

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences économiques, commerciale et des sciences de gestion
Département des sciences de Gestion

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences économiques
Spécialité « Management Public »

Sujet

Thème : Valorisation des eaux usées dans une logique d'économie circulaire en Algérie : réalités et perspectives

Réalisé par :

LARIBI IDIR

Devant le jury composé de

<i>Mme Ouchalal Houria</i>	<i>MCA, UMMTO</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mme Aoudia Fairouz</i>	<i>MCB, UMMTO</i>	<i>examinatrice</i>
<i>Mme Rahmouni Djamila</i>	<i>MCA, UMMTO</i>	<i>Rapporteur</i>

Année Universitaire 2023 / 2024

REMERCIEMENTS

J'exprime ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon encadreur, Madame Rahmouni Djamila, « Maitre de Conférences Classe A » à l'Université de Tizi-Ouzou, qui m'a accordé sa confiance pour suivre ce travail de recherche. Sa contribution hautement distinguée dans la réalisation de ce travail, ses suggestions pertinentes dans la recherche et surtout sa disponibilité.

Je remercie également Monsieur MOULAI Kamel de m'avoir donné l'opportunité de suivre mes étude de Master en Management Public.

Mes vifs remerciements aux membres du jury d'avoir accepté l'évaluation de notre modeste travail.

Je remercie également le personnel de l'office national de l'assainissement de Barraki et la station d'épuration de Barraki (SEAAL) pour leur accueil, et d'avoir mis à ma disposition les données relatives au traitement des eaux usées.

Nous remercions la direction régionale de l'ADE de Tizi-Ouzou

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail de près ou de loin.

DÉDICACES

À la mémoire de mon père.

À ma chère mère.

À mes deux sœurs.

À toute ma famille.

Tous mes cousins et cousines

Je dédie ce travail à mon amis H.Mbarek

Également tous mes amis à l'université.

Tous mes amis à la résidence universitaire

«HASNAOUA1».

Sommaire

Introduction générale.....	5
Chapitre I : : L'économie circulaire, un changement de paradigme pour une efficacité gestionnaire	8
<i>Section 01 : l'économie circulaire, consistance et spécificités :</i>	<i>9</i>
<i>Section 02 : économie circulaire, une alternative pour une gestion rationnelle des ressources :</i>	<i>16</i>
Chapitre 2 : eaux usées, consistance et intérêt	23
<i>Section 1 : Eau usée, typologie et mécanismes de traitement :</i>	<i>24</i>
<i>Section 2 : Les justificatifs du besoin actuel à la valorisation des eaux usées.....</i>	<i>32</i>
Chapitre III : réalités nationales de la valorisation des eaux usées	40
<i>Section 01 : Importance des quantités des eaux usées en Algérie</i>	<i>41</i>
<i>Section 02 : principaux mécanismes de la politique de valorisation en Algérie</i>	<i>46</i>
Chapitre IV : Principaux segments de valorisation des eaux usées	51
<i>Section 01 : Les différentes formes de valorisation effectives :</i>	<i>52</i>
<i>Section 02 : Des axes de valorisation à prévoir</i>	<i>57</i>
CONCLUSION GÉNÉRALE	63

Introduction générale

Si la Terre apparaît bleue vue de l'espace, il ne faut pas oublier que seulement 3 % de son eau est douce, le reste étant salé. Cette infime fraction d'eau douce, répartie entre glaciers, nappes phréatiques, lacs et rivières, doit pourtant répondre à tous les besoins de l'humanité. Un défi majeur qui nous impose de préserver et de gérer durablement cette ressource précieuse.

La répartition mondiale de l'utilisation de l'eau se caractérise par une domination du secteur agricole, qui consomme environ 70% de l'eau douce prélevée. L'industrie arrive loin derrière avec 22%, tandis que les usages domestiques représentent seulement 8% de la consommation totale. Cette disparité met en évidence les enjeux majeurs liés à la gestion durable de cette ressource précieuse, en particulier dans un contexte de changement climatique et de croissance démographique.

L'utilisation de l'eau par les activités humaines, agricoles et industrielles génère des eaux usées polluantes à des degrés variables. Le rejet non traité de ces eaux dans l'environnement a des conséquences graves sur la santé humaine, les écosystèmes et les activités économiques. En effet, plus de 80% des eaux usées dans le monde (plus de 95% dans certains pays en développement) sont rejetées sans traitement, ce qui constitue une menace importante pour la santé publique et la planète

Pour limiter les impacts négatifs des eaux usées, leur traitement en station d'épuration (STEP) est indispensable. Ces stations permettent d'éliminer la pollution en suspension et dissoute, transformant ces eaux usées en un effluent répondant aux normes de qualité requises pour le milieu naturel dans lequel il sera rejeté.

➤ **Problématique**

Traditionnellement, le traitement des eaux usées consistait à collecter, à traiter et à rejeter les eaux usées dans l'environnement. Cette approche linéaire n'est plus durable face aux défis croissants liés à la rareté de l'eau et à la pollution.

L'économie circulaire propose un changement de paradigme en considérant les eaux usées comme une ressource précieuse à valoriser plutôt qu'un déchet à éliminer, les avantages potentiels de l'économie circulaire pour le traitement des eaux usées sont considérables. En relevant les défis actuels, l'économie circulaire peut contribuer à une gestion plus durable et

plus responsable de cette ressource précieuse qu'est l'eau. La problématique centrale à laquelle notre travail de recherche tente de répondre est : **Dans quelle mesure l'économie circulaire contribue-t-elle à une valorisation des eaux usées ?**

➤ Questions subsidiaires

De notre problématique centrale découle une série de questionnements auxquels il convient de répondre :

- Qu'est ce qu'une économie circulaire et quelles sont ses spécificités ?
- Quels sont les principaux justificatifs de la nécessité de la mise en valeur des eaux usées ?
- Quelle est l'importance des eaux usées traitées en Algérie ?
- Quelle politique de valorisation des eaux usées caractérise la sphère algérienne ?
- Quels sont les principaux segments de valorisation effectifs en Algérie, et quels sont les voies à promouvoir au futur ?

➤ **Hypothèses**

En vue d'apporter des éléments de réponses à notre problématique , nous posons deux hypothèses :

Hypothèse 01 : l'économie circulaire offre des voies de valorisation durables des eaux usées traitée en transformant le déchet en une ressource ;

Hypothèse 02 : La politique de valorisation des eaux usées en Algérie connaît une timide expansion, mais reste insuffisante et conviendrait de la promouvoir d'avantage

➤ **Objectifs de la recherche**

- Mettre la lumière l'importance d'une gestion circulaire des eaux usées traitées
- Présenter r les différents procédés de traitement utilisés dans la station d'épuration de l'Office national des assainissements (ONA).
- Mettre en évidence l'importance du potentiel d'eau usée valorisable en Algérie
- Analyser la réalité nationale en matière de valorisation des eaux usées, et proposer des voies de promotion en nous appuyons sur les réalités internationales.

➤ **Plan de mémoire**

Ce présent travail est structuré en quatre chapitres, le premier chapitre traite l'économie circulaire et ces défis environnementaux, ainsi que son rôle dans la gestion rationnelle des ressources en eaux. Le deuxième chapitre aborde des généralités sur les eaux usées, les différentes étapes de traitement, en outre la nécessité de valoriser les eaux usées face à la pénurie de l'eau.

Le troisième chapitre explore l'importance des quantités des eaux usées traité par L'Office nationale des assainissements, ainsi que la politique algérienne en matière de valorisation des eaux usées mise en place. Le dernier chapitre éclaire les différents secteurs de valorisation des eaux usées en Algérie avec des exemples se sont fait récemment dans quelques wilayas, éclaire aussi les différents formes de valorisation dans le monde qui sont développées.

**Chapitre I : : L'économie circulaire, un changement de
paradigme pour une efficience gestionnaire**

Introduction :

Face aux défis environnementaux croissants et à l'épuisement des ressources naturelles, l'économie circulaire se présente comme un changement de paradigme nécessaire pour une gestion efficace des ressources. Ce chapitre explorera les concepts clés de l'économie circulaire, en la distinguant des modèles économiques linéaires et de recyclage, et en soulignant son importance dans la gestion rationnelle des ressources, notamment l'eau.

Section 01 :l'économie circulaire, consistance et spécificités :

L'économie circulaire se présente comme un modèle économique alternatif prometteur. En rupture avec le modèle linéaire dominant, elle vise à minimiser les déchets et à maximiser la valeur des ressources tout au long du cycle de vie des produits. Cette section explorera les concepts clés de l'économie circulaire et la distinguera des modèles économiques linéaires et de recyclage.

1. L'économie circulaire une réponse au défis environnementaux :

Longtemps appuyée sur le modèle linéaire, l'économie est de plus en plus orientée ces dernières années sur ce qui est appelé une « économie circulaire » qui a été imposé par les défis du développement durable et écologiques qui ont été imposés au fil des années.

Dans les premières analyses économiques, le principe de « ressources illimitée » a été admis comme fondement de base. La gestion des ressources naturelles était alors considérée comme étant un champs hors analyse économique, et ces dernières étaient utilisée sans réflexion. Dans ce sciage de réflexion Dorbane et Hachemi (2023, P : 21) écrivent : « La problématique de ressources naturelles et environnementales est entrée pleinement dans le champ de la politique économique depuis la publication du rapport de Meadows 1972, intitulé « Les limites de la croissance » (ABDELMALKI L. et MUNDEL P., 2010), qui a mis en exergue les conséquences de la croissance économique sur les ressources naturelles limitées et la capacité limitée de la biosphère d'assimilation des rejets et déchets¹ . La création durant la même année, du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), la vulgarisation du concept de développement durable dans le rapport de Brundtland publié en 1987, attestent, entre autres, de l'attention grandissante à l'égard des problèmes environnementaux. Manifestement, cela témoigne de la volonté de la communauté internationale d'appréhender les problèmes environnementaux à l'échelle mondiale. ».

Le modèle économique de référence, qualifié de linéaire, a ainsi révélé ses limites face à l'augmentation de la population ayant mis en avant les dangers irréversibles de l'adoption d'une telle logique. Comme nous le précise Badis, N (2019 ? P : 276) : « Face à

l'accroissement de la population mondiale les besoins de cette dernière en eau, énergie et en matières premières progressent de façon beaucoup plus forte, car le développement économique des pays émergents fait sortir du besoin plusieurs milliards de personnes. Ce phénomène engendre une augmentation des prélèvements qui dépasse largement la bio capacité de la Terre, c'est-à-dire sa capacité à régénérer les ressources renouvelables et à absorber les déchets. En outre, certaines des ressources que nous prélevons sont finies et ne peuvent, en aucune façon, se régénérer. S'ajoutant aux désordres environnementaux l'instabilité accrue du prix des ressources, devenues plus rares. »

L'économie linéaire provoque ainsi une insécurité environnementale, qui « se manifeste par plusieurs phénomènes déjà vécus comme : la déforestation (le Brésil par exemple est le plus touché par ce phénomène selon le bilan mondial de déforestation). La désertification, la pollution marine qui a causé la disparition de certaines espèces marines et a menacé l'écosystème aquatique sans compter les déchets radioactifs . » Zamoum H (2023, P : 965)¹. Ceci a interpellé la réflexion des chercheurs économiste vers un changement de paradigme, ce qui a débouché entre autres à l'émergence de la logique de l'économie circulaire comme une alternative. Selon Badis, n (2019, p : 278)² : « L'économie circulaire se définit comme : une économie dans laquelle la valeur des produits, des matières et des ressources est maintenue dans l'économie aussi longtemps que possible et la production de déchets réduite au minimum ».

« Le concept de l'économie circulaire (EC) a été soulevé pour la première fois par deux économistes de l'environnement britanniques, Pearce et Turner (1990). Ils ont appelé à la nécessité de considérer la terre comme un système économique fermé face aux problèmes environnementaux et à la pénurie de ressources : une relation dans laquelle l'économie et l'environnement ne sont pas considérés comme des liens linéaires, mais comme une relation circulaire. À cet égard, l'économie circulaire est un modèle innovant qui a pour objectif de rechercher l'efficacité de l'économie des ressources. Cela passe par le fait de donner une seconde vie aux produits et notamment par des méthodes de réemploi, de réparation et de réutilisation des matières premières (3R). » (Rahmani, 2022. P : 413)

Figure 1: L'économie circulaire

¹Zamoum H (2023, P : 965) : « Protection de l'environnement à travers l'économie circulaire dans l'industrie textile : approche et procédés », Revue AL-MIEYAR volume 14 n°02.

² BADIS, Op.cit.



Source : <https://www.beelse.com/blog/economie-circulaire-tout-comprendre-en-7-points-cles/>

Dans un rapport établi en 2022, le CESE met en avant quelques caractéristique de l'économie circulaire en s'appuyant sur l'analyse de quelques expériences internationale en la matière. Selon leur étude l'économie circulaire s'articule autour des axes suivants (CESE, 2022, P : 13)³:

- L'importance de l'information et de la sensibilisation des citoyens pour consommer durablement ;
- La lutte contre l'obsolescence programmée des produits (réparation, réutilisation, etc.);
- Le renforcement de l'action pour la promotion de produits durables via l'écoconception;
- Le renforcement de la responsabilité élargie des producteurs (REP);
- La prévention et la réduction des déchets en se focalisant sur quelques secteurs économiques prioritaires comme les emballages (plastique), le textile, les produits électroniques, le bâtiment, etc.

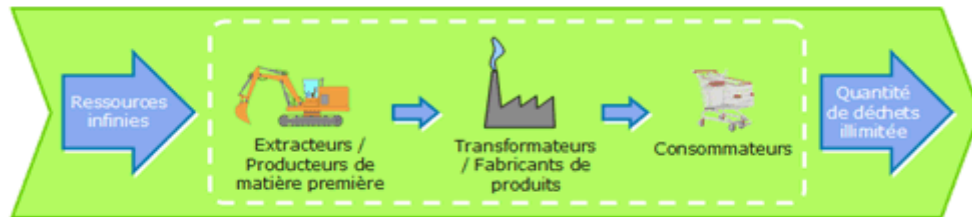
³ : CESE (2022) : « Intégration des principes de l'économie circulaire aux traitements des déchets ménagers et des eaux usées », Avis N° 59.

2. Distinction entre une économie linéaire / économie de recyclage / économie circulaire

2.1. Économie linéaire et économie circulaire :

L'économie linéaire consiste à se fonder sur un simple processus : extraction des ressources, production des biens et services, consommation et le rejet.

Figure 2: le modèle linéaire



Source: <https://www.economiecirculaire.org/static/h/les-enjeux-de-ressources--sobriete.html>

Une économie circulaire, quant à elle, est une vision totalement différente: il s'agit de préserver les ressources de la planète en consommant moins de matières et en recyclant l'ensemble des matières premières qu'on a déjà consommé et a diminué ce fait aussi les impacts environnementaux. Pour distinguer ces deux concepts, nous nous référons à l'analyse faite, en 2022, par Mehriq et Benmir (2022, P : 566)⁴ :

⁴Mehriq, A et Benmir , M - T (2022)⁴ : « Le rôle des banques et des institutions financières dans l'économie circulaire ». Revue El-Miqrizi pour les études économiques et financières, volume 6 N 1.

Tableau 1: distinction entre une économie linéaire et une économie circulaire

Comparaison de l'économie linéaire et de l'économie circulaire			
		Économie linéaire	Économie circulaire
1	But	Génère des déchets après la production et la consommation	Empêche le gaspillage par le partage, la réutilisation, réparation et recyclage
2	Modèle	Prendre – Faire – Éliminer le modèle	(i) la conception des déchets et de la pollution ; (ii) conserver les produits et les matériaux en cours d'utilisation ; (iii) régénérer les systèmes naturels.
3	Processus d'affaires	(i) de la production à la consommation, (ii) de la consommation au gaspillage ; (iii) des déchets à la destruction des déchets Matériel	(i) de la production aux déchets, (ii) les déchets sont ensuite recyclés comme matière première pour être réutilisés.
4	Innovier avec les déchets	Les déchets sont éliminés et ne servent à aucune autre fin.	Les déchets sont soit partagés, réutilisés ou recyclés comme matières premières pour d'autres utilisations de manière innovante.
5	Impact sur le environnement	Il nuit à l'environnement	Il protège l'environnement
6	Effet sur l'emploi	De nouveaux emplois uniques ne sont pas créés pour les membres de la société. Seuls les mêmes emplois sont créés.	Des emplois nouveaux et uniques sont créés pour les membres de la société grâce au recyclage des déchets. Elle peut conduire à la création de nouvelles industries telles qu'une filière de recyclage industrie.
7	Quantité de énergie utilisée	Utilise plus de ressources et d'énergie pour produire de nouveaux biens	Utilise moins de ressources et d'énergie pour produire de nouveaux biens.
8	Conducteurs	La révolution industrielle des années 1800	Le développement durable des Nations Unies les objectifs de développement et l'Accord de Paris
9	Portée mondiale	L'économie linéaire est la plus modèle économique largement adopté dans de nombreux pays du monde	L'économie circulaire est le modèle économique le moins largement adopté dans le monde

Source : Mehrig et Benmir (2022)

2.2. Quelles différences avec l'économie de recyclage ?

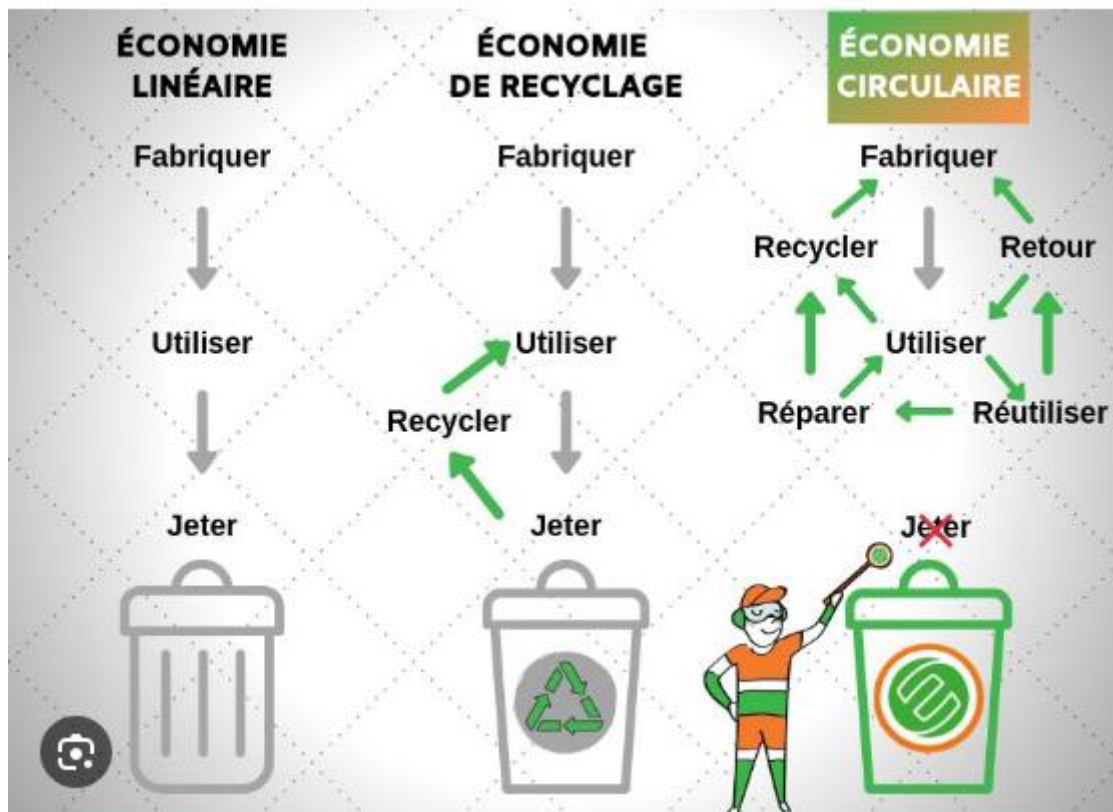
L'économie de recyclage, par contre est une économie qui consiste à réexploiter les produits après la fin de leur cycle d'usage, en les transformant à d'autres produits. Ainsi, « lorsque le produit arrive en fin de vie, à le modifier pour pouvoir récupérer ses matières premières. On le transforme. L'objectif est clairement louable. Toutefois cette étape indispensable de transformation est consommatrice d'énergies, a impact sur notre environnement. » (UNIRESO, 2023)⁵. L'idée fondatrice de l'économie de recyclage est de transformer les déchets en « une ressources », ceux-ci vont être réutilisés dans le futur comme étant une matière première pour la production d'autres biens qui réintègrerons le circuit économique. Ce qui ouvre les voie de créations de nouvelles activités entrepreneuriales et booster la base économique déjà fonctionnelle sur un territoire donnée.

Pour sa part, le concept d'économie circulaire a été officiellement utilisée pour la toute première fois par la Chine, avec la promulgation, en 2008, de la loi en 2008 promouvant l'économie circulaire, l'article N° 02 de cette loi définit l'économie circulaire comme « un terme générique désignant toutes les activités de réduction, de réutilisation et de recyclage menées durant le processus de production, circulation ou consommation ». (BONET, PETIR, &LANCINI, 2014, p. 25)⁶.

⁵ UNIRESO (2023): <https://www.unireso.com/2023/10/19/economie-circulaire-de-quoi-parle-t-on-vraiment-quelle-difference-avec-recyclage/#:~:text=On%20le%20comprend%20donc%20bien,nouveaux%20mat%C3%A9riaux%2C%20de%20nouveaux%20objets>. Consulté le 22 décembre 2023.

⁶ BONET, D., PETIR, I., &LANCINI, A. (2014). L'économie circulaire:quelles mesure de la performance économique, environnementale et sociale. *Revue Française de Gestion Industrielle*, 33 (04), 23-43.

Figure 3: Distinction économie linéaire/ économie de recyclage/ économie circulaire



Source : <https://x.com/schelcher/status/1315734903640805377>

Dans une distinction simplifiée UNIRESO (2023)⁷ écrit « On le comprend donc bien l'économie circulaire s'articule, elle, autour de la réutilisation de produits et matériaux existants tandis que le recyclage, lui, vise à transformer des objets utilisés en de nouveaux matériaux, de nouveaux objets. Prenons un exemple : les livres. On peut soit les jeter dans des poubelles à papier (recyclage) ou bien les donner, les mettre dans « les boîtes à voisins » ou tout le monde pourra mettre des livres et en prendre (économie circulaire). »⁸.

⁷Op-cit

⁸<https://www.unireso.com/2023/10/19/economie-circulaire-de-quoi-parle-t-on-vraiment-quelle-difference-avec-recyclage/#:~:text=On%20le%20comprend%20donc%20bien,nouveaux%20mat%C3%A9riaux%2C%20de%20nouveaux%20objets.>

Section 02 : économie circulaire, une alternative pour une gestion rationnelle des ressources :

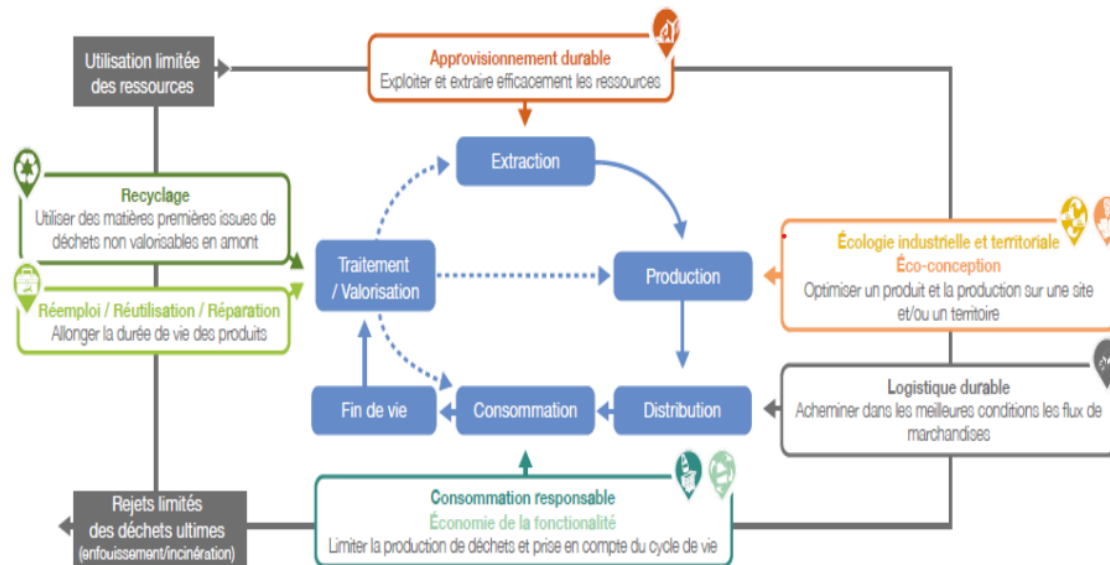
Face à l'épuisement des ressources naturelles et aux impacts environnementaux croissants des activités humaines, l'économie circulaire se présente comme un modèle alternatif prometteur pour une gestion plus durable des ressources. En s'inspirant des cycles naturels, elle vise à minimiser la consommation de ressources et la production de déchets en repensant les systèmes de production et de consommation.

1- Importance de l'économie circulaire en matière de gestion des ressources

« L'économie circulaire vise à réduire la consommation de matières premières en passant du modèle de production et de consommation linéaire, à un modèle circulaire. La mise en place de ce modèle repose sur la combinaison de différentes pratiques aux différentes phases de la vie d'un produit par les 7 piliers ou domaines d'actions de l'économie circulaire : Par l'approvisionnement durable, l'éco-conception, l'écologie industrielle et territoriale, l'économie de la fonctionnalité, la consommation responsable, l'allongement de la durée d'usage et le recyclage. » (Badis, N; 2019, P : 279)⁹. En effet ce modèle offre diverses opportunités de création de valeur, et de valorisation des potentialités et des ressources locales par leur exploitation rationnelle et la valorisation des sous-produits. La figure ci-dessous illustre de manière plus explicite les différents liens pouvant être tissés entre l'économie circulaire et la gestion intégrée des ressources.

⁹ BADIS, N (2019) : « vers une économie authentiquement circulaire », Journal of Financial, Accounting and Managerial Studies. Volume 06, Number 02

Figure 4 : économie circulaire et gestion rationnelle des ressources



Source : Lavoisy et Couteau (2015)¹⁰

¹¹L'économie circulaire apporte ainsi une vision intégrée et systémique à la gestion des ressources naturelles en maximisant les bénéfices tirés des ressources déjà disponibles, et en transformant ce qui est traditionnellement considéré comme un déchet en une ressource précieuse. En adoptant des pratiques circulaires, il est possible de réduire la pollution, de conserver les ressources, de générer de l'énergie renouvelable et de récupérer des nutriments, contribuant ainsi à une gestion plus durable et écologique de différentes façons :

1.1. Valorisation :

La valorisation énergétique permet de récupérer l'énergie produite pendant le processus pour une utilisation subséquente. Elle fait intervenir des procédés de traitement thermique ou chimique des matières résiduelles qui vont les transformer irrémédiablement: l'incinération avec récupération d'énergie, la combustion dans une chaudière industrielle ou dans un four de cimenterie, la pyrolyse et la gazéification. Selon la Loi sur la qualité de l'environnement, la destruction thermique de matières résiduelles constitue de la valorisation énergétique dans la

¹⁰LAVOISY, P et COUTEAU, C (2015) : « L'économie circulaire au service de la préservation des ressources et du climat », édition Imprim Vert, Paris.

¹¹<https://www.quebeccirculaire.org/static/strategies-de-circularite.html>

mesure où ce traitement des matières respecte les normes réglementaires prescrites par le gouvernement, dont un bilan énergétique positif et le rendement énergétique minimal requis, et qu'il contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces aspects sont importants à considérer dans une optique d'économie circulaire.

1.2 Optimisation des opérations :

L'optimisation des opérations peut se définir par l'amélioration ou la modification des techniques, des technologies, des procédés ou des processus employés au sein d'une organisation dans le but de réduire les ressources nécessaires à certaines activités ou d'en maximiser l'utilisation.

1.3. L'écoconception et l'écologie industrielle:

Stratégie bien connue en développement durable, l'écoconception vise, dès la phase de conception, à prendre en compte les impacts environnementaux potentiels des produits ou des procédés tout au long de leur cycle de vie en cherchant à les minimiser ou les prévenir. L'étape de conception est déterminante pour réduire la quantité de ressources vierges requise dans la fabrication de nos biens. L'économie circulaire y apporte un nouvel éclairage, centré sur l'utilisation optimale des ressources.

L'écologie industrielle ou écologie industrielle et territoriale (EIT) vise à optimiser l'utilisation des ressources par les entreprises industrielles d'un territoire en s'inspirant des cycles des écosystèmes naturels.

1.4. Reconditionnement :

Le reconditionnement consiste à remettre un produit ou composant à l'état neuf avec une garantie équivalente ou proche de celle du neuf. Une suite d'étapes standardisées vise à rétablir ses performances ou sa qualité d'origine et à prolonger sa durée de vie. Le produit est collecté, transporté, désassemblé, chacun de ses composants est nettoyé et contrôlé, certains changés ou réusinés. Le produit est alors réassemblé, contrôlé et remis en vente sur le marché.

1.5. Économie de fonctionnalité :

Les utilisateurs achètent la fonction et non le produit lui-même.

Remplacer la vente de produits par la vente de services ou la location : Au lieu de vendre des produits, les entreprises proposent des services. Par exemple, au lieu de vendre des machines

à laver, elles peuvent proposer un service de lavage. Cela incite les entreprises à créer des produits durables et faciles à entretenir.

1.6. Réparation, réemploi, réutilisation, entretien et recyclage :

Promouvoir le réemploi, la réparation, et la réutilisation avant de recourir au recyclage : L'idée est de prolonger la vie des produits autant que possible avant de les recycler. Cela réduit la demande de nouvelles ressources et minimise les déchets.

Bien que l'entretien et la réparation soient déjà très répandus pour les biens de longue durée (ex : avions, bateaux, automobiles, habitations), on observe une tendance inverse pour les produits de consommation courante et les petits électroménagers.

Le recyclage est un processus par lequel une matière résiduelle subit des transformations afin d'être utilisée comme matière première dans la fabrication d'un nouveau produit.

1.7. Modèles économiques en cascade :

Développer des modèles économiques générant plusieurs boucles de valeur à partir des mêmes matières initiales : Les entreprises doivent créer des systèmes où les matériaux peuvent être utilisés dans plusieurs cycles de production. Par exemple, les déchets d'une industrie peuvent devenir les matières premières d'une autre.

Modifier les modes de production et de vente pour allonger la durée de vie des matières : Les entreprises doivent adapter leurs processus pour maximiser la réutilisation des matériaux, ce qui implique des changements dans la conception des produits, les méthodes de fabrication et les stratégies de marketing.

1.8. Consommation et approvisionnement responsables :

Les démarches de consommation et d'approvisionnement responsables tiennent compte de critères environnementaux, sociaux et économiques dans une perspective de développement durable. Elles peuvent être enrichies par le modèle d'économie circulaire qui propose de nouveaux critères d'achat centrés sur l'usage optimal de nos ressources. Les consommateurs individuels et organisationnels ont évidemment un rôle-clé à jouer pour réduire la consommation de ressources. Ce sont eux qui peuvent questionner leurs réels besoins d'acquisition d'un nouveau bien et privilégier des produits à faible impact sur le plan des ressources et de l'environnement.

En résumé, l'économie circulaire vise à transformer notre modèle économique linéaire actuel, basé sur le schéma "produire-consommer-jeter", en un modèle circulaire où les ressources sont utilisées de manière plus durable et efficace, maximisant la réutilisation et minimisant les déchets. Cela nécessite des innovations dans la conception des produits, des changements dans les modes de consommation, et une coopération accrue entre les différents acteurs économiques.

2- Économie circulaire et gestion de l'eau

Le centre d'information sur l'eau (2024)¹², a mis sur son site officiel un rapport portant sur « l'eau et l'économie circulaire : de quoi s'agit-il ? », où il nous rappelle que « l'accès à l'eau potable est à la fois un besoin et un droit pour tous. Or l'accès à l'eau potable n'est pas le même d'un pays à l'autre, certains pays auront tout juste de quoi satisfaire leurs besoins physiologiques tandis que d'autres exploiteront des quantités phénoménales d'eau pour des usages peu appropriés (ex : pour favoriser l'agriculture intensive dans les pays arides ou encore pour produire des textiles ou de la viande qui consomment énormément d'eau) ».

En règle générale, l'eau qui arrive au robinets du domicile de chaque individus est le fruit d'un cycle spécifique, telle illustré dans la figure suivante :

Figure 5: cycle de traitement de l'eau



Source : <https://www.sapoval.fr/leau-et-de-leconomie-circulaire/>

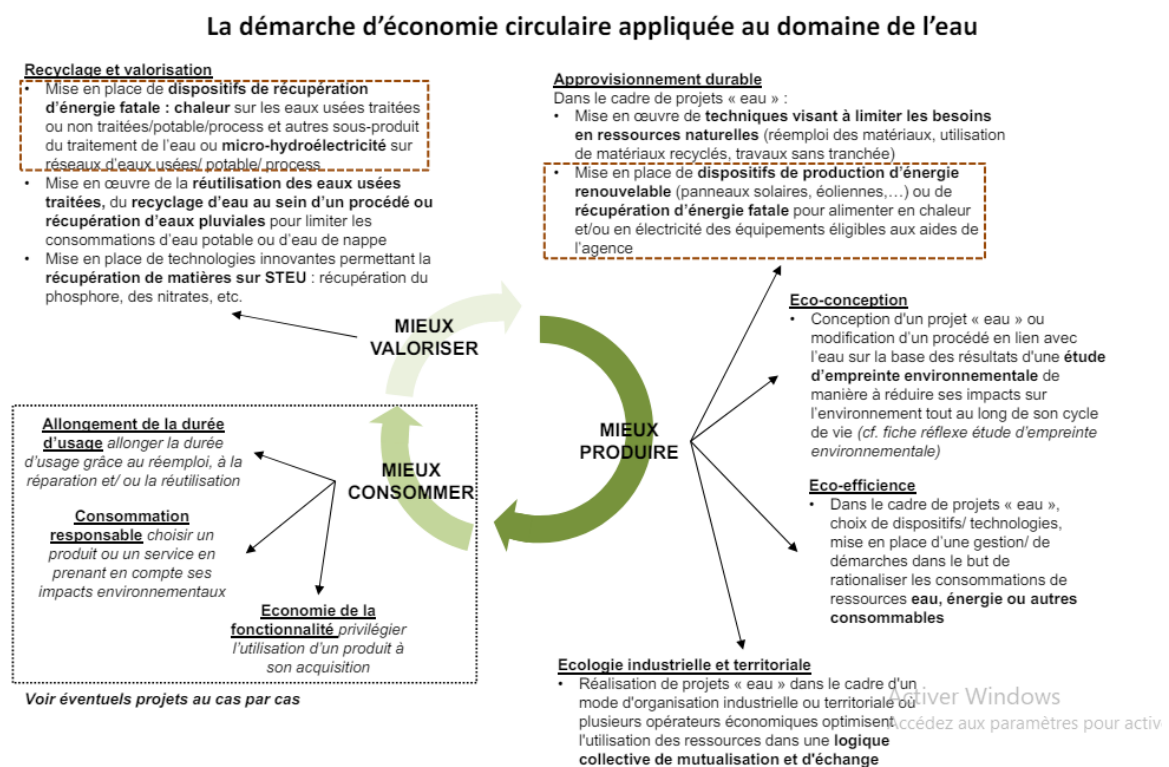
L'économie circulaire est un moyen qui va permettre un gestion rationnelle des ressources en eau, cette dernière peut être défini comme étant « l'ensemble des actions permettant de

¹²<https://www.cieau.com/eau-transition-ecologique/solutions/leau-et-leconomie-circulaire-de-quoi-sagit-il/>

modifier les comportements qui ont des incidences sur la nature, de l'exploitation, de la distribution et de la consommation de manière , et qu'ils soient rationnels sur la base des règles juridiques qui régissent ce secteur et en impliquant les différents acteurs publics et privés afin d'atteindre l'objectif d'un développement durable.» Mara et Ando Mikue(2022, P : 11)¹³

Les acteurs nationaux et locaux, publics et privés doivent travailler en collaboration pour chercher des mécanismes permettant une adaptation des pratiques avec une gestion réfléchie des ressources en eau. La consommation responsable, la réutilisation, une optimisation énergétique, mais aussi par la valorisation des eaux usées.

Figure 6 : gestion circulaire des ressources en eau



Source :

https://www.mairesdemeuse.com/userfile/documents/ex_actions_eco_circ_lien_avec_eau.pdf

¹³Mara et Ando Mikue(2022) : « gestion des rationnelle des ressources en eau en Algérie, contexte et réalités ». Mémoire de master en sciences économique, Spécialité « économie de développement », UMMTO.

Ainsi ; l'un des axes de la gestion de l'eau dans une optique d'économie circulaire est la valorisation des eaux usées. Dans cet axe de réflexion le CESE (2022, P : 36)¹⁴ dénote que « la gestion des eaux usées est généralement considérée comme un processus complexe et assez coûteux. Néanmoins, face à une demande en eau en expansion continue, et dans le cadre du développement technique et des nouvelles approches de gestion, les eaux usées sont de plus en plus reconnues en tant que source d'eau alternative fiable. Cela renvoie à un changement de paradigme, de la gestion des eaux usées axée sur « le traitement et l'élimination » vers une réutilisation basée sur « le recyclage et la récupération des ressources ». Par conséquent, l'application des principes de l'économie circulaire permettrait de considérer les eaux usées, non comme une problème en quête de solution, mais plutôt comme une partie de la solution aux défis de raréfaction et de pollution de la ressource “eau”. »

Conclusion :

L'économie circulaire n'est pas seulement un concept théorique, mais un modèle économique viable qui peut apporter des solutions concrètes aux défis environnementaux et de gestion des ressources. En adoptant les principes de l'économie circulaire, les entreprises, les gouvernements et les individus peuvent contribuer à créer un avenir plus durable et plus résilient.

¹⁴ : CESE (2022) : « Intégration des principes de l'économie circulaire aux traitements des déchets ménagers et des eaux usées », Avis N° 59.

Chapitre 2 : eaux usées, consistance et intérêt

Introduction :

La pression croissante sur les ressources en eau douce due à l'augmentation de la population, l'urbanisation et l'industrialisation a conduit à une pénurie d'eau dans de nombreuses régions du monde. La réutilisation des eaux usées, aussi appelée eaux usées traitées (EUT), s'impose comme une solution durable et écologique pour répondre à ce défi.

Ce chapitre explore les différentes catégories d'eaux usées, les étapes de leur traitement et les résidus générés. Il met ensuite en lumière les facteurs qui justifient la valorisation des eaux usées, notamment la nécessité de faire face à la crise de la pénurie d'eau et les multiples avantages environnementaux, économiques et sociétaux qu'elle apporte.

Section 1 : Eau usée, typologie et mécanismes de traitement :

Les eaux usées, issues des activités domestiques, industrielles et agricoles, représentent un défi majeur pour la gestion de l'eau. Leur traitement adéquat est crucial pour protéger l'environnement et la santé publique. Cette section explore les différentes catégories d'eaux usées et les étapes clés de leur traitement, en mettant l'accent sur les résidus générés par ces processus.

1. Les principales catégories d'eau usée :

Les eaux usées sont un mélange complexe de liquides et de matières provenant de diverses sources, chacune présentant des caractéristiques distinctes. Parmi ces sources, les eaux usées domestiques et ménagères occupent une place prépondérante, étant produites quotidiennement dans nos foyers et communautés.

Selon BENGOUGA, K (2010)¹⁵ les eaux usées sont des « eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. (GROSCLAUDE, 1999). Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines ».

Pour sa part, SARP Laurence (2023)¹⁶ distingue deux catégories essentielles d'eau usées, où chaque catégorie nécessite des mécanismes de traitement spécifiques :

1.1. Les eaux usées domestiques et ménagères:

¹⁵BENGOUGA, Khalila (2010) CONTRIBUTION A L'ETUDE DU ROLE DE LA VEGETATION DANS L'EPURATION DES EAUX USEES DANS LES REGIONS ARIDES. Masters thesis, Université Mohamed Khider Biskra.

¹⁶SARP, L (2023)¹⁶ : « Les méthodes de traitement des eaux usées expliquées en détail », <https://www.sarp-assainissement.fr/actualites/les-methodes-de-traitement-des-eaux-usees-expliquees-en-detail/>

Elles représentent une part significative des flux d'eaux usées traités dans les systèmes de traitement des eaux. Elles se divisent principalement en deux catégories : les eaux vannes et les eaux grises. Les eaux vannes, issues des toilettes, contiennent des matières fécales et de l'urine, tandis que les eaux grises, provenant des activités domestiques telles que la cuisine, le lavage des vêtements et la douche, sont moins contaminées mais peuvent encore contenir des graisses, des détergents et des résidus alimentaires.

Le traitement des eaux usées domestiques et ménagères revêt une importance cruciale pour préserver la qualité des milieux naturels et protéger la santé publique. Les contaminants organiques, les nutriments et les micro-organismes pathogènes présents dans ces eaux doivent être éliminés ou réduits à des niveaux acceptables avant leur rejet dans l'environnement ou leur réutilisation éventuelle.

1.2. Les eaux usées industrielles :

Proviennent des processus de fabrication et de production industriels. Elles sont souvent plus complexes et plus contaminées que les eaux usées domestiques en raison de la diversité des activités industrielles et des contaminants associés. Ces eaux peuvent contenir une gamme variée de substances telles que des produits chimiques, des métaux lourds, des huiles et des matières organiques.

Le traitement des eaux usées industrielles constitue un défi majeur en raison de la diversité des contaminants et de leur concentration variable. Différentes technologies sont utilisées pour traiter ces eaux en fonction de leur composition spécifique et des exigences de qualité de l'eau en aval. Les procédés biologiques, tels que les bioréacteurs et les filtres biologiques, sont efficaces pour dégrader les matières organiques présentes dans les eaux usées industrielles. La désinfection, la filtration, l'échange d'ions, la séparation membranaire, le dessalement, l'évaporation et la cristallisation sont d'autres méthodes couramment utilisées pour éliminer les contaminants et purifier les eaux usées industrielles.

S'ajoutent à ces deux principaux types d'eau usée, deux autres catégories d'eau polluée en l'occurrence :

1.3. **L'eau pluviale** : Selon Libes Y (S-D)¹⁷, l'eau pluviale est l'une des raisons les plus importantes de pollution des cours d'eau, notamment en période orageuse, cet auteur écrit : « L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). En outre, lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement ("délestage") Y.Libes Les eaux usées et leur épuration de ce "mélange" très pollué dans le milieu naturel. Enfin, dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution. » (P : 2-3)

1.4. **L'eau d'origine agricole** : BENGOUGA, K (2010) ¹⁸ considère que cette catégorie d'eau est polluée par les différentes substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...)

2. Les étapes de traitement des eaux usées et ses résidus :

2.1. Traitement des eaux usées :

¹⁹En règle générale, l'épuration des eaux usées évacuées via tuyaux d'égouts vers la station, est effectuée par un traitement biologique suivants plusieurs étapes :

¹⁷Y.Libes (S-D) : « Les eaux usées et leur épuration », disponible sur le lien

https://www.pseau.org/outils/ouvrages/libes_les_eaux_usees_urbaines_et_leur_epuration_2009.pdf

¹⁸BENGOUGA, Khalila (2010), Op.cit.

¹⁹HARRAT KAMEL(2023/2024) : « station d'épuration des eaux usées de Tizi-Ouzou », rapport réaliser dans le cadre de licence, spécialité Écologie et environnement, Option : Protection des écosystèmes.

Les prétraitements :

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans chaque station d'épuration. Ils permettent d'éliminer la majeure partie des matières en suspension (déchets grossiers, sables...), notamment les huiles présentes dans l'eau.

a). Dégrillage :

Ce procédé est classé selon l'écartement entre les barreaux de grille. Assuré par un dégrilleur grossier et dégrilleur fin pour réduire les risques de colmatage de conduites.

Dégrilleur grossier :

Permet de séparer les déchets volumineux (macro-déchets) des eaux usées.

Dégrilleur fin :

Dont les barreaux sont espacés de 20 à 25 mm. Il permet de séparer les petits déchets (moins volumineux) des eaux usées.

Figure 7 : Dégrilleur grossier / Dégrilleur fin



SOURCE : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kraftwerk_Neuses,_Ausleitbauwerk.JPG?uselang=fr

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.jefranceindustrie.fr%2Fdegrilleur%2Fdegrilleur-fin%2F&psig=AOvVaw2ywk2YugNP9ZtGqIApfAnI&ust=1717609988205000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQihxqFwoTCLi_9PzBwoYDFOAAAAAdAAAAABAE

b). Dessablage :

Permet de séparer le sable des eaux usées par effet de décantation naturelle au fond de l'ouvrage.

c). Déshuilage :

Permette séparer les huiles et les graisses des eaux usées. Deux bassins sont équipés d'aérateurs sur les cotés pour accélérer la flottation des graisses et des dirigées vers la fosse des huiles et graisses.

- **Soufflante by-pass**

C'est une vanne de sécurité qui sert à by passer l'effluent de la station lors d'une arrivée d'eau usée (ex : eau de pluie) qui sera directement rediriger vers l'Oued ou bien la mer, et aussi à l'arriver d'eau très chargée en métaux lourds (ex : l'huile de vidange) qui passera d'abord par le prétraitement.

Figure 8 : Soufflante du BY-PASS



SOURCE : photo prise par nous même à l'ONA Est de Tizi-Ouzou

2.2. Traitement biologique (bassins biologiques):

Les bactéries présentes naturellement dans l'eau vont dégrader la matière organique biodégradable en utilisant de l'oxygène O_2 fournit par les aérateurs de surface; d'autres part, ces dernières vont consommer cette oxygène pour se proliférer (se reproduire) ; par la suite, elles vont sécréter un polysaccharide qui jouera le rôle d'une colle. Les bactéries se collent entre elles pour former un floc biologique, un ensemble de flocs biologiques se nomme "boue biologique" ou "aérée" qui va être conduite vers un clarificateur où il y aura une séparation physique de l'eau et de la boue. Cette dernière se décompose au fond du clarificateur, l'eau épurée va se déverser dans un canal collecteur qui va la conduire vers un canal de sortie pour l'acheminer vers l'Oued.

Une quantité de la boue est recueillie vers le bassin d'aération pour maintenir les concentrations optimales. La boue en excès sera dirigée vers le bassin de stabilisation.

Figure 9 : Bassin biologique (aération).



SOURCE : photo prise par nous même à l'ONA Est de Tizi-Ouzou

Clarification :

C'est la séparation des boues de l'eau. Les boues activées issues du bassin d'aération sont transférées gravitairement au centre de l'ouvrage. La boue de retour est amenée vers les puits à boues ; une quantité est recirculée vers le bassin d'aération, et l'excès sera envoyé vers le bassin de stabilisation. L'eau séparée et clarifiée est rejetée dans le milieu naturel.

Figure 10 : Clarificateur



SOURCE : photo prise par nous même à l'ONA Est de Tizi-Ouzou

2.3. Traitements des boues :

Stabilisation :

Elle permet de diminuer le pouvoir fermentescible des boues et l'activité bactérienne au niveau du bassin de stabilisation. On aura des boues stables en stress alimentaire (qui contient moins de matières organiques «MVS») qui vont s'auto détruit. En présence d'aire, on parle de stabilisation aérobie.

L'épaississeur :

Les boues sont transférées vers l'épaississeur pendant 24h à 48h via des pompes. Cette étape a pour objectif d'éliminer une quantité significative d'eau et d'augmenter la concentration des boues.

Les lits de séchage :

Les boues épaissies sur l'épaississeur sont acheminées gravitairement vers les lits de séchage naturels. Le séchage se fait par filtration et évaporation naturelle sur une aire de séchage, le temps de séchage varie selon la météo (les jours ensoleillés ou nuageux et temps pluvieux). On obtient à la fin une boue de bonne siccité qui sera ensuite récupérer par des agriculteurs afin qu'ils les utilisent comme engrais.

Figure 11: Les lits de séchage



SOURCE : photo prise par nous même à l'ONA Est de Tizi-Ouzou

Section 2 : Les justificatifs du besoin actuel à la valorisation des eaux usées

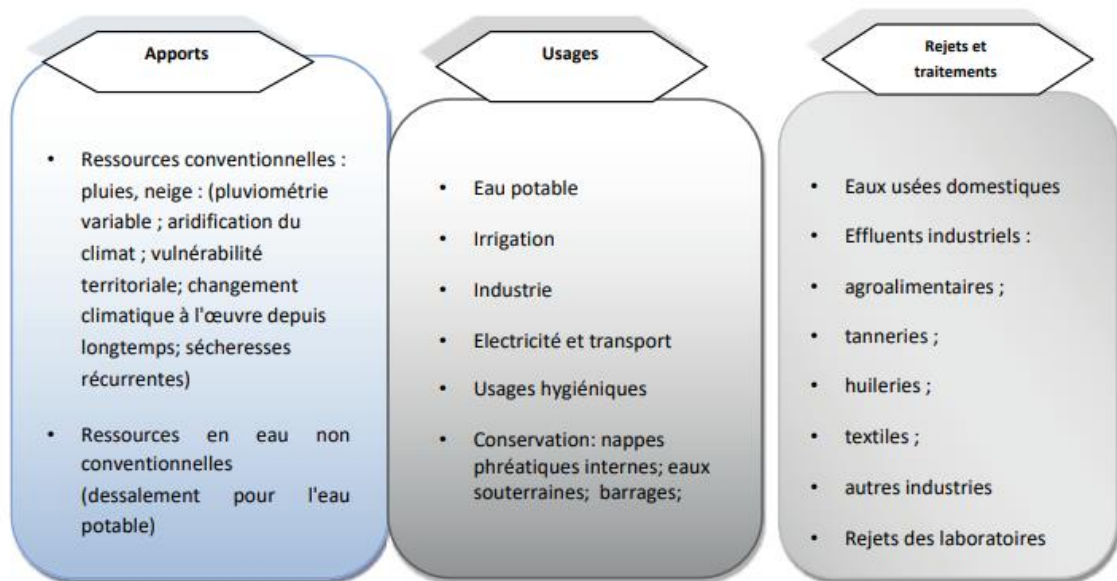
Selon les Nations Unies, « 40% de la population mondiale est aujourd'hui touchée par une pénurie d'eau. 80% des eaux usées sont rejetées sans traitement dans l'environnement et plus de 90% des catastrophes sont liées à l'eau. Plus de 2 milliards de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et plus de 4,5 milliards de personnes ne disposent pas de services d'assainissement adéquats »²⁰. Ces chiffres alarmants mettent en évidence à la fois le potentiel des eaux usées gaspillées à l'échelle mondiale, tout en interpellant sur le besoin à une prise en considération de cette ressource pour la valoriser au lieu qu'elle se transforme en une menace pour l'Homme et son environnement.

1. Nécessité de la réutilisation des eaux usées face à la crise de la pénurie d'eau

L'eau, source de vie par excellence, est une ressource indispensable à la survie de tous les êtres vivants sur notre planète. Elle joue un rôle crucial dans un large éventail de domaines, de l'agriculture à l'industrie en passant par la santé et l'environnement. Ses apports, usages et rejets sont très variés, nous reprenons ci-dessous une figure synthétique d'une analyse faite par le CESE :

²⁰<https://www.un.org/fr/desa/water-action-decade#:~:text=Selon%20les%20Nations%20Unies%2C%2040%25%20de%20la%20population,de%2090%25%20des%20catastrophes%20sont%20li%C3%A9es%20%C3%A0%20l%27eau.>

Figure 12 : Ressources en eau : origines et usages



Source : (CESE, 2022, P : 33)²¹

Cependant, malgré son abondance apparente, la disponibilité et la qualité de l'eau sont de plus en plus menacées par un ensemble complexe de facteurs, allant du changement climatique à la croissance démographique et à la dégradation environnementale. Plusieurs facteurs participent à l'aggravation de la crise de l'eau, parmi les plus importants on peut citer ceux mis en avant par MALIKI (2006, P : 99)²² :

1.1. Augmentation de la demande :

L'augmentation rapide de la population algérienne a des implications énormes pour toutes les ressources y compris l'eau. Si la demande de cette ressource augmente, en parallèle Les gens feront face aux pénuries d'eau douce qui sérieusement va freiner la production de la nourriture et le développement économique. Bien qu'il y ait des différences d'opinion, les plus mauvais scénarios suggèrent que presque sept milliard d'individus dans 60 pays mèneront des vies caractérisées par une des crises d'eau en 2050. Même sous suppositions optimistes, (Gardner-Outlaw et Engelman, 1997).

²¹ : CESE (2022) : « Intégration des principes de l'économie circulaire aux traitements des déchets ménagers et des eaux usées », Avis N° 59.

²²MALIKI, S-B (2006) : « Politique de l'eau en Algérie : les modèles marchands face à la pauvreté ». Les cahiers du MECAS, N° 2.

1.2. L'urbanisation :

Au début du 20^{ème} siècle seulement un petit pourcentage de la population habitait en villes dans la plupart des régions du monde. La population urbaine a augmenté régulièrement pendant et a atteint 47% par le millénaire. Les projections indiquent qu'elle atteindra les 58% en 2025. Historiquement, La majorité de cette augmentation a été enregistré dans les pays développés. L'Algérie de son côté a connue le même sort, puisque la dernière décade s'est distinguée par une urbanisation jamais vue depuis l'indépendance, ce qui a compliqué davantage la gestion de l'eau dans notre pays.

1.3. Développement agricole :

La surface de terre irriguée avait doublé pendant la première moitié du 20^{ème} siècle. A partir des années 70 l'irrigation a déclinée d'une façon marquée. Cependant la plupart des terrains agricoles du monde continueront à être arrosé à travers la pluie dans le futur. Molden et Fraiture (2004) estiment l'usage de l'eau en agriculture par 16,000 km³ annuellement.

1.4. Changements climatiques :

Le monde enregistre des changements climatiques assez importants accompagnés d'une augmentation de la température sur terre, ce qui entraîne une diminution des ressources hydriques par le biais d'une vaporisation. Le pire sera bien évidemment pour les pays aride et semi-aride comme le cas de l'Algérie. Autre problème majeur lié à la gestion de l'eau concerne l'accès à cette ressource rare. En effet le rapport du PNUD (2003) rappelle qu'actuellement, environ quatre-vingt pays, soit 40% de la population mondiale, ont des difficultés à accéder aux ressources hydriques ou encore disposent de sources non conformes en termes hygiénique et sanitaire. De son côté L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) établit comme apport minimal d'eau pour vivre ("accès de base") une disponibilité égale à vingt litres par personne par jour, obtenue à partir d'une source située à moins d'un kilomètre de distance de son utilisation.

Une analyse en longue période nous révèle, pour sa part, que l'Algérie est l'un des pays confrontés au problème de la rareté des ressources en eau, et ce en dépit des efforts déployés depuis longtemps en vue de surmonter cette crise : depuis 1962, la disponibilité en eau du pays par habitant et par an était de 1500 m³/habitant/an, ce volume passe à 720m³/habitant/an en 2000 et il ne représente que 430m³/habitant/an en 2020 (Mebarek et autre, 2021²³ ;

²³Mebarek, G ; Abderrazak, F (2021) : « la gestion des eaux en Algérie : vers un nouveau paradigme », journal of advancedeconomie ; V6.

kherbache , 2014 ²⁴). Notons que le seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale est de 1000 m³ /habitant/an, nous pouvons ainsi affirmer que notre pays vit une situation de rareté des ressources en eau depuis les années quatre-vingt-dix²⁵.

Dans le cas spécifique à la wilaya de Tizi-Ouzou, le journal « Le jour d'Algérie »²⁶ a révélé, en 2021, que l'Algérienne des eaux leur a déclaré que la quantité d'eau pompée depuis le barrage est passée de plus de 140 000 à moins de 100 000 mètres cubes par jour en l'espace de trois jours, en précisant que Taksebt n'a reçu, en 2021, qu'une quantité de 30 millions de m³ de sa capacité globale de 186 millions mètres cubes ». La figure suivante donne une illustration concrète de la situation du barrage le 18 Octobre 2023.

Figure

Figure 13 : crise hydrique illustré par le barrage de Taksebt



Source : page facebook « Comite ighzern'chvel »²⁷

²⁴Kherbachenabil (2014) : « la problématique de l'eau en Algérie : enjeux et contraintes », mémoire en vue d'obtention du diplôme de magistère en sciences économiques. Université abderahmane mira de Bédjaia.

²⁵ Plusieurs indices permettant de mesurer l'ampleur de la crise hydrique, pour plus de détail voir Annexe 01.

²⁶ « Tizi Ouzou: La crise de l'eau risque de s'accroître les prochains jours » dans le journal « le jour d'Algérie » publié le 28 juillet 2021. <https://lejourdalgerie.com/tizi-ouzou-la-crise-de-leau-risque-de-saccentuer-les-prochains-jours/>

²⁷https://web.facebook.com/story.php?story_fbid=627912516218976&id=100070006992312&mibextid=xfxF2i&rdid=G7Z2ITX5agZ7q5z



Source : page facebook « Comite ighzern'chvel »

Cette pression accrue sur les ressources en eau douce exige une gestion efficace et durable de l'eau, en mettant en place des outils de gestion qualifiés de rationnels en particulier en ce qui concerne le traitement et l'exploitation des eaux usées .

2. Les différentes facettes des bénéfices tirés de la valorisation des eaux usées

Chaque jour, des quantités massives d'eaux usées sont produites à travers le monde, ceux-ci contiennent une variété de produits chimiques toxiques, des agents pathogènes, des nutriments et des matières organiques. Ces contaminants peuvent provenir de sources diverses, telles que les égouts municipaux, les usines de traitement des eaux, les exploitations agricoles, les installations industrielles et les activités minières.

Les eaux usées non traitées se déversent dans les rivières, les lacs et les océans et devenir ainsi un risque majeur pour pour la santé humaine et l'environnement. Elles peuvent contenir des agents pathogènes dangereux, tels que des bactéries, des virus et des parasites, pouvant causer des maladies graves telles que la gastro-entérite, la dysenterie, le choléra et même la mort dans les cas les plus graves. De plus, les contaminants chimiques présents dans les eaux usées, tels que les métaux lourds, les produits pharmaceutiques, les produits chimiques industriels et les pesticides, peuvent entraîner une contamination de l'eau potable et des écosystèmes aquatiques, affectant la biodiversité et la santé des écosystèmes²⁸..

²⁸ Une analyse détaillée des effets néfastes des eaux usées non traitée sur la santé humaine et l'écosystème a été mise en ligne sur le blog Eco planète le 19 avril 2024 sur le lien : <https://www.eco-planete.fr/quels-sont-les-effets-nefastes-des-eaux-usees-non-traitees-sur-la-sante-humaine-et->

Outre les risques pour la santé, les eaux usées non traitées contribuent à la pollution de l'eau, de l'air et des sols. Les rejets non traités peuvent contaminer les sources d'eau douce, les rivières, les lacs, les estuaires et les océans, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau et une perte de biodiversité. De plus, les contaminants présents dans les eaux usées peuvent s'accumuler dans les sols et les sédiments, contaminant ainsi les ressources agricoles et alimentaires, et peuvent également être transportés dans l'air sous forme de particules fines, contribuant à la pollution de l'air et aux problèmes de santé respiratoire.

La gestion efficace des eaux usées est une composante essentielle de la gestion globale de l'eau et joue un rôle crucial dans la préservation de la santé humaine, de l'environnement et du développement économique. Cette importance est amplifiée par plusieurs facteurs clés, nous citons essentiellement,

2.1. Protection de la santé publique²⁹

L'ONU attire l'attention sur le problème des eaux usées et les différents moyens de les réduire et les réutiliser. Pour plusieurs milliards de personnes dans le monde, l'assainissement demeure inexistant ou inefficace. Le manque et le dysfonctionnement des systèmes d'assainissement font que les excréments humains de milliards de personnes sont rejetés dans l'environnement sans avoir été traités et propagent des maladies mortelles, compromettant gravement les avancées sanitaires et l'amélioration du taux de survie des enfants. Les eaux usées non traitées finissent par contaminer les rivières et les mers, les transformant en milieux dangereux pour la pêche ou les activités récréatives.

Pour protéger la santé publique, il est essentiel de mettre en place des systèmes efficaces de gestion des eaux usées. Ces systèmes collectent, traitent et éliminent les eaux usées de manière à minimiser leur impact sur l'environnement et la santé humaine.

2.2. Protection de l'environnement³⁰

Le déversement dans le milieu d'eaux usées brutes ou partiellement traitées peut provoquer la pollution des eaux de surface, des eaux souterraines et des sols. Cela peut être évité par la

[lecosysteme/#:~:text=Les%20eaux%20us%C3%A9es%20non%20trait%C3%A9es%20repr%C3%A9sentent%20un%20menace,individus%20que%20sur%20la%20stabilit%C3%A9%20des%20%C3%A9cosyst%C3%A8mes%20aquatiques](#)

²⁹<https://www.un.org/fr/desa/world-toilet-day-2>

³⁰https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/37549/WHO_TRS_778_fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rapport d'un groupe scientifique de l'OMS Publié en 2000, P18

planification de l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation ou l'aquaculture, qui permet de limiter les dégâts et d'amortir ainsi en partie le coût du projet. En outre, l'irrigation au moyen d'eaux usées, et non d'eaux souterraines, dans les régions où la surexploitation de ces dernières est à l'origine de problèmes, tels que la pénétration d'eau salée dans les zones littorales, pourrait avoir d'autres effets bénéfiques sur l'environnement. Du point de vue de la protection de l'environnement, la réutilisation des eaux usées est souvent la meilleure méthode d'évacuation.

2.3. Protection des ressources en eau douce³¹

Les ressources en eau douce constituent un élément essentiel de l'hydrosphère de la planète et de tous les écosystèmes terrestres. L'environnement dulçaquicole est caractérisé par son cycle hydrologique.

Repose sur l'infiltration d'eaux usées traitées dans les eaux de surface et les eaux souterraines, où des processus naturels (filtration, adsorption, exposition aux rayons ultraviolets, sédimentation, dilution, dépérissement) poursuivent la décontamination de l'eau. Après avoir été à nouveau captée, l'eau est traitée comme n'importe quelle autre source d'eau potable. Ce procédé constitue donc une solution viable pour augmenter les ressources en eau potable, pourvu qu'un contrôle rigoureux soit assuré afin de respecter les normes et les lignes directrices relatives à l'eau potable. Le programme NEWater mis en œuvre à Singapour est un exemple de réutilisation directe d'eau rendue potable, mais sa difficile acceptation par le public ne permet qu'à une infime partie de l'eau de récupération d'être incorporée aux réservoirs d'eau douce pour une réutilisation indirecte.

2.4. Promotion du développement économique et du développement durable :

La valorisation des eaux usées traitées peut générer des revenus supplémentaires en transformant ces déchets en ressources précieuses, telles que l'eau recyclée, l'énergie renouvelable, les engrais et les matières premières. Cette approche favorise le développement d'une économie circulaire, où les déchets sont utilisés comme intrants dans des processus de production durables.

En outre, le développement du traitement des eaux usées urbaines a également permis à la récupération et l'utilisation du méthane pour la production d'énergie et l'approvisionnement en gaz domestique, et donc la réduction des émissions de GES ; et l'utilisation des eaux usées, non seulement à des fins d'irrigation, mais aussi à des fins industrielles.

³¹Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017, publié en 2017. P111/112/129.

Conclusion :

La réutilisation des eaux usées n'est pas seulement une option viable pour gérer la rareté de l'eau, mais elle présente également une multitude d'avantages pour l'environnement, l'économie et la société. En adoptant des pratiques de réutilisation des eaux usées, nous pouvons préserver cette ressource précieuse pour les générations futures tout en garantissant un développement durable.

En s'appuyant sur les connaissances et les technologies actuelles, la réutilisation des eaux usées peut devenir un pilier essentiel de la gestion durable des ressources en eau, contribuant ainsi à un avenir plus sûr et plus résilient pour tous.

**Chapitre III : réalités nationales de la valorisation des eaux
usées**

Introduction :

La valorisation des eaux usées en Algérie s'impose comme une nécessité vitale face à la rareté des ressources en eau et aux enjeux environnementaux majeurs. Ce chapitre explore les réalités nationales dans ce domaine, en s'attardant sur les quantités d'eaux usées générées et traitées, les mécanismes de la politique de valorisation mise en place, et l'irrigation agricole comme principal débouché.

Section 01 : Importance des quantités des eaux usées en Algérie

Les eaux usées traitées par l'Office National de l'Assainissement (ONA) représentent une ressource précieuse et de plus en plus importante. Loin d'être un simple déchet, ces eaux usées épurées constituent une source d'eau alternative non négligeable pour répondre aux besoins multiples du pays, en contribuant à la préservation des ressources en eau conventionnelles et à la protection de l'environnement.

1. L'ONA, l'organisme chargé de traitement des ressources en eau en Algérie

Placé sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau, l'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), créé par décret exécutif n° : 01-102 du 21 Avril 2001.

1.1. Historique

L'ONA se substitue à l'ensemble des établissements et organismes publics, nationaux, régionaux et locaux en charge du service public de l'assainissement, notamment :

- L'Agence Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (AGEP)
- Les établissements publics nationaux à compétence régionale de gestion de l'assainissement.
- Les EPEDEMIA de wilaya ; les régies et services communaux de gestion des systèmes d'assainissement.

Missions

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique national de l'assainissement, l'Office National de l'Assainissement est chargé sur le territoire national, de l'exploitation, de la maintenance, du

renouvellement, de l'extension et de la construction des ouvrages et des infrastructures d'assainissement. Ainsi, il assure :

- La protection et la sauvegarde des ressources et environnement hydrique.
- La lutte contre toutes les sources de pollution hydrique.
- La préservation de la santé publique.

L'ONA assure également pour le compte de l'État, la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre déléguée concernant les projets d'études, de réalisation de réhabilitation, de diagnostics des stations d'épuration, des réseaux d'assainissement et de collecte de l'eau pluviale ainsi que des stations de relevage.

L'Office est également chargé de :

- Proposer au ministère de tutelle les mesures d'encouragement de l'état ou les incitations à caractère technique ou financier dans le domaine de l'assainissement.
- Entreprendre toutes actions de sensibilisation, d'éducation, de formation ou d'étude et de recherche dans le domaine de la lutte contre la pollution hydrique.
- Prendre en charge, éventuellement, les installations d'évacuation des eaux pluviales dans ses zones d'intervention pour le compte des collectivités locales.
- Réaliser des projets nouveaux financés par l'état ou les collectivités locales.
- L'Office étudie et propose à l'autorité de tutelle la politique de tarification et de redevances dans le domaine de l'assainissement et veille à son application.

En fin, l'office est chargé des missions opérationnelles suivantes :

- Établir le cadastre des infrastructures de l'assainissement et en assurer sa mise à jour.
- Élaborer les schémas directeurs de développement des infrastructures d'assainissement relevant de son domaine d'activité.
- Élaborer et mettre en œuvre la politique de promotion des sous produits de l'assainissement.

1.2. Organisation

- L'ONA est doté d'un Conseil d'Orientation et de Surveillance et est dirigé par un Directeur Général.

- Six directions centrales chargées respectivement de l'administration et des finances, des ressources humaines et de la formation, de l'exploitation et de la maintenance, des études et travaux, du patrimoine et des moyens généraux et enfin de la réglementation et de la gestion déléguée.
- Trois (03) Directions Assainissement, Treize (13) zones, (54) Unités d'assainissement sur (54) wilaya, (165) Centres d'assainissement et deux (02) Unités travaux et réhabilitations.
 1. Zone d'Alger
 2. Zone de Sétif
 3. Zone de Tizi Ouzou
 4. Zone de Chlef
 5. Zone de Tiaret
 6. Zone d'Oran
 7. Zone de Constantine
 8. Zone de Batna
 9. Zone d'Annaba
 10. Zone de Laghouat
 11. Zone de Bechar
 12. Zone de Tamanraset
 13. Zone de Saïda
 14. Direction de l'Assainissement d'Ouargla
 15. Direction de l'Assainissement d'El Oued
 16. Direction de l'Assainissement d'Oued Righ

1.3. Contrôle

A l'instar de ce qui se passe pour la production d'eau potable, l'épuration des eaux usées fait, elle aussi, l'objet de contrôles. Ces derniers consistent en une série de mesures pratiquées par l'exploitant de la station d'épuration. Elle permet de mesurer l'efficacité de l'épuration, de s'assurer du respect des normes de rejets, de la bonne élimination ou évacuation des sous-produits de l'épuration (boues, graisses, etc.) et de détecter les éventuelles anomalies de fonctionnement de l'installation.

Ainsi, pour un meilleur suivi et contrôle de la qualité des eaux, l'ONA est doté d'un laboratoire central et de plusieurs laboratoires de contrôle répartis sur toutes les stations d'épuration.

➤ Les missions principales du laboratoire central :

- Le suivi du fonctionnement et le contrôle des rejets des stations d'épuration gérées par l'office, en analysant les eaux résiduaires en entrée et sortie, et en analysant les boues aux différents stades du processus.
- L'assistance technique aux autres laboratoires de l'Office.
- L'étude de valorisation des eaux épurées et des boues.
- L'encadrement d'étudiants dans le cadre de projet de fin d'études et de stages (DEUA, INGENIORAT, MAGISTER).
- La réalisation de campagnes de prélèvement et d'analyse dans le cadre d'actions spécifiques, à la demande des bureaux d'études.
- Le laboratoire réalise, en outre, toutes prestations d'analyses sur commande. Il possède pour cela une autorisation d'exploitation délivrée par le CACQE (Centre Algérien de Contrôle de la Qualité et d'Emballage).

Parmi les principales prestations proposées par le laboratoire central, la détermination des indicateurs d'une pollution chimique ou biochimique (la DCO, la DBO5, les MES, les détergents,...) et des paramètres indicateurs d'une eutrophisation (azote, phosphore...).

La section chimie se charge de ces analyses. La section inorganique, quant à elle, assure l'analyse des métaux lourds.

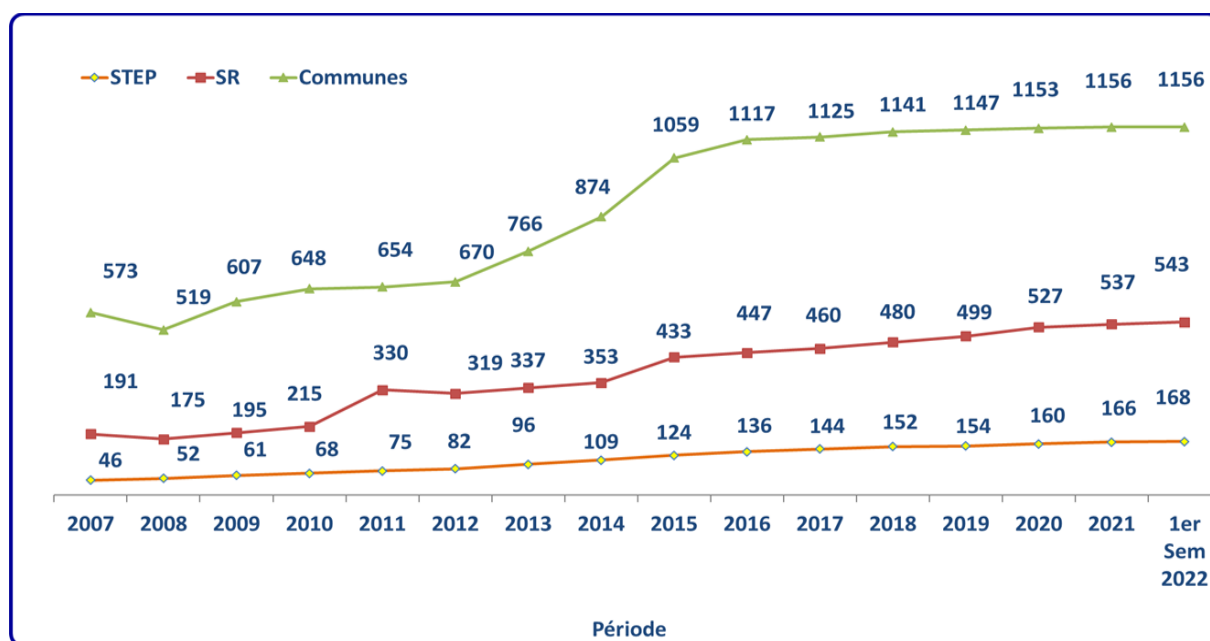
Le Laboratoire central de l'ONA est certifié ISO 14001. Ce certificat été décerné par un bureau allemand accrédité et envisage de mettre en place un système de management selon le référentiel ISO 17025.

2. Importance des quantités des eaux épurées par l'ONA

L'épuration des eaux usées constitue un axe stratégique pour l'équilibre hydrique et écologique. Par conséquent, d'importants programmes de réalisation de stations d'épuration ont été conçus et lancés pour protéger la ressource et le littoral, d'autant que l'Algérie a ratifié la convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée. L'ONA exploite **168 (75 stations de lagunage, 76 stations de type boues activées et 03 filtres plantés)** réparties

sur l'ensemble du territoire national et toutes les stations à boues activées disposent de laboratoire de contrôle. Les procédés les plus répandus utilisés sont à boues activées et à lagunage naturel. Le facteur de la ressource est prédominant pour la majorité des stations. Cependant, depuis 2006 le facteur récupération des eaux usées est intégré progressivement dans le fonctionnement pour quelques stations d'épuration, le volume des eaux épurées durant le mois de Janvier (2019) **21 millions de m³**. **Dans le graphique qui suit, nous synthétisons l'évolution de l'extension qu'a connue l'ONA de 2007 à 2022 :**

Figure 14 : extension ONA



Source : ONA de BARAKI

La quantité d'eau épurée dans le cadre des différentes STEP prises en charge par l'ONA est en évolution continue, le tableau suivant met en évidence l'évolution de prise en charge du service public d'épuration entre 2021 et 2022.

Tableau 2: evolution des capacités d'épuration

Période	1 ^{er} semestre 2021	1 ^{er} semestre 2022	Evolution (%)
Nombre de STEP	163	168	+ 3,07 %
Capacité installée (Eq.h)	11 405 918	11 835 111	+ 3,76 %
Volume épuré (Millions de m ³)	127	136	+ 7,09 %

Source : ONA de baraki

Ainsi, pour le 1^{er} semestre 2022, **136 Millions de m³** des eaux usées ont été épurées par les **168 Stations** d'épuration exploitées par l'ONA,

- ✓ **82** stations de type boues activées ;
- ✓ **83** stations par lagunage naturel ou aéré ;
- ✓ **03** filtres plantés.

La capacité nominale globale de ces **168** est de **11 835 111 Eq.hab** pour un débit nominal moyen de **1 728 993 m³/j**.

Concernant les principaux résultants du traitement, le tableau suivant résume les sous produits éliminés et la charge totale de pollution éliminée au premier semestre 2022 :

Tableau 3 : principaux résultants du traitement des eaux usées

	sous-produits en m3 du 1 ^{er} semestre					Charge totale en pollution éliminée (Kg)		
	Solides	Sables	Graisses et huiles	Boues	MS en kg	MES	DBO5	DCO
Total	832	3 231	1 161	30 687	10 325 923	33 672 109	29 284 860	64 670 550

Source : ONA Baraki

Section 02 : principaux mécanismes de la politique de valorisation en Algérie

L'agriculture algérienne est confrontée à un défi majeur : la rareté de l'eau. Le stress hydrique et l'irrégularité des ressources en eau, accentués par le changement climatique, menacent la production agricole. Pour répondre à ce défi et garantir la sécurité alimentaire, l'Algérie s'oriente vers la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation.

Des cadres réglementaires spécifiques encadrent cette pratique, comme le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, le décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006, le décret exécutif n° 07-149 du 20 mai 2007 et l'arrêté interministériel du 2 janvier 2012. Ces textes fixent les normes de rejet des eaux usées, les modalités de leur réutilisation, les cultures autorisées et les conditions d'irrigation.

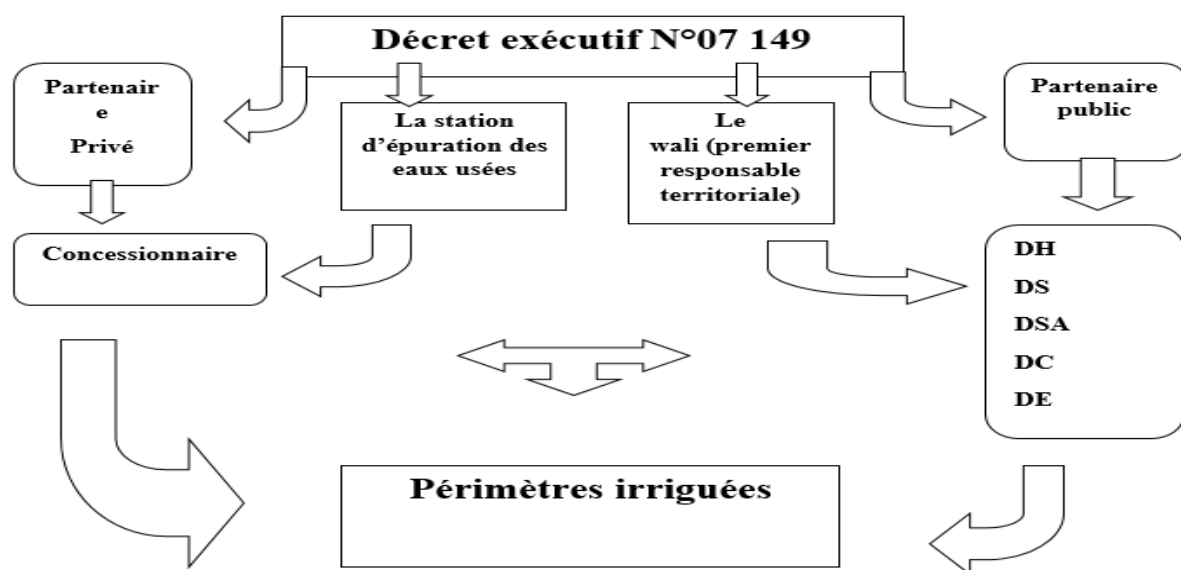
La configuration géographique de l'Algérie favorise la réutilisation des eaux usées traitées. La concentration des stations d'épuration en amont des barrages, couplée à la proximité des zones d'irrigation, offre un contexte propice à cette pratique. Cependant, un contrôle strict de la qualité des eaux usées est indispensable pour garantir la sécurité et la durabilité de ce système.

La gestion intégrée des eaux usées épurées, associant les acteurs publics et privés, s'impose comme la meilleure approche pour valoriser efficacement cette ressource précieuse et répondre aux besoins croissants en eau du secteur agricole.

1. L'aspect législatif

³² Le décret exécutif n° 07-149 de 20 mai 2007 publié dans le Journal Officiel de la République Algérienne n° 35, 23 mai 2007, fixe les modalités d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation sous forme de concession ainsi que le cahier des charges-type y afférent (JO, 2007). Ce décret règle tous les processus d'utilisation des eaux usées épurées par les stations d'épurations, par une demande adressée par un concessionnaire au Wali (premier responsable de la Wilaya) de la région, cette demande comporte une convention avec la station d'épuration qui fournit les eaux usées épurées. Le contrôle technique, la gestion des périmètres irrigués et le contrôle sanitaire ainsi que la qualité de l'eau épurée et des produits agricoles est assurée par les directions territoriales de chaque wilaya sous tutelle de différents ministères : ressources en eau, agriculture, santé, environnement et commerce.

Figure 15: Les acteurs de la filière de réutilisation des eaux usées en Algérie



DH : Direction de l'hydraulique

DS : Direction de la santé

DSA : Direction des services agricoles

DC : Direction de commerce

DE : Direction de l'environnement

Source : Hannachi Abdelhakim (2014)

³²Article de Hannachi Abdelhakim janvier 2014

https://www.researchgate.net/publication/278392353_GESTION_ET_VALORISATION_DES_EAUX_USEES_EN_ALGERIE

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE n° 35. (2007). Décret exécutif n° 07-149 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent, Algérie, p. 8-12.

2. L'irrigation avec des eaux usées traitées en Algérie, restrictions et précautions.

L'irrigation des cultures maraîchères destinées à la consommation crue avec des eaux usées traitées est strictement interdite en Algérie. Cette mesure vise à protéger la santé publique des risques potentiels liés à la présence de contaminants dans l'eau.

L'utilisation des eaux usées traitées est autorisée uniquement pour l'irrigation de cultures spécifiques figurant sur une liste officielle établie par les autorités compétentes. Cette liste comprend généralement les arbres fruitiers, les agrumes, les cultures fourragères, les cultures industrielles, les cultures céréalières, les cultures de production de semences d'arbustes fourragers et les plantes florales.

Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées traitées doivent impérativement respecter une distance de plus de 100 mètres des routes, des habitations, des puits de surface et des autres ouvrages d'alimentation en eau potable. Cette précaution vise à prévenir toute contamination accidentelle des sources d'eau potable et à protéger la santé des riverains.

Enfin, il est absolument interdit de raccorder un système d'irrigation à base d'eaux usées traitées à une canalisation d'eau potable. Le non-respect de cette interdiction peut avoir des conséquences graves pour la santé publique et l'environnement.

En résumé, l'irrigation avec des eaux usées traitées en Algérie est soumise à des réglementations strictes visant à protéger la santé publique et l'environnement. Le respect de ces réglementations est crucial pour garantir une utilisation sûre et durable de cette ressource précieuse.

3. ASPECT INSTITUTIONNEL :

Lors de la mise en œuvre de la concession, les dispositions nécessaires doivent être prises par les différents intervenants, chacun en ce qui le concerne, de façon à prévenir les risques de contamination des eaux de la nappe souterraine et prévenir les risques de contamination des produits agricoles (JO, 2007).

La protection des eaux et des produits agricoles lors de la mise en œuvre d'une concession

La mise en œuvre d'une concession doit s'accompagner de mesures préventives pour protéger les eaux souterraines et les produits agricoles contre toute contamination. Ces

dispositions incombent à l'ensemble des acteurs impliqués, chacun dans son domaine de compétence (JO, 2007).

Objectifs:

Préserver la qualité des ressources en eau: Les eaux souterraines constituent une source d'eau potable essentielle et il est crucial de les préserver de toute contamination.

Garder la salubrité des produits agricoles: La contamination des produits agricoles peut avoir des conséquences néfastes sur la santé humaine et l'environnement.

Responsabilités partagées:

L'autorité concédante: Elle doit définir les exigences en matière de protection de l'environnement dans le contrat de concession et veiller à leur respect.

Le concessionnaire: Il est responsable de la mise en œuvre des mesures de protection de l'environnement définies dans le contrat de concession.

Les organismes de contrôle: Ils doivent surveiller la mise en œuvre des mesures de protection de l'environnement et prendre les mesures correctives nécessaires en cas de non-respect.

Mesures de protection:

Mise en place de zones de protection: Définir des zones autour des points d'eau et des terres agricoles où certaines activités sont interdites ou restreintes afin de limiter les risques de contamination.

Adoption de bonnes pratiques agricoles: Encourager l'utilisation de techniques agricoles durables qui minimisent l'utilisation de produits chimiques et d'engrais susceptibles de contaminer les sols et les eaux.

Mise en place de systèmes de collecte et de traitement des eaux usées: Assurer une gestion adéquate des eaux usées pour éviter leur infiltration dans les sols et leur contamination des eaux souterraines.

Surveillance de la qualité de l'eau et des produits agricoles: Mettre en place des programmes de surveillance pour évaluer la qualité de l'eau et des produits agricoles et identifier d'éventuels problèmes de contamination.

La protection des eaux et des produits agricoles est une condition essentielle pour une mise en œuvre durable d'une concession. La collaboration et la responsabilisation de tous les acteurs impliqués sont cruciales pour garantir la réussite de ces mesures de protection.

Conclusion :

La valorisation des eaux usées en Algérie s'inscrit dans une démarche de gestion durable des ressources hydriques et de protection de l'environnement. Les efforts déployés par les autorités, notamment à travers la mise en place d'un cadre législatif et réglementaire adapté, commencent à porter leurs fruits. Cependant, des défis importants demeurent, notamment en ce qui concerne la sensibilisation des agriculteurs et la modernisation des infrastructures de traitement et de réutilisation. Le développement de ce secteur nécessite une implication accrue de tous les acteurs concernés, afin de garantir une valorisation optimale des eaux usées et une contribution significative à la sécurité hydrique du pays.

Chapitre IV : Principaux segments de valorisation des eaux usées

Introduction :

La valorisation des eaux usées s'impose comme une solution stratégique pour la gestion durable des ressources en eau. Ce chapitre explore les différentes formes de valorisation effectives et potentielles des eaux usées traitées en Algérie, en s'appuyant sur des exemples étrangers de valorisation.

Section 01 : Les différentes formes de valorisation effectives :

L'Algérie s'oriente résolument vers la valorisation des eaux usées traitées comme solution durable pour la gestion de l'eau. Cette section explore les différentes filières de valorisation effectives actuellement mises en œuvre en Algérie, en mettant en lumière leurs avantages et leurs contributions concrètes à la préservation des ressources hydriques et à la protection de l'environnement.

Parmi les principaux concepts associés à la valorisation des eaux usées traitées, on trouve :

1. Réutilisation agricole :

L'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation agricole est l'une des formes les plus courantes de valorisation. Les nutriments contenus dans les eaux usées, tels que l'azote, le phosphore et le potassium, peuvent servir d'engrais naturels pour les cultures, réduisant ainsi la dépendance aux engrais chimiques et améliorant la fertilité des sols.

« Le bassin méditerranéen est l'une des régions du monde où la réutilisation agricole des effluents urbains est la plus pratiquée, sauf en Algérie. D'après les données de l'office national de l'assainissement, le potentiel de la réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles évoluera d'une manière significative d'environ 20 millions m³ en 2014 à environ 40 millions m³ en 2019, et le nombre de stations concernées par la réutilisation des eaux usées épurées (REUE) sera de 26 STEPS à l'horizon 2019. Les STEPS concernés par les projets de la REUE en cours d'étude ou de réalisation sont au nombre de 26, pour l'irrigation de plus de 13 000 hectares de terres agricoles, parmi ces projets : Chelghoum Laïd, Ouargla, Saïda, Tiaret, Chlef, Sétif, Médéa, Sidi Bel Abbès et Ain Defla. Un plan d'action ONA/ONID est en cours d'études, pour définir les possibilités réelles d'une éventuelle réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation des grands périmètres d'irrigation - GPI- au niveau des cinq (05) bassins hydrographiques à l'échelle nationale » (Benmalek et autres, 2022 ; P : 02)³³.

Selon les données collectées au niveau de l'ONA de BERRAKI, La réutilisation des eaux usées épurées, à des fins agricoles, concerne 10 stations d'épuration sur les 168 actuellement

³³Benmalek, A ; Amiri, K ; Bekkari, N ; Debbakh, A et Mellah, A (2022) : « État de lieux des traitements des eaux usées dans les régions arides », Algerian Journal of Arid Regions Journal Algérien des Régions Arides JARA, 14 (2) : 1-5.

en exploitation. Les principales cultures expérimentées dans ce sens sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : valorisation agricole des eaux usées

Unité	Boumerdes	Guelma	Relizane	Tlemcen	Mascara	Ain timouchent	Mostaganem	Saida	El Bayadh	Batna
Type de culture	Pépinière d'oliviers, Orangers et Vignes	Vergers	Arboriculture	Arboriculture	Oliviers, Culture céréalière Agrumes	Arboriculture	Arbres fruitiers (agrumes)	Arboriculture	Arboriculture	Culture céréalière (orge)

Si cet axe de valorisation est pris avec réticence, c'est que il reste liée à des question de santé publique, et le traitement des eaux usées en Algérie reste confronté à une diversité de problèmes parmi eux la méfiance vis-à-vis de la fiabilité et l'efficacité des techniques de traitement. La réutilisation des eaux usées pour des fins agricoles est régit par un cadre institutionnel rigoureux :

- L'article 02 de la Décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007³⁴, dénote que : « on entend par eau usée Épurée destinée à l'irrigation ^a, toute eau usée dont la qualité, après un traitement approprié dans une station d'épuration ou de lagunage est conforme aux spécifications fixées par arrêté conjoint des ministres chargés des ressources en eau, de la santé et de l'agriculture »

Il est aussi précisé dans l'article 03 de ladite loi que l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation est soumise au régime de la concession³⁵. Aussi le contrôle de la qualité de l'eau reste une tache récurrente des institutions engagées dans un tel processus tel stipulé par l'article 27 de la même loi :

« La qualité des eaux usées épurées destinées à l'irrigation doit faire l'objet d'un contrôle régulier par le concessionnaire, l'exploitant agricole, le gestionnaire de la station d'épuration ou de lagunage, les directions de wilaya de l'hydraulique, de la santé, de l'agriculture et du commerce et ce, afin de s'assurer que leur qualité est conforme aux spécifications fixées par la réglementation en vigueur »

³⁴Décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007³⁴ fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent

³⁵Cet axe a été développé préalablement dans la section 02 du CHAPITRE III.

En outre, du point de vue financier « le concessionnaire est tenu de régler les redevances fixées par la loi de finances, dues en raison de l'usage du domaine public hydraulique »

(Article 32)

En Algérie, la valorisation des eaux usées en agriculture représente une réponse stratégique aux défis de la pénurie d'eau et de la gestion durable des ressources hydriques. Cette pratique va permettre de fournir une source d'eau alternative pour l'irrigation, tout en apportant des nutriments essentiels comme l'azote et le phosphore, réduisant ainsi le besoin en engrais chimiques. Toutefois, des défis subsistent, notamment en matière de sécurité sanitaire, d'acceptation sociale et de coûts d'infrastructure. Le cadre réglementaire algérien, aligné sur les normes de l'OMS, et les efforts de sensibilisation sont essentiels pour surmonter ces obstacles. Avec une technologie de traitement avancée et des partenariats internationaux, la réutilisation des eaux usées peut jouer un rôle crucial dans le développement agricole durable en Algérie.

Convient de préciser qu'au-delà de réutilisation des eaux usées pour l'irrigation, l'Algérie est en voie d'étude quant à la possibilité de valorisation de la boue issue des stations d'épuration. Ce pour répondre aux enjeux environnementaux et économiques. Les boues sont transformées en compost pour l'agriculture, contribuant à améliorer la fertilité des sols et à réduire l'usage d'engrais chimiques.

2- Réutilisation industrielle :

Les eaux usées traitées peuvent être utilisées dans divers processus industriels, tels que le refroidissement, le lavage, la production de vapeur et la dilution des produits chimiques. Cette forme de valorisation permet de réduire la demande en eau douce et les coûts associés à son traitement, tout en préservant les ressources en eau potable. Plusieurs cas de figure sont à citer à cet effet :

- La STEP de Blida qui cède 43 250 m³/ mois pour une déchétrrie qui l'exploite pour des fins de refroidissement d'incinérateur, et pour le lavage du plastique.
- LA STEP de Jijel, qui cède un volume de 15000 m³ /mois d'eau usée au profit de la tannerie de Jijel.

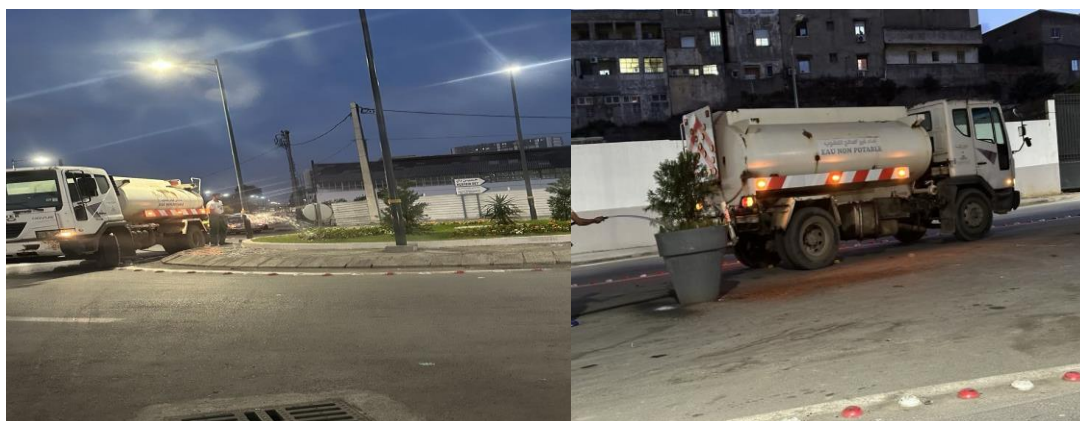
Les eaux usées industrielles sont les eaux les plus nocifs en matière de pollution environnementale, lors de notre entretien avec les responsables de l'ONA de Barakki, ils nous ont fait part que, l'exemple de l'oued el Harrach est le plus parlant dans ce sens. Dans ce dernier cas de figure, l'État algérien a mis en avant un arsenal juridique responsabilisant toute

entreprise implanté à l'abord de l'oued en matière de prétraitement de ses rejets avant versement dans l'Oued. A ce titre, des initiatives entrepreneuriales dans le domaine de traitement des eaux usées industrielle commencent à émerger en Algérie, tel est le cas de l'entreprise « BLUE »³⁶

3- Valorisation des eaux usées pour l'arrosage des espaces verts en Algérie

L'utilisation d'eaux usées traitées pour l'entretien des espaces verts est une pratique qui présente de nombreux avantages en Algérie, tant sur le plan environnemental qu'économique, L'arrosage des espaces verts représente une consommation importante d'eau potable, l'utilisation d'eaux usées traitées permet de réduire cette pression sur les ressources hydriques.

Figure 16: exploitation des eaux usées pour l'arrosage des espaces verts



Source : photos prises par nous-mêmes

Cet axe de valorisation est à promouvoir compte tenu de son importance environnementale et la faiblesse des quantités réutilisées dans cet axe. Selon les données remises par l'ONA de Barakki, dans le cas spécifique à la STEP de Blida, en 2023 un volume de 652 m³ sur un total de 1 124 687 m³ a été réutilisé dans l'arrosage des espaces verts soit un pourcentage de 0.057%, et les usages qui lui sont fait sont l'arrosage des espaces verts et le lavage des autoroutes. Les domaines d'arrosage doivent être étendu aux terrains de football, stations de lavage automobiles, les fontaines décoratives, etc.

4- La lutte contre les incendies et les feux des forêts :

La valorisation des eaux usées par la protection civile pour la lutte contre les incendies représente une approche innovante et durable, permettant de conserver les ressources en eau

³⁶La page officielle de l'entreprise est : <https://www.blue-dz.com/traitement-des-eaux-industrielles-algerie/>

potable et de réduire les coûts opérationnels. En traitant les eaux usées à des niveaux appropriés, celles-ci peuvent être réutilisées pour remplir les réservoirs des camions de pompiers, alimenter les systèmes d'extinction automatiques des bâtiments, et créer des barrières humides dans les zones forestières à risque. Cette pratique aide non seulement à préserver les écosystèmes en réduisant les rejets d'eaux usées, mais également à assurer une disponibilité constante d'eau pour la protection contre les incendies, particulièrement cruciale en période de sécheresse. Cette pratique a été récemment adoptée en Algérie, tel illustré dans la figure suivante :

Figure 17 : participation de l'ONA à l'extinction des feux de forêts



Source : https://web.facebook.com/ONA.Assainissement?locale=fr_FR

La photo illustre la participation de l'Office National des assainissements(ONA), unité de Saeeda, en coordination avec l'Unité de Protection Civile, les services forestiers et la municipalité, afin d'éteindre un incendie massif dans la décharge publique de la commune de Sidi Boubacar. Ce dans le quartier Zaraun, commune de Sidi Boubacar, le 28/05/2024, vers 00h25 du soir, l'opération s'est terminée à six heures du matin. Les capacités du camion sous pression de 14 mètres cubes l'intervention de l'équipe hydromécanique s'est limitée à l'apport d'eau pour éteindre l'incendie.

5- Nettoyage et épuration des réseaux d'assainissement

La valorisation des eaux usées dans le nettoyage des conduites d'assainissement consiste à traiter et réutiliser ces eaux pour les opérations de maintenance des infrastructures, permettant ainsi de préserver les ressources en eau potable. Cette pratique présente de nombreux

avantages environnementaux et économiques, tels que la réduction de la consommation d'eau potable, la diminution des rejets polluants dans l'environnement, et la baisse des coûts liés à l'achat et au traitement de l'eau. Les technologies impliquées incluent la filtration avancée, la désinfection et le recyclage en boucle fermée, garantissant une eau de qualité suffisante pour le nettoyage hydraulique et l'hydrocurage. Bien que nécessitant des investissements initiaux et une sensibilisation du public, cette approche innovante contribue à une gestion plus durable et efficace des ressources en eau et des infrastructures d'assainissement.

Figure 18 : participation de l'ONA au nettoyage des réseaux d'assainissement



Source : https://web.facebook.com/ONA.Assainissement?loale=fr_FR

La figure précédente met en avant l'opération de nettoyage et d'épuration des réseaux d'assainissement à travers les régions et unités de l'ONA, avec la participation des centres de désinfection de plusieurs wilaya, l'unité de Tlemcen a participé cette semaine à une vaste campagne de nettoyage, et hier, lundi 20 mai 2024, l'unité de Bouira a participé à une grande campagne de nettoyage des rues de Takjda, et tous les moyens matériels et humains ont été mobilisés pour mener à bien ces opérations, les unités Saeeda, Naama et Al-Bayd ont également mené des opérations de nettoyage intensif, au cours desquelles les égouts pluviaux et les eaux usées, ont été nettoyés, ainsi que les niveaux des stations de relevage.

Section 02 : Des axes de valorisation à prévoir

De nombreux exemples de réussites dans la valorisation des eaux usées traitées existent à travers le monde, démontrant le potentiel de cette approche pour résoudre les défis liés à la

gestion des eaux usées et promouvoir le développement durable. L'ouverture des champs de valorisation à d'autres domaines va certainement générer des coûts de traitement supplémentaire, mais en comparant avec leur utilité socio-économique et environnemental, les pouvoirs publics algériens seront incités prochainement à investir dans ces nouveaux domaines. Dans ce sillage de réflexion, Badis, N (2019, P : 279)³⁷ écrit que :« A l'échelle internationale, des études estiment que pour chaque dollar américain dépensé en assainissement, le retour estimé pour la société est de 5,5 dollars américains. Sur le plan national, le coût économique de la dégradation environnementale causée, en particulier, par les facteurs de pressions sur les ressources en eau (surexploitation des nappes phréatiques, déversement des eaux usées non épurées, changement et variabilité climatiques, pratiques inadéquates d'approvisionnement en eau, d'assainissement et d'hygiène ont des effets négatifs sur la santé, etc.) a été estimé pour l'année 2014 à 11,7 milliards de dirhams, soit autour de 1,26% du PIB. En reconnaissant les eaux usées comme un bien économique, elles pourraient apporter une valeur positive à la fois aux acteurs responsables de leur production mais également au tiers secteur auxquelles elles sont destinées pour consommation ». Une longue liste d'autre forme de valorisation peut être prise comme, nous nous limitons aux exemples les plus parlants, notamment :

1- La production d'électricité

³⁸ Les eaux usées contiennent une quantité significative de matière organique qui peut être convertie en biogaz par digestion anaérobie. Ce biogaz peut être utilisé comme source d'énergie renouvelable pour la production de chaleur et d'électricité, réduisant ainsi la dépendance aux combustibles fossiles et contribuant à la transition vers une économie bas-carbone. L'un des exemples les plus parlant dans ce sens est le cas du Royaume-Uni, où est implanté la station d'épuration de « Thames Water » à Londres.

Thames Water, l'un des plus grands fournisseurs d'eau et d'assainissement au Royaume-Uni, produit de l'énergie renouvelable à partir des eaux usées traitées dans ses stations d'épuration. Cette énergie est utilisée pour alimenter les installations de traitement et pour injecter de l'électricité dans le réseau national.

³⁷BADIS, N (2019) : « vers une économie authentiquement circulaire », Journal of Financial, Accounting and Managerial Studies. Volume 06, Number 02

³⁸<https://uk.ambafrance.org/Thames-Water-se-met-au-vert>

Ces exemples illustrent le potentiel de la valorisation des eaux usées traitées pour répondre aux besoins en eau, en énergie et en ressources, tout en contribuant à la résilience des systèmes urbains et à la préservation de l'environnement. Ils soulignent également l'importance de l'innovation,

Figure 19: eau usée source d'électricité



Source : <https://www.carbonbrief.org/risk-and-uncertainty-calculating-the-thames-barriers-future/>

2- Production du gaz et chauffage des maisons

Grand Chambéry le territoire pionnier, en France, en matière de réutilisation des boues d'épuration pour produire du biogaz. Le traitement des eaux usées génère des boues qui contiennent encore suffisamment de matières organiques pour être valorisées sous forme de gaz. Cette approche permet de réduire la consommation d'énergie fossile et les émissions de gaz à effet de serre, contribuant ainsi à la lutte contre le changement climatique.

La méthanisation des boues dans un digesteur permet de produire du biogaz qui, une fois épuré, peut être réinjecté dans le réseau financé et exploité par le réseau de distribution du gaz naturel « GRDF ». A cette fin, une unité de traitement du biogaz est en cours de construction sur le site de l'Usine de dépollution des Eaux Usées, l'UDEP de Chambéry. L'Agglomération de Grand Chambéry fait partie des quelques 26 stations d'épuration en France qui injectent du biométhane dans le réseau exploité par GRDF au niveau national.³⁹

³⁹<https://www.grandchambery.fr/espace-presse/utiliser-les-eaux-usees-pour-produire-du-gaz>

Un autre cas de figure en France, est celui de l'usine de la station d'épuration des Mureaux, qui permet le chauffage de 800 logements grâce à la mise en place d'une unité de méthanisation

Figure 20: eau usée source chaleur



Source : site les Echo ⁴⁰

3- Production d'autres matières premières hors engrais:

Les eaux usées traitées peuvent être une source de matières premières précieuses, les bioplastiques, les produits chimiques industriels et les matériaux de construction. En recyclant les nutriments et les composés organiques présents dans les eaux usées, on réduit la dépendance aux ressources naturelles non renouvelables et on favorise le développement d'une économie circulaire.

L'exemple Suédois, est le plus parlant dans ce sens, où dans un souci de réduction de l'empreinte écologique, une partie des bus de Stockholm roule grâce aux eaux usées de la ville : 950 bus du réseau de la capitale suédoise fonctionnent grâce aux biocarburants (éthanol, biodiesel, HVO – issus des huiles – ou encore biogaz) extraient des eaux usées. Les eaux usées de la ville, tout comme les graisses des restaurants, vont, pendant 15 à 20 jours, être triées et versées dans des bassins pour pouvoir fermenter. Transformées en biogaz, ou en

⁴⁰<https://www.lesechos.fr/pme-regions/ile-de-france/les-mureaux-des-eaux-usees-pour-se-chauffer-1157138>

biométhane, elles seront ensuite injectées dans les réservoirs des autobus. En tout, plus de 850.000 m³ sont recyclés chaque année⁴¹.

Figure 21 : Exploitation des eaux usées dans le transport public



Source : Site Toutevert⁴²

4- transformation en une eau potable

Singapour a mis en place le projet NEWater, qui consiste à purifier les eaux usées traitées pour en produire de l'eau potable de haute qualité. Cette initiative innovante permet de réduire la dépendance de Singapour aux importations d'eau et de renforcer la sécurité de son approvisionnement en eau potable.

Dans le fil d'actualité de Singapour mise sur le site futura⁴³, on écrit que « Actuellement, Singapour dispose de quatre installations Newater, capables de produire jusqu'à 443 millions de litres par jour. La production actuelle (227 millions de litres) couvre environ 30 % des besoins en eau de Singapour. D'ici à 2060, nous projetons de tripler cette production d'eau recyclée, qui répondra alors à la moitié de la demande. Nous prévoyons également de décupler la production de la désalinisation, de sorte qu'à long terme cette source assurera au moins 30 % de la demande en eau. »

⁴¹<https://www.levif.be/societe/environnement/a-stockholm-les-bus-roulent-grace-aux-eaux-usees/#:~:text=Les%20eaux%20us%C3%A9es%20de%20la,dans%20les%20r%C3%A9servoirs%20des%20autobu%20S:>

⁴²<https://www.toutvert.fr/suede-bus-roulent-au-biogaz/>

⁴³<https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/developpement-durable-singapour-on-sait-reutiliser-eau-usee-40272/>



Source : https://www.google.com/imgres?imgurl=https://www.aquarama.be/uploads/artikels/AQ80_PRO_cornelissen_singapore_FR/aq80-cornelissen_singapore-foto_3.jpg&tbnid=WgimfotEd6wAnM&vet=1&imgrefurl=https://www.aquarama.be/fr/artikels/item/157&docid=LLM5XoRA4Vdw-M&w=600&h=400&hl=fr-FR&source=sh/x/im/m5/2&kgs=ad523d56c7f7117e&shem=abme.ssic.trie

Conclusion :

La valorisation des eaux usées en Algérie offre un éventail de solutions prometteuses pour répondre aux défis de la sécurité hydrique et du développement durable. L'irrigation agricole, l'arrosage des espaces verts, la lutte contre les incendies et le nettoyage des réseaux d'assainissement constituent des filières déjà opérationnelles et prometteuses. D'autres axes de valorisation, tels que la production d'énergie, la production de biocarburants et la récupération de matières premières, méritent une attention particulière pour leur contribution à la diversification de l'économie et à la préservation de l'environnement. Le développement de ces filières nécessite un cadre réglementaire incitatif, une implication forte des acteurs publics.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette étude vise à mettre en lumière le rôle crucial de l'épuration des eaux usées en Algérie, et leur valorisation dans une optique d'économie circulaire, en soulignant l'inadéquation du modèle linéaire traditionnel de leur traitement. Elle se veut être une analyse mettant en évidence les impacts positifs d'une telle mise en valeur sur l'économie nationale et sur l'environnement et la santé publique, ouvrant ainsi les voies vers d'autres segments non encore effectifs au niveau du territoire algérien. Dans notre étude de cas, nous avons pris comme exemple d'étude l'Office nationale des assainissements, pour nous répondre à toutes les questions liées au traitement et aux formes de valorisation des eaux usées.

L'office nationale des assainissements (ONA) est un établissement public à caractère industriel et commercial créé par le décret exécutif N01-102 du 2001, assure des services d'assainissements dans les limites de ses zones et directions, permettant grâce à des réseaux d'assainissements, de diriger les estuaires d'eaux utilisées.

L'Office nationale de l'assainissement est chargé de l'exploitation et de la maintenance des ouvrages et infrastructures d'assainissements, assure aussi :

- ✓ La protection et la sauvegarde des ressources et de l'environnement hydrique.
- ✓ La lutte contre les ressources de pollution hydrique et la préservation de la santé publique.

A terme, nous pouvons dire que notre recherche a permis de confirmer nos hypothèses posées au départ :

L'économie circulaire offre des voies de valorisation durables des eaux usées traitées en transformant le déchet en une ressource ;

l'économie circulaire, comme ça on peut réutiliser et recycler les eaux usées. Donc l'économie circulaire c'est un modèle économique qui se développe et qui s'appuie sur trois grands principes ; la sobriété en termes d'utilisations des ressources, la valorisation et l'optimisation des usages d'un produit ou d'un service et en fin la réutilisation ou la valorisation de ce produit ou le service, et qui cherche à limiter la consommation des ressources non renouvelables et limiter la création des déchets.

L'économie circulaire est présentée alors, comme une alternative prometteuse et durable pour la gestion des eaux usées et une économie des ressources en eau douce, dans une optique de durabilité : Elle propose de transformer ces eaux usées en une ressource précieuse à valoriser, pour une gestion plus responsable et durable de cette ressource précieuse.

La politique de valorisation des eaux usées en Algérie connaît une timide expansion, mais reste insuffisante et conviendrait de la promouvoir d'avantage

L'Algérie face à la pénurie des ressources de l'eau peut faire un chemin à la valorisation des eaux usées à cause de plusieurs justificatifs et nécessités qui se trouvent au terrain ; le changement climatique et plusieurs autres indices comme l'augmentation de la demande en eau douce, l'urbanisation et le développement agricole, se sont points qui poussent l'État algérienne à tracer une théorie politique en termes de valorisation des eaux usées, la création de l'Office nationale de l'assainissement est le premier pas vers le développement durable avec plusieurs missions à sa charge, l'État a créé des décrets pour fixer les modalités de traitement des eaux usées, dans le but de la protection de l'environnement et la préservation des ressources en douces aussi pour les valoriser dans l'irrigation.

Par ailleurs l'office national de l'assainissement a pu réutiliser les eaux usées après le traitement, on peut prendre plusieurs exemples de la valorisation en Algérie comme la lutte contre les incendies, l'entretien des espaces verts, la réutilisation dans le secteur industriel comme le refroidissement et le lavage, aussi dans le secteur agricole qui reste régit par un cadre réglementaire rigoureux compte tenu des liens étroits pouvant être tissés entre cette forme de valorisation et la question de la santé publique.

En fin, on peut déterminer des formes de valorisation à réaliser dans le temps à venir, la valorisation des eaux usées dans les chauffages des bâtiments, c'est un exemple qu'on peut réaliser dans le futur proche, la production de l'électricité qui peut fournir les stations de traitements une source renouvelables.

Partout dans le monde, des initiatives prometteuses démontrent la faisabilité et les avantages de la valorisation des eaux usées traitées, et l'Algérie peut engager à les réaliser au futur.

Au final, nous pouvons affirmer que La valorisation des eaux usées traitées présente plusieurs avantages économiques, environnementaux et sociaux, mais elle soulève également des défis et des préoccupations qui doivent être pris en compte

Avantages économiques : La valorisation des eaux usées traitées peut générer des revenus supplémentaires en produisant de l'énergie, des matières premières ou des services ayant une valeur économique. Cette approche peut également réduire les coûts associés à l'élimination des déchets et à l'approvisionnement en ressources, contribuant ainsi à la rentabilité des installations de traitement des eaux usées.

Avantages environnementaux : La valorisation des eaux usées traitées permet de réduire les rejets de contaminants dans l'environnement, préservant ainsi la qualité de l'eau, des sols et de l'air. De plus, cette approche favorise la conservation des ressources naturelles en recyclant les nutriments, les produits chimiques et l'eau, réduisant ainsi la pression sur les écosystèmes aquatiques et terrestres.

Avantages sociaux : La valorisation des eaux usées traitées peut avoir des retombées sociales positives en améliorant l'accès à l'eau propre et à l'énergie, en créant des emplois locaux dans les secteurs de l'agriculture, de l'industrie et des services, et en renforçant la résilience des communautés face aux changements climatiques et aux crises environnementales.

Malgré tout ces avantages, la valorisation des eaux usées traitées pose plusieurs défis et préoccupations, notamment en ce qui concerne la qualité et la sécurité des produits et des services résultant de ce processus, les impacts sur la santé humaine et l'environnement, la réglementation et la gouvernance, et les questions d'acceptabilité sociale et culturelle. Ces enjeux doivent être pris en compte dans la conception, la mise en œuvre et l'évaluation des projets de valorisation des eaux usées traitées afin de garantir leur durabilité et leur acceptation par toutes les parties prenantes concernées.

Annexe : les indices de calcul de stress hydrique

L'indice de stress de l'eau

L'indice de stress en eau a été développé par Malin Falkenmark en 1989. Celui-ci est le premier l'indice et le plus répondu pour mesurer le degré de stress hydrique. Il se base sur l'estimation, d'un coté, du volume de l'eau renouvelable disponible sur un territoire, et de l'autre coté, de nombre d'habitant et leurs besoins personnels en eau pour l'usage domestique, agricole, industriel et pour produire leurs parts de l'énergie ainsi que pour tenir l'environnement propre. La banque mondiale en fait un moyen pour indiquer la situation puis le classement des pays. Cet indice fait ressortir quatre situations selon les disponibilités en eau par habitant pendant une année.

L'indice de pénurie sociale de l'eau (social water stress index \acute{R} WSI) :

A partir des critiques adressées à l'indice de M. Falkenmark, L. Ohlsson introduit à son analyse de mesurer le stress hydrique la capacité d'adaptation de la société. En expliquant comment la rareté physique de l'eau qui est un problème de premier ordre (premier degré) peut être accompagnée, dans les pays en développement, d'une rareté ou pénurie sociale d'eau qui est un problème de second ordre. Cela, a poussé L. Ohlsson, d'introduire l'indice de développement humain (IDH) à l'indice de stress en eau (water stress index \acute{R} WSI) pour exprimer plus exactement l'ampleur et l'impact de la pénurie en eau dans les sociétés. Il écrivait « Si vous pensez que la capacité d'une société à relever les défis difficiles dépendent de facteurs tel que, par exemple, équité dans la distribution, participation politique, accès à l'éducation (tous très probablement importants pour stimuler l'engagement, et la fidélité politique de la population) – puis là, il existe déjà un indicateur très approprié et largement admis, à savoir l'index humain de développement du PNUD.» Cet indice est calculé par le rapport entre l'indice de stress en eau (water stress index WSI-) appelé aussi hydrological water stress \acute{R} HWSI³⁷- et l'indice de développement humain (IDH).

Indice de l'eau nécessaire de Peter H. Gleick (Basic Water Requirement \acute{R} BWR-) :

En 1996, P. H.Gleick développe un indice de stress en eau en mesurant le besoin en eau d'une personne en une journée. Il opte pour une logique qui est assez simple, une fois que le volume qu'une personne ne peut s'en passer est déterminé, on pourra définir les disponibilités en eau nécessaire pour toute la collectivité puis, on conclut l'indice de l'eau nécessaire Basic Human Water Requirements . Pour ce faire, P. Gleick divise le besoin en eau en quatre besoins de base et

en détermine la quantité minimale pour le satisfaire. Ils sont comme suit : a) Le minimum nécessaire à boire (Minimum Drinking Water Requirement) : Au de là des conditions socio-économiques et culturelles, la quantité de l'eau nécessaire pour la survie de l'homme sous une température moyenne et sans effort physique est de 3 litres d'eau par jour. Cette quantité augmente parce qu'un nombre consistant des populations vivent dans les régions tropicales et subtropicales et devient 5 litres par jour. b) L'eau nécessaire pour l'hygiène (Basic Water Requirement for Sanitation): La propreté et l'hygiène peuvent être assurées dans un monde où la technologie a fait ses preuves avec très peu d'eau ou même sans eau, mais vu des considérations économiques, culturelles et des préférences, 20 litres par jour et par personne sont nécessaires pour couvrir cet utilisation (hygiène). c) L'eau nécessaire à la douche (Basic Water Requirement for Bathing) : Même si le volume de l'eau utilisé pour avoir une douche dans les pays industrialisés et les pays en développement est différent, les spécialistes suggèrent une quantité de 15 litres par personne par jour. d) L'eau nécessaire à la préparation de la nourriture. (Basic requirement for foodpreparation): Une quantité de 10 litres par personne et par jour en moyenne est suffisante, dans les pays développés ou en développement pour préparer la nourriture et laver la vaisselle.

Cet indice est calculé par le rapport entre l'indice de stress en eau (water stress index WSI-) appelé aussi hydrological water stress RHWSI- et l'indice de développement humain (IDH). Le tableau suivant nous donne les quatre catégories de classement selon l'indice de la pénurie sociale d'eau et fait montrer une comparaison avec deux autres indices à savoir celui de Malin Falkenmak précédemment présenté et l'indice de stress en eau ou (HWSI).

L'indice pauvreté en eau (the water poverty index)

Dans l'objectif d'intégrer la dimension socioéconomique et écologique d'une manière plus signifiante dans l'étude de l'impact de la rareté de l'eau dans un pays, C. Sullivan, P. Lawrence établissent l'indice de pauvreté en eau (IPE). Selon P. Lawrence, l'objectif de l'indice de pauvreté en eau (IPE) est d'exprimer une mesure interdisciplinaire qui lie le bien-être des ménages avec les disponibilités en eau et indique l'impact de la pénurie de l'eau sur les populations. Cela permet la classification des pays et communautés selon des facteurs physiques et socioéconomiques en relation avec rareté de l'eau. Toujours dans la optique, C. Sullivan considère que le développement de cet indice laisse espérer un outil holistique de gestion de l'eau pour les décideurs qui réuni, à la fois, les sciences physiques et sociales, et ce par l'identification et le dépistage des liens physiques, économiques et sociaux pouvant exister entre l'eau et la pauvreté.

Références bibliographiques :

Zamoum H (2023, P : 965) : « Protection de l'environnement à travers l'économie circulaire dans l'industrie textile : approche et procédés », Revue AL-MIEYAR volume 14 n°02.

BADIS, Op.cit.

CESE (2022) : « Intégration des principes de l'économie circulaire aux traitements des déchets ménagers et des eaux usées », Avis N° 59.

Mehrig, A et Benmir , M - T (2022) : « Le rôle des banques et des institutions financières dans l'économie circulaire ». Revue El-Miqrizi pour les études économiques et financières, volume 6 N 1.

BONET, D., PETIR, I., &LANCINI, A. (2014). L'économie circulaire:quelles mesure de la performance économique, environnementale et sociale. Revue Française de Gestion Industrielle , 33 (04), 23-43.

BADIS, N (2019) : « vers une économie authentiquementcirculaire » , Journal of Financial, Accounting and Managerial Studies. Volume 06, Number 02

LAVOISY, P et COUTEAU, C (2015) : « L'économie circulaire au service de la préservation des ressources et du climat », édition Imprim Vert, Paris.

Mara et Ando Mikue(2022) : « gestion des rationnelle des ressources en eau en Algérie, contexte et réalités ». Mémoire de master en sciences économique, Spécialité « économie de développement », UMMTO

CESE (2022) : « Intégration des principes de l'économie circulaire aux traitements des déchets ménagers et des eaux usées », Avis N° 59

BENGOUGA, Khalila (2010) CONTRIBUTION A L'ETUDE DU ROLE DE LA VEGETATION DANS L'EPURATION DES EAUX USEES DANS LES REGIONS ARIDES. Masters thesis, Université Mohamed Khider Biskra

Y.Libes (S-D) : « Les eaux usées et leur épuration »

BENGOUGA, Khalila (2010), Op.cit.

HARRAT KAMEL (2023/2024) : « station d'épuration des eaux usées de Tizi-Ouzou », rapport réaliser dans le cadre de licence, spécialité Écologie et environnement, Option : Protection des écosystèmes.

CESE (2022) : « Intégration des principes de l'économie circulaire aux traitements des déchets ménagers et des eaux usées », Avis N° 59.

MALIKI, S-B (2006) : « Politique de l'eau en Algérie : les modèles marchands face à la pauvreté ». Les cahiers du MECAS, N° 2.

Mebarek, G ; Abderrazak, F (2021) : « la gestion des eaux en Algérie : vers un nouveau paradigme », journal of advancedeconomie ; V6.

Kherbache nabil (2014) : « la problématique de l'eau en Algérie : enjeux et contraintes », mémoire en vue d'obtention du diplôme de magistère en sciences économiques. Université abderahmane mira de Bédjaia.

« Tizi Ouzou: La crise de l'eau risque de s'accroître les prochains jours » dans le journal « le jour d'Algérie » publié le 28 juillet 2021

Rapport d'un groupe scientifique de l'OMS Publié en 2000, P18

Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017, publié en 2017. P111/112/129.

Article de Hannachi Abdelhakim publier janvier 2014

Benmalek, A ; Amiri, K ; Bekkari, N ; Debbakh, A et Mellah, A (2022) : « État de lieux des traitements des eaux usées dans les régions arides », Algerian Journal of AridRegions Journal Algérien des Régions Arides JARA, 14 (2) : 1–5.

Décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent

UNIRESO (2023): <https://www.unireso.com/2023/10/19/economie-circulaire-de-quoi-parle-t-on-vraiment-quelle-difference-avec-recyclage/#:~:text=On%20le%20comprend%20donc%20bien,nouveaux%20mat%C3%A9riaux%20de%20nouveaux%20objets> Consulté le 22 décembre 2023

<https://www.unireso.com/2023/10/19/economie-circulaire-de-quoi-parle-t-on-vraiment-quelle-difference-avec-recyclage/#:~:text=On%20le%20comprend%20donc%20bien,nouveaux%20mat%C3%A9riaux%20de%20nouveaux%20objets>

<https://www.quebeccirculaire.org/static/strategies-de-circularite.html>

<https://www.cieau.com/eau-transition-ecologique/solutions/leau-et-leconomie-circulaire-de-quoi-sagit-il/>

SARP, L (2023) : « Les méthodes de traitement des eaux usées expliquées en détail », <https://www.sarp-assainissement.fr/actualites/les-methodes-de-traitement-des-eaux-usees-expliquees-en-detail/>

Y.Libes (S-D) : « Les eaux usées et leur épuration », disponible sur le lien https://www.pseau.org/outils/ouvrages/libes_les_eaux_usees_urbaines_et_leur_epuration_2009.pdf

<https://www.un.org/fr/desa/water-action-decade#:~:text=Selon%20les%20Nations%20Unies%2C%2040%25%20de%20la%20population,de%2090%25%20des%20catastrophes%20sont%20li%C3%A9es%20%C3%A0%20l%27eau.>

« Tizi Ouzou: La crise de l'eau risque de s'accroître les prochains jours » dans le journal « le jour d'Algérie » publié le 28 juillet 2021. <https://lejourdalgerie.com/tizi-ouzou-la-crise-de-leau-risque-de-saccroitre-les-prochains-jours/>
https://web.facebook.com/story.php?story_fbid=627912516218976&id=100070006992312&mibextid=xfxF2i&rdid=G7Z2ITTX5agZ7q5z

Une analyse détaillée des effets néfastes des eaux usées non traitées sur la santé humaine et l'écosystème a été mise en ligne sur le blog Eco planète le 19 avril 2024 sur le lien : <https://www.eco-planete.fr/quels-sont-les-effets-nefastes-des-eaux-usees-non-traitees-sur-la-sante-humaine-et-lecosysteme/#:~:text=Les%20eaux%20us%C3%A9es%20non%20trait%C3%A9es%20repr%C3%A9sentent%20une%20menace,individus%20que%20sur%20la%20stabilit%C3%A9%20des%20%C3%A9cosyst%C3%A8mes%20aquatiques>

<https://www.eco-planete.fr/quels-sont-les-effets-nefastes-des-eaux-usees-non-traitees-sur-la-sante-humaine-et-lecosysteme/#:~:text=Les%20eaux%20us%C3%A9es%20non%20trait%C3%A9es%20repr%C3%A9sentent%20une%20menace,individus%20que%20sur%20la%20stabilit%C3%A9%20des%20%C3%A9cosyst%C3%A8mes%20aquatiques>

<https://www.un.org/fr/desa/world-toilet-day-2>

https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/37549/WHO_TRS_778_fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Article de Hannachi Abdelhakim janvier 2014

https://www.researchgate.net/publication/278392353_GESTION_ET_VALORISATION_DE_S_EAUX_USEES_EN_ALGERIE

La page officielle de l'entreprise est : <https://www.blue-dz.com/traitement-des-eaux-industrielles-algerie/>

<https://uk.ambafrance.org/Thames-Water-se-met-au-vert>

<https://www.grandchambéry.fr/espace-presse/utiliser-les-eaux-usees-pour-produire-du-gaz>

<https://www.lesechos.fr/pme-regions/ile-de-france/les-mureaux-des-eaux-usees-pour-se-chauffer-1157138>

<https://www.levif.be/societe/environnement/a-stockholm-les-bus-roulent-grace-aux-eaux-usees/#:~:text=Les%20eaux%20us%C3%A9es%20de%20la,dans%20les%20r%C3%A9servoirs%20des%20autobus>

<https://www.toutvert.fr/suede-bus-roulent-au-biogaz/>

<https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/developpement-durable-singapour-on-sait-reutiliser-eau-usee-40272/>

Liste des figures

Figure 1 : L'économie circulaire.....	10
Figure 2: le modèle linéaire.....	12
Figure 3 : Distinction économie linéaire/ économie de recyclage/ économie circulaire.....	15
Figure 4 : économie circulaire et gestion rationnelle des ressources.....	17
Figure 5: cycle de traitement de l'eau.....	20
Figure 6 : gestion circulaire des ressources en eau.....	21
Figure 7 : Dégrilleur grossier / Dégrilleur fin.....	27
Figure 8 : Soufflante du BY-PASS.....	29
Figure 9 : Bassin biologique (aération).....	30
Figure 10 : Clarificateur.....	31
Figure 11: Les lits de séchage.....	32
Figure 12 : Ressources en eau : origines et usages.....	33
Figure 13 : crise hydrique illustré par le barrage de Taksebt.....	35
Figure 14 : extension ONA.....	45
Figure 15 : Les acteurs de la filière de réutilisation des eaux usées en Algérie.....	47
Figure 16 : exploitation des eaux usées pour l'arrosage des espaces verts.....	55
Figure 17 : participation de l'ONA à l'extinction des feux de forêts.....	56
Figure 18 : participation de l'ONA au nettoyage des réseaux d'assainissement.....	57
Figure 19: eau usée source d'électricité.....	59
Figure 20: eau usée source chaleur.....	60
Figure 21 : Exploitation des eaux usées dans le transport public.....	61

Liste des tableaux

Tableau 1 : distinction entre une économie linéaire et une économie circulaire.....	13
Tableau 2: evolution des capacités d'épuration.....	45
Tableau 3 : principaux résultants du traitement des eaux usées.....	46
Tableau 4 : valorisation agricole des eaux usées.....	53

Table des matières

Introduction générale 5

Chapitre I : : L'économie circulaire, un changement de paradigme pour une efficacité gestionnaire 8

Introduction :9

SECTION 01 : L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE, consistance et spécificités :9

1. L'économie circulaire une réponse au défis environnementaux :9

2. Distinction entre une économie linéaire / économie de recyclage / économie circulaire.....12

*Section 02 : économie circulaire, une alternative pour une gestion rationnelle des
ressources* :16

1- Importance de l'économie circulaire en matière de gestion des ressources16

2- Économie circulaire et gestion de l'eau20

Conclusion :22

Chapitre 2 : eaux usées, consistance et intérêt 23

Introduction :24

Section 1 : Eau usée, typologie et mécanismes de traitement :24

1. Les principales catégories d'eau usée :24

2. Les étapes de traitement des eaux usées et ses résidus :26

Section 2 : Les justificatifs du besoin actuel à la valorisation des eaux usées.....32

1. Nécessité de la réutilisation des eaux usées face à la crise de la pénurie d'eau32

2. Les différentes facettes des bénéfices tirés de la valorisation des eaux usées36

Conclusion :39

Chapitre III : réalités nationales de la valorisation des eaux usées 40

Introduction :41

Section 01 : Importance des quantités des eaux usées en Algérie41

1. L'ONA, l'organisme chargé de traitement des ressources en eau en Algérie.....41

2. Importance des quantités des eaux épurées par l'ONA44

Section 02 : principaux mécanismes de la politique de valorisation en Algérie46

1. L'aspect législatif47

2. L'irrigation avec des eaux usées traitées en Algérie, restrictions et précautions.48

3. ASPECT INSTITUTIONNEL :48

Conclusion :50

Chapitre IV : Principaux segments de valorisation des eaux usées 51

<i>Introduction</i> :	52
<i>Section 01 : Les différentes formes de valorisation effectives</i> :	52
1. Réutilisation agricole :	52
2- Réutilisation industrielle :	54
3- Valorisation des eaux usées pour l'arrosage des espaces verts en Algérie.....	55
4- La lutte contre les incendies et les feux des forêts :	55
5- Nettoyage et épuration des réseaux d'assainissement.....	56
<i>Section 02 : Des axes de valorisation à prévoir</i>	57
1- La production d'électricité.....	58
2- Production du gaz et chauffage des maisons	59
3- Production d'autres matières premières hors engrais:.....	60
4- transformation en une eau potable	61
<i>Conclusion</i> :	62
CONCLUSION GÉNÉRALE	63
Annexe : les indices de calcul de stress hydrique	66
<i>L'indice de stresse de l'eau</i>	66
<i>L'indice de pénurie sociale de l'eau (social water stress index \acute{R}SWSI)</i> :.....	66
<i>Indice de l'eau nécessaire de Peter H. Gleick (Basic Water Requirement \acute{R}BWR-)</i> : ...	66
<i>L'indice pauvreté en eau (the water poverty index)</i>	67
Références bibliographiques :	68
Résumé :	75

Résumé :

Ce travail présente de manière claire et concise la problématique de la gestion des eaux usées en Algérie, en soulignant les enjeux environnementaux, économiques et sociétaux liés à cette ressource précieuse. Elle met en lumière les défis croissants liés à la rareté de l'eau et à la pollution croissante des eaux usées, soulignant l'inadéquation du modèle linéaire traditionnel de traitement des eaux usées.

L'économie circulaire est présentée comme une alternative prometteuse et durable pour la gestion des eaux usées, en proposant de transformer ces eaux usées en une ressource précieuse à valoriser. En met en avant les avantages considérables de cette approche, en soulignant son potentiel pour une gestion plus responsable et durable de l'eau.

Ce travail vise à contribuer à une meilleure compréhension des enjeux liés à la gestion des eaux usées en Algérie et à proposer des solutions concrètes pour une valorisation durable de cette ressource précieuse. Il s'inscrit dans une perspective de développement durable et de préservation de l'environnement, en tenant compte des besoins des générations présentes et futures.

Ce projet s'inscrit dans le cadre du management environnemental et du développement durable et met en évidence l'intérêt de traitement et de la valorisation des eaux usées industrielle et domestique.

L'objectif de ce projet de fin d'études est d'analyser les quantités des eaux usées traité par l'ONA, et voire les formes de la valorisation des eaux usées dans les déférentes wilayas, pour cela on a fait un saut à la direction générale de l'ONA qui se situe à Alger (Barraki) pour avoir plus d'informations, c'était une occasion de mettre en pratique nos connaissances théoriques et d'en acquérir d'autres.

D'autre part, l'ONA assure également un traitement des eaux usées conformes aux normes algériennes admises, la valorisation des boues d'épuration constitue un produit riche en fertilisants valorisables en agriculture.