

Popular Democratic Republic of Algeria
Ministry of High Education and Scientific Research
Abbes Laghrour University, Khenchela
Faculty of Natural and Life Sciences
Department of Ecology and Environment



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عباس لغرور خنشلة
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيئة والمحيط

MÉMOIRE

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie Filière : Écologie et Environnement

Spécialité : Écologie Fondamentale et Appliquée

Présenté par :

Rahali Noor El Houda
Dekkiche Sara
Belili Loubna

Thème

Valorisation Des Déchets (Déchets Solides Et Rejets Liquides) En Agriculture

Devant le jury :

Présidente	Halimi S.	MCA	Université de Khenchela
Encadrant	Ababsa N.	MCA	Université de Khenchela
Examinatrice	Mezhoud A.	MAA	Université de Khenchela

Année universitaire : 2021/2022



Remerciements

Nous souhaitons exprimer nos gratitude et remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail

Nous tenons à remercier Dr. ABABSA N. (MCA) pour diriger ce travail

Nous tenons à remercier également Les membres de jury pour accepter d'évaluer ce modeste travail

Dr. HALIM S. (MCA) d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Dr MEZHOUD A. (MAA) d'avoir accepter de faire partie du jury et d'examiner de ce travail.

Qu'il trouve ici l'expression de nos sentiments les plus distingués.



Dédicace

Je dedie ce modeste travail a :

*Mon encadreur «ababsa nawel » Pour la qualite de son
encadrement :*

*Mes parents, grâce a leurs tendres encouragements et leurs
grands sacrifices ; ils ont pu
creer le climat affectueux et propice.a la poursuite de mes etudes*

Ma chère soeur et son mari

Mes frères haron .oussama.seif eddine

*ma chère amie amel zerari et sara dekkiche Et aussi mes amis
houria ghezal et sana tlales et zina soualhi et aziza soualhi et rabiaa
mehamdi*

*Je remercie également tous ceux qui nous ont aidés de près ou de
loin*

Rahali Noor El Houda



Dédicace

Je dédie ce travail principalement à ma chère mère et à mon âme mon père, pour leur amour, leur patience, leur dévouement et leur soutien tout au long des 17 années de ma carrière d'étudiants, et à mon oncle et ma tante, à mes sœurs Nesrine , Samah. Farida, mon frère Azou, ma soeur Amina et son mari Samir, et je n'oublierai jamais mon petit Nasime. A mes amis Noor al Houda, Fatoma, Rahma, Sana, Saida, Amina, chahra, Iman, Razika, Rania, kamar, et je n'oublierai jamais mon ami chouaib, mes oncles et tantes et leurs fils et filles et à mes cousins et tantes. Je tiens à remercier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin

Dekkiche Sara



Dédicace :

Je dédie ce travail, comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à :

Ma mère, mon père et mes frères et sœurs, pour son affection, sa patience, et ses prières.

Mes meilleurs amis : Hourai, Ikram, Ranai, Khaoula, Amer, Houssine, pour leur aide leur temps, leur encouragement, leur assistance et soutien.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci infiniment

BELLILI Loubna



Partie I. Revue bibliographique

I. Généralité sur les déchets	1
Déchets organiques solides	1
Notion de déchet, types et origines	1
I. 1.2. Déchets organiques	2
I.1.3. Types de déchets organiques valorisés en agriculture	2
Eaux usées	4
II. Valorisation	5
II. 1. Valorisation des déchets organiques	7
II. 1.1. Le compostage	7
II. 1 2. La méthanisation	8
II. 2. La valorisation des eaux usées	10
III. Les impacts de la valorisation des déchets solides et des eaux usées en agricultures	11

Partie II Matériel et méthodes

I. Provenance et origines des déchets et des eaux usées caractérisés	12
I.	1
. Les déchets solides	12
I.2. Les eaux usées	12
II. Protocoles des analyses	12
Partie III. Résultats et discussion	
I. Les déchets organiques	17
I. 1. Le pH	17
I. 2. La conductivité électrique	18
I. 3. La matière organique	22
I. 4. Le phosphore assimilable	25
I.	5
. Le calcaire total	26

Conclusion

Références

Liste des figures

Figure 1. Le compostage	8
Figure 2. Schéma global des réactions biochimiques de la méthanisation	9
Figure 3. Quelques étapes des analyses chimiques réalisées au niveau du la boratoire	14
Figure 4. Valeurs de pH pour les différents types de déchets valorisés en agricul	17
Figure 5. Teneures de la CE pour les différents types de déchets valorisés en agricult	21
Figure 6. Teneures de la MO pour les différents types de déchets valorisés en agriculture	24
Figure 7. Teneures de P_2O_5 pour les différents types de déchets valorisés en agriculture	26
Figure 8. taux de $CaCO_3$ pour les différents types de déchets valorisés en agriculture	28
Figure 9. Caractéristiques des eaux traitées par la STEP de Ain Baida et STEP de Kais	31-31

Liste des tableaux

Tableau 1. Comparaison de quelques caractéristiques de quatre types de déchets organiques	3
Tableau 2. Caractéristiques physicochimiques typiques des eaux usées domestiques	5
Tableau 3. Origines des déchets caractérisés	1
Tableau 4. Les paramètres analysés et leurs protocoles	13
Tableau 5. Paramètres analysés et les protocoles utilisés au niveau de la STEP de Ain Baida (wilaya Oum El Bouaghi) pour caractériser les eaux traitées	15
Tableau 6. Paramètres analysés et les protocoles utilisés au niveau de la STEP de Kais (wilaya de Khenchela) pour caractériser les eaux traitées	16
Tableau 7. Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux 1/5	19
Tableau 8. Classes de salinité des déchets en fonction de la CE	20
Tableau 9. Normes d'interprétation de la matière organique	22
Tableau 10. Classes de la richesse des déchets en matière organique	23
Tableau 11. Normes d'interprétation du taux du calcaire du sol	
Tableau 12. Classes de la richesse des déchets en calcaire total	27
Tableau 13. Les normes des eaux de sor	32
Tableau 14. Directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation d'après la FAO	33

Liste des abréviations

B _A	Boues résiduaire
B _C	Biochare
B _K	Boues résiduaire
C	Carbone
CaCO ₃	Calcaire
CE	Conductivité électrique
Com	Compost
DBO ₅	Demande Biologique en Oxygène en 5 jours
DCO	Demande chimique en Oxygène
DP	Déchet de poisson
F	Fumier
FV	Fientes de volaille
MES	Matière en Suspension
MO	Matière organique
ms	Milissimense
NT	Azote total
OMS	Organisation mondiale du santé
P ₂ O ₅	Phosphore assimilable
pH	Potentiel d'hydrogène
ppm	Partie par million
PT	Phosphore total
S	Sédiment
STEP	Station d'épuration
T°	Température



Introduction

Introduction

Les déchets sont de la matière abandonnée, considérée comme inutilisable et sans valeur, voire à valeur négative, par une société, dans un contexte donné et à une période bien déterminée de sa marche évolutive (Lacour, 2012).

Les fertilisants organiques sont composés exclusivement par des matières d'origine végétale et animale, longtemps considérés comme des déchets, ces derniers ont trouvé un regain d'intérêt lorsque la valorisation agricole des éléments fertilisants qu'ils contiennent a été développée (Schvartz et al., 2005). La valorisation des déchets entre dans le cadre du développement durable et l'économie circulaire. En effet, c'est une pratique qui nous débarrasse des quantités grandissantes des déchets qui se produisent d'une façon continues dans le respect de l'environnement d'un coté, et nous permet d'améliorer la qualité du sol de l'autre coté.

Dans notre étude nous avons choisir de travailler sur des déchets de deux origines différentes, tous valoriser en agricultures ; **(i) déchets organiques agricoles qui renferme le fumier, la fiente de volailles, des déchets de poisson et (ii) des déchets organiques non agricoles, il s'agit de la boue et des eaux traitées par les deux STEP de Ain Baida (wilaya d'Oum El Bouaghi) et Kais (wilaya de Khenchela), du compost, du biochar et sédiment.**

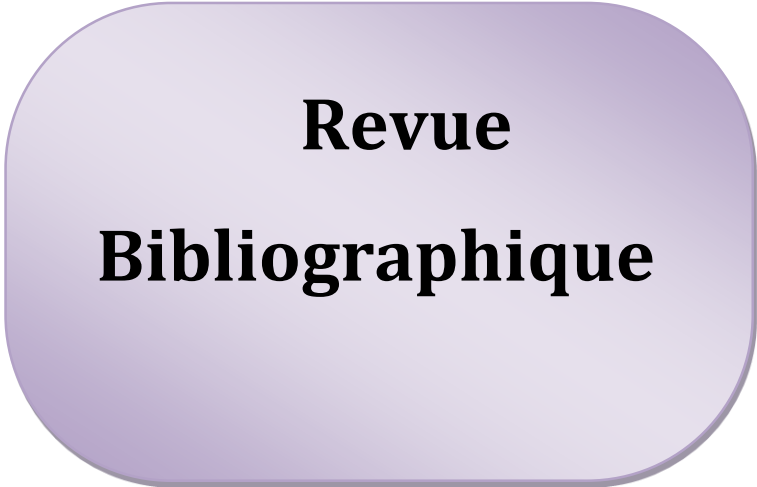
L'objectif de cette étude est de déterminer les caractéristiques de différents types de déchets et deconnaitre quel type de déchet choisir a utiliser pour fertiliser le sol et améliorer sa qualité.

Notre étude est articulée autour trois parties, en plus d'une introduction et une conclusion :

Dans la première partie, nous avons abordé des généralités sur les déchets organiques solides et les eaux usées, ensuite la valorisation de ces déchets pour terminer avec les impacts de la valorisation des déchets solides et des eaux usées en agriculture.

La deuxième partie est réservée aux matériel et méthodes utilisés pour caractériser l'ensemble des déchets sur lesquels nous avons travaillé

La troisième et dernière partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus et à leur discussion.



**Revue
Bibliographique**

I. Généralités sur les déchets

I. 1. Déchets organiques solides

I. 1. 1. Notion de déchet, types et origines

Le terme déchet vient du verbe déchoir qui traduit la diminution de valeur d'une matière ou d'un objet jusqu'au point où il devient inutilisable en un lieu et en un moment donné (Pichat, 1995). D'après Pesqueux (2016) le déchet est défini par la convention de Bale (1992) sur le mouvement transfrontière de déchets dangereux comme « *des substances ou objets qu'on élimine, qu'on a l'intention d'éliminer ou qu'on est tenu d'éliminer en vertu des dispositions du droit national* » ;

La définition du déchet n'est pas totalement acceptée par tout le monde, c'est notamment le cas lors des évolutions qu'il pourra subir (opérations de collecte, tri, transformation primaire) et qui lui confère des caractéristiques physiques, chimiques et mécaniques différentes, et de ce fait, une valeur économique (Melquiot, 2004).

Aloueimine (2006) a rapporté qu'il a distingué deux concepts de la définition du déchet, une conception subjective et une conception objective.

Selon la conception subjective, un bien devient un déchet lorsque son propriétaire à la volonté de s'en débarrasser. Il demeure sien tant qu'il n'a pas quitté la propriété de cette personne ou l'espace qu'elle loue, ce bien devient une propriété de la municipalité lorsqu'il est déposé sur la voie publique ou dans une poubelle, car par cet acte son propriétaire peut avoir clairement signifié sa volonté d'en abandonner tout droit de propriété (Aloueimine, 2006).

Selon la conception objective, un déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la protection de la santé publique et de l'environnement, indépendamment de la volonté du propriétaire et de la valeur économique du bien : les biens recyclables qui sont des matières premières secondaires entrent dans cette définition objective, donc le détenteur d'un bien est soumis à la réglementation et il ne peut se décharger de ses responsabilités envers la gestion de ce déchet sous prétexte de sa valeur économique (Aloueimine, 2006).

Le déchet est complexe car il est constitué en général d'un mélange de plusieurs phases (liquides, solides, gazeuses), et sa composition évoluée dans le temps et dans l'espace, ils sont classés suivant leur origine ou suivant la nature du danger qu'ils fassent courir à l'homme ou à son environnement (Criniet Badot, 2007). Pour ce qui est du recyclage en vue

d'une valorisation agricole, les principaux types sont les déchets municipaux et ménagers, les déchets de l'industrie agro-alimentaire et les déchets agricoles (Crini et Badot, 2007 ; Askri, 2015).

I. 1. 2. Déchets organiques

Les déchets organiques, représentent l'ensemble des résidus ou sous-produits générés par l'agriculture, les industries agroalimentaires ou les collectivités. Ils sont composés de matière organique non synthétique caractérisée par la présence d'atomes de carbone issus d'organismes vivants, végétaux ou animaux (Chauvin, 2004). Ces déchets sont caractérisés par une cinétique de décomposition rapide notamment sous climats intertropicaux, impliquant des risques pour l'environnement et la santé humaine (Tchobanoglous et al., 1993).

De manière générale, les résidus de cultures (pailles de céréales, cannes de maïs et de millet, pulpes, fanes, etc.) et de jachère sont parfois enfouis, au même titre que les déjections animales (bovins, porcins, caprins, volailles, etc.), comme amendement organique pour les sols sans aucun traitement préalable (Lacour, 2012). Les fractions organiques de Déchets Ménagers et Assimilés, de déchets agricoles et agroindustriels peuvent également être transformées en matières fertilisantes par compostage (Lacour, 2012).

I. 1. 3. Types de déchets organiques valorisés en agriculture

Une large variété de matières organiques trouvées dans les déchets municipaux, industriels, ménagers et agricoles (Askri, 2015) peuvent être valoriser en agriculture après leur passage par des procédés de biodégradation de la matière organique comme le compostage ou la méthanisation. La composition et les caractéristiques des matières utilisées varient énormément et affectent significativement la performance de la méthanisation (Yebo et al., 2011) ou de compostage.

Plusieurs types de matières organiques résiduares solides ou déchets organique solides peuvent être utilisés en agriculture pour fertiliser ou amender le sol. Houot et al. (2016) ont rapporté qu'il existe une large diversité notamment :

- Les effluents d'élevage ;
- Les boues résiduares
- Le compost des déchets verts, de déchets ménagers, de déchets organiques issus des activités industrielles ;
- Les digestat et affinât de méthanisation ;

- Les cendres en particulier issues des installations de combustion de biomasse à vocation énergétique ;
- Les déchets des bassins de l'aquaculture ;
- Les sédiments dragués en milieu fluvial ;
- Les matières issues de la pyrolyse de certains déchets (biochars) ;
- Fientes de volailles ;
- Fumier.

Le tableau (1) résume quelques caractéristiques de quelques types de déchets organiques (Afilal et al., 2014).

Tableau 1. Comparaison de quelques caractéristiques de quatre types de déchets organiques (Afilal et al., 2014).

	Déchets de poissons	Viscères de volailles	Fientes de volailles	Animalerie
MVS %	23,98	23,65	28,77	80,01
MM%	5,81	3,89	3,73	6,11
COT %	13,78	13,59	16,53	45,98
NT	11,2	5,6	4,48	5,6
Rapport C/N	1,23	2,42	3,68	8,21

I.2. Eaux usées

Les eaux usées sont des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout (Ramade, 2000). La composition des eaux usées est très hétérogène, mais elles contiennent généralement des concentrations élevées de nutriments (Stevens et al., 2004). Ce qui fait des eaux usées, une alternative prometteuse pour faire face au déficit hydrique et la pauvreté des sols en matières organiques et éléments minéraux (Boudjabi, 2016). El Addouli et al., (2008), ont rapporté que les eaux usées non traitées sont utilisées dans l'irrigation de 10 % des récoltes dans le monde. Dans le tableau (2), Spellman (2014) a résumé les caractéristiques typiques des eaux usées domestiques.

D'après Ababsa (2016), la réutilisation des eaux usées en agriculture présente un certain nombre d'avantages parallèlement aux inconvénients bien connus et de ce fait beaucoup de facteurs rendent l'utilisation de l'eau usée en agriculture une pratique prometteuse : **(1)** l'eau usée est une source non conventionnelle fiable et disponible toute l'année et son volume tend à augmenter **(2)** l'eau usée est riche en éléments nutritifs et matières organiques, selon OMS (1989), l'utilisation de cette pratique permettra de réduire près de 30% des apports d'engrais, Pekrun et al. (2003), ont affirmé une augmentation des teneurs en azote et carbone organiques dans les cinq à dix premiers centimètres de sol irrigué à l'eau usée et la quantité élevée de matières organiques, ainsi que **(3)** cette pratique permet de réduire la pollution de l'eau de surface. Après l'installation des stations d'épuration des eaux usées brutes dans la plus parts des pays, l'utilisation des eaux brutes est interdite par la loi. La technologie de traitement des eaux usées consiste à éliminer les polluants dans les eaux usées par des processus physiques, chimiques et biologiques, influençant directement sur l'élimination des polluants (Chenge et al., 2020), par conséquent, des réglementations environnementales strictes ont été imposées pour réduire la concentration des métaux lourds dans les eaux usées en dessous des limites autorisées avant de les rejeter dans les réservoirs d'eau naturels (Salama et al., 2019).

Tableau 2. Caractéristiques physicochimiques typiques des eaux usées domestiques (Spellman, 2014).

Paramètres	Caractéristiques typiques
Couleur	Grise
Oxygène dissous	> 1mg/l
pH	6.5-9
MES	100-350 mg/l
DBO5	100-300 mg/l
DCO	200-500 mg/l
NT	20-85 mg/l
PT	6-20 mg/l

II. Valorisation

La gestion optimale des déchets réduit la production de déchets, les problèmes sociaux et environnementaux associés aux déchets et augmente la production d'énergie et de matériaux utiles. (Yousefloo et Babazadeh, 2019).

La valorisation consiste toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, y compris par le producteur de déchets (SPI, 2013). La valorisation est considérée parmi les piliers de l'économie circulaire. Ce nouveau modèle économique de l'économie circulaire se fonde à la fois sur les nécessités environnementales (les ressources sont limitées et les déchets peuvent devenir des matières premières) et sur le constat économique de la rareté grandissante des matières premières et de la dépendance nationale aux importations (SPI, 2013). En réponse, il propose une utilisation raisonnée et plus efficace des ressources ainsi que la mise en œuvre de modes de production et de consommation s'inscrivant dans une démarche de développement durable (SPI, 2013).

Globalement, les matières organiques susceptibles d'être valorisées par voie de compostage (considéré comme un procédé biologique contrôlé de conversion et de valorisation des substrats organiques, sous-produits de la biomasse et de déchets organiques d'origine biologique en produits stabilisés, hygiéniques, semblables à un terreau, riches en composés humiques) (Faurie et al., 2006) ou de méthanisation (qui est une digestion anaérobie de la matière organique par les micro-organismes. Elle est réalisée en milieux confinés appelés les digesteurs afin d'optimiser les réactions, elle donne lieu à une production de biogaz ainsi qu'à un digestat) relèvent essentiellement des déchets provenant de l'agriculture, de l'horticulture, de l'aquaculture, de la sylviculture, ainsi que de la préparation et de la transformation des aliments, et les déchets municipaux (déchets ménagers et déchets assimilés provenant des commerces, des industries et des administrations) (CNR., 2000).

D'après Maystre (1994), valoriser un déchet recoupe toute action qui permet d'en tirer de l'énergie, de trouver un nouvel usage à la matière qui le compose, de tirer une matière première secondaire utile à la fabrication du même bien et de trouver un nouvel usage ou qui permet à un déchet de redevenir utile pour d'autres. Le même auteur ajoute que la valorisation

se décline en : valorisation matière qui permet de réutiliser les éléments constitutifs du déchet en les intégrant dans le circuit économique; valorisation biologique permettant la production d'engrais et de compost et valorisation énergétique (production de chaleur et d'électricité).

Askri (2015), a rapporté que plusieurs types de déchets peuvent être valorisés en agriculture après méthanisation, il s'agit surtout de (1) déchets municipaux solides et ménagers, (2) déchets industriels et d'industrie agroalimentaire, (3) les déchets agricoles, (4) le fumier, (5) les boues des stations d'épuration.

Il est important de mentionner que le fumier et les boues résiduelles peuvent être valorisés en agriculture à l'état brut sans biodégradation.

Pour le compostage, les mêmes types de déchets traités par la méthanisation peuvent être traités par compostage. On peut ajouter, à la liste rapportée par Askri (2015), les déchets verts et les sous-produits : comme par exemple les sous-produits de l'olivier.

La valorisation des déchets solides en agriculture est une sorte de valorisation qui concerne les déchets biodégradables (fermentescibles). C'est une sorte de valorisation de matière, car de la matière est produite (Lupton, 2011) par dégradation. D'après Gouilliard et Legendre (2003) dans le milieu naturel, cette dégradation de la matière organique peut se faire par deux voies différentes :

- En conditions aérobies, c'est-à-dire en présence d'oxygène, pour former un amendement organique appelé humus ou compost. Il s'agit alors de compostage, qui se fait naturellement dans les litières forestières ce type de valorisation est pratiqué depuis des siècles par les jardiniers et les agriculteurs (Gouilliard et Legendre, 2003);
- En conditions anaérobies, c'est-à-dire en absence d'oxygène pour produire du gaz, il s'agit de la méthanisation qui se déroule dans le milieu naturel, elle peut avoir aussi lieu spontanément au fond des eaux stagnantes (Gouilliard et Legendre, 2003).

II. 1. Valorisation des déchets organiques

La valorisation des déchets organiques est effectuée après ou sans traitement, selon le type des déchets. Par exemple le fumier et la fiente de volaille et la boue peuvent être appliqués sur le sol sans aucun traitement, mais il est préférable de les traiter par des traitements biologiques avant leur application, alors que la fraction fermentescible des ordures ménagères doit être traitée avant application. Généralement le traitement se réalise par deux

procédés biologiques :le compostage et la méthanisation, le premier donne comme résultat un produit organique appelé le compost et le second donne comme résultat le digestat.

II. 1. 1. Le compostage

Le compostage se traduit par une perte de matière organique, c' est un moyen de transformation des déchets pour mieux les valoriser, le compost obtenu est défini comme un coproduit du traitement de ces déchets par compostage (Fig. 1), l'intérêt du compostage réside dans la stabilisation biologique des matières putrescibles, la diminution du volume et de la teneur en eau à quantité d'éléments fertilisants pratiquement équivalente et l'élévation de la température au cours de la fermentation contrôlée, qui détruit les germes pathogènes et inhibe les graines de mauvaises herbes (Mustin, 1987).

Le processus de d'gradation aérobie de la matière organique par compostage passe par deuxétapes biologiques : la fermentation chaude et la maturation (Charnay, 2005).

Le lombricompostage est un processus biotechnologique, dans lequel les matières organiquessont converties en produit de valeur par les vers de terre (Rakkini, 2017).

Les espèces de vers de terre ont la capacité de consommer divers types de déchets organiques tels que les excréments de bétail, les déchets de palmier à huile, les résidus agricoles, les boues d'épuration et d'autres déchets agro-industriels (Bhat et al., 2018).

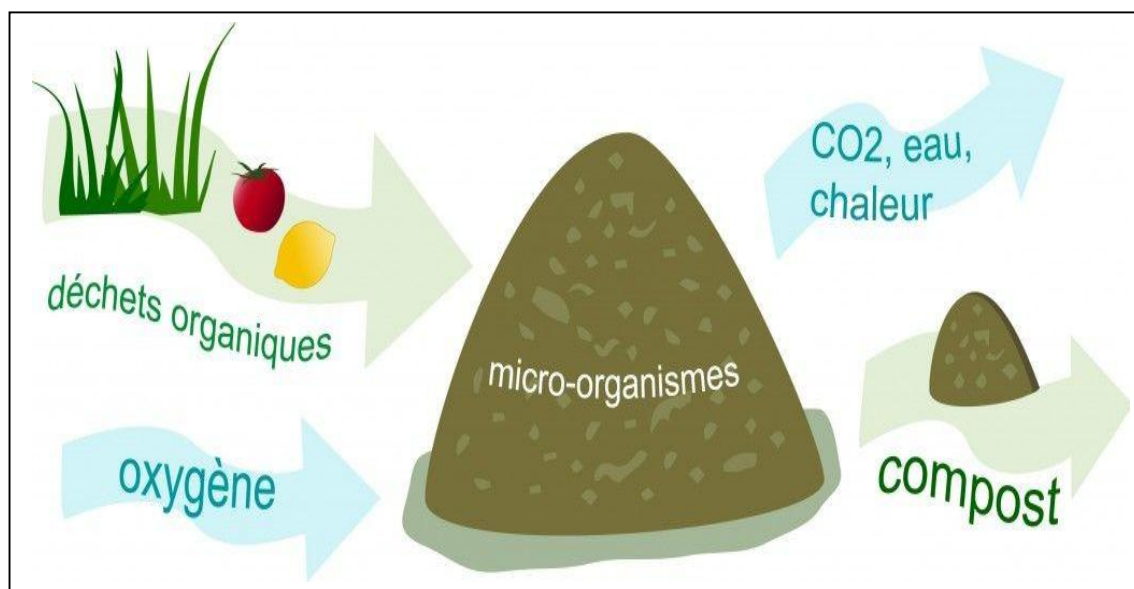


Figure 1. Le compostage(https://blog.oleomac.fr/wp-content/uploads/2014/07/schema-compostage_RVB.jpg).

II. 1. 2. La méthanisation

La méthanisation est un procédé biologique de dégradation de la matière organique en absence de l'oxygène aboutissant à la production de biogaz et digestat. Ces deux produits sont le résultat de quatre étapes biochimiques dans lesquelles les grandes chaînes de carbone sont transformées en acides gras et alcools. Ceux-ci sont alors réduits en méthane et CO₂ et digestat, ces étapes sont : (1) l'hydrolyse, (2) l'acidogénèse, (3) l'acétogénèse et enfin (4) la méthanogénèse (Askri, 215). La figure (2) représente les principales réactions biochimiques de la méthanisation.

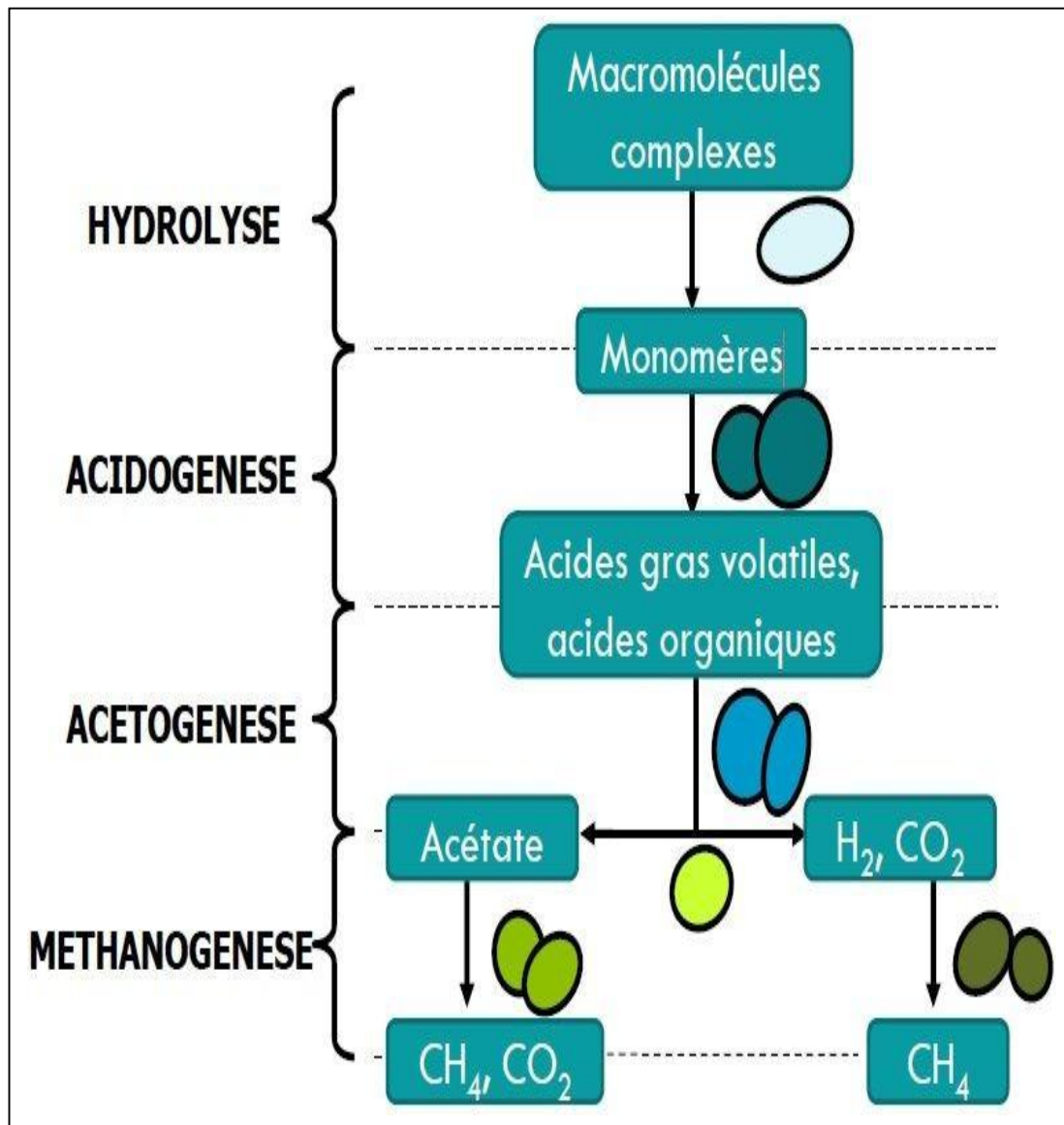


Figure 2. Schéma global des réactions biochimiques de la méthanisation (Barret, 2015).

II.2. La valorisation des eaux usées

De nombreuses rivières sont utilisées pour recevoir les eaux usées des centres urbains. Ce qui influence sur la dégradation de la qualité de l'eau des rivières, conséquence de l'absence de traitement des eaux usées (Putti et al., 2021). La valorisation des eaux usées brutes en irrigation agricoles est une activité pratiquée depuis un temps anciens dans le monde (Shuval et al., 1986). Mais vue les impacts négatives qui peuvent être causée, il devient nécessaire de traiter les eaux usées avant leur réutilisation (Zidi, 2021).

La réutilisation de l'eau après traitement est un moyen efficace. La station de traitement des eaux usées (STEP) peut être utilisée pour recycler les eaux usées comme un mécanisme fructueux. Dans ce scénario, il devient nécessaire que les STEPs fonctionnent avec une efficacité totale qui ne peut être atteinte que si chaque composant du système utilisé dans les STEPs fonctionne avec une fiabilité élevée et des stratégies de maintenance appropriées sont exécutées (Goyal et al., 2019).

Le traitement des eaux usées est important et son objectif principal est de réduire les concentrations de ses polluants aux limites fixées par les organismes de réglementation avant leur rejet dans les eaux réceptrices ou leur traitement ultérieur à d'autres fins telles que les loisirs, l'irrigation et la production d'eau potable (Donald et al., 2022). En général, le traitement conventionnel des eaux usées consiste en une combinaison de processus et d'opérations physiques, chimiques et/ou biologiques pour éliminer les solides, y compris les colloïdes, la matière organique, les nutriments, les contaminants solubles (métaux, organiques, etc.) des effluents (Crini et Lichtfouse, 2019).

Hashem et Qi (2021) ont rapporté que de nombreux pays ont décidé de transformer les eaux usées en ressource d'irrigation pour répondre à la demande urbaine et faire face aux pénuries d'eau.

III. Les impacts de la valorisation des déchets solides et des eaux usées en agriculture

La réutilisation des eaux usées traitées à des fins d'irrigation, d'aménagement paysager et de reconstitution des eaux de surface ou souterraines est largement mise en œuvre et bien que la pratique de la réutilisation s'accompagne d'un certain nombre d'avantages liés à

l'amélioration des bilans hydriques et de la nutrition des sols par les éléments nutritifs présents dans les effluents traités, un certain nombre de questions sans réponse sont encore liées à cette pratique (Fatta-Kassinos et al., 2011). En raison de la nature de cette eau, il existe des problèmes potentiels associés à son utilisation pour l'irrigation, certaines des principales préoccupations sont les risques pour la santé, l'accumulation des sels et les risques de toxicité (Hashem et Qi, 2021). Les eaux usées peuvent contenir des microbes d'origines multiples, mais dans la plupart des contextes, la grande majorité des microbes présents dans les eaux usées d'un égout donné proviennent du microbiote des humains vivant dans les maisons d'où les eaux usées sont collectées et, dans une moindre mesure, micro-organismes non fécaux, (García-Aljaro, 2018). Dont une fraction peut être persistée même après traitement.

Hashem et Qi (2021), ont rapporté que l'examen de la littérature révèle que la réutilisation des eaux traitées fait désormais partie du programme de vulgarisation pour stimuler l'utilisation des ressources en eau, cependant, l'application incontrôlée de ces eaux a de nombreux effets défavorables sur les sols et les plantes, en particulier à long terme. Pour réduire ces effets défavorables lors de l'utilisation des eaux traitées dans l'irrigation, des directives appropriées pour la réutilisation et la gestion des eaux usées doivent être suivies pour limiter considérablement les effets négatifs (Hashem et Qi, 2021).

La gestion des déchets biosolides gagne en importance non seulement pour fournir un environnement propre et sain, mais aussi pour améliorer la productivité primaire grâce à l'amélioration de la qualité des sols (Rakkini, 2017).

Les boues résiduaires destinées à être utilisées en agriculture doivent être soumises à une évaluation complète comprenant non seulement la détermination des propriétés physico-chimiques de base, la teneur en polluants ou en bactéries pathogènes, mais également les propriétés écotoxicologiques (Delibacak et al., 2020). Les mêmes auteurs ont révélé que la phytotoxicité des boues d'épuration et ses changements dans le temps sont déterminés de manière significative par le type de sol.

*Matériel
Et
Méthodes*

I. Provenance et origines des déchets et des eaux usées caractérisés

I. 1. Les déchets solides

Pour avoir une idée sur la composition de quelques types de déchets valorisés en agriculture soit à l'état brut ou après compostage nous avons choisi les types de déchets suivant que nous avons pu les obtenir. Il s'agit de la boue résiduaire de deux STEPs différentes, déchets de poisson, fumier, fiente de volaille, biochar, compost et sédiment. Le tableau (3) résume l'origine des déchets caractérisés.

Tableau 3. Origines des déchets caractérisés

N ^o	Déchets	Abréviation	Origines
1	Boue résiduaire	BA	STEP de Ain Beida (wilaya d'OumEl ʒouaghi).
2	Boue résiduaire	BK	STEP de Kais (wilaya de Khenchela).
3	Biochar	BC	Pyrolyse de bois.
4	Sédiment	S	Barrage de Kais.
5	Déchet de poisson	DP	Ferme d'élevage de poisson Tilapia.
6	Fumier	F	Étable d'élevage de bovin.
7	Fiente de volaille	FV	Étable d'élevage de poulet.
8	Compost	Com	

I_2 définition de Biochar: Le biochar tient son nom du terme « bio » en référence à des résidus organiques et « char » pour charbon. Dans le cadre d'utilisations dans les sols et les milieux poreux, ils sont appelés biochars. Autrement, ils peuvent être appelés « char ». Le biochar est obtenu par pyrolyse, qui consiste à carboniser des résidus en absence de flamme et en très faible concentration d'oxygène. Ce traitement peut durer de quelques secondes (pyrolyse rapide) dans des conditions thermiques de 500 à 800 ° C à plusieurs heures (pyrolyse lente) sous des conditions telles que 400 ° C . Lors de cette opération, les corps organiques complexes à faible densité énergétique (-1,5 GJ m³) sont brisés thermochimiquement. Ils produisent des molécules organiques plus petites comme du liquide à haute densité énergétique (huiles pyrolitiques -22 GJ m³ ou 17 MJ Kg), des gaz (ex.: CO, CH, CO₂) à relativement faible densité énergétique (-6 MJ Kg) et un solide (le biochar) à haute densité énergétique (-18 MJ Kg¹) (Lee et al., 2010).

I. 3. Les eaux usées

Pour les eaux usées, traitées, nous avons utilisé les analyses des deux STEP de Ain Baida (wilaya d'Oum El Bouaghi) et STEP de Kais (wilaya de Khenchela). Les deux STEP sont de type boues activées à faible charge.

II. Protocoles des analyses

Pour les déchets solides, plusieurs paramètres sont analysés en utilisant les protocoles connus dans la littérature scientifique. Le tableau (4) résume les paramètres analysés ainsi que les protocoles utilisés pour la caractérisation.

Tableau 4. Les paramètres analysés et leurs protocoles

Paramètres	Abréviation	Unité	Protocoles
Le potentiel hydrogène	pH	/	Rapport : matière solide /eau: 1/2,5
La conductivité électrique	CE	mS/cm	Rapport : matière solide /eau: 1/5
Le carbone	C	%	Walkley-Black
La matière organique	MO	%	$C \times 1.72$
Phosphore assimilable	P2O5	ppm	Joret-Hébert
Le calcaire total	CaCO3	%	Calcimètre de Birnard

Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre dans une solution composée 10g de matière solide et 25 ml de l'eau distillée, cette solution a été agitée pendant 30 minutes, puis nous avons effectué la lecture avec la sonde du pH-mètre.

La CE a été mesuré à l'aide d'un conductimètre dans une solution composée 10g de matière solide et 50 ml l'eau distillée, cette solution a été agitée pendant 30 minutes, puis nous avons effectué la lecture avec la sonde du conductimètre.

La matière organique (MO) a été estimée par le dosage du carbone organique en utilisant la méthode de **Walkley-black** qui se base sur l'oxydation à froid du carbone par le bichromate de potassium en milieu acide. La matière organique est calculée selon la relation suivante : $MO\% = 1.75 \cdot C\%$.

Le phosphore assimilable (P₂O₅) a été analysé en utilisant la méthode de Joret-Hébert qui consiste à extraire le phosphore par l'oxalate d'ammonium par agitation pendant 2 heures, le rapport matière solide / solution d'oxalate est égal à 1/25. Le dosage est basé sur la formation et la réduction d'un complexe d'acide phosphorique et d'acide molybdique. Les dosages sont effectués sur un volume de 10 ml dans des tubes à essais.

Le calcaire total (CaCO₃ T) a été mesuré en utilisant un Calcimètre de Bernard qui consiste à faire attaquer un poids connu de la matière solide par l'acide chlorhydrique dilué (1/3) et ensuite mesuré le volume de gaz carbonique dégagé.

La figure (3) représente quelques étapes des analyses chimiques réalisées au niveau du laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie.



Figure 3. Quelques étapes des analyses chimiques réalisées au niveau du laboratoire

Pour les eaux usées traitées nous avons pu obtenir les analyses des eaux traitées de deux STEP, l'une située à la wilaya d'Oum El Bouaghi, il s'agit de la STEP de Ain Baida et l'autre située à la Wilaya de Khenchela, il s'agit de la STEP de Kais.

Le tableau (5) résume les paramètres analysés et les protocoles utilisés au niveau de la STEP de Ain Baida. La STEP de Ain Baida elle a été mise en service en 2015, pour traiter les eaux usées urbaines de la ville d'Ain Beida, avec une capacité de : 140000 EH = 16840 m³/j, c'est une station de trois étapes de traitement : prétraitement, traitement biologique et traitement tertiaire. Le traitement biologique est de type Boues activées à faible charge. Le milieu récepteur des eaux traitées est Oued el Azzabi. La valorisation des eaux traitées par la STEP ainsi que la boue en agriculture est parmi les objectifs de la construction de la STEP.

Tableau 5. Paramètres analysés et les protocoles utilisés au niveau de la STEP de Ain Baida (wilaya Oum El Bouaghi) pour caractériser les eaux traitées.

Paramètres	Abreviation	Unité	Méthodes et Protocoles
La température	T °C	°C	Multi paramètre portable
Le potentiel hydrogène	pH	/	Multi paramètre portable
La conductivité électrique	CE	mS/cm	Multi paramètre portable
Les matières en suspension	MES	mg/l	Double pesée
Demande chimique en oxygène	DCO	mg/l	La méthode de DBO mètre
Demande biologique en oxygène	DBO5	mg/l	La méthode de DCO mètre
Ortho-Phosphate	P-PO4	mg/l	Dosage spectrophotomètre($\lambda = 885$ nm)
Nitrite	N-NO2	mg/l	Dosage spectrophotomètre

Le tableau (6) résume les paramètres analysés et les protocoles utilisés au niveau de la STEP de Kais (wilaya de Khenchela), c'est une STEP qui a été conçue pour traiter les eaux

usées urbaines des deux villes de Kais et Remila, à une capacité actuelle de 60.000 équivalent habitant avec un débit de 7200 m³/jour. Le traitement biologique est de type Boues activées à faible charge. Le milieu récepteur des eaux traitées est Oued Laadjardia.

Il a été projeté la réutilisation des eaux épurées par la STEP avec un volume d'eau épurée de

millions de m³ à l'irrigation de 100 ha à l'horizon 2025. La valorisation des boues résiduaires est parmi les objectifs de la construction de la STEP.

Tableau 6. Paramètres analysés et les protocoles utilisés au niveau de la STEP de Kais (wilayade Khenchela) pour caractériser les eaux traitées.

Paramètres	Abreviation	Unité	Méthodes et Protocoles
La température	T °C	°C	Multi paramètre portable
Le potentiel hydrogène	pH	/	Multi paramètre portable
La conductivité électrique	CE	mS/cm	Multi paramètre portable
Les matières en suspension	MES	mg/l	Méthode gravimétrique
Demande chimique en oxygène	DCO	mg/l	Kit HACH
Demande biologique en oxygène	DBO5	mg/l	La méthode de DBO mètre
Ortho-Phosphate	PO4	mg/l	Kit HACH
Nitrite	N-NO2	mg/l	Kit HACH

*Résultats
Et
Discussion*

Résultats et discussion

I. Les déchets organiques

I. 1. Le pH

Le pH est une expression synthétique des conditions physicochimiques qui président en partie à l'activité microbienne et à la disponibilité des éléments nutritifs (Genot et al., 2007).

Les résultats des analyses des échantillons étudiés sont représentés sur la figure (4) qui révèle que les valeurs de pH oscillent entre un minimum de 6.02 pour le compost et un maximum de

8.68 pour le biochar. Ce qui signifie que le pH du compost est légèrement acide alors que le biochar est alcalin. De même, nous avons enregistré des valeurs des pH alcalin pour les sédiments (8.2) et pour le fumier (8.7). Alors que la boue de la STEP de Ain Baida est caractérisée par un pH légèrement acide (6.35). Nous avons également enregistré des pH neutres pour des boues de la STEP de Kais (7.16) et dans les déchets de poissons (pH=7.36) et dans les fumiers de volaille (7.21).

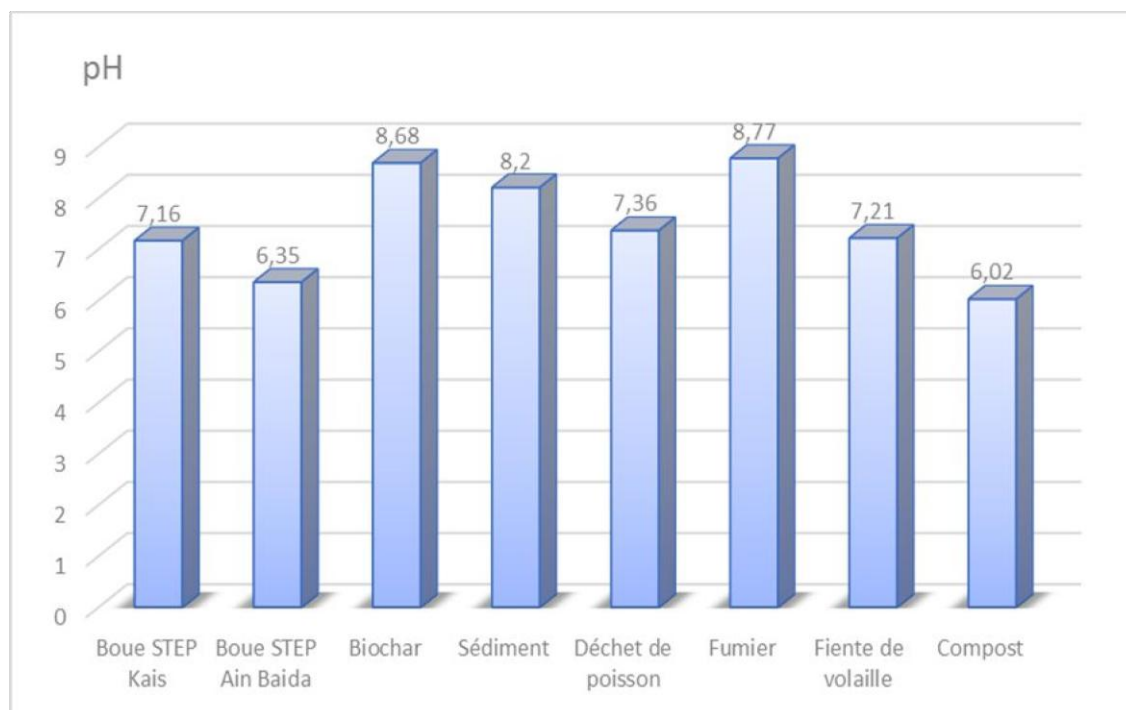


Figure 4. Valeurs de pH pour les différents types de déchets valorisés en agriculture

Pour le compost, Mrabet et al. (2011) ont rapporté une valeur plus élevée de pH (7.8).

Pour la boue, Azizi (2018) et Idder et al. (2012) ont rapportés des valeurs de pH respectivement de 7.7 et 7.9.

Gomgnimbou et al. (2019) ont rapporté une valeur de pH légèrement neutre (6.97).

La valeur de pH que nous avons mesuré pour le fumier est supérieure à la valeur trouvée par Siboukeur (2013) (8.3), malgré que les deux sont considérées comme alcalin.

La valeur du pH pour le biochar que nous avons mesurée est inférieure par rapport à la valeur trouvée par HouBen et al. (2017) qui ont rapporté une valeur de pH égale à 10.7.

La valeur du pH pour les déchets de poisson (7.36) supérieure par rapport la valeur mentionnée par Taiek et al. (2014) qui ont rapporté une valeur de 6.54.

Jendoubi et al. (2014) ont rapporté des valeurs de pH de 7.9 et 8.11 respectivement pour le fumier ovin et camelin respectivement.

De ces résultats, il ressort que le compost et la boue de la STEP de Ain Baida qui ont caractérisé par un pH légèrement acide peuvent être considérés comme de bon amendement organique pour les sols qui présentent un pH alcalin.

Alors que le biochar, sédiment et le fumier, caractérisés par un pH alcalin doivent être utilisés sur des sols acides pour corriger le pH.

La boue de la STEP de Kais, des déchets de poisson, et la fiente de volaille, caractérisés par des pH neutres peuvent être utilisés comme des amendements sur les sols peu importe leur pH.

I. 2. La conductivité électrique (CE)

La CE permet d'obtenir une estimation de la teneur globale en sels dissous, elle est nécessaire pour l'étude du complexe adsorbant des sols salés (Aubert, 1978).

Les résultats des mesures de la CE des différents types de déchets valorisés en agriculture sont représentés sur la figure (5).

Les valeurs de la CE varient entre un minimum de 0.5 mS/cm pour le biochar et un maximum de 7.7 mS/cm pour le fumier.

Comparant les résultats obtenus avec le tableau (7), qui représente les classes de la salinité en fonction de la CE, nous révèle la présence de quatre sur cinq classes de salinité résumés sur le tableau (8). Nous observant donc l'absence de la classe légèrement salée et la présence des classes non salé qui comprend le biochar et le sédiment, la classe salée

comprend des déchets de poisson, la boue de la STEP de Kais et le compost, la classe très salée comprend la boue de la STEP Ain Baida et en fin la classe extrêmement salée comprend la fiente de volaille et le fumier.

Tableau 7. Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux 1/5(Mathieu et Pieltain, 2009).

CE_{e1:5} à 25 °C	Classe de salinité
$CE_{e1:5} \leq 0,6$	Non salé
$0,6 < CE_{e1:5} \leq 1$	Légèrement salé
$1 < CE_{e1:5} \leq 2$	Salé
$2 < CE_{e1:5} \leq 4$	Très salé
$CE_{e1:5} > 4$	Extrêmement salé

De ces résultats, il apparaît que le biochar et le sédiment peuvent être utilisés sur des sols qui ont une salinité élevée vu qu'ils sont caractérisés par une CE faible, alors que les déchets de poisson, la boue de la STEP de Kais et le compost doivent être utilisés sur des sols caractérisés par une faible CE, alors que la boue de la STEP de Ain Baida, la fiente de volaille et le fumier peuvent être utilisés sur des sols à très faible CE et avec de faibles doses et avec prudence pour ne pas dégrader le sol en augmentant sa salinité avec l'utilisation excessive de ce type de déchets. Bouguerra, (2018) a indiqué que la présence d'un taux élevé de sels peut entraîner une augmentation de la CE qui dépasse 4 dS/m.

Mrabet et al. (2011) ont enregistré une salinité plus élevée pour le compost où ils ont rapporté une valeur de 4 mS/cm.

Tableau 8. Classes de salinité des déchets en fonction de la CE

Types de déchet	CE du déchet	Classe de salinité
Biochar	0.5	$CE \leq 0.6$ □ Non salé
Sédiment	0.509	$CE \leq 0.6$ □ Non salé
Déchet de Poisson	1.6	$1 < CE \leq 2$ □ Salé
Boue STEP Kais	1.8	$1 < CE \leq 2$ □ Salé

Compost	1.9	$1 < CE \leq 2$ □ Salé
Boue STEP Ain Baida	4	$2 < CE \leq 4$ □ Très salé
Fiente de volaille	5.8	$CE > 4$ □ Extrêmement salé
Fumier	7.7	$CE > 4$ □ Extrêmement salé

Azizi (2018), a mentionné une très faible valeur (0.387 mS/cm) de la conductivité électrique pour la boue, alors que Idder et al. (2012) ont rapporté une valeur plus élevée de la CE (4.94 mS/cm) de la boue qui dépasse celles enregistrées pour les boues des deux STEP de Ain Baida et Kais.

Pour notre étude, la fiente de volaille est caractérisée par une salinité extrêmement élevée (5.8 mS/cm), presque la même valeur de CE (5.39 mS/cm) a été rapportée par (Siboukeur, 2013).

Siboukeur (2013) a rapporté une valeur très élevée de la conductivité électrique (13.2 mS/cm) pour le fumier, alors que Jendoubi et al. (2014) ont mentionnées des valeurs de CE de 5.65 mS/cm et 18.01 mS/cm respectivement pour le fumier ovin et camelin.

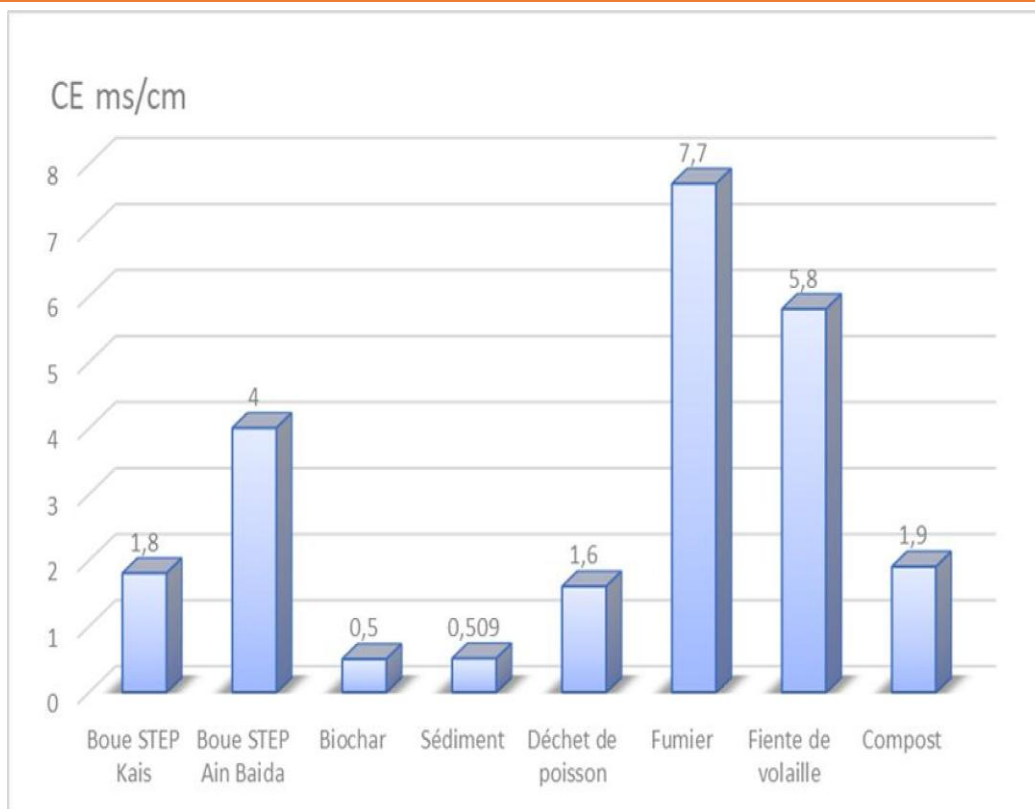


Figure 5. Teneurs de la CE pour les différents types de déchets valorisés en agriculture

Taiek et al. (2014), ont mentionnées une valeur de la conductivité électrique (1.75 mS/cm) trèsproche à celle trouvée dans notre étude pour les déchets de poisson.

De ces résultats il ressort que, la conductivité électrique se diffère d'un déchet à l'autre et même pour le même type de déchet elle se diffère c'est le cas de la CE de la Boues des deux STEP de Ain Baida et Kais, ainsi que des résultats rapportés par d'autre études et sur les mêmes types de déchets. De ce fait le choix du type de déchet qui va être utilisé sur le sol est en relation étroite avec les caractéristiques de sol ainsi que les caractéristiques du déchet lui-même. Donc il faut se basé sur des analyses pour choisir quel types de déchets utilisé a fin d'améliorer le sol

I. 3. La matière organique

Sur le plan chimique, les matières organiques (MO), majoritairement composées de carbone, interviennent dans la capacité d'échange cationique et constituent une source d'éléments nutritifs pour les plantes (Weil et Magdoff, 2004).

Les résultats relatifs à la matière organique représentés sur la figure (6). Cette dernière nous révèle une large variation de la teneur en matière organique pour les types de déchets étudiés. Les valeurs varient d'un minimum de 1.376 % à un maximum de 55.4%. L'observation du tableau (9) qui nous rappelle sur les classes de la richesse en matières organique nous révèle la présence des classes suivante : très faibles, moyenne, moyennement élevée et tres élevée. Les teneurs de la matière organiques ainsi que l'appréciation pour chaque type de déchet estrésumé sur le tableau (10).

La matière organique est relativement très peu abondante pour le sédiment où nous avons enregistré une valeur de 1.3%. Pour le biochar la teneur de la matière organique est moyenne, pour les déchets du poisson la teneur est moyennement élevée. Les boues des deux STEP, le compost le fumier et la fiente de volaille sont des déchets tres bien pourvus en matière organique.

Tableau 9. Normes d'interprétation de la matière organique (Soltner, 1981)

Taux de matière organique	Appréciation
< 1	Extrêmement faible
1 – 1,5	Très faible
1,5 – 2,5	Faible
2,5 – 3,5	Moyenne
3,5 – 4,5	Moyennement élevée
4,5 – 5	Elevée
> 5	Très élevée

Tableau 10. Classes de la richesse des déchets en matière organique

Type de déchet	Teneur en MO (%)	Appreciation
Sédiment	1.376	Très faible
Biochar	2.752	Moyenne
Déchet de poisson	4.12	Moyennement élevée
Boue STEP Ain Baida	6.88	Très élevée
Compost	13.76	Très élevée
Boue STEP Kais	20.64	Très élevée
Fumier	27.52	Très élevée
Fiente de volaille	55.04	Très élevée

Mrabet et al. (2011) ont rapporté une valeur très élevée de matière organique qui arrive à 19.22%, elle représente environ cinq fois la valeur trouvée pour le compost que nous avons analysé.

Azizi (2018), a mentionné une valeur de 1.4 % pour la matière organique dans la boue, cette valeur est très faible par rapport aux deux valeurs signalées dans notre étude. Toutefois Idder et al. (2012) ont rapportés que la teneur de la boue de la STEP de Toughourt très élevée (23.62 %).

Malgré la teneur en MO très élevée de la fiente de volaille qui a dépassée 55%, Gomgnimbouet al. (2019), a rapporté une valeur plus élevée pour le même type de déchet qui a dépassée 64%.

Dans son étude Siboukeur (2013) a rapporté une teneur de 65.14 % de la matière organique pour le fumier. Cette valeur représente le double de la valeur enregistrée dans notre

étude.

Jendoubi et al. (2014) ont mentionnées des valeurs de la matière organique de 52 % et 79% respectivement pour le fumier ovin et camelin.

De ces résultats il ressort que la teneur en matière organique se diffère d'un déchet à un autre même pour le même type de déchet nous avons remarqué une très grande différence. Généralement les déchets qui ont montré une appréciation d'une teneur très élevée en matière organique doivent être utilisés pour améliorer les sols très pauvres en matière organique, mais avec de faibles doses.

Alors que les déchets qui ont classée comme des déchets avec une classe moyenne à moyennement élevée peuvent être utilisés sur des sols pauvre en matière organique avec des doses plus élevées.

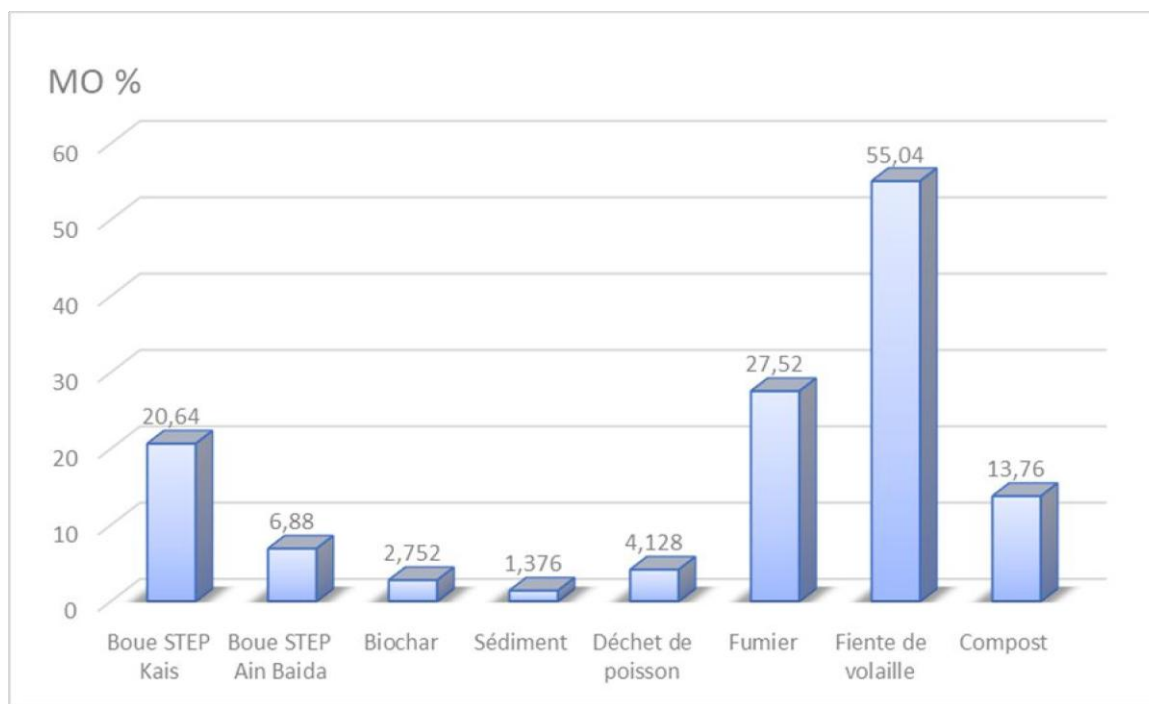


Figure 6. Teneurs de la MO pour les différents types de déchets valorisés en agriculture

I. 4. Le phosphore assimilable (P₂O₅)

Le phosphore assimilable joue un rôle essentiel dans la mise en place du système racinaire, la photosynthèse et la reproduction du végétal (Zidi, 2021).

Les teneurs, des déchets étudiés, du phosphore assimilable sont résumés sur la figure (7). Cette dernière nous révèle que le déchet le plus pourvu en phosphore assimilable est la boue de la STEP de Kais avec une valeur de 218.75 ppm, suivi par le déchet de poisson (117.64 ppm) et la boue de la STEP de Ain Baida (116.90 ppm).

Le compost est l'amendement le moins pourvu en phosphore assimilable avec une valeur de 34.703 ppm. Pour le reste des déchets analysés (fiente de volaille, biochar, fumier et sédiment) les valeurs du phosphore assimilable varient entre 41.28 ppm et 49.38 ppm.

Malgré que le compost est caractérisé par la teneur la plus faible en phosphore assimilable dans notre étude, Mrabet et al. (2011) a rapporté une valeur plus faible de 12 ppm. Boulahbal (2011) a mentionné dans son étude une valeur du phosphore assimilable de 1.98 %. Pour la fiente de volaille Siboukeur (2013) a mentionné une valeur de 0,51%. Dans la même l'auteur a signalé une valeur de 0,88% du phosphore assimilable pour le fumier. Taiek et al. (2014) ont rapporté une teneur de 28,3 mg/100 g du phosphore assimilable pour le déchet de poisson.

De ces résultats nous proposons d'utiliser la boue et le déchet de poisson sur des sols pauvres en phosphore pour améliorer leur teneur en cet élément très essentiel pour le sol et pour la plante. Il faut juste éviter d'utiliser des amendements riches en phosphore assimilable sur des sols à pH alcalin. Car à des pH basiques, les phosphates se précipitent, en présence d'ions de calcium, formant des complexes plus ou moins stables, polluant le sol (El Halouani, 1993).

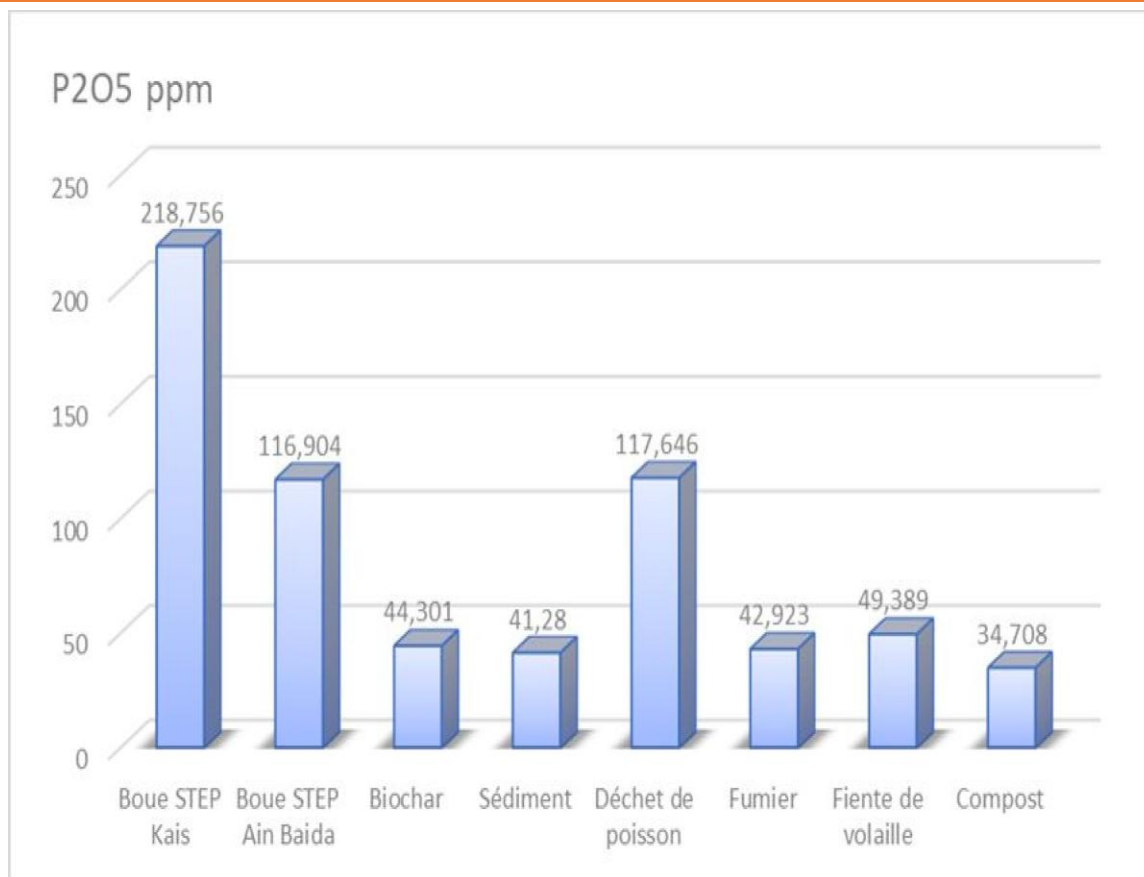


Figure 7. Teneurs de P₂O₅ pour les différents types de déchets valorisés en agriculture

5. Le calcaire total

Le calcaire total consiste en des débris de la taille des grains de sable n'ayant aucun lien direct avec la matière organique (Ben Hassine et al., 2008). La présence de calcaire dans le sol provoque en effet chez de nombreuses plantes des difficultés de croissance accompagnées de troubles physiologiques (Le Tacon, 1978).

Les teneurs, des déchets étudiés, du calcaire total sont résumés sur la figure (8). Cette dernière nous révèle que les teneurs en calcaire total varient entre un minimum de 2.68 % pour la boue de la STEP de Kais et un maximum de 34.4% pour le sédiment.

L'observation du tableau (11) qui nous rappelle sur les normes d'interprétation du calcaire total nous révèle la présence de trois classes suivantes : peu calcaire, modérément calcaire et fortement calcaire

Tableau 11. Normes d'interprétation du taux du calcaire du sol (Baize, 1997).

Taux du calcaire	< 1 %	1 à 5 %	5 à 25 %	25 à 50 %	50 à 80 %	> 80 %
Appréciation	Non calcaire	Peu calcaire	Modérément calcaire	Fortement calcaire	Très fortement calcaire	Excessivement calcaire

Les teneurs en calcaire total ainsi que l'appréciation pour chaque type de déchet est résumé sur le tableau (12).

Korboulewsky et al. (2001) ont rapporté un taux de 11% du calcaire total pour le compost, cette valeur représente 2.5 fois du taux du calcaire total enregistré dans notre étude.

Azizi (2018) a signalé une valeur de 33,11% du calcaire total pour la boue, ce qui est très élevé par rapport des taux enregistrés par les boues des deux STEP de Kais et Ain Baida.

Tableau 12. Classes de la richesse des déchets en calcaire total

Types de déchets	CaCO ₃ %	Appréciation
Boue STEP Kais	2.68	Peu calcaire
Biochar	3.22	Peu calcaire
Compost	4.3	Peu calcaire
Boue STEP Ain Baida	6.45	Modérément calcaire
Fiente de volaille	8.06	Modérément calcaire
Fumier	9.67	Modérément calcaire
Déchet de poisson	17.2	Modérément calcaire
Sédiment	34.4	Fortement calcaire

D'après les normes d'interprétation du calcaire total, la boue de la STEP de Kais, le biochar et le compost sont les amendements les plus faiblement pourvus en calcaire total ce qui fait cdeces dernier les meilleurs utiliser sur des sols à pH neutre à alcalin pour éviter le risque d'augmenter le pH et le taux du calcaire total du sol.

La boue STEP Ain Baida, la fiente de volaille, le fumier et les déchets de poisson peuvent être considérés comme de bon amendement sur les sols légèrement acides, car ils peuvent corriger les pH légèrement acides et acides.

Le sédiment est un excellent amendement pour corriger le pH des sols acides, mais il peut causer un grand problème s'il est ajouté sur les sols alcalins. Le calcaire bloque certains éléments indispensables aux plantes comme le fer et divers oligoéléments (notamment manganèse et cuivre), il provoque alors des carences (qui se manifestent par exemple par des chloroses chez les végétaux) (Baba Ahmed et Bouhadjera, 2010)

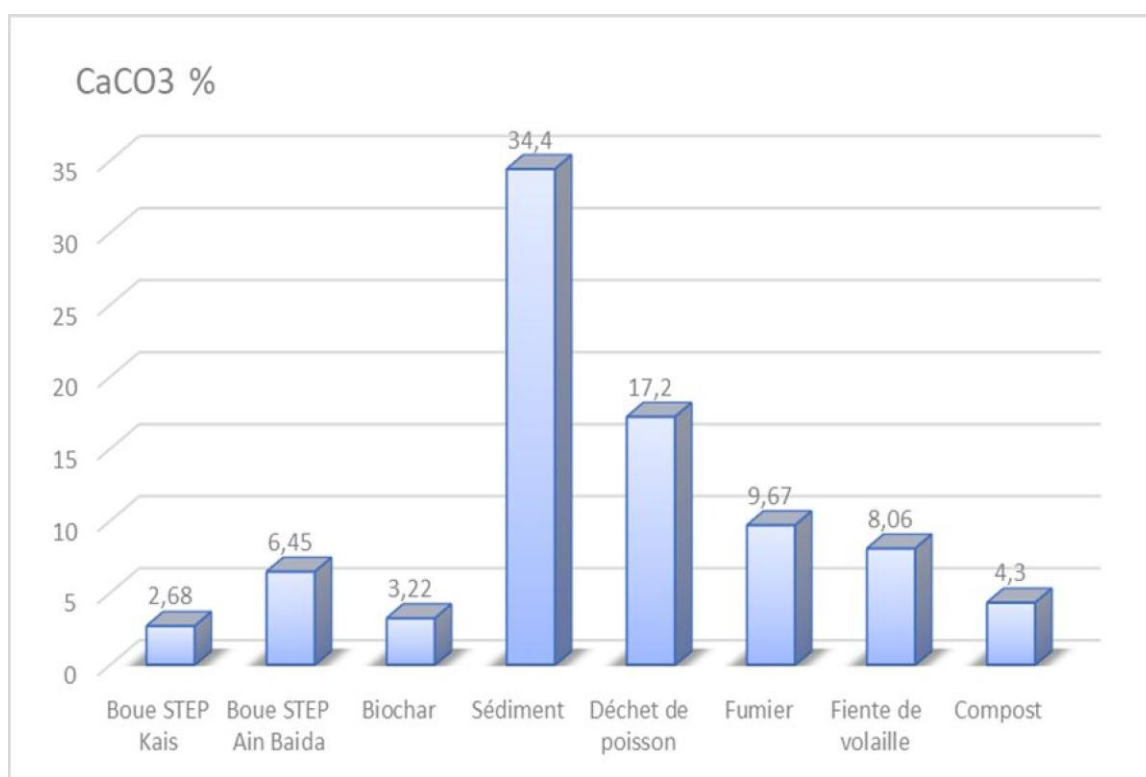


Figure 8. Teneures du CaCO₃ pour les différents types de déchets valorisés en agriculture

I. Les eaux usées traitées

Les caractéristiques des eaux traitées par la STEP de Ain Baida sont présentées sur la figure (9), cette dernière révèle que pour la STEP de Kais, le pH est alcalin, la salinité de l'eau est très faible, où nous avons enregistré une valeur de la conductivité électrique de 1.61 ms/cm ce qui indique que l'irrigation par les eaux traitées par la STEP de Ain Baida ne présente pas un risque sur la salinisation des sols. Pour les matières en suspension la teneur est égale à 10.83mg/l.

Concernant les composantes organiques nous remarquons sur le tableau (13) que la concentration en DCO est 35.97 mg/l et la DBO5 est très faible (0.83 mg/l). La teneur en ortho phosphates est égale à 2.72 mg/l et la teneur en nitrites est 0.13 mg/l.

Pour les eaux traitées par la STEP de Kais (Fig. 9), le pH est alcalin est plus élevé que le pH enregistré pour les eaux traitées par la STEP de Ain Baida, la CE est moins faible que celle enregistrée pour les eaux traitées par la STEP de Ain Baida (0.981 ms/cm) ce qui indique que ces eaux peuvent être utilisées pour l'irrigation des terres agricoles sans aucun risque de salinisation.

La teneur en matières en suspension est plus faible par rapport à la valeur enregistrée pour les eaux traitées par la STEP de Ain Baida, où nous avons enregistré une valeur de 8.8 mg/l. Concernant les composés organiques nous avons enregistré des valeurs plus élevées que celles enregistrés pour les eaux traitées par la STEP de Ain Baida, où, comme c'est montré sur la figure (9), la valeur de DCO enregistrée par la STEP de Kais est de 76 mg/l et la valeur de DBO5 est égale à 5 mg/l.

Ces valeurs représentent deux et cinq fois respectivement pour DCO et DBO5 fois des valeurs enregistrées par les eaux traitées par la STEP de Kais.

Pour les ortho phosphates, la valeur est deux fois plus élevée (2.72 mg/l) que celle enregistrée par les eaux traitées par la STEP de Ain Baida.

Une valeur très faible des nitrites (0.025 mg/l) est enregistrée par les eaux traitées par la STEP de Kais

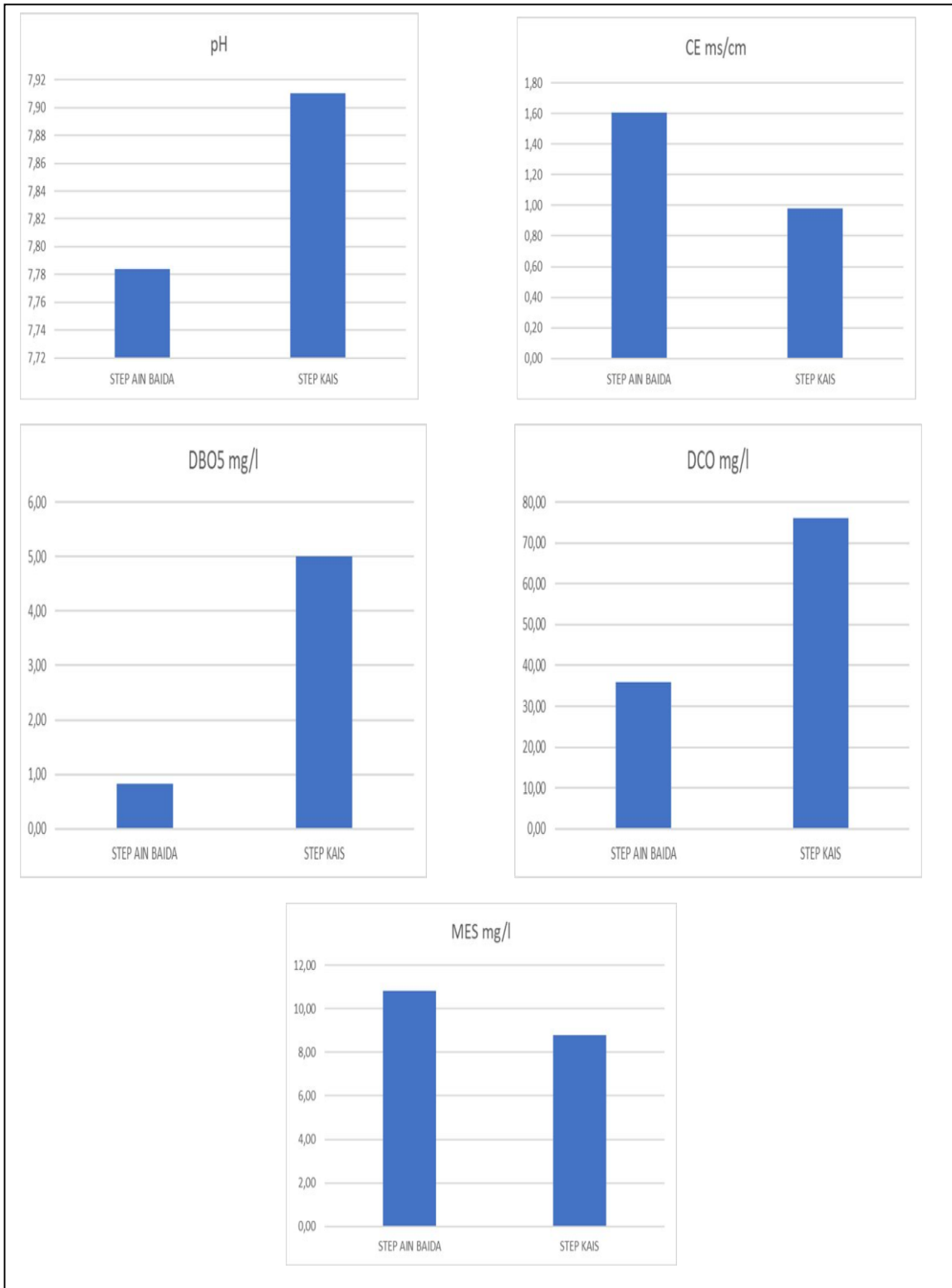


Figure 9. Caractéristiques des eaux traitées par la STEP de Ain Baida et STEP de Kais

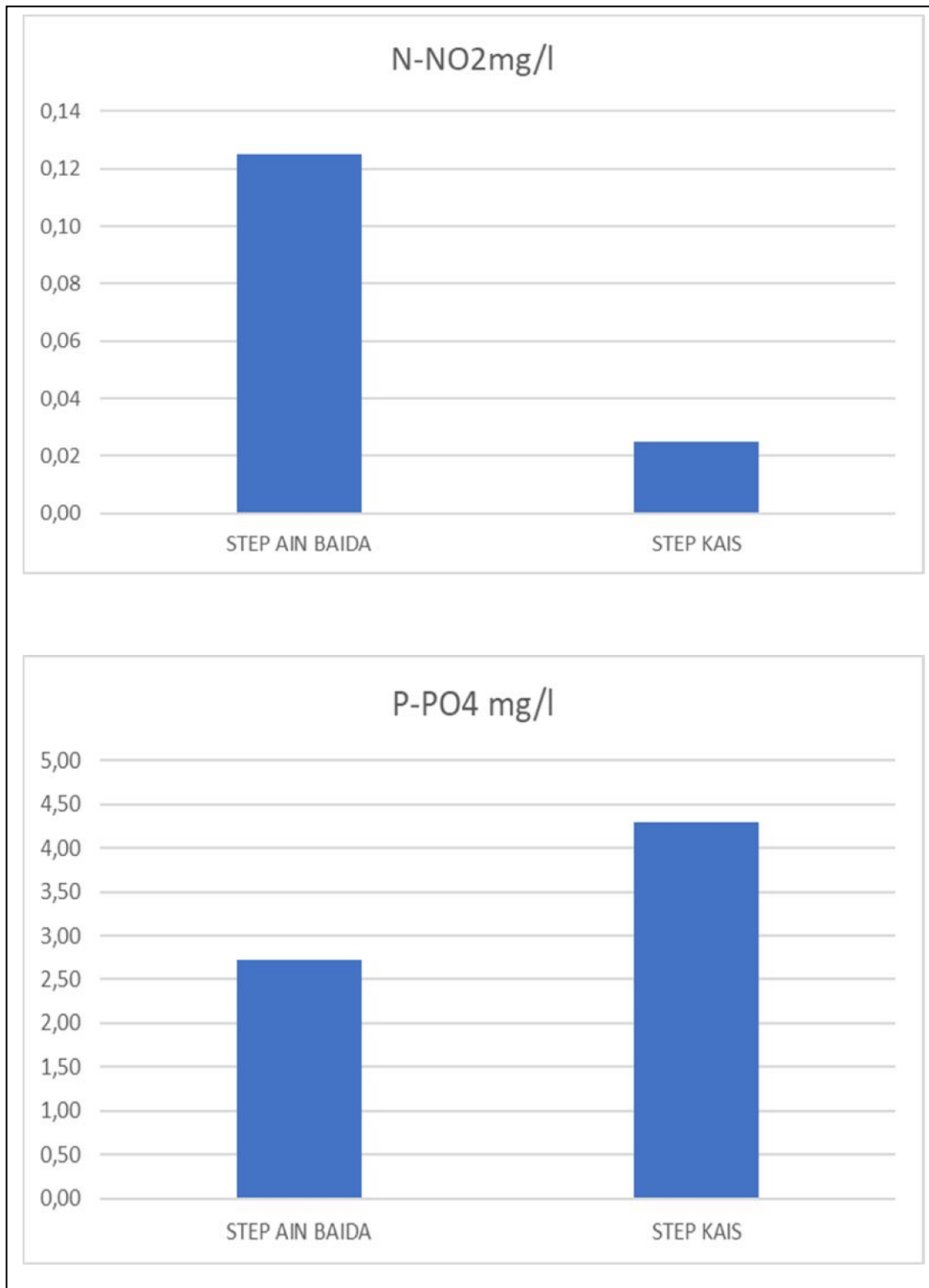


Figure 9. (suite) Caractéristiques des eaux traitées par la STEP de Ain Baida et STEP de Kais

Comparant les valeurs des paramètres enregistrées par les eaux traitées par les deux STEP de Ain Baida et Kais avec les normes de l’OMS (2001) (Tab.13) et FAO (d’après Ayers et Westcot, 1994) (Tab. 14), nous pouvons conclure que : le pH des eaux traitées par les deux STEP est dans la marge de 6.5 et 8.5, donc le pH respect la norme algérienne et celle de l’OMS, ainsi que celle de la FAO. Pour la CE nous constatons que les eaux traitées par la STEP de Kais respectent la norme de l’OMS, alors que les eaux traitées par la STEP de Ain Baida présentent une valeur de CE légèrement élevée que la limite supérieure de la norme de l’OMS, selon ce paramètre les eaux traitées par les deux STEP sont classées parmi les eaux dont la restriction à l’irrigation est légèrement modérée.

Pour la DBO5 et la DCO, les eaux traitées par les deux STEP respectent les deux normes algériennes et de l’OMS, où les valeurs enregistrées pour les deux paramètres sont largement inférieures à ces deux normes.

Concernant les matières en suspension, les teneurs enregistrées par les eaux traitées par les deux STEP sont trois fois plus faible que la norme algérienne et la norme de l’OMS.

Pour les nitrites, les valeurs enregistrées pour les eaux traitées par les deux STEP sont largement inférieure de la norme algérienne.

Tableau 13. Les normes des eaux de sortie (JORA, 2012 et OMS, 2001)

Paramètre	Unité	Norme (JORA, 2012)	OMS, 2001
T	C °	30	30
pH		6.5-8.5	6.5-8.5
CE	µs/cm	-	50-1500
DCO	mg/l	90	120
DBO5	mg/l	30	35
MES	mg/l	35	35
NH4	mg/l	-	-
NO2	mg/l	1	-

Tableau 14. Directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation d'après la FAO(Ayers et Westcot, 1994)

		Restriction pour l'irrigation		
		Aucune	Légère à modérée	Forte
Salinité (influe sur l'eau disponible pour la plante)				
CEi	dS/m	<0.7	0.7-3.0	>3.0
TDS	mg/l	<450	450-2000	>2000
Infiltration (influe sur la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol : utiliser à la fois CEi et SAR)				
SAR = 0-3 et CEi =		>0.7	0.7-0.2	<0.2
SAR = 3-6 et CEi =		>1.2	1.3-0.3	<0.3
SAR = 6-12 et CEi =		>1.9	1.9-0.5	<0.5
SAR = 12-20 et CEi =		>2.9	2.9-1.3	<1.3
SAR = 20-40 et CEi =		>5.0	5.0-2.9	<2.9
Toxicité de certains ions (affectent les cultures sensibles)				
Sodium :				
Irrigation de surface	SAR	<3	3-9	>9
Irrigation par aspersion	mécq/l	<3	>3	□
Chlore :				
Irrigation de surface	mécq/l	<4	4-10	>10
Irrigation par aspersion	mécq/l	<3	>3	
Bore	mg/l	<0.7	0.7-3.0	>3.0
Effets divers (affecte les cultures sensibles)				
Azote (NO3-N)	mg/l	<5	5-30	>30
Bicarbonate (HCO3) (pour aspersion sur frondaison)	mécq/l	<1.5	1.5-8.5	>8.5
pH		Zone normale : 6.5-8.4		



Conclusion

Conclusion

A l'heure actuel, la durabilité de l'environnement est un grand défi.

Dans notre étude nous avons essayé de caractériser huit types de déchets valorisés en agriculture et deux types des eaux usées traitées.

Il s'agit de la boue et des eaux usées traitées par les deux STEP de Ain Baida et de Kais, sédiment, compost, biochar, fumier, fiente de volaille et déchets de poisson. Ces déchets appartiennent à deux catégories différentes : déchets organiques non agricoles et déchets organiques agricoles

La valorisation des déchets en agriculture par leur apport au sol dépend dans une large mesure des résultats de l'interprétation des analyses des sols et des fertilisants ou amendements organiques. A court terme ces analyses nous orientent vers le choix du type de déchet organique ou fertilisant organique utilisé.

Car comme nous avons vu dans nos résultats, les paramètres analysés se différent d'un déchet à l'autre et selon les résultats rapportés par d'autres études pour les mêmes types de déchets, les valeurs des paramètres analysés comme le pH, la CE, la matière organique, le phosphore assimilable et le calcaire total varient selon l'origine du déchet et le type du déchet

*Références
bibliographiques*

Liste des références bibliographiques

- Afilal, M. E., Elasri, O., & Merzak, Z. (2014). *Caractérisations des déchets organiques et évaluation du potentiel Biogaz (Organic waste characterization and evaluation of its potentialbiogas)*. *J. Mater. Environ. Sci*, 5(4), 2014.
- Gomgnimbou, A. P., Bandaogo, A. A., Kalifa, C., Sanon, A., Ouattara, S., & Nacro, H. B. (2019). *Effets à court terme de l'application des fientes de volaille sur le rendement du maïs (Zea mays L.) et les caractéristiques chimiques d'un sol ferralitique dans la zone sud- soudanienne du Burkina Faso*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(4), 2041-2052.
- Aloueimine, S.O. (2006) *Méthodologie de la caractérisation des déchets ménagers à Nouakchott (Mauritanie) : contribution à la gestion des déchets et outils d'aide a la décision*.Thèse Doctorat université de Limoges, 165 pages.
- Askri, A. (2015). *Valorization of anaerobicdigestates in agriculture: Effects on Carbon and Nitrogenbiogeochemical cycles*. *Agricultural sciences*. AgroParisTech.
- Aubert, G. (1978). *Méthode d'analyses des sols*, 191 pages
- Ayers, R.S. et Westcot, D.W. (1994). *Water quality for agriculture*. FAO. *Irrigation and drainage paper*. N° 29 Rev. 1 FAO, Rome. 174 p.
- Azizi, N., (2018). *Contribution à l'étude de l'effet de l'épandage des boues sur quelques propriétés chimiques du sol et impactes sur quelques paramètres morphophysiologique du blè*. *Mémoire Master Université de Khenchela*.
- Baba Ahmed, A., Bouhadjera, K. (2010). *Assessment of metals accumulated in Durum wheat (Triticum durum Desf.), pepper (Capsicum annum) and agricultural soils*. *African Journal ofAgricultural Research*, 5(20), 2795-2800.
- Baize, D. (1997). *Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France), Références et stratégies d'interprétation*, INRA Ed., Paris, 410 pp.
- Barret, M. (2015). *Cours sur la méthanisation*, INPT-ENSAT, Toulouse.
- Ben Hassine, H., Aloui, T., Gallali, T., Bouzid, T., El Amri, S., Ben Hassen, R. (2008). *Évaluation quantitative et rôles de la matière organique dans les sols cultivés en*

zones subhumides et semi arides méditerranéennes de la Tunisie. AGROSOLUTIONS
Décembre 2008 VOL. 19 N° 2.

- *Bhat, S. A., Singh, J., & Vig, A. P. (2018). Earthworms as organic waste managers and biofertilizer producers. Waste and biomass valorization, 9 (7), 1073-1086.*
- *Boudjabi S (2016), Réponses physiologiques et biochimiques de quelques variétés de blé dur sous contraintes hydriques à l'apport de boues résiduaires (Doctoral dissertation, Université de Batna, Algérie)*
- *Bouguerra, A. (2018). La variabilité spatiale de la salinité des sols cultivés à El Hadjira – Ouargla. Mémoire Master , Université Kasdi Merbah-Ouargla, 81 p.*
- *BOULAHBAL, O. (2011). Contribution à l'étude de l'évolution de la matière organique des boues dans le sol (Doctoral dissertation).*
- *Taiek, T., Boutaleb, A., Bahlaouan, B., El Jaafari, A., Khrouz, H., Safi, A., & El Antri, S. (2014). Valorisation de déchets de poisson alliés à des rejets brassicoles en vue d'obtenir un biofertilisant. Déchets Sciences et Techniques, 68, 24-30.*
- *Charnay, F. (2005). Compostage des déchets urbains dans les pays en développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost (Doctoral dissertation, Limoges).*
- *Chauvin, M. (2004). La réglementation française sur la valorisation agronomique des déchets organiques _Organisation et points principaux. ADEME Bretagne, 12 pages.*
- *Cheng, P., Jin, Q., Jiang, H., Hua, M., & Ye, Z. (2020). Efficiency assessment of rural domestic sewage treatment facilities by a slack-based DEA model. Journal of Cleaner Production, 122111. doi:10.1016/j.jclepro.2020.122111*
- *CNR. (2000). Le traitement biologique des déchets organiques, 58 pages.*
- *Crini, C. et Badot P-M. (2007). Traitement et épuration des eaux industrielles polluées. Procédés membranaires, bioadsorption et oxydation chimique. Presse universitaire de Franche-Comité.*
- *Crini, G., & Lichtfouse, E. (2019). Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment. Environmental Chemistry Letters, 17(1), 145-155.*

- *Delibacak, S., Voronina, L., & Morachevskaya, E. (2020). Use of sewage sludge in agricultural soils: Useful or harmful. Eurasian Journal of Soil Science, 9(2), 126-139.*
- *Donald, A. N., Asif, M., & Felicien, S. (2022). A review on the centralized municipal sewage and wastewater treatment unit processes. MOJ Eco Environ Sci, 7(2), 31-38. DOI:10.15406/mojes.2022.07.00244.*
- *El Addouli, J. (2008). Suivi et analyse du risque lié à l'utilisation des eaux usées en agriculture dans la région de Meknes au Maroc.*
- *El Halouani, H. (2003). Réutilisation des eaux usées en agriculture et leur impact sur l'environnement : cas de la ville d'Oujda. Thèse d'Etat, Fac, Sci, Kénitra, 190 p.*
- *Fatta-Kassinos, D., Kalavrouziotis, I. K., Koukoulakis, P. H., & Vasquez, M. I. (2011). The risks associated with wastewater reuse and xenobiotics in the agroecological environment. Science of the Total Environment, 409(19), 3555-3563.*
- *Faurie, C., Ferra, C., Médori, P., Dévaux, J. et Hemptinne, J.L., (2006). Ecologie. Approches scientifique et pratique. 5eme édition Tec&Doc, 407 pages.*
- *García-Aljaro, C., Blanch, A. R., Campos, C., Jofre, J., & Lucena, F. (2018). Pathogens, faecal indicators and human-specific microbial source-tracking markers in sewage. Journal of Applied Microbiology. doi:10.1111/jam.14112.*
- *Genot, V., Colinet, G., Bock, L. (2007). Fertilité des sols agricoles et forestiers en région Wallonne. Dossier scientifique, rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement Wallonne. Faculté universitaire agronomiques de Gembloux, 13 pages*
- *Gouilliard, S. et Legendre, A., (2003), Déchets ménagers, Ecologie, environnement industrie et développement soutenable, Economica, Paris, Guerrand.*
- *Goyal, D., Kumar, A., Saini, M., & Joshi, H. (2019). Reliability, maintainability and sensitivity analysis of physical processing unit of sewage treatment plant. SN Applied*

Sciences, 1(11), 1-10.<https://doi.org/10.1007/s42452-019-1544-7>

- Hashem, M.S. and Qi, X. (2021) Treated Wastewater Irrigation— A Review. *Water* 13, 1527, <https://doi.org/10.3390/w13111527>.
- Houben, D., Hardy, B., Faucon, M. P., & Cornelis, J. T. (2017). Effet du biochar sur la biodisponibilité du phosphore dans un sol limoneux acide. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 21(3).
- Houot, S., Pons, M. N., Pradel, M., & Tibi, A. (2016). *Recyclage de déchets organiques en agriculture : Effets agronomiques et environnementaux de leur épandage*. Editions Quae.
- Idder, A. , Cheloufi H. , Idder T., Mahma S-A. (2012). Action des Boues résiduaires de la station d'épuration des eaux usées de Touggourt (Algérie) sur un sol sableux cultivé, Université KASDI Merbah –Ouargla.
- Jendoubi D., Taamallah, H., & Moussa, M. (2014). Suivi des effets des amendements organiques (fumier ovin et fumier camelin) sur les propriétés chimiques de sol dans les régions arides Tunisiennes (Dar Dhaoui et El Fjé–Médenine). *Revue des Régions Arides - Numéro Spécial - n° 35 (3/2014) - Actes du 4ème Meeting International 'Aridoculture et Cultures Oasisennes : Gestion des Ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture et Cultures Sahariennes : perspectives pour un développement durable des zones arides, 17-19/12/2013*
- JORA. (2012). *Journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire : conventions et accords internationaux - lois et décrets arrêtes, décisions, avis, communications et annonces*. N° 41, p. 27.
- Lacour, J. (2012). *Valorisation de résidus agricoles et autres déchets organiques par digestion anaérobie en Haïti. Thèse doc. Université Quisqueya (Haïti)*.
- Le Tacon, F. (1978). La présence de calcaire dans le sol. Influence sur le comportement de l'Epicéa commun (*Picea excelsa* Link.) et du Pin noir d'Autriche (*Pinus Nigra nigricans* Host.). In *Annales des Sciences forestières* (Vol. 35, No. 2, pp. 165-174).

EDP Sciences.

- Lee, J.W., B. Hawkins, D.M. Day et D.C. Reicosky. (2010). « Sustainability: the capacity of smokeless biomass pyrolysis for energy production, global carbon capture and sequestration », *Energy Environmental Science*, 3: 1695-1705.
- Lupton, S., (2011). *Economie des déchets, une approche institutionnaliste*, Bruxelles, De Boeck, Coll, *Ouvertures économiques*, 267 pages.
- Mrabet, L., Belghtyi, D., Loukili, A., & Attarassi, B. (2011). *Étude de l'effet du compost des déchets ménagers sur l'amélioration du rendement de Maïs et de la Laitue*. *Afrique Science:Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 7(2).
- Korboulewsky, N., Masson, G., Bonin, G., Massiani, C., & Prone, A. (2001). *Effets d'un apport de compost de boues de station d'épuration dans un sol d'un vignoble du Sud de la France*. *Etude et Gestion des Sols*, 8(3), 203-210.
- Mathieu C. et Pieltain F. (2009). *Analyse chimique des sols : méthodes choisies*. 2^{ème} Ed. Edition Tec & Doc Lavoisier. 317 p
- Maystre, L. Y., (1994). *Déchets urbains : nature et caractérisation*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires Romandes, 219 pages.
- Melquiot, P. (2004) *Mémento de la réglementation environnementale française et européenne*, Ed. Recyconsult 152 pages. ISBN : 2-9520542-1-5).
- Mustin, M. (1987). *Le compost "gestion de la matière organique"*.
- OMS. (1989). *L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquiculture : recommandations à visées sanitaires*, [En ligne]. http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_778_fre.pdf
- OMS. (2001). *Guidelines for drinking-water quality*. Vol. 1.
- Pekrun, C., Kaul, H.P., Claupein, W., (2003). *Soil tillage for sustainable nutrient management*. In El Titi, A. (ed.), *Soil tillage in agroecosystems*, CRC Press, New-York (USA), 83-113.
- Pesqueux, Y.(2016). *Le développement durable, une " théorie " pratique ? Mémoire Master.France*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/cel-01385677/document>

- *Pichat, P. (1995). La gestion des déchets : un exposé pour comprendre, un essai pour réfléchir. FeniXX..*
- *Putti, F. F., Lanza, M. H., Cremasco, C. P., Souza, A. V., & Gabriel Filho, L. R. (2021). Fuzzy modeling in orange production under different doses of sewage sludge and wastewater. Engenharia Agrícola, 41, 204-214.<https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v41n2p204-214/2021>.*
- *Rakkini, V. M., Vincent, S., Kumar, A. S., & Baskar, K. (2017). An overview: organic wastemanagement by earthworm. Journal of Civil Engineering and Environmental Sciences, 3(1),013-017.*
- *Ramade, F. (2000). Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international,Paris.*
- *Salama, E. S., Roh, H. S., Dev, S., Khan, M. A., Abou-Shanab, R. A., Chang, S. W., & Jeon,*
- *B. H. (2019). Algae as a green technology for heavy metals removal from various wastewater.*
- *World Journal of Microbiology and Biotechnology, 35(5), 1-19.*
- *Schvartz, C., Decroux, J., & Muller, J. C. (2005). Guide de la fertilisation raisonnée: grandescultures et prairies. France Agricole Editions.*
- *Shuval, H.I., Adin, A., Fattal, B., Rawitz, R., Yekutiél, P. (1986). Wastewater in developingcountries: Heaths effects and technical solutions. World Bank. Tech. Pap.*
- *Siboukeur, A. (2013). Appréciation de la valeur fertilisante de différents types de fumier.Mémoire master Université Kasdi Merbah – Ouargla.*
- *Soltner, D. (1981). Les bases de la production végétale - Tome 1 : Le sol, Collection «Sciences et techniques agricoles »*
- *Spellman F. R., (2014). Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations.Third Edition.*

- *SPI. (2013). Les déchets définition, gestion, collecte, traitement, responsabilités, police spéciale.*

<https://www.spi>

- vds.org/medias/publications/les_dechets_definition_gestion_collecte_traitement_responsabilites_police_speciale.pdf

- *Stevens, D., Unkovich, M., Kelly, J., GouYing G. (2004). Impacts on soil groundwater and surface water from continued irrigation of food and turf crops with water reclaimed from sewage. Australian Water Conservation and reuse Research Program.*

- *Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. (1993). Integrated Solid Waste Management, Engineering. Principles and Management Issues. New York: McGraw Hill.*

- *Weil R.R. et Magdoff F., 2004. Significance of soil organic matter to soil quality and health. In: Soil organic matter in sustainable agriculture. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.*

- *Yebo, L., Stephen, Y.P., Jiying, Z. (2011). Solid-state anaerobic digestion for methane production from organic waste. Renewable and sustainable energy reviews 15, 821-826.*

- *Yousefloo, A., Babazadeh, R. (2019). Designing an integrated municipal solid waste management network: A case study, Journal of Cleaner Production <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118824>.*

- *Zidi, A. (2021). Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux d'oued Méskiana (Oum El Bouaghi) sur les sols de la région de Méskiana (Thèse doc, Université Oum El Bouaghi).*

Résumé

La quantité des déchets générées chaque année dans le monde est énorme et dont plus de la moitié est sous forme de déchets organiques qui peuvent être transformés en amendements agricoles qui fertilisent les terres dégradés et même peuvent substituer l'utilisation des engrais chimiques dans quelque cas. Dans notre étude nous avons choisi de travailler sur des déchets de deux origines différentes, tous valoriser en agricultures ; (i) déchets organiques agricoles qui se composent du : fumier, la fiente de volailles, des déchets de poisson et

(ii) des déchets organiques non agricoles, il s'agit de la boue et des eaux traitées par les deux STEP de Ain Baida (wilaya d'Oum El Bouaghi) et Kais (wilaya de Khenchela), du compost, du biochar et sédiment. Les résultats ont montrés une grande différence entre les types des déchets et même pour le même type de déchet de deux origines différentes comme le cas des boues et des eaux traitées par les deux STEP de Ain Baida et Kais.

Mots clés : déchets organiques agricole, déchets organiques non agricole, valorisation, eaux traitées.

المخلص

كمية النفايات المتولدة كل عام في العالم هائلة وأكثر من نصفها في شكل نفايات عضوية يمكن تحويلها لتسميد الأراضي المتدهورة بل وتحل محل استخدام الأسمدة الكيماوية في بعض الحالات.

لقد اخترنا في دراستنا العمل على نفايات من أصلين مختلفين ، وكلها تستخدم في تسميد الأراضي الزراعية: (1) النفايات العضوية الزراعية التي تضم السماد الطبيعي وفضلات الدواجن ومخلفات الأسماك و (2) النفايات العضوية غير الزراعية ، وتتعلق بالحمأة والمياه المعالجة بواسطة محطتي معالجة مياه الصرف الصحي في عين البيضاء (ولاية أم البواقي) وقايس (ولاية خنشلة) والسماد والفحم الحيوي والرواسب.

أظهرت النتائج اختلافا كبيرا بين أنواع النفايات وحتى لنفس نوع النفايات من مصدرين مختلفين مثل حالة الحمأة والمياه المعالجة بواسطة محطتي معالجة مياه الصرف الصحي في عين البيضاء وقايس.

الكلمات المفتاحية: المخلفات الزراعية العضوية ، المخلفات العضوية غير الزراعية ، التثمين ، المياه المعالجة .

Abstract

The amount of waste generated each year in the world is enormous and more than half of it is in the form of organic waste that can be transformed into agricultural amendments that fertilize degraded land and even substitute the use of chemical fertilizers in some cases. In our study we have chosen to work on wastes of two different origins, all valorized in agriculture; (i) agricultural organic wastes which contain manure, poultry droppings, fish wastes and (ii) non-agricultural organic wastes, it is about sludge and waters treated by the two WWTP of Ain Baida (wilaya of Oum El Bouaghi) and Kais (wilaya of Khenchela), compost, biochar and sediment. The results showed a great difference between the types of waste and even for the same type of waste of two different origins as the case of sludge and water treated by the two WWTPs of Ain Baida and Kais.

Key words: agricultural organic waste, non-agricultural organic waste, valorization, treated water.