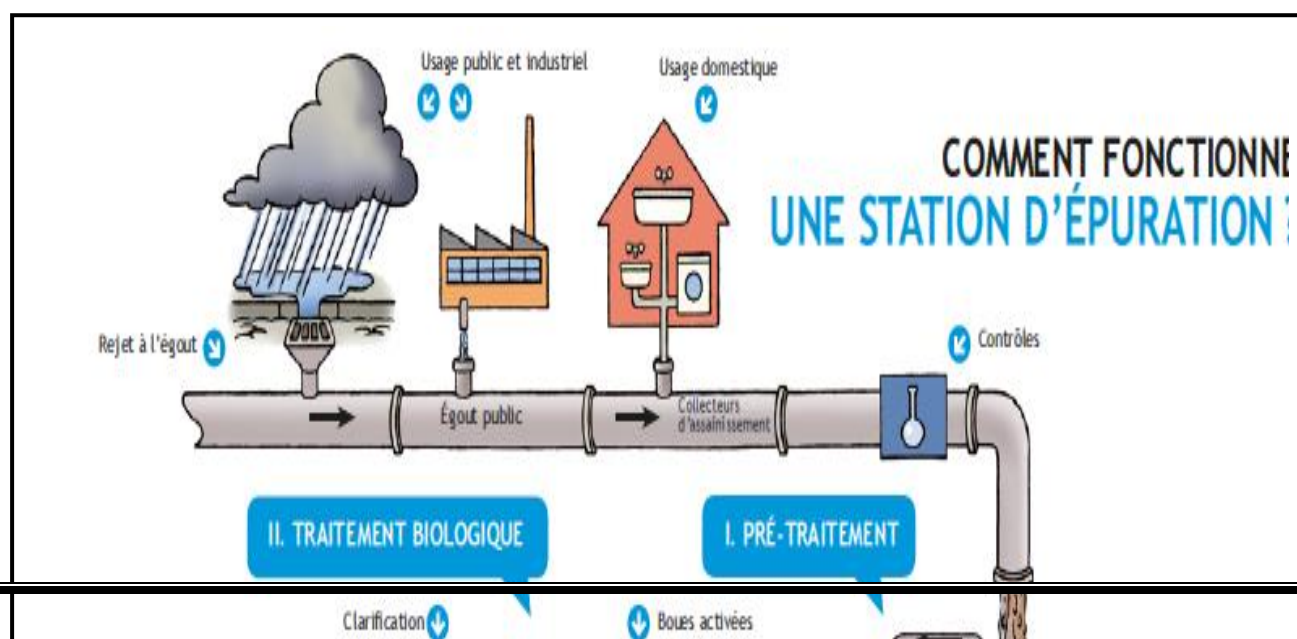


Figure n° 03 : FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'EPURATION.(Bralont 2018)

II.3.1 Le prétraitement

A leur arrivée à la station d'épuration (en provenance du collecteur), les eaux usées sont tout d'abord débarrassées des gros déchets (sacs plastiques, papiers, bois, et autres), puis du sable et des matières lourdes et, enfin, des substances légères comme les huiles, l'essence et diverses graisses. (Bralont 2018)

II.3.2 Le traitement biologique

Celui-ci est identique aux mécanismes d'épuration qui ont lieu dans la nature.

II.3.2.1 Première étape : les eaux passent dans un bassin contenant une multitude de bactéries qui forment des "boues activées" se nourrissant des pollutions et nettoyant ainsi les eaux. A l'issue de cette étape, environ 90% des impuretés sont décomposées. (Bralont 2018)

II.3.2.2 Deuxième étape : les boues activées sont ensuite dirigées vers un second bassin où elles décantent. L'eau surnageant se clarifie petit à petit et, lorsqu'elle est totalement épurée, elle peut être rejetée dans la rivière. Les boues qui se sont déposées au fond du bassin sont, quant à elles, pompées et traitées. (Bralont 2018)

II.3.3 Valorisation des boues

Après leur pompage, les boues sont déshydratées avec de la chaux et, si elles sont de bonne qualité, elles seront valorisées en agriculture dans les limites de la réglementation.in BW(partenaire économique et environnemental en Bralont wallon 2018) valorise en agriculture plus de 95% de ses boues. (Bralont 2018)

II.3.4 Contrôle et rejet dans la rivière

Des échantillons sont prélevés aux différents stades du procédé d'épuration pour en contrôler le bon fonctionnement. L'eau satisfaisant aux normes européennes est restituée à la rivière dans le respect de la biodiversité. (Bralont wallon, 2018)

II.4 LES DIFFERENTS TYPES DE STATION D'EPURATION

L'objectif concernant l'assainissement qui figure dans le plan de mise en œuvre du Sommet mondial pour le développement durable(2002)ou le plan de mise en œuvre de Johannesburg (2004) reflète un fort engagement politique des gouvernements à réduire sensiblement, avec l'appui de la communauté internationale, la proportion de personnes qui n'ont pas accès à des services d'assainissement de base.(Beauchamp,2008)

L'assainissement commence à être considéré comme une priorité nationale en matière de développement, qui requiert des politiques et des crédits budgétaires adéquats. Il est indispensable de consacrer des investissements aux installations sanitaires et au traitement des eaux usées.

ainsi qu'au renforcement des capacités et au transfert de technologies. Il faudra donc probablement mobiliser d'importantes ressources supplémentaires, qui devraient aussi permettre aux établissements chargés des eaux et des égouts d'améliorer leurs services et de les étendre aux populations non desservies. (Beauchamp,2008)

D'après les données les plus récentes, entre 1990 et 2002, le taux de couverture est passé de 49 % à 58 % de la population mondiale, plus d'un milliard de personnes ayant été raccordées pendant cette période .En dépit de ces progrès, plus de 2,6 milliards de personnes n'avaient toujours pas accès à des services d'assainissement de meilleure qualité, proportion qui était auparavant estimée à 2,4 milliards. (Beauchamp,2008)

II.5 POURQUOI ASSAINIR ?

L'urbanisation actuelle se traduit par une forte concentration d'êtres humains avec adduction d'eau et implantation d'entreprises agricoles et industrielles. De nombreuses substances sont déversées dans les eaux utilisées qui deviennent des eaux usées. Ces dernières doivent être éliminées de l'environnement urbain. (Beauchamp,2008)

De plus, les nombreuses surfaces imperméables (routes, toitures) des villes empêchent l'infiltration des précipitations. Ces eaux de ruissellement ou eaux pluviales doivent également être éliminées. (Beauchamp,2008)

Les eaux usées comprennent :

- Les eaux ménagères
- Les eaux-vannes (W.C.)
- Les eaux d'arrosage, jardins,
- Les eaux industrielles.

Elles doivent être traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel: rivières, mer, sols , domestiques (non industrielles). (Beauchamp,2008)

La pollution dans les eaux usées est produite par des matières minérales et organiques, indésirables ou toxiques qui sont en suspension, en solution, ou en émulsion. (Beauchamp,2008)

La charge polluante est importante dans les eaux usées, mais également dans les eaux de ruissellement en ville (entraînement des débris de pneus et des hydrocarbures sur les chaussées, des débris accumulés sur les toitures et autres). La pollution induite est de trois types :

- La pollution **physique** : par élévation de la température de l'eau.
- La pollution **chimique** : due aux composés chimiques indésirables.

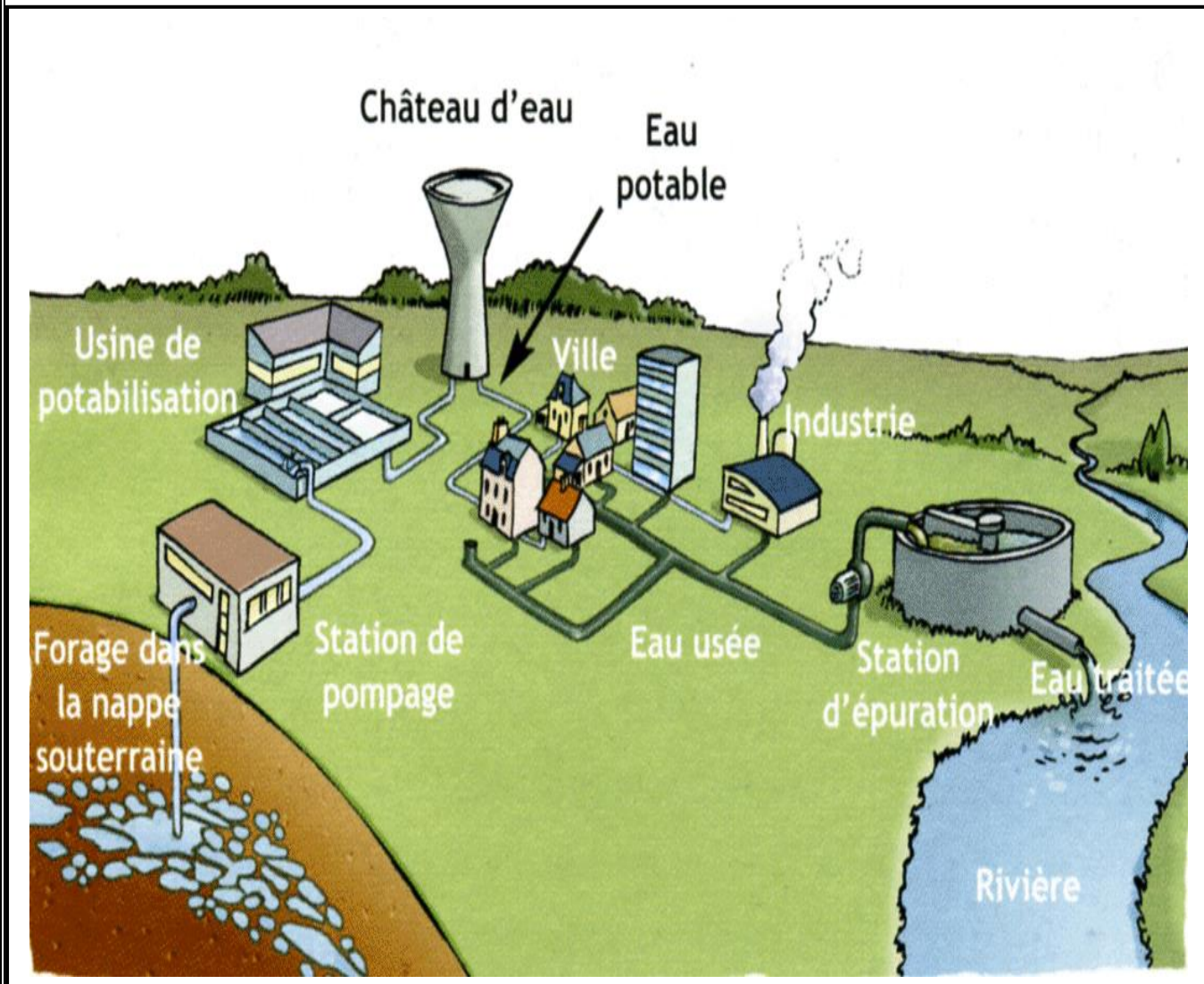
- La pollution **bactériologique** : provoquée par la présence des coliformes et streptocoques fécaux, et micro-organismes pathogènes variés (dont les virus).

Il faut donc traiter ces eaux pour lutter contre la pollution des milieux naturels où elles seront déversées. (Beauchamp,2008)

II.6 COMMENT ASSAINIR ?

II.6.1 Les réseaux d'assainissement

Les eaux usées sont collectées sur le lieu de leur production pour être acheminées par un réseau de conduites vers la station d'épuration. Le réseau collecteur est dit séparatif quand il n'achemine que les eaux usées, ou unitaire quand il achemine aussi les eaux pluviales. (Beauchamp,2008)



II.6.2 Les Stations d'Épuration (S.T.E.P.)

Une station d'épuration est installée généralement à l'extrémité d'un réseau de collecte. Elle rejette l'eau épurée dans le milieu naturel (très souvent une rivière ou la mer). Elle rassemble une succession de dispositifs, empruntés tour à tour par les eaux usées. Chaque dispositif est conçu pour extraire au fur et à mesure les différents polluants contenus dans les eaux.

L'élimination partielle ou totale de la charge polluante se fait généralement par traitement biologique, au besoin par traitement chimique pour les effluents industriels, souvent à la suite d'un traitement biologique. (Beauchamp,2008)

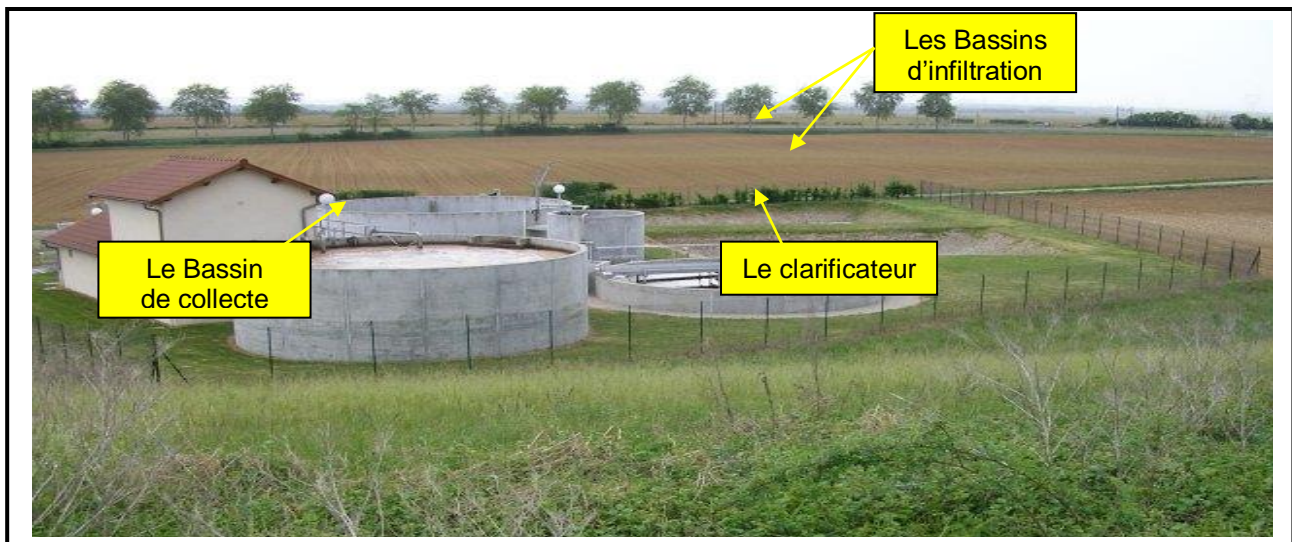
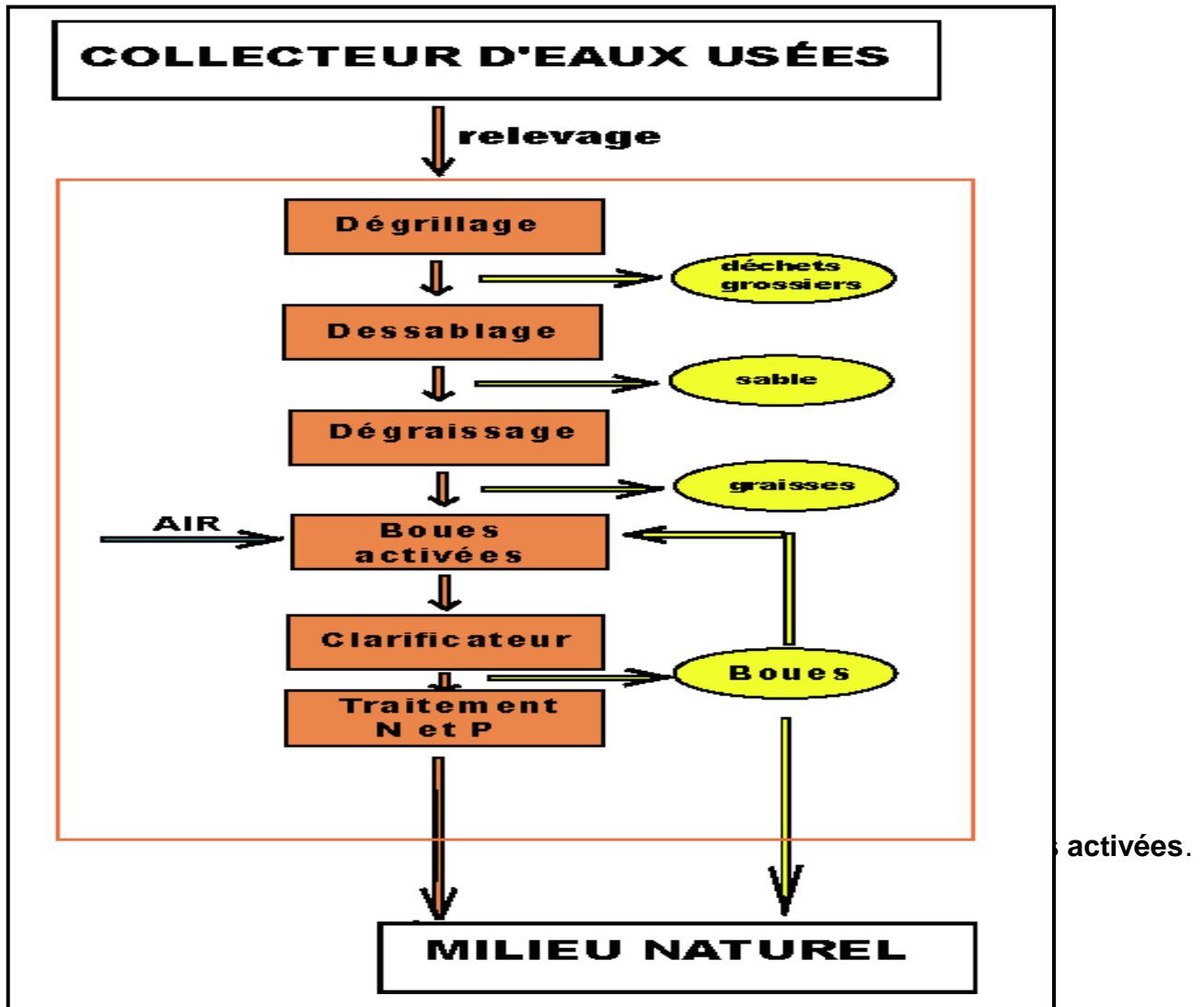
Les traitements biologiques sont indispensables pour extraire des eaux usées les polluants dissous, essentiellement les matières organiques, ils utilisent l'action de micro-organismes capables d'absorber ces matières.

La sélection naturelle des espèces et leur concentration dans un bassin permet d'accélérer et de contrôler un phénomène qui se produit communément en milieu naturel. Dans le cas des eaux usées urbaines, on favorise le développement de bactéries aérobies, c'est-à-dire, qui utilisent l'oxygène pour se développer. (Beauchamp,2008)

Les différents types de stations d'épuration dépendent du procédé d'épuration principal utilisé et des dispositifs mis en œuvre. Pour traiter de grands volumes d'eaux usées, les plus répandues sont les stations à boues activées et les stations à biofiltres ou à lits bactériens. Les stations physico-chimiques sont surtout utilisées pour épurer des eaux de sites industriels. (Beauchamp,2008)

II.6.3 Les stations à boues activées

Les principales étapes sont les suivantes :



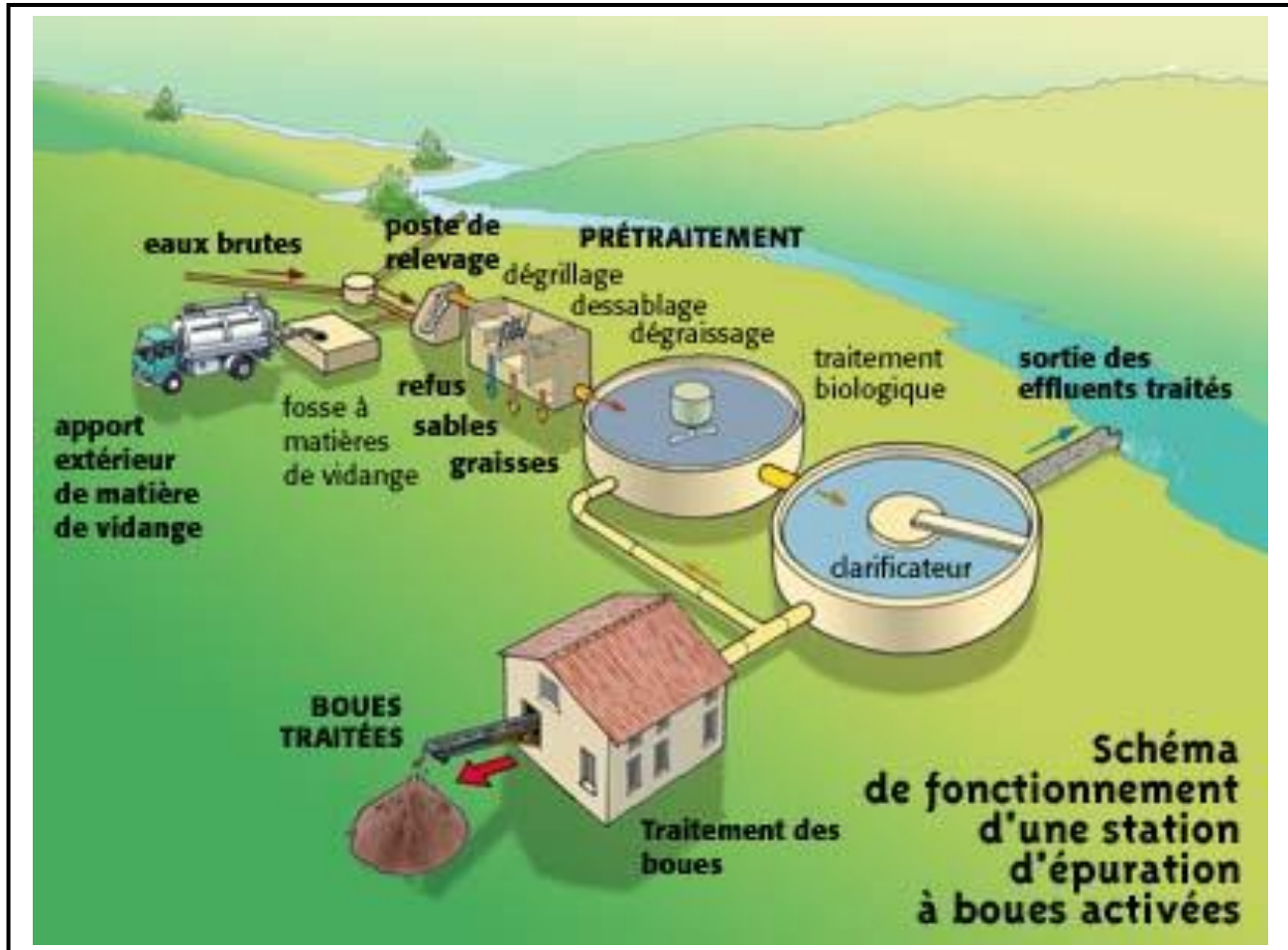


Figure n° 08

On se sert de pompe de relevage pour le transport des eaux usées vers la station d'épuration, lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollutions. On peut également trouver des vis d'Archimède. (Beauchamp,2008)



Figure n° 08

(Beauchamp,2008)

II.6.3.2 Les prétraitements

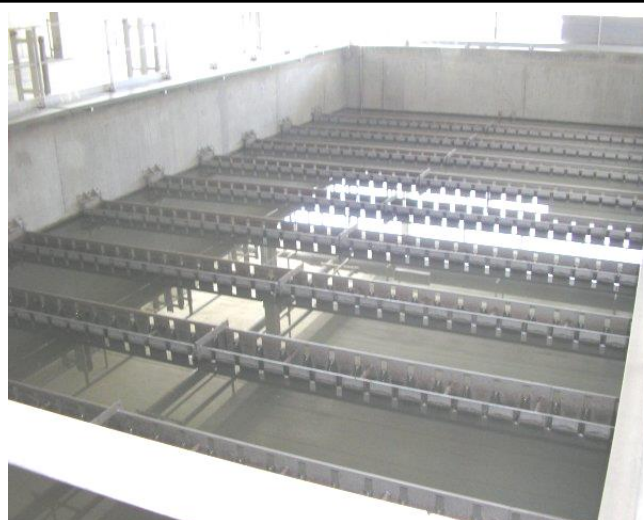
Les prétraitements sont des traitements plus grossiers, qui pourraient gêner les traitements ultérieurs et endommager les équipements.

- **Le dégrillage** : il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux qui retiennent les éléments les plus grossiers. Après nettoyage des grilles par

des moyens mécaniques, manuels ou automatiques, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères. Il peut être suivi d'un tamisage qui sépare les débris plus fins.

- **Le dessablage** : consiste à débarrasser les eaux usées des sables par sédimentation.
- **Le dégraissage** (ou *déshuilage*) : il permet d'éliminer la présence de graisses qui pourraient gêner l'efficacité des traitements biologiques, qui interviennent ensuite. Le dégraissage s'effectue par flottation. Les graisses sont raclées à la surface, puis stockées avant d'être éliminées (mise en décharge ou incinération). Elles peuvent aussi faire l'objet d'un traitement biologique spécifique au sein de la station d'épuration. (Beauchamp,2008)

On enlève ainsi de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200 microns ainsi que 80 à 90 % des graisses et matières flottantes (soit 30 à 40 % des graisses totales). (Beauchamp,2008)

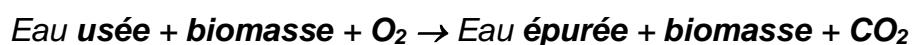


Les principes de fonctionnement diffèrent suivant que l'objectif est de traiter le carbone, ou le carbone et l'azote et/ou le phosphore. En pratique, il s'agit de permettre la sélection des espèces de bactéries capables ; soit de transformer le carbone en CO_2 , soit de transformer

l'azote en nitrates, puis les nitrates en azote gaz (N₂), soit de stocker le phosphore. (Beauchamp,2008)

Les bactéries ne sont pas fixées sur un support mais elles sont dispersées dans l'eau usées : on parle de cultures libres. (Beauchamp,2008)

L'élimination du carbone des matières organiques se fait dans un bassin d'aération. Les bactéries se multiplient dans des bassins alimentés d'une part en eaux usées à traiter et d'autre part en oxygène par des apports d'air. Les bactéries, en suspension dans l'eau des bassins, sont donc en contact permanent avec les matières polluantes dont elles se nourrissent et avec l'oxygène nécessaire à leur assimilation. Elles transforment les matières organiques en CO₂ et H₂O. Elles forment des amas en suspension dans l'eau appelés "flocs" dont l'accumulation donne des boues. (Beauchamp,2008)



II.6.3.4 La clarification

La séparation de l'eau traitée et de la masse des bactéries (les boues), se fait dans un bassin appelé "clarificateur". (Beauchamp,2008)

Pour conserver un stock constant et suffisant de bactéries dans le bassin de boues activées, une partie des boues extraites du clarificateur est renvoyée dans le bassin. L'autre partie de ces boues, correspondant à l'augmentation du stock est évacuée du circuit des bassins d'aération et dirigée vers les unités de traitement des boues : cette fraction des boues constitue les « boues en excès ». (Beauchamp,2008)

II.6.3.5 Le traitement de l'azote et du phosphore

- L'azote est contenu principalement dans les protéines de la matière organique : le traitement biologique se fait par nitrification de l'ammoniaque en milieu aérobie puis réduction des nitrates en milieu anoxique qui sont transformés en azote gazeux. (Beauchamp,2008)
- Le phosphore : Il est apporté par les détergents industriels, les produits de nettoyage. La déphosphatation peut être faite par précipitation chimique des phosphates sous forme de phosphate de fer insoluble. (Beauchamp,2008)

La désinfection

Dans certains cas, en particulier lors d'un rejet dans un milieu sensible, l'eau traitée passe devant des tubes à U.V., qui détruisent la fraction microbiologique. (Beauchamp,2008)

II.6.4 Les stations à biofiltres ou à lits bactériens

Le principe de ces procédés consiste à faire percoler l'eau à traiter à travers un matériau sur lequel se développent les bactéries, qui constituent alors un biofilm sur ce support "cultures fixées". Le type de matériau varie suivant les procédés :

- Les lits bactériens utilisent des galets ou des supports alvéolaires.
- Les biofiltres utilisent des matériaux de plus petite taille : des argiles cuites, des schistes, du polystyrène, des graviers ou des sables.

Les biofiltres permettent généralement des traitements plus intensifs, et plus poussés que les lits bactériens classiques, plus rustiques dans leur conception et dans leur exploitation. L'avantage des biofiltres est de pouvoir traiter les matières polluantes carbonées et éventuellement azotées, dans un volume beaucoup plus faible que dans le cas de procédés à cultures libres, avec des rendements similaires, mais ils sont plus coûteux en investissement et plus délicats en fonctionnement. (Beauchamp,2008)

II.6.5 Les stations physico-chimiques

Elles sont adaptées aux effluents industriels. Les traitements dépendent des caractères des eaux produites. En particulier les particules dispersées sont agglomérées par adjonction d'agents coagulants et floculants (sels de fer ou d'alumine, chaux). Les amas de particules ainsi formés, ou "flocs", sont ensuite séparés de l'eau par décantation ou par flottation. (Beauchamp,2008)

II.6.6 Autres procédés d'épuration

Ce sont des dispositifs plus simples qui utilisent le pouvoir d'épuration des milieux naturels mais qui ne peuvent être utilisés que pour des volumes d'eau usées faibles et des surfaces d'installation plus importantes. Ils sont bien adaptés aux petites agglomérations rurales. (Beauchamp,2008)

II.6.7 Le lagunage

Les lagunes sont constituées de plans d'eau peu profonds, en général au nombre de trois. L'apport d'oxygène naturel, par échange avec l'atmosphère ou par photosynthèse des algues de surface, peut être complété exceptionnellement par des aérateurs pour stimuler l'activité biologique et diminuer les surfaces. (Beauchamp,2008)

Les bassins de traitement des eaux brutes éliminent essentiellement les polluants carbonés. Les bassins suivants, dits d'affinage (eau déjà traitée), peuvent en outre permettre l'élimination des contaminants biologiques par l'action du rayonnement solaire. (Beauchamp,2008)

Le lagunage est en fort développement dans les petites agglomérations, en raison de sa rusticité et de performances d'épuration honorables. Elles sont préférées pour des charges de pollution inférieure à 2.000 équivalents-habitants quand l'espace est disponible. (Beauchamp,2008)

En effet, elle demande une surface au sol de 15m² par habitant. Ainsi, le procédé de lagunage convient moins bien aux communes plus grandes en raison de surfaces nécessaires de bassin très importantes. (Beauchamp,2008)

Les lagunes présentent l'inconvénient d'occuper des surfaces très importantes et d'avoir des performances très variables en fonction des conditions climatiques. Elles ont l'avantage

d'être rustiques et peu coûteuses en fonctionnement, et de s'intégrer assez harmonieusement dans le paysage. (Beauchamp,2008)



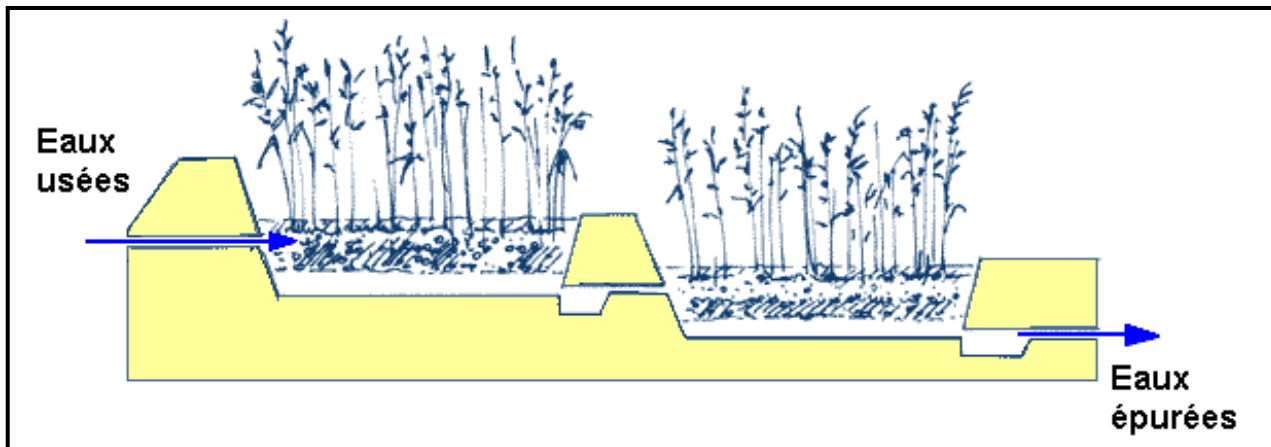
2021)

II.6.8 Les filtres plantés de roseaux

Ce procédé consiste à faire circuler gravitairement les effluents domestiques au fil de bassins successifs, aménagés en paliers, dans lesquels on a pris soin de créer un milieu extrêmement favorable à l'activité épuratoire, grâce à des minéraux et des végétaux. (Beauchamp,2008)

Le premier filtre joue le rôle de décanteur. Les matières en suspension retenues sont déshydratées et compostées sur place. Le résidu est transformé en terreau qui s'accumule très lentement sur la surface des filtres. (Beauchamp,2008)

Au deuxième étage, le traitement de la matière organique dissoute se poursuit. Au troisième étage une recirculation des eaux permet, le cas échéant, d'effectuer un traitement tertiaire de finition. (Beauchamp,2008)



08)

Le suivi du bon fonctionnement de la station d'épuration est fait d'abord par l'exploitant lui-même (autocontrôle) qui porte sur le fonctionnement des différentes unités et leurs dysfonctionnements éventuels.

La mesure du rejet de pollution en sortie et le calcul du rendement de dépollution. L'exploitant peut bénéficier de l'aide et des conseils d'un organisme public. Des contrôles sont faits régulièrement par un organisme indépendant qui vérifie le respect des normes de rejet. (Beauchamp,2008)

II.7.1 Taux de collecte, rendement et taux de dépollution

II.7.1.1 Le taux de collecte.

C'est le rapport entre la pollution, raccordée au réseau, et la pollution produite par les agglomérations. La pollution est exprimée en tonnes de matières oxydables par jour, selon la formule suivante : $MO = 1/3 (1 DCO + 2 DBO_5)$

Une part importante peut ne pas être raccordée au réseau ou ne pas arriver à la station (mauvais branchements, ou mauvais état des réseaux). Exemples (Agence Adour Garonne) : Taux de collecte 67 %. C'est le premier indicateur d'élimination des pollutions.

II.7.1.2 Le rendement

C'est le pourcentage d'abattement des différents paramètres de pollution. La réglementation européenne fixe des seuils minima de rendement mais ces seuils peuvent évidemment être dépassés.

Tableau n° 06 : paramètres de pollution(Beauchamp,2008)

ELEMENT PRESENTS	TAUX (%)
<i>Matières organiques</i>	79
<i>Matières en suspension</i>	84
<i>Azote</i>	45
<i>Phosphore</i>	45

Le principal paramètre est celui des matières organiques.

II.7.1.3 Le taux de dépollution.

C'est le produit du **taux de collecte** X le **rendement**, calculé sur les matières organiques. (Beauchamp,2008)

II.7.2 La réutilisation des eaux usées

Réutiliser les eaux usées d'une collectivité, consiste à récupérer les eaux d'égout, les traiter dans une station d'épuration, les stocker et enfin, les utiliser pour des usages variés :

- En milieu urbain (arrosage des parcs publics, espaces verts, terrains de sport, alimentation des pièces d'eau et fontaines, arrosage des jardins privés, chasses des toilettes, lavage des véhicules, lavage des rues, circuit incendie),
- En milieu industriel (eau de refroidissement, eau de procédé),
- En milieu agricole (irrigation de cultures diverses, maraîchages, arbres fruitiers, céréales, fourrages, pâturages, cultures industrielles, forêts)
 - En milieu souterrain (recharge de nappe souterraine). Ces usages n'exigent pas de l'eau potable. Cependant la recharge de nappe souterraine revient, le plus souvent, à réutiliser indirectement des eaux usées pour produire de l'eau potable.

On connaît un unique exemple de production directe d'eau potable à partir d'eaux usées ; il s'agit de Windhoek, capitale de la Namibie. (Beauchamp,2008)

La réutilisation des eaux usées (R.E.U.) est une pratique très répandue dans les régions du monde, affectées par des pénuries de ressources en eau. Elle est, par exemple, très développée aux Etats-Unis, mais aussi en Asie et dans les pays du Golfe Persique. (Beauchamp,2008)

Le bassin méditerranéen est l'une des régions du monde où la réutilisation agricole des eaux usées urbaines est la plus pratiquée. Elle est largement systématisée en Israël. La Tunisie et Chypre ont également une politique nationale de réutilisation. Il en est de même de l'Espagne et l'Italie, se sont les deux pays européens dans lesquels la réutilisation se développe

le plus rapidement, soit sous la forme de réalisations nouvelles, soit par la mise en conformité de pratiques anciennes fort répandues, qui consistaient tout simplement à irriguer avec des eaux usées non traitées. (Beauchamp, 2008)

CHAPITRE III : REUTILISATION DES EAUX USEES

CHAPITRE III : REUTILISATION DES EAUX USEES

III.1 REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREE

La réutilisation des eaux usées traitées, est aujourd'hui l'une pratique largement utilisée dans les pays plus touchés par la sécheresse, comme au sud de la Méditerranée, et le moyen orient (Syrie). En effet, le bassin méditerranéen est une région où la pénurie en eau est particulièrement importante, c'est aussi l'une des régions où la réutilisation agricole des effluents urbains est la plus pratiquée.

Cependant, la réglementation de 1989 spécifie que l'utilisation des effluents secondaires traités est autorisée que pour irriguer tous les types de cultures à part les légumes, qu'ils soient consommés cuits ou crus. Les eaux usées traitées sont donc utilisées pour irriguer les arbres fruitiers (par exemple le citron, olive, pêche, pomme, et poire), les vignobles, les fourrages (sorgho, luzerne), le coton, le tabac, les céréales, les terrains de golf et des jardins. (Puil, 1998)

Il est indiqué que le contrôle de la qualité des eaux réutilisées en agriculture concerne les paramètres physico-chimiques une fois par mois, les éléments traces tous les six mois et les œufs d'helminthes toutes les deux semaines. (Landrieau, 1982)

Par ailleurs, l'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité, et en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle, et la protection de l'environnant. (Landrieau, 1982)

La réutilisation des eaux usées traitées est une action volontaire et planifiée et qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour les différents usages, afin de combler des déficits hydriques. (Landrieau, 1982)

Les eaux usées domestiques traités sont réutilisées en plusieurs domaines parmi lesquels :

III.1.1 La réutilisation agricole

La majorité des projets de réutilisation des eaux usées traités concerne les domaines agricoles, car la réutilisation des eaux usées traités en agriculture améliore les rendements des cultures. Ainsi il est indispensable de mettre en place des normes et des réglementations strictes et adaptées à la spécificité des différentes cultures, afin de garantir la protection de la santé publique et de l'environnement. (Landrieau, 1982)

En effet, Il existe des normes strictes en matière de réutilisation des eaux usées traitées, et sa conséquence sur l'homme et l'environnement (norme de L'OMS), pour objectif principal d'éliminer les risques sanitaires et la pollution de l'environnement lié directement à la réutilisation des eaux usées traités. (Landrieau, 1982)

Au niveau mondial l'irrigation des espaces verts, est la voie la plus répandue de la réutilisation des eaux usées urbaines traités (Lazarova, 1998). Par contre, dans les pays où les normes existantes sont très sévères (Australie, Etats-Unis, certains pays du Moyen-Orient), le traitement secondaire est tertiaire est obligatoire, afin de réduire les risques. (Landrieau, 1982)

En France, l'abondance des ressources en eau ne permet pas le développement de la réutilisation des eaux usées et la plupart des projets de réutilisation des eaux usées traités principalement en agriculture, situés surtout dans les zones côtières de l'Atlantique (par exemple Pornic pour l'irrigation des terrains de golfs, en Montpellier pour l'irrigation de quelques cultures (Landrieau, 1982).

III.1.2 La réutilisation industrielle

La réutilisation industrielle des eaux usées domestiques traités et le recyclage interne sont désormais une réalité technique et économique. Les plus grands consommateurs en eau, sont les centrales thermiques et nucléaires (eau de refroidissement) et les papeteries, mais la qualité de l'eau réutilisée est réglementée et dépend de type de production. En effet, la part des eaux usées urbaines ne dépasse pas 15% du volume des eaux réutilisées en industrie.

À l'U.S.A. le volume des eaux résiduaires réutilisées en industrie est d'environ 790.000 m³/j, dont 68% pour le refroidissement. (Lazarova, 1998)

III.1.3 La réutilisation urbain et périurbain (Réutilisation non-alimentaire)

Ces dernières années, les usages urbains et périurbains des eaux usées correctement traitées se développent rapidement, et deviennent un élément fondamental de la politique de gestion intégrée de l'eau dans les grandes agglomérations. Par exemple, au Japon 8% du volume total des eaux usées est réutilisées, soit environ 8 millions de m³/an, avec un système de distribution : eau potable et eau usées traitées. (Renaud, 1997)

Il faut noter que la réduction de la demande en eau potable peut atteindre 10 à 15%, voire 40% dans les zones résidentielles, avec grandes espaces verts. Les usages urbains et périurbains les plus courants des eaux usées traitées est l'irrigation d'espaces verts (parcs, terrains de golfs), l'aménagement paysager, le lavage des rues ou des véhicules, la protection contre l'incendie, ainsi l'utilisation de l'eau ménagère traitée pour le lavage des sanitaires. Cependant, les normes qui régissent la qualité des eaux usées destinées à de tel usage sont très sévères, et voisines à celles en vigueur pour l'eau potable. (Miller, 1990)

III.1.4 Réutilisation pour un usage alimentaire (eau potable)

Le progrès technologique en matière de l'eau permet de produire une eau de très bonne qualité, même à partir des eaux usées. De nombreuses études ont conclu à l'absence d'objection pertinente à la réutilisation des eaux résiduaires, correctement traitées, à des fins potables. Toutefois, les principales contraintes pour ce type d'usage sont psychologiques et culturelles, associées à la perception de l'eau usée comme dangereuse et malsaine. (Lazarova, 1998)

De ce fait, la tendance principale aujourd'hui est l'usage indirect. Après un séjour temporaire de l'eau usée traitée dans le milieu naturel, et en fonction de type de réutilisation, elle peut être classée soit dans la catégorie de réutilisation potable, soit pour des usages non potables.

Dans le premier cas, il faut souligner l'impact psychologique très positif de ce détour par le milieu naturel qui permet à l'eau destinée à la réutilisation de perdre son identité d'eau usée. (Lazarova, 1998)

III.2 PRODUCTION DIRECTE ET INDIRECTE D'EAU POTABLE

III.2.1 Production directe

L'unique exemple de production directe d'eau potable à partir des eaux usées est celui de l'usine de Windhoek, en Namibie. En plus, plusieurs projets de démonstration de production directe d'eau potable à partir des eaux résiduaires urbaines ont été menés à Denver aux Etats-Unis, à Cape Town en Afrique du sud, à Sao Paolo au Brésil et à Mexico city. Selon les différentes études menées dans ce domaine la qualité de l'eau produite aux Etats-Unis à partir d'effluents secondaires est la meilleure que celle produit par les ressources naturelles, et les études épidémiologiques indiquent l'absence de risques microbiologiques et toxicologiques (Wright et Missi mer, 1995).

III.2.2 Production indirecte

Le stockage intermédiaire des eaux usées (en partie assainies) peut s'effectuer dans des nappes phréatiques, des lacs ou des réservoirs artificiels. Le taux de dilution des eaux usées réutilisées avec l'eau des ressources naturelles varie de 16 à 40 %, et aucun impact négatif sur la santé humaine n'a été détecté suite à la réutilisation de ce type d'eau. (Wright et Missi mer, 1995).

III.3 VALORISATION DES EAUX USEES

C'est une méthode de recyclage qui vise à la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages. (Wright et Missi mer, 1995).

III.3.1 La valorisation des eaux usées épurées (E.U.E)

On distingue 5 catégories de valorisation :

- Valorisation pour l'irrigation : cultures fourragères ou maraichère, céréales, prairies, etc.
- Valorisation industrielle : circuit de refroidissement, construction, papeteries, industries textiles, etc.
- La production d'eau potable.
- La recharge de nappe phréatique. (Wright et Missi mer, 1995).

III.3.2 La valorisation des eaux usées épurées dans le domaine AGRICOLE

La majorité des projets de réutilisation des eaux usées concerne des utilisations agricoles. Pour ce secteur, la réutilisation des eaux améliore les rendements des cultures et apporte des

bénéfices financiers. L'irrigation est l'activité humaine qui consomme le plus d'eau. La réutilisation agricole des eaux épurées comme moyen d'économiser la ressource a donc été une des premières voies de développement des projets.

Certains pays devant faire face à de graves pénuries d'eau, ont développé en ce sens une politique à l'échelle nationale. En effet, la réutilisation évite que les stations d'épurations rejettent leurs effluents polluants dans le milieu récepteur. (Wright et Missimer, 1995).

Dans le cas spécifique de l'irrigation, les bénéfices ne résident pas seulement dans la préservation du milieu et de la ressource, mais aussi dans la nature des E.U. (Wright et Missimer, 1995).

En effet, elles contiennent des éléments fertilisant (Azote, Phosphore et Potassium), ainsi que des oligoéléments comme le Fer, le Cuivre, le Manganèse, et le Zinc, qui sont bénéfiques pour les cultures, et qui peuvent augmenter significativement le rendement. (Wright et Missimer, 1995).

III.3.2.1 Le risque sanitaire : les MES protègent les micro-organismes de beaucoup de traitements, comme les traitements au chlore ou aux UV. (Wright et Missimer, 1995).

III.3.2.2 Le risque technique : si les MES sont présentes en trop grand nombre, elles peuvent entraîner le bouchage des canalisations et les systèmes d'irrigation. (Wright et Missimer, 1995).

III.3.2.3 Le risque agronomique et environnemental : il est possible que les éléments soient apportés en excès. Dans ce cas, il y a un risque de pollution des sols et de la diminution du rendement.

Les taux en éléments nutritifs (cause de la dégradation des sols) sont de première importance. Il faut donc trouver le bon équilibre entre le niveau de traitement, les besoins des cultures et la nature du sol. (Wright et Missimer, 1995).

*** Cas la TUNISIE**

La **Tunisie** a développé un programme de réutilisation des eaux usées épurées dès les années soixante. Dans ce pays, l'augmentation de la population et du niveau de vie ont accru à la fois les besoins en eau et les rejets d'eaux épurées dans le milieu naturel. Les politiques se

sont donc trouvés face à une crise économique et écologique dans certaines régions. La première utilisation d'eaux usées épurées a eu lieu aux alentours de Tunis (la capitale), pour irriguer 600 ha de citronniers.

(Wright et Missimer, 1995).

La nappe qui alimentait autrefois les circuits d'irrigation, avait été surexploitée et commençait à être envahie par l'eau de mer. Il a donc fallu trouver une solution alternative. Puis, à partir des années quatre-vingt, une politique ambitieuse de réutilisation a été mise en place. En 1993, 6.400 ha de terres agricoles étaient irrigués avec des eaux épurées, et ce chiffre devait atteindre 20 à 30.000 ha dans les années suivantes. Le traitement préconisé est le bassin de maturation, le plus adapté aux conditions techniques et économiques locales. Les restrictions d'utilisation ne concernent que les légumes destinés à être consommés crus ou cuits, selon la réglementation tunisienne établie en 1989. (Wright et Missimer, 1995).

III.3.3 La valorisation des eaux usées épurées dans le domaine INDUSTRIEL

Il s'agit bien ici de la réutilisation pour l'industrie, d'eaux usées domestiques d'origine urbaine, et non de la réutilisation d'eaux usées industrielles. Les entreprises possèdent souvent leur propre station d'épuration afin de traiter les effluents spéciaux, issus des processus industriels. Il arrive parfois qu'elles réinsèrent les effluents épurés dans leur processus. Parmi les activités industrielles, la production d'énergie est de très loin le secteur qui prélève le plus d'eau dans le milieu. En France.

En 2001 l'industrie a participé 57 % pour la production d'énergie. La R.E.U.E industrielle peut donc être intéressante dans le secteur de l'énergie, dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts. Les autres applications possibles concernent les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l'industrie du papier, la production d'acier, de textiles, les industries d'électroniques et de semi-conducteurs et autres. (Wright et Missi mer, 1995).

La qualité requise est spécifique à chaque industrie, parce que sa composition chimique peut avoir des répercussions sur les processus industriels. Les préoccupations concernent principalement les phénomènes d'entartrage, de corrosion, de développement de bactéries, d'encrassement, de formation de mousse, et d'inhalation d'aérosols par les travailleurs. Il n'y a pas de problème sanitaire spécifique à l'industrie et on retrouve les mêmes contaminants que pour les autres usages. (Wright et Missi mer, 1995).

III.3.4 La valorisation des eaux usées épurées en ZONE URBAINE

Les utilisations possibles d'eaux épurées en zone urbaine sont extrêmement nombreuses, et il en existe de multiples exemples à travers le monde. Ces projets concernent :

- L'arrosage de parcs, de terrains de sport, de terrains de golf, d'aires de jeux.
- Les bassins d'agrément, piscines, bassins pour la pêche et la navigation de plaisance. (Wright et Missi mer, 1995).
- Les eaux des sanitaires d'un immeuble ou d'un groupe d'immeubles.
- Le lavage de voirie, réservoirs anti-incendie, et autres. (Wright et Missi mer, 1995).

La valorisation en zone urbaine nécessite un réseau double, qui permet de distribuer séparément les eaux épurées et l'eau potable. Il peut y avoir un réseau double à l'échelle de la ville entière ou à l'échelle de l'habitation. (Wright et Missi mer, 1995).

III.3.5 La valorisation des E.U.E pour un USAGE ALIMENTAIRE (eau potable)

Le progrès technologique du métier de l'eau permet de produire une eau de très bonne qualité, même à partir des eaux usées.

De nombreuses études ont conclu à l'absence d'objection, pertinente à la réutilisation des eaux résiduaires, correctement traitées à des fins potables. Toutefois, les principales contraintes pour ce type d'usage sont psychologiques et culturelles, associées à la perception de l'E.U comme dangereuse et malsaine. De ce fait, la tendance principale aujourd'hui est l'usage indirect, après un séjour temporaire de l'E.U traitée dans le milieu naturel. (Wright et Missi mer, 1995).

III.3.5.1 La recharge de nappe phréatique

La principale motivation concernant la recharge de nappe, est la dégradation de sa qualité environnementale, et la diminution de sa réserve en eau.

Ce mode de réutilisation a lieu essentiellement dans des zones arides, qui doivent faire face à des problèmes d'assèchement de nappes, ou dans des zones côtières, où les nappes sont envahies par l'eau de mer. (Wright et Missi mer, 1995).

Les matières en suspension (M.E.S.), contribuent également à la fertilisation des sols, car elles sont riches en matière organique. L'utilisation d'E.U à la place d'engrais de synthèse coûteux, est économiquement intéressante pour les agriculteurs. (Wright et Missi mer, 1995).

De plus, l'arrosage avec des E.U permet un rapport fractionné et à faible dose des engrais, en plus de cela, elle est bénéfique pour l'environnement, car elle évite la pollution des sols et les dépendances aux fertilisants, qui sont des phénomènes qui peuvent apparaitre avec une fertilisation classique. **REF ????**

***Remarque :** Mais il faut faire attention à ne pas apporter ces éléments fertilisants en excès. Car il y a en effet, un triple risque :*

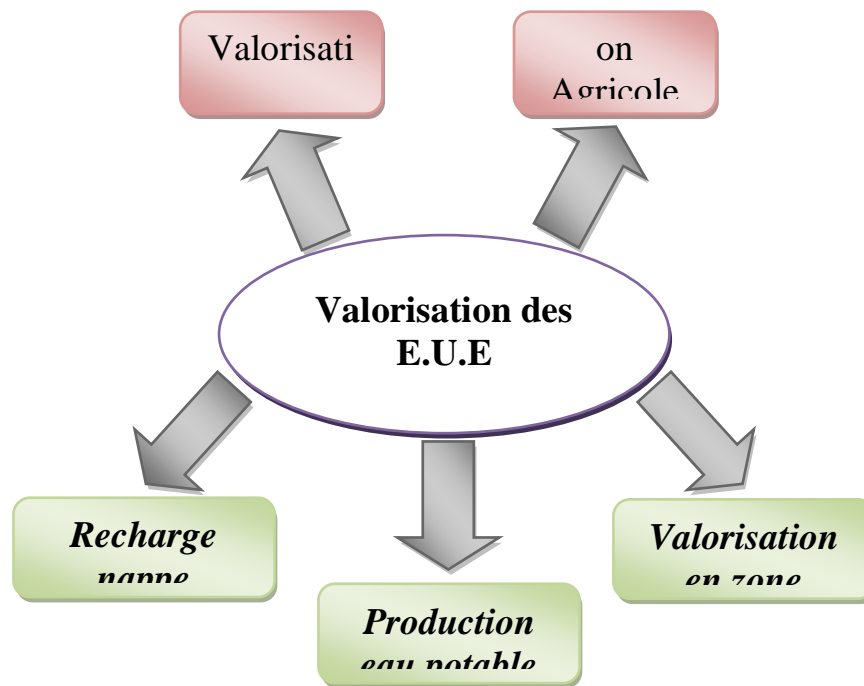


Figure n° 13 : Schéma représentant les domaines de valorisation des E.U.E. (Wright et Missimer, 1995).

III.3.6 La valorisation des boues traitées

La valorisation des boues se constate comme suite :

III.3.6.1 L'épandage : L'épandage agricole de boues d'épuration à une double utilité :

- D'une part il apporte à l'agriculteur des moyens efficaces, et la plupart du temps gratuits, pour entretenir la fertilité de sa terre et pour nourrir ses cultures.

En effet, pour que les plantes soient capables de fabriquer leurs aliments, à partir du gaz carbonique et de l'oxygène de l'air, par le mécanisme de la photosynthèse, elles doivent prélever dans le sol d'autres matières premières indispensables : ce sont les nutriments, constitués essentiellement par l'azote, le phosphore, le potassium et divers oligo-éléments. Transformés en matière végétale, ces éléments sont exportés au moment de la récolte.

Il faut donc trouver un moyen de les restituer au sol, pour éviter son appauvrissement, (c'est le cas de la fertilisation).



Figure n° 14 : L'opération d'épandage sur sol agricole. (Wright et Missi mer, 1995).

- d'autre part, il permet de compléter le travail d'épuration des stations, en digérant la matière organique, et en détruisant les [micro-organismes pathogènes](#) contenus dans les boues, susceptibles de provoquer des maladies chez l'homme et l'animal. Le sol est en effet un milieu très défavorable à ces micro-organismes, assez rapidement détruits par :
 - Les conditions physico-chimiques régnantes.
 - L'action du soleil : UV, sécheresse.
 - La concurrence des autres micro-organismes naturellement présents dans le sol (après enfouissement). (Wright et Missi mer, 1995).

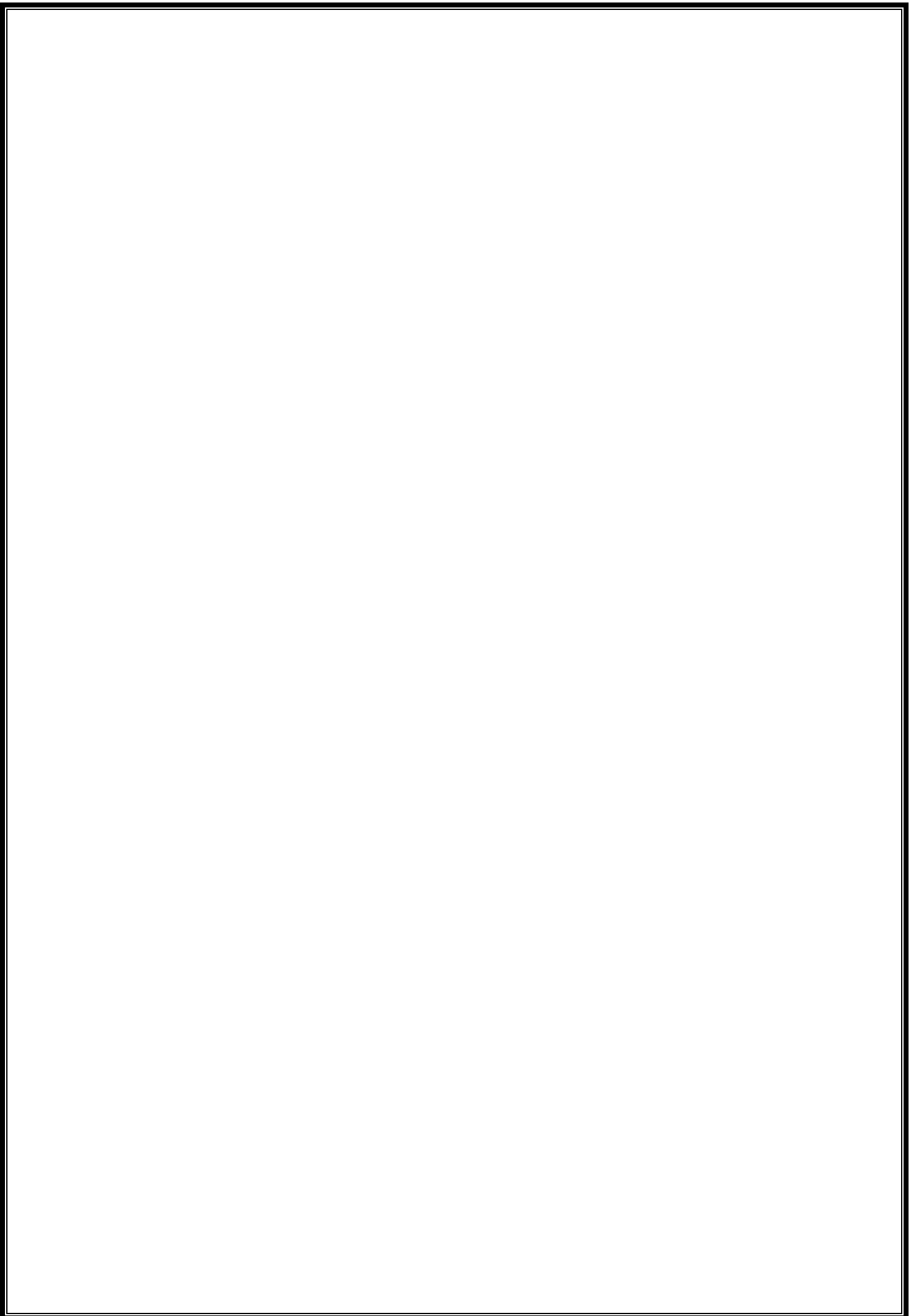
III.3.6.2 L'Incinération : elle peut être réalisée dans des fours spécifiquement conçus pour les boues, mais aussi dans des usines d'incinération, dédiées à la fois aux ordures ménagères et aux boues. L'incinération des boues d'épuration reste une voie d'élimination coûteuse.

III.3.6.3 La mise en décharge :

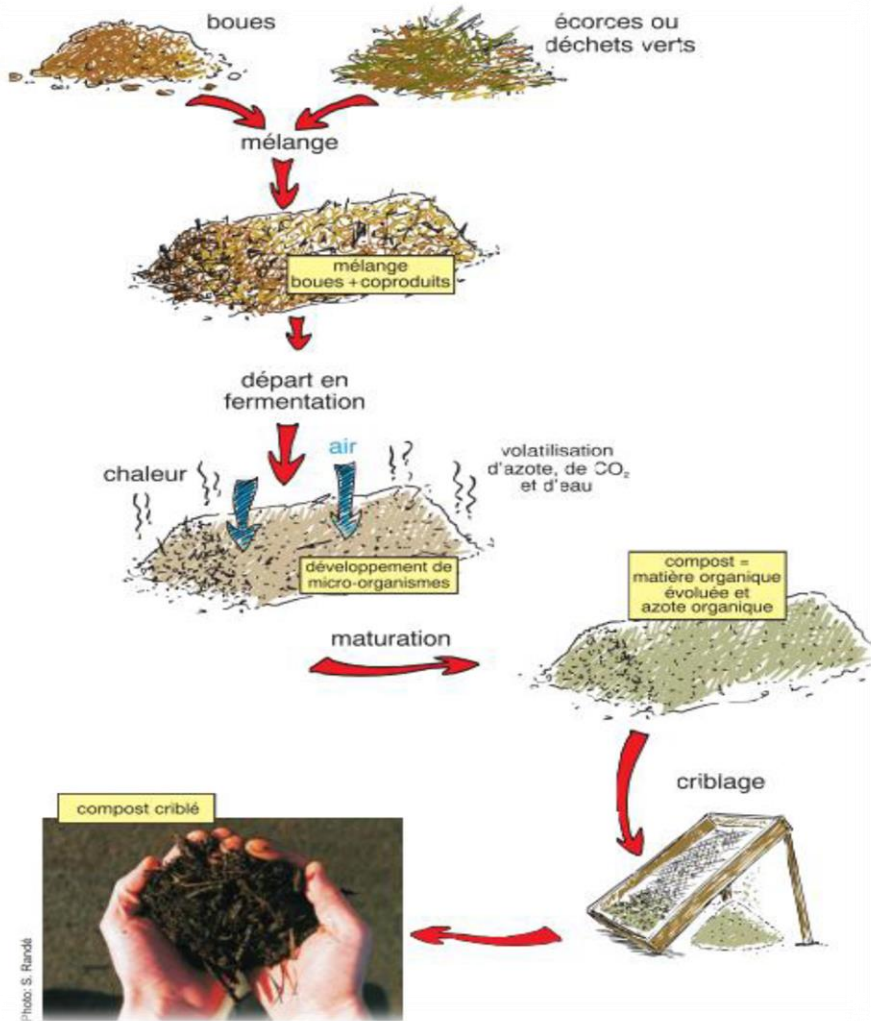


Figure n° 15 : L'opération de mise en décharge. (Wright et Missi mer, 1995).

III.3.6.4 Le compostage : Il s'agit d'un processus de dégradation des matières organiques fermentescibles qui se déroule naturellement dans le sol pendant plusieurs années. (Wright et Missi mer, 1995).



CHAPITRE IV : SITUATION DES EAUX USEES EN ALGERIE



CHAPITRE IV : SITUATION DES EAUX USEES EN ALGERIE

En Algérie, les changements climatiques de ces dernières années, l'accroissement démographique et le développement de l'urbanisation ont conduit à des problèmes multiples et complexes. Au défi croissant que pose la demande en eau et sa gestion, s'ajoute les problèmes de rejet des eaux usées et leur influence directe ou indirecte à long ou à court terme sur l'environnement et la santé publique. (Boualla et *al.*, 2011)

Pour répondre à cette situation d'épuisement des ressources naturelles, et à la protection de l'environnement, le recours à l'épuration des eaux usées urbaines, souvent chargées en éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore, représenterait, d'une part une source d'eau, et d'engrais additionnelle renouvelable et fiable pour l'agriculture, d'autre part, elle permettrait la protection des milieux aquatiques récepteurs, en plus de la préservation des ressources naturelles superficielles et souterraines, pour une vocation plus noble, qui est l'alimentation en eau potable. (Boualla et *al.*, 2011)

Une goutte d'eau usée produite par le consommateur transite par plusieurs étapes, avant d'être rejetée dans le milieu naturel. Ce cycle épuratoire débute par la collecte des eaux usées. (Boualla et *al.*, 2011)

La **S**ociété des **E**aux et d'**A**ssainissement d'**AL**ger (SEAAL), gère sur les périmètres d'Alger et de Tipasa plus de 4.500 km de réseau d'eaux usées, qui permettent d'acheminer les eaux vers 07 stations d'épuration (STEP). (Boualla et *al.*, 2011)

Elle possède 52 postes de relevage sur Alger, et 08 sur Tipasa (avec 15 postes de relevage supplémentaires en cours de raccordement sur Tipasa), dont le rôle principal est de pomper progressivement les eaux au fil des variations topographiques du terrain, vers les sites de traitement, exploités 24h/24. (Boualla et *al.*, 2011)

Une goutte d'eau usée peut ainsi transiter par plusieurs postes de relevage successifs avant de rejoindre une STEP. (Boualla et *al.*, 2011)

Le réseau est équipé par endroit d'exutoires nommés «déversoirs d'orage» permettant de sécuriser le réseau contre des surcharges, notamment en temps de pluie de forte intensité. Ces déversoirs d'orages sont progressivement instrumentés afin de garantir leur fonctionnement optimal. (Boualla et *al.*, 2011)

Une fois arrivées sur une Station d'Épuration, les eaux usées subissent différentes étapes de traitement pour devenir une eau épurée apte à être accueillie par le milieu naturel, sans impact environnemental. (Boualla et *al.*, 2011)

Les premières étapes de traitement mettent en jeu des dispositifs physique, faisant intervenir des grilles, tamis ou filtres, pour retenir les particules de grosse taille. Les éléments plus fins (sables) sont ensuite piégés par décantation.(Boualla et *al.*, 2011)

La pollution résiduelle, après prétraitement, se caractérise principalement par :

- La pollution carbonée
- La pollution azotée
- La pollution phosphorée

Ces composantes de la pollution servent de nutriments à des bactéries épuratrices qui sont « cultivées » dans les STEP. La consommation de la pollution par les bactéries va engendrer une épuration des eaux, mais également un accroissement de la quantité de bactéries. La quantité excédentaire de bactéries épuratrices également nommée « biomasse », doit être extraite, sous forme de boue liquide.(Boualla et *al.*, 2011)

Les eaux et la biomasse passent par un ouvrage de séparation en fin de traitement. Les eaux ainsi assainies sont ensuite rejetées en milieu naturel, ou réutilisées pour l'irrigation des terres agricoles dans le cadre de la réglementation en vigueur.(Boualla et *al.*, 2011)

Des procédés de concentration et de déshydratation des boues liquides vont conduire à la production d'une boue pâteuse, contenant des éléments fertilisants.
(Boualla et *al.*, 2011)

La production actuelle des 07 stations d'Alger et de Tipasa est de l'ordre de 36.000 tonnes de boue brute, contenant 75% d'eau, soit environ 9.000 tonnes de boues sèches par an.(Boualla et *al.*, 2011)

Le rôle de SEAAL est ainsi clairement défini en matière d'assainissement. Cependant, la contribution de tous les citoyens est indispensable afin, d'une part, de s'assurer que leurs rejets sont intégralement collectés par le réseau public, et d'autre part, qu'ils ne perturbent pas le bon fonctionnement des dispositifs de collecte et de traitement des eaux usées.(Boualla et *al.*, 2011)

Il est du devoir de chacun de :

- S'assurer que son activité (personnelle ou professionnelle) ne génère pas de rejet direct dans le milieu naturel. Dissocier les systèmes de collecte des déchets solides des systèmes de collecte des eaux usées. Nous constatons malheureusement que de nombreux déchets ménagers et gravas sont encore régulièrement extraits des réseaux et des STEP.(Boualla et *al.*, 2011)
- Prendre conscience que le cycle de l'eau est globale : la protection de la ressource en eau passe obligatoirement par une collecte et un traitement efficient des eaux usées domestiques et industrielles. Chacun doit donc adapter son comportement dans une perspective courte, moyenne et long terme, dans une logique de développement durable.(Boualla et *al.*, 2011)

IV.1 NOS STATIONS D'ÉPURATION

L'entreprise SEAL gère, sur les périmètres des wilayas d'Alger et de Tipasa, sept stations d'épuration :

IV.1.1 La station de traitement des eaux usées de BARAKI (ALGER)

La STEP actuelle de Baraki a une capacité épuratoire de 900.000 Eq.Hab. pour un débit moyen théorique de 147.000 m³/j.

Initialement mise en service en 1989, cette station n'a plus fonctionné pendant une longue période, jusqu'à sa réhabilitation récente. Une extension est en cours de réalisation pour doubler sa capacité de traitement. (Boualla et *al.*, 2011)

Le programme défini dans le Schéma Directeur, a prévu le raccordement de gros collecteurs (Pointe Pescade) sur le réseau alimentant la STEP de Baraki. Deux extensions ultérieures porte sa capacité à 1.800.000 Eq.hab depuis 2015, et 3.600.000 Eq.hab ont été prévus à partir de 2020.

Cette station a reçu en moyenne 63.400 m³/jour en 2013 et produit 12.200 tonnes de boues à 23.9 % de siccité. Les performances de traitement permettent de garantir une conformité du rejet supérieur à 99% et un rendement d'élimination de la pollution supérieur à 95%. (Boualla et *al.*, 2011)

IV.1.2 La station de traitement des eaux usées de BENI MESSOUS (ALGER)

La STEP actuelle de Beni Messous a une capacité épuratoire de 250.000 Eq.Hab. Pour un débit moyen théorique de 50.400 m³/j. Cette STEP a été mise en service en 2007. Une extension est en cours de réalisation pour doubler sa capacité de traitement et compléter le traitement tertiaire.

Deux extensions ultérieures sont été prévues, portant la capacité totale de la STEP de Beni Messous à 500.000 Eq.hab. durant l'année 2015 et 810.000 Eq.hab à l'horizon 2025.

Cette station a reçu en moyenne 33.400 m³/jour en 2013 et produit 8.800 tonnes de boues à 22.9 % de siccité. Les performances de traitement permettent de garantir une conformité du rejet de 100% depuis 2013, et un rendement d'élimination de la pollution de 95%. (Boualla et *al.*, 2011)

IV.1.3 La station de traitement des eaux usées de RÉGHAIA (ALGER)

La STEP actuelle de Réghaia a une capacité épuratoire de 400.000 Eq.Hab, pour un débit moyen théorique de 80.000 m³/j. La station a été construite en deux étapes.

- La première tranche, consistant en un traitement primaire des effluents, a été mise en service en 1997.
- La seconde tranche, mise en service en 2008, a complété le traitement par une filière biologique et un traitement tertiaire.

Une extension est prévue pour porter la capacité de traitement de la STEP à 900.000 Eq.Hab. Il est important de noter que la station reçoit actuellement un effluent, qui est 67% du temps au-delà des valeurs de dimensionnement de la station.(Boualla et *al.*, 2011)

Cette station a reçu en moyenne 62.300 m³/jour en 2013 et produit 10.400 tonnes de boues à 33.2 % de siccité. Les performances de traitement permettent de garantir une conformité du rejet supérieur à 92% depuis 2013, et un rendement d'élimination de la pollution supérieur à 92%.

Ces chiffres révèlent une très bonne performance de la station, en considérant le fait que l'effluent d'entrée dépasse la capacité nominale de la STEP, en termes de pollution à traiter.(Boualla et *al.*, 2011)

IV.1.4 La station de traitement des eaux usées de STAOUÉLI (ALGER)

Cette station a été réalisée en 1987, et réhabilitée en 2002 puis en 2008. SEAAL a effectué sa remise en service en 2011. Cette station, d'une capacité de 15.000 Eq.hab permet de traiter 3.000 m³/j.

Le traitement est de type classique, équipée de prétraitements, d'un traitement par boue activée, et de dispositif de déshydratation des boues sur lits de séchage. (Boualla et *al.*, 2011)

IV.1.5 La station de traitement des eaux usées de HADJOUT (TIPAZA)

Mise en service en juin 2006, la station d'épuration de Hadjout est de type boues activées, fonctionnant en aération prolongée, faible charge associée à une dénitrification et une déphosphatation biologiques.

Sa capacité nominale est de 70.000 Eq.Hab. pour un débit de 11.200m³/j. Elle reçoit 7.300 m³/j en moyenne, et permet d'éliminer plus de 94% de la pollution contenue dans les eaux usées. Son niveau de conformité atteint 100% depuis 2013. La production de boue est de 2.200 tonnes de boues par an, à 19.4 % de siccité. (Boualla et *al.*, 2011)

IV.1.6 La station de traitement des eaux usées de CHENOUA (TIPAZA)

Mise en service en Janvier 2008, la STEP de Chenoua a une capacité de 70.000 Eq.Hab. pour débit de 11.200m³/j.

Cette station a reçu en moyenne 5.400 m³/jour depuis 2013, et produit 1.300 tonnes de boues à 24.4 % de siccité. Les performances de traitement permettent de garantir une conformité du rejet de 100% depuis 2013, et un rendement d'élimination de la pollution supérieur à 93%. (Boualla et *al.*, 2011)

IV.1.7 La station de traitement des eaux usées de KOLÉA (TIPAZA)

La S.T.E.P. de Koléa, a une capacité épuratoire de 75.000 Eq.Hab., pour un débit moyen théorique de 11.000 m³/j.

La station a été construite en deux étapes.

- La première, comprenant une filière complète de traitement dont 02 bassins d'aération, qui a été mise en service en 1986.
- La seconde, mise en service en 2006, a consisté à compléter le traitement par une troisième filière biologique.

L'unité est cependant limitée en termes de flux du fait du dimensionnement des prétraitements. Elle a reçu en moyenne 2.400 m³/jour depuis 2013, et produit 900 tonnes de boues à 20,1% de siccité. Les performances de traitement permettent de garantir une conformité du rejet d'environ 70% depuis 2013, et un rendement d'élimination de la pollution supérieur à 87%.

(Boualla et *al.*, 2011)

IV.2 L'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF (ANC)

Appelé aussi **assainissement autonome** est le traitement des eaux usées domestiques sans les égouts, réseau collectif.

Le concept d'assainissement autonome désigne généralement l'ensemble des étapes de traitement permettant d'éliminer les eaux usées d'une habitation individuelle, unifamiliale, en principe sur la parcelle portant l'habitation, sans transport des eaux usées. Une extension (plus rare) concerne le traitement des eaux usées de quelques habitations voisines sur un terrain privé. On parle alors d'assainissement autonome mais groupé. En revanche un groupement qui comporte un petit réseau de collecte et un dispositif de traitement (épandage, massif filtrant, etc) sur terrain communal est considéré comme un assainissement semi-collectif.

IV.2.1 La « fosse toutes eaux »

Elle est parfois utilisée comme prétraitement. Son rôle est de retenir tous les matières solides et les déchets flottants, dont les huiles et les carburants. Ce système seul ne traite cependant que 30 % de la pollution initiale. (Wikipedia, 2021)

Les fosses toutes eaux sont ainsi appelées, car elles recueillent toutes les eaux de la maison, et non seulement les eaux en provenance des toilettes (ou eaux grises). Anciennement, les fosses septiques recueillaient uniquement les eaux noires (eaux vannes), mais ce type de système est interdit depuis 2009. (Wikipedia, 2021)

Dans certaines solutions, comme dans les microstations d'épuration ou les filtres compacts, la fosse toutes eaux est remplacée par un premier compartiment à l'intérieur de la solution d'assainissement (appelé le décanteur), qui prend alors pour fonction le prétraitement des eaux usées :

IV.2.1.1 Fonction physique : La fonction principale de la fosse toutes eaux est la séparation gravitaire des solides qui se déposent au fond du compartiment, les flottants (graisses, eau, huiles, papiers, etc.) restant aussi dans la partie haute de ce premier compartiment. (Wikipedia, 2021)

IV.2.1.2 Fonction biologique : Dans une certaine mesure, on a une liquéfaction par digestion de bactéries anaérobies. Dégagement de gaz nécessitant une ventilation secondaire en sortie de fosse. L'absence d'air forcé limite fortement cette opération dans les fosses toutes eaux. (Wikipedia, 2021)

L'arrivée des effluents se fait dans le premier compartiment par un déflecteur pour garantir la tranquillisation des effluents et ne pas perturber la fonction physique et le travail des bactéries anaérobies.

Le passage du premier compartiment au second se fait par une cloison dite siphonide, placée à mi-hauteur des deux compartiments, bloquant les flottants ainsi que les produits lourds et garantissant aussi la tranquillisation permettant ainsi aux petits déchets suspendus dans l'eau, de se déposer dans le deuxième compartiment. (Wikipedia, 2021)

Description et fonctionnement d'une fosse toutes eaux (FTE) et d'un filtre à sable non drainé, sur enseeiht.fr, consulté le 19 janvier 2017.

IV.3 L'ASSAINISSEMENT ECOLOGIQUE

Souvent appelé **EcoSan**, abréviation de l'anglais *Ecological Sanitation*, désigne de façon générale tout mode d'assainissement, basé sur la dissociation des flux d'eaux ménagères et des *excreta*, et la valorisation de l'urine et des matières fécales par des toilettes sèches. Ce sont des alternatives aux méthodes classiques d'assainissements, tant collectifs qu'individuels (fosse septique, microstation d'épuration...) (Wikipedia, 2021)

Cette approche est caractérisée par une volonté de circularité, en favorisant l'utilisation par l'agriculture des nutriments, ou plus généralement de toute la matière organique, contenus dans les excréments. (Wikipedia, 2021)

On peut aussi dire que cette approche permet de protéger les milieux aquatiques en traitant les urines et les matières fécales, afin de les transformer en ressources à valoriser pour la fertilisation des sols. (Wikipedia, 2021)

Les dispositifs EcoSan ont pour principe de transformer les *excreta* en ressource, pour la production agricole, dans l'objectif de réduire l'utilisation de ressources non renouvelables comme les engrais chimiques. Lorsque ces dispositifs sont bien dimensionnés et conçus ils permettent de façon hygiénique, économique et écologique le retour des nutriments aux sols. (Wikipedia, 2021)

IV.3.1 Principe

Parce que l'environnement et la santé, sont au cœur des préoccupations de notre société, et que les enjeux posés par la pollution de l'eau et l'appauvrissement des sols apparaissent chaque jour de façon plus nette, il est désormais essentiel de promouvoir les méthodes d'assainissement se basant sur les principes suivants :

- Réduire la pollution en amont ;
- Maîtriser la consommation en eau ;
- Réduire le risque sanitaire et environnemental ;
- Etre accessible à tous, culturellement, socialement, techniquement et économiquement ;
- Responsabiliser l'individu.

Pour y parvenir, les systèmes d'assainissements écologiques mis en œuvre, s'appuient sur les concepts suivants :

- Considérer les matières de façon différenciée ;
- Traiter et valoriser les résidus ;
- Utiliser des techniques ayant un bilan énergétique faible ;
- Avoir une démarche locale avec un maximum d'autonomie.

IV.3.2 Les systèmes plantes

IV.3.2.1 Définition et principes de fonctionnement

Dans une rivière, les pollutions faibles et ponctuelles sont épurées par les différentes composantes du milieu naturel. On parle de pouvoir d'auto-épuration du cours d'eau. Des microorganismes associés à des végétaux utilisent et transforment les substances indésirables. Le sol joue le rôle d'un filtre. C'est ce système qu'on reproduit artificiellement à domicile dans des bassins imperméables. (Wikipedia, 2021)

Le système d'assainissement par filtres plantés est conçu sur mesure. Son dimensionnement dépend de la quantité d'eau à traiter (on parle en équivalent habitant) mais aussi de la nature de la charge polluante (tous les produits n'ont pas le même degré de toxicité). Ce dernier paramètre découle directement de votre mode de vie : utilisation de toilettes sèches ou à eau, de produits d'entretien respectueux de l'environnement ou de produits conventionnels, il dépend aussi de notre mode de santé (traitements antibiotiques ou médecines douces). (Wikipedia, 2021)

IV.3.2.2 Les plantes

On choisit des plantes aquatiques ou de zones humides, en préférant des espèces locales. Une fois plantés dans vos filtres, roseaux et scirpes communs, iris des marais et menthes aquatiques se développent en utilisant les rejets à traiter. (Wikipedia, 2021)



Roseau de rivière



Scirpe des marais



Iris des marais

Figure n° 17 : les plantes aquatiques proposée comme moyen de filtration. (Google, 2021)

Elles servent de support de développement aux microorganismes et leur apportent l'oxygène issu de la photosynthèse via les racines. Elles consomment une partie des matières organiques et de l'azote rendu disponible par les bactéries dites nitrifiantes, retardent le colmatage de surface et assurent une bonne intégration paysagère de la station sur votre terrain. (Wikipedia, 2021)

IV.3.2.3 Les microorganismes

Ce sont des bactéries qui s'installent de façon naturelle dans les filtres. Elles consomment les matières organiques et permettent de déclencher des cycles biochimiques comme celui de l'azote. (Wikipedia, 2021)

IV.3.2.4 Le substrat minéral

Il s'agit de matériaux lavés et roulés de rivière de différentes granulométries ou de pouzzolane. On joue avec ces différentes tailles pour imposer aux eaux usées un certain cheminement dans le filtre, tout en assurant la rétention des matières en suspension. Il sert de support de développement aux plantes et aux microorganismes. (Wikipedia, 2021)

IV.3.3 La réalisation et le dimensionnement

Pour déterminer l'emplacement du filtre, la pente naturelle du terrain sera le facteur le plus important. La surface nécessaire pour un tel système d'assainissement varie d'un facteur de 5 en fonction du mode de vie, écologique ou conventionnel, des usagers. Le coût est fonction de la dimension mais également de votre implication dans l'autoconstruction. Il se situe entre 1.200 € et 3.200 €, pour une famille de 4 personnes (dont deux enfants). (Wikipedia, 2021)

IV.3.4 L'opérationnalité du filtre et son entretien

Le filtre sera fonctionnel dès la fin du chantier d'installation, néanmoins il n'atteindra son efficacité optimale qu'à l'issue d'un an au moins. La mise en fonctionnement comprend une période de mise en eau des différents bassins et le temps de reprise des plantes. (Wikipedia, 2021)

La maintenance la plus lourde est de basculer deux vannes tous les quinze jours pour permettre une alternance des deux premiers bacs. En cas d'absence prolongée, il faut laisser les bacs se remplir pendant trois semaines avant le départ. (Wikipedia, 2021)

Un tel système peut supporter des variations de température et de volumes d'eau à traiter (accueil temporaire de personnes). Il fonctionne aussi en hiver. Il conviendra également de veiller à ce que le dispositif ne se bouche pas (comme pour tout autre système d'assainissement) et ne manque pas d'eau. La croissance des plantes devra être surveillée la première année. Au bout de deux ans de fonctionnement, les plantes seront éventuellement fauchées à la fin de l'hiver. Le traitement préconisé est le compostage. (Wikipedia, 2021)

IV.4 EXEMPLE D'EXPERIENCE EN ALGERIE

L'Algérie est un pays où les structures d'épuration des eaux usées sont modestes car la quasi – totalité des stations destinées à résorber ce problème sont à l'arrêt. Au niveau des villes, sur 600 millions de m³/an, 540 millions de m³/an sont déversés dans la nature. (BESSENASSE, 2003)

Au niveau du monde rural, la situation est plus grave, faute d'équipement d'assainissement. Entre 3.000 et 4.000 cas de maladies à transmission hydrique dues aux eaux usées sont enregistrées annuellement au niveau national. Selon un représentant du ministère de la santé, 80 % des cas de contamination de l'eau sont dus à la pollution fécale. (BESSENASSE, 2003)

Autre problème du rejet des eaux usées vers la mer, est du à l'implantation des stations de dessalement le long du littoral (plus d'une vingtaine de stations de dessalement qui seront installées d'ici une dizaine d'années), qui seront confrontées à la pollution de l'eau de mer. (BESSENASSE, 2003)

Si, dans les zones urbaines à forte densité, la technique de l'assainissement collectif comprenant un réseau de canalisations enterrées complété par une station d'épuration est la seule solution financièrement acceptable, il n'en est pas de même pour certaines zones rurales ou péri – urbaines. (BESSENASSE, 2003)

En effet, le coût de cet équipement rapporté à l'usager s'élève rapidement, lorsque la densité de l'habitat diminue et l'assainissement autonome, dont les aspects techniques sont parfaitement maîtrisés. (BESSENASSE, 2003)

L'assainissement autonome est l'ensemble des filières de traitements qui permettent d'éliminer les eaux usées des habitations individuelles uni – familiales. Dans les pays développés et plus particulièrement en France, l'assainissement autonome occupe une place importante dans la politique d'assainissement, surtout dans les zones rurales. (BESSENASSE, 2003)

En Algérie, depuis la première réalisation du système d'assainissement autonome de Ain – Loussig dans le sud Algérien (W. Ghardaïa) en 1994 par le C.N.E.R.I.B [Centre national d'études et recherches intégrées du bâtiment], jusqu'à nos jours aucune réalisation de grande

importance n'est venue s'ajouter. Malgré son fonctionnement tant bien que mal, elle est restée la seule expérience en la matière. (*BESSENASSE, 2003*)

IV.5 CONCLUSION

Suite à ces différentes données, recueillis auprès de plusieurs sources, nous devons conclure que seule une volonté politique sérieuse, pourrait venir à bout de la problématique des eaux usées urbaines (domestiques), surtout au niveau des petites concentrations humaines, qui se trouvent à l'heure actuel, isolées du raccordement au réseau d'assainissement.

CONCLUSION GENERALE

L'eau est un facteur limitant du développement de l'agriculture, la rareté est appréhendée en termes de stress hydrique et d'irrégularité de la ressource, deux facteurs susceptibles de s'accroître avec le changement climatique. Face au défi d'assurer la couverture des besoins en eau pour la population ainsi que pour l'agriculture en Algérie, une politique active de mobilisation des ressources en eau a été mise en œuvre, ainsi que de nouveaux instruments de gestion, c'est la réutilisation des eaux usées.

En Algérie, la présence de normes de rejet spécifiques à la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation (Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 et décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006), ainsi que la présence de textes réglementaires fixant la modalité de réutilisation des eaux usées, et la liste des cultures et les conditions de leur irrigation, par les eaux usées épurées (Décret exécutif n° 07-149 du 20 mai 2007, et l'arrêté interministériel du 2 janvier 2012), constituent une promotion de projets de réutilisation des eaux usées épurées.

Les dirigeants, publics et privés, ont des décisions à prendre en matière de réutilisation des eaux usées. Ils sont confrontés à la nécessité d'exploiter des quantités en augmentation, afin de répondre à des demandes toujours plus grandes. La gestion intégrée des eaux usées épurées en Algérie, désormais institutionnellement reconnue comme un modèle de partenariat public-privé, est la meilleure approche pour une mise en valeur et une gestion efficace et durable des eaux usées épurées, face à des demandes en eau en augmentation.

Références bibliographiques :

Mémoires consultés :

1. BESSENASSE Mohamed, 2003, *Traitement des eaux usées par la technique d'assainissement autonome, pour la préservation des ressources en eau du sud Algérien*, Revue semestrielle scientifique et technique « Le journal de l'Eau et de l'Environnement », Université Saad DAHLEB. Blida. Algérie
2. Mémoire (assainissement des eaux usées domestique. station dépuraton (ville de sidi bel abbes),(chaala soumia et boussahla aicha ,2015)
3. Réutilisation des eaux usées épurées. Samuel Baumont (école nationale supérieure agronomique de Toulouse).

Autre documents consultés :

- (BOUALLA N., HADJ HASSAN B., BENZIANE A., DERRICH Z. (2011). *L'expérience Algérienne en matière d'épuration des eaux usées*. Science Lib Edition Mersenne : Volume 3, Issue 111115, 8p.
- Document STEP.
- Glossaire du SDAGE Nord-Picardie, Agence de l'eau, 2017

Biblio net :

https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89puration_des_eaux (Samuel,2014) les pages (3/4/5/6/7/8/9/10/11/12) .

<http://www.hygienepublique.gov.pf/spip.php?article61> (Duchène, 2005),(les pages 13/14) .

<https://www.inbw.be/comment-fonctionne-une-station-depuration>.(Bralont wallon, 2018) les pages(15/16/17) .

<https://www.u-picardie.fr/beauchamp/conferences/assainissement-coll.html>

(Beauchamp,2008)Les pages (17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31).

<http://www.seaal.dz/qi-sommes-nous/metiers/assainissement/epuration-des-eaux/> Boualla et al., 2011)

les pages(44/45/46/47/48/49).

<http://fr.Wikipedia.org/Wiki/Eaux>. (Wikipedia, 2021) ,les pages(50/51/52/53/54/55)
