REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Mémoire de fin d'étude

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème

Étude d'impact sur l'environnement du centre d'enfouissement des déchets solides de la ville de khenchela

Réalisé par

- Zeraoulia Hadil

Soutenu : le 09/06/2026

Devant le jury

- **Présidente :** Dr Berkani Cherifa MCA, université de khenchela
- **Examinatrice :** Dr Mezhoud Amel MAA, université de khenchela
- **Encadreur:** Dr Salhi Zine El Abidine MCB, université de khenchela

L'année universitaire : 2025/2026

Remerciements

Je tiens à exprimer, avant tout, ma profonde gratitude à **Allah**, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la force, la patience et la volonté nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

J'adresse également mes sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à la réussite de ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon encadrant, **le Dr Salhi Zine El Abidine**, pour son accompagnement constant, sa grande disponibilité et la qualité de ses orientations. Je le remercie sincèrement pour ses conseils judicieux, sa rigueur scientifique et son sens de l'encadrement, qui m'ont été d'une aide précieuse tout au long de l'élaboration de ce travail. Sa patience, son soutien et son exigence ont largement contribué à améliorer la qualité de ce mémoire et à renforcer mes connaissances.

Mes remerciements s'adressent également à la Direction de l'Environnement de la wilaya de Khenchela, et plus particulièrement à **Mme Ghedir Radia**, pour son aide, sa collaboration ainsi que pour les documents mis à ma disposition, qui ont été essentiels à la réalisation de ce travail.

Je tiens aussi à remercier le Centre d'Enfouissement Technique (CET) de Baghai – Khenchela pour m'avoir accueillie durant ma période de stage, ainsi que l'ensemble du personnel dudit centre pour leur aide et les informations précieuses qu'ils m'ont fournies, notamment :

M. Mairif Mokhtar, M. Bouchareb Aymen.

Je remercie également l'ensemble des enseignants du **département d'écologie et environnement** de l'Université Abbas Laghrour – Khenchela, ainsi que tous **les professeurs de la spécialité**, pour la qualité de la formation et leurs efforts tout au long de mon cursus universitaire.

Je remercie enfin les membres du jury :

Dr. Berkani Cherifa

Dr. Mezhoud Amel

Pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail et pour avoir accepté de l'évaluer.

Dédicace

Avant toute chose, je tiens à remercier **Allah**, source de toute sagesse et force, sans qui ce travail n'aurait pu voir le jour.

À mes plus grands soutiens et sources d'inspiration, je dédie ce travail avec tout mon amour et ma reconnaissance.

À ma mère, **Moufida**, qui a toujours été mon port d'attache et ma boussole, merci pour ton amour inconditionnel, ton dévouement et ton soutien inébranlable. Tu as été la lumière qui a éclairé mon chemin dans les moments sombres et tu as toujours cru en moi, même lorsque je doutais.

À mon père, **Ibrahim**, qui m'a appris l'importance du travail acharné, de la persévérance et de l'honnêteté, je te remercie pour tes conseils avisés et ton soutien. Tu m'as inspirée à viser plus haut et à poursuivre mes rêves.

À mes sœurs adorées **Alâa et Nihel**, qui sont aussi mes meilleures amies, merci pour votre soutien constant, votre bonne humeur et votre présence réconfortante. Vous êtes ma source de bonheur et je suis fière de vous avoir dans ma vie.

À mon cher oncle **Aissam Lakehal**, en reconnaissance de son grand soutien et de son aide précieuse qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Je tiens également à exprimer ma sincère gratitude à mes oncles **Yasser et Fateh**, ainsi qu'à ma tante **Manal**, pour leurs encouragements.

À mes très chères amies **Salsabil Zaidi, Asma Merah, Rahima Ababsa et Chourouk Medji**, merci pour votre amitié sincère, votre soutien et votre présence dans les moments difficiles comme dans les moments de joie.

À **Gaagai A**, pour son soutien moral et ses conseils.

À mon encadrant, **le Dr Salhi Zine El Abidine**, j'exprime mes sincères remerciements, ma gratitude et mon respect pour son accompagnement tout au long de ce travail.

À toute personne formidable que je connaisse, que ce travail soit le fruit de votre soutien.

Enfin je dédie ce travail à **moi-même**, c'est le temps D'y être



Sommaire

Remerciements
Dédicace
Liste des abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux
Résumé
Introduction générale 1

Matériel et méthode

1. Présentation de la commune de Baghai 13
   1.1. Localisation et les limites géographiques 13
   1.2. Caractéristiques démographiques 14
   1.3. Relief de la zone d'étude 15
      1.3.1. Les plaines 15
      1.3.2. Les montagnes 15
   1.4. Pentes 15
   1.5. Climat 16
      1.5.1. Précipitations 16
      1.5.2. Températures 17
      1.5.3. Vents 17
   1.6. Hydrographie 17
   1.7. Classification des sols 18
   1.8. La biodiversité 18
   1.9. Sismicité du secteur d'étude 18
2. Description du Le centre d'enfouissement technique de Baghai 19
   2.1. Contexte général et présentation de l'EPIC-CET 19
   2.2. Situation du site du CET de Baghai 19
   2.3. Activités de l'établissement CET Baghai 20
      2.3.1. Activités principales 21
   2.4. Structuration du centre d'enfouissement technique 21
      2.4.1. Un pont bascule 22
      2.4.2. Un bloc d'administration en R+1 22
      2.4.3. Le Hangar de réception des ordures ménagères et de leur tri 23
      2.4.4. Les casiers d'enfouissements 24

2.4.5. Le biogaz 26
2.4.6. Bassins de collecte des lixiviats 27
2.4.7. Station de traitement des lixiviats 27
2.4.8. L'installation d'incinération des déchets médicaux 27
2.5. Quantité des déchets ménagers et assimilés collecté par CET Baghai 28
2.6. Répartition quantitative des déchets collectés par commune 29
2.7. Quantités de déchets récupérés et valorisés au sein du CET de Baghai 29

Résultats et discussions

1. Impacts liés à la phase de réalisation 32
1.1. Impact sur la circulation et transport 32
1.2. Impact sur l'air 32
1.2.1. Ambiance sonore 32
1.2.2. Qualité de l'air 32
1.3. Impacts sur le paysage 32
1.4. Impact sur les sols 33
1.5. Impact sur la faune et la flore 33
1.6. Impact par les sous-produits générés en phase de construction 33
1.6.1. Déchets solides 33
1.6.2. Rejets liquides 34
1.7. Impacts socio-économiques 34
2. Impacts pendant la phase d'exploitation 34
2.1. Impact sur l'environnement immédiat 34
2.1.1. Bruit 35
2.1.2. Envol de poussières et de déchets légers 35
2.1.3. Émanations gazeuses et odeurs nauséabondes 35
2.1.4. Dégagement de fumées 36
2.2. Analyse physico-chimique des lixiviats 37
2.2.1. Interprétations 37
2.3. Impact sur les sols 40
2.3.1. Impacts sur les eaux de surface 40
2.3.2. Impacts sur les eaux souterraines 41
2.4. Effets sur la faune 41
2.5. Impacts sur l'économie locale 42
2.6. Sécurité des personnes 42

Sommaire

2.7. Impacts sur le paysage 42
3. Synthèse de l'évaluation des impacts 42
4. Les solutions techniques aux impacts du CET de Baghai 46
4.1. Mesures de réduction du bruit 46
4.2. Mesures de lutte contre les poussières 46
4.3. Mesures de réduction des émissions de biogaz 47
4.4. Mesures de lutte contre les nuisances nauséabondes 47
4.5. Mesures contre les incendies 47
4.6. Mesures de prévention de la pollution par les lixiviats 48
4.7. Mesures d'intervention en cas de pollution par les lixiviats 50
4.7.1. Le sol 50
4.7.2. Les eaux 50
4.8. Mesures de lutte contre les nuisibles au niveau du CET 51
4.8.1. Minimiser la source de nourriture 51
4.8.2. Prévenir les opportunités d'abri 51
4.8.3. Assurer un drainage positif éloigné de l'installation de gestion des déchets 51
4.8.4. Réduire les populations de vecteurs établies 51
4.9. Action lié à la sécurité des travailleurs 52
Conclusion 54

Liste des abréviations

% : pourcentage

°C : le degré Celsius

AGV : Acides Gras Volatils

APC : Assemblée Populaire Communale

AW : Autorisation du wali

BGR: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

BTP: Bâtiment et Travaux Publics

C/N : Carbone / Azote

CE: La conductivité électrique

CERIEK : Cabinet d'expertise des risques industriels et de l'environnement Khenchela

CET : Centre d'Enfouissement Technique

CF : Conservation des Forêts

CH_4 : Méthane

cm : Centimètre

CO_2 : Dioxyde de carbone

COV : Composés organiques volatils

DASRI : Déchets d'Activités de Soin à Risque Infectieux

DBO_5 : Demande biochimique en oxygène pour 5 jours

DCO : Demande chimique en oxygène

DE : Direction de l'Environnement

DEEE : Déchets d'équipements électriques et électroniques

DIB : Déchets Industriels Banals

DIS : Déchets Industriels Spéciaux

DMA : Déchets ménagers et assimilés

DMS : Déchets Ménagers Spéciaux

DRE : Direction des ressources en eau

EIE : étude d'impact environnemental

EPI : équipements de protection individuelle

EPIC : Établissement Public à Caractère Industriel et Commercial

EPWG -CET : Établissement Public de Wilaya de Gestion de Centres d'enfouissement technique

Liste des abréviations

ESCWA: United Nations Economic and Social Commission for Western Asia

Etc: et cetera

GES : Gaz à Effet de Serre

GGDMÉN : Guide de Gestion des Déchets du Ministère de l'Éducation Nationale

H_2 : Hydrogène

H_2O: Eau

H_2S : Hydrogène sulfuré

hab/km² : habitants par kilomètre carré

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

K : Kelvin

kcal/kg : kilocalorie par kilogramme

kg/an : kilogrammes par année

kg/h : kilogramme par heure

kg/m³ : kilogrammes par mètre cube

km : Kilomètre

m : mètre

m/s : Mètre par seconde

Max : Maximale

mg/m³: milligramme par mètre cube

Min : Minimale

MO : Matière Organique

N : Numéro

N_2O : l'oxyde nitreux

NH_4^+ : Ammonium

O_2: Dioxygène

ONML : Office National de Métrologie Légale

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

PCS: Pouvoir Calorifique Supérieur

PEHD : Polyéthylène haute densité

Liste des abréviations

PET: Polyéthylène téréphtalate

pH : potentiel hydrogène

PSD: Particule Size Distribution

PVC : Polychlorure de vinyle

RPA : Règlement Parasismique Algérien

STEP : Station d'Épuration des Eaux Usées

T/J : Tonnes par jour

USEPA : U.S. Environnemental Protection Agency

UV: Ultraviolet

Liste des figures

Figure 1. Carte de situation de la commune de Baghai. 14
Figure 2. Évolution de la population de la commune de Baghai (1977-2023) 15
Figure 3. Carte de zonage sismique du territoire national 19
Figure 4. Localisation du site d'un Centre d'Enfouissement Technique (CET). 20
Figure 5. Logo de l'EPIC Khenchela. 21
Figure 6. Un pont bascule 22
Figure 7. Le pesage sur pont-bascule……22
Figure 8. Un bloc d'administration. 23
Figure 9. Un Hangar de tri. 24
Figure 10. Levé topographique du site du CET de Baghai. 25
Figure 11. Suintement de lixiviats 25
Figure 12. Mise en exploitation du casier n°2. 26
Figure 13. Bassins de lixiviats 27
Figure 14. Quantité des déchets M.A collecté par CET Baghai en tonne pour l'année 2025 28
Figure 15. Répartition de la production annuelle des déchets ménagers par commune 29
Figure 16. Répartition des quantités de déchets récupérés au niveau du CET de Baghai (en kg/an) 30
Figure 19. Classification des procédés de traitement des lixiviats 49

Liste des tableaux

Tableau 1. Analyses physicochimiques des lixiviats. 37
Tableau 2. Évaluation environnementale (La matrice de LEOPOLD). 44

Résumé

L'Algérie connaît, ces dernières années, une augmentation significative des quantités de déchets solides, due à la croissance démographique et au développement économique, ce qui engendre d'importants défis environnementaux. Ce travail vise à analyser les impacts environnementaux liés à l'exploitation du Centre d'Enfouissement Technique des déchets solides de la commune de Baghai, wilaya de Khenchela. L'étude a porté sur la description générale du centre et l'analyse des quantités de déchets reçues, qui ont atteint 53 239,15 tonnes en 2025. Une attention particulière a été accordée aux opérations de tri et de récupération des matériaux recyclables, notamment le plastique, dont la quantité récupérée a atteint 3 372 000 Kg. Les caractéristiques physico-chimiques du lixiviat ont également été étudiées. Les résultats ont révélé une forte charge polluante du lixiviat, caractérisée par une valeur élevée de la DBO5 atteignant 4 800 mg/L. Par ailleurs, les impacts environnementaux du CET sur les eaux de surface, les eaux souterraines et les sols environnants ont été évalués à l'aide de la matrice de Léopold. Enfin, des mesures préventives et des solutions techniques ont été proposées afin de limiter la pollution et d'assurer une gestion plus durable des écosystèmes locaux.

Mots-clés : Centre d'Enfouissement Technique – DBO5 – Déchets Solides – Gestion Durable – Impacts Environnementaux – Lixiviats – Matrice de Léopold – Recyclage.

Abstract

In recent years, Algeria has experienced a significant increase in solid waste generation due to population growth and economic development, leading to major environmental challenges. This study aims to analyze the environmental impacts associated with the operation of the Technical Landfill Center for solid waste in the municipality of Baghai, Khenchela Province. The study included a general description of the center and an analysis of the quantities of waste received, which reached 53,239.15 tonnes in 2025. Particular attention was paid to the sorting and recovery of recyclable materials, especially plastic, with a recovered quantity of 3,372000 Kg. The physicochemical characteristics of the leachate were also investigated. The results revealed a high pollution load, characterized by a biochemical oxygen demand over five days (BOD5) value of 4,800 mg/L. In addition, the environmental impacts of the landfill on surface water, groundwater, and surrounding soils were assessed using the Leopold matrix. Finally, preventive measures and technical solutions were proposed to reduce pollution and ensure the sustainability of local ecosystems.

Keywords: BOD5 – Environmental Impacts – Leachate – Leopold Matrix – Recycling – Solid Waste – Sustainable Management – Technical Landfill Center.

الملخص

تشهد الجزائر خلال السنوات الأخيرة زيادة ملحوظة في كميات النفايات الصلبة نتيجة النمو السكاني والتطور الاقتصادي، مما يفرض تحديات بيئية متزايدة. يهدف هذا العمل إلى تحليل الآثار البيئية المرتبطة باستغلال مركز الردم التقني للنفايات الصلبة ببلدية بغاي، ولاية خنشلة. شملت الدراسة وصفًا عامًا للمركز وتحليل كميات النفايات المستقبلة، التي بلغت 53 239.15 طنًا سنة 2025. كما تم التركيز على عمليات فرز واسترجاع المواد القابلة لإعادة التدوير، وخاصة البلاستيك، حيث بلغت الكمية المسترجعة 3723000 كيلوغرام. وتمت دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعصارة، وأظهرت النتائج حمولة ملوثة مرتفعة، تميزت بقيمة عالية للطلب البيوكيميائي على الأكسجين خلال خمسة أيام بلغت 4800 ملغ/لتر. كما تم تقييم الآثار البيئية للمركز على المياه السطحية والمياه الجوفية والتربة المحيطة باستخدام مصفوفة ليوبولد. وأخيرًا، تم اقتراح مجموعة من التدابير الوقائية والحلول التقنية للحد من التلوث وضمان استدامة النظم البيئية المحلية.

الكلمات المفتاحية: الطلب البيوكيميائي على الأكسجين خلال خمسة أيام – إعادة التدوير – الآثار البيئية – الإدارة المستدامة – العصارة – النفايات الصلبة – مركز الردم التقني – مصفوفة ليوبولد.

Introduction générale

Introduction générale

En Algérie, la production nationale de déchets connaît une augmentation constante, due non seulement à la croissance démographique, mais aussi à l'évolution des modes de production et de consommation, ainsi qu'à l'amélioration du niveau de vie. Sous l'effet de ces facteurs, couplés à une urbanisation accélérée, la quantité, la diversité et la nocivité des déchets ne cessent de croître **(Dorbane *et al.*, 2023 ; Okkacha *et al* ., 2014)**.

Pour appréhender ce phénomène, il convient d'abord de clarifier la notion même de « déchet ». Étymologiquement, ce terme procède du verbe « déchoir », ce qui renvoie à l'idée d'une dépréciation progressive d'un bien ou d'une matière jusqu'à sa perte d'utilité dans un contexte spatio-temporel donné. Il désigne communément tout résidu, perte ou chute issus de la transformation d'une matière, jugés indésirables et dès lors abandonnés. En définitive, le déchet se caractérise comme un ensemble hétérogène de résidus privés de valeur, destinés à être rejetés dans l'espace public **(Sotamenou, 2010)**. Sur le plan réglementaire, la loi algérienne n° 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets en donne une définition précise : « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait » **(JORA, 2001)**. Après cette clarification définitionnelle, l'analyse de la classification des déchets solides s'avère nécessaire. Celle-ci est complexe en raison de leur caractère hétérogène et évolutif, et répond à trois finalités : technique (optimisation de la gestion), financière (principe pollueur-payeur) et réglementaire (identification des responsabilités). Plusieurs typologies coexistent selon l'état physique, le contexte géographique ou la dangerosité. Cependant, la classification la plus couramment retenue repose sur un double critère : la nature et l'origine des déchets **(Ababsa, 2021)**.

Les déchets présentent une grande diversité en fonction de leur origine et de leur nature. **Selon l'Article R541-8 du Code de l'Environnement mis à jour du 26 février 2014**, on distingue d'abord les déchets dangereux, qui présente une ou plusieurs des propriétés de dangers énumérées à l'annexe I au présent article. Ils sont signalés par un astérisque dans la liste des déchets de l'annexe II au présent article. À l'opposé, les déchets non dangereux sont ceux qui ne présentent aucune de ces propriétés. Parmi les catégories spécifiques, les déchets hospitaliers proviennent des établissements de santé, des centres de recherche, des laboratoires et des services de soins à domicile ; de 75 à 90 % sont des déchets non dangereux (activités administratives, restauration, entretien, emballages), tandis que les 10 à 25 % restants sont des déchets dangereux, présentant des risques pour la santé et l'environnement **(Chartier *et al.*, 2014)**. Exemples de

déchets hospitaliers dangereux : déchets anatomiques (placentas, pièces anatomiques), compresses, flacons en plastique, seringues, cotons, champs opératoires, sondes, tissus de laboratoire (sauf après autoclavage), flacons de sang et dérivés, membranes et reins à usage unique, ainsi que les déchets de soins et excrétas de patients septiques (pansements, journaux, restes alimentaires, objets souillés par le sang, seringues et aiguilles) **(Ndao, 2012)**. Les déchets verts, issus des activités d'entretien, d'aménagement ou de création d'espaces verts, se répartissent en deux catégories : les déchets verts dits « ligneux » (branches, tailles d'arbustes et d'arbres), à dégradation lente en raison de leur richesse en lignine, et les déchets verts « non ligneux » (résidus de tonte, de désherbage, feuilles mortes, fleurs), à décomposition rapide du fait de leur teneur élevée en eau et en azote **(Valtom, 2020)**. Selon la loi algérienne **(JORA, 2001)**, les déchets d'activité de soins désignent tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire. Les déchets inertes constituent une catégorie spécifique des déchets non dangereux, caractérisés par l'absence de combustion, de décomposition, de réaction chimique ou physique significative, de biodégradabilité, et d'altération nuisible pour l'environnement ou la santé humaine ; il s'agit principalement de déchets minéraux provenant du BTP et de la démolition, mais tous les déchets minéraux ne sont pas inertes, et un déchet non dangereux n'est pas automatiquement inerte **(Balet, 2016)**. Les déchets radioactifs se définissent comme des matériaux contaminés par des radionucléides, principalement générés dans le secteur de la santé à l'occasion de procédures diagnostiques ou thérapeutiques (analyses in vitro, imagerie médicale, localisation tumorale, etc.) **(Chartier *et al.*, 2014)**. Les boues de stations d'épuration (STEP) sont produites lors du traitement des eaux usées ; on distingue les boues primaires (issues de la décantation physique), les boues secondaires ou biologiques (formées après traitement biologique), et les boues mixtes (mélange des deux) **(Gourdon, 2002)**. Les déchets industriels sont classés en trois catégories selon leur caractère polluant : les déchets industriels spéciaux (DIS) contiennent des éléments polluants et présentent des risques (signalés par un astérisque dans l'annexe II du décret n° 2002-540) ; les déchets industriels banals (DIB) , appelés déchets industriels assimilés aux déchets ménagers, sont non dangereux et non inertes ; et les déchets industriels inertes , non susceptibles d'évolution importante, constitués de déblais et gravats **(GGDMÉN, 2002)**. Un déchet ultime est un déchet qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment ; cette notion est évolutive et contingente, dépendant de l'état des connaissances, des technologies et des considérations économiques **(Ngnikam, 2006)**. Les déchets ménagers et assimilés comprennent les résidus de l'activité domestique quotidienne des foyers, ainsi que les déchets des activités commerciales, artisanales, de bureau et de certaines industries (verre, papier, emballages, métaux) de nature

similaire **(Gendouzi, 2021)**. **Selon le Guide de gestion des déchets du Ministère de l'Éducation nationale (2002)**, il faut distinguer les déchets ménagers (ordures ménagères, encombrants, déblais et gravats, déchets ménagers spéciaux, déchets végétaux, déchets de l'automobile), les déchets des espaces publics (rues, marchés, égouts, espaces verts) et des établissements publics, ainsi que les déchets artisanaux et commerciaux. Les déchets biodégradables englobent des matières organiques telles que le bois, le papier et les résidus alimentaires, permettant une décomposition par l'action des micro-organismes **(Gupta, 2023)**. Enfin, les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) sont des équipements devenus impropres à l'usage, comportant une batterie ou une prise électrique et renfermant des substances toxiques (mercure, plomb, lithium, cadmium) ; ils représentent un risque grave pour la santé humaine et l'environnement, et incluent ordinateurs, téléviseurs, téléphones mobiles, imprimantes, lampes fluorescentes, outillages électriques, jouets, et appareils électroménagers **(Mbodji, 2021)**.

L'analyse approfondie des caractéristiques des déchets solides est indispensable pour évaluer de manière précise leur potentiel polluant et pour optimiser le choix des méthodes de traitement. Cette caractérisation systématique constitue une étape préalable essentielle à toute stratégie de gestion intégrée, permettant d'adapter les solutions technologiques aux propriétés spécifiques des résidus **(Sotamenou, 2010)**. Le pouvoir calorifique désigne la quantité d'énergie thermique libérée par la combustion complète d'une masse unitaire (un kilogramme) de déchets bruts. On distingue le pouvoir calorifique supérieur (PCS), qui inclut la chaleur de condensation de la vapeur d'eau produite lors de la combustion, et le pouvoir calorifique inférieur (PCI), qui ne la prend pas en compte. Le PCI est le paramètre opérationnel déterminant pour évaluer la faisabilité et l'efficacité de l'incinération avec récupération d'énergie. Les valeurs observées varient typiquement de 800 à 2774 kcal/kg, cette variation étant principalement corrélée à la teneur en humidité et à la proportion de matières à haut potentiel énergétique, comme les plastiques **(Sotamenou, 2010)**. Le rapport Carbone/Azote (C/N) est un indicateur biochimique essentiel pour le suivi et l'optimisation des procédés de traitement biologique (compostage, méthanisation). Pour les déchets ménagers bruts, il se situe généralement entre 25 et 40, tandis qu'un compost mature présente un rapport compris entre 12 et 20. En Algérie, le rapport C/N dépasse rarement 15 **(Gillet, 1985 ; Sotamenou, 2010)**. La densité, exprimée en kilogrammes par mètre cube (kg/m³), représente la masse d'un déchet par unité de volume ; elle conditionne l'occupation spatiale, la stabilité des casiers et les capacités de stockage dans les centres d'enfouissement **(Chaturvedi *et al.*, 2022)**. La teneur en humidité affecte directement la masse des déchets et leur comportement lors des traitements thermiques ; une teneur en eau élevée réduit le pouvoir calorifique et peut perturber l'efficacité de la combustion **(Chaturvedi *et al.*, 2022)**. La distribution de la

taille des particules (PSD), ou granulométrie, influence l'efficacité des procédés de traitement mécanique (broyage, criblage) ainsi que des opérations de tri et de récupération ; elle permet également de déterminer des propriétés physiques fondamentales telles que la perméabilité et la compressibilité des déchets **(Chaturvedi *et al.*, 2022)**. La perméabilité des déchets compactés désigne la capacité d'un milieu de déchets compactés à permettre l'écoulement de fluides, tels que les lixiviats ou les biogaz ; cette propriété hydraulique dépend principalement de la distribution de la taille des pores et de la surface spécifique de la matrice des déchets **(Chaturvedi *et al.*, 2022)**. Enfin, la période de dégradation varie considérablement selon la nature des matériaux : les déchets organiques putrescibles et le papier se décomposent en quelques jours à quelques semaines, le coton peut nécessiter plusieurs mois, tandis que le bois et certains métaux peuvent persister dans l'environnement pendant des périodes allant de 10 à 15 ans, voire au-delà **(Chaturvedi *et al.*, 2022)**.

La gestion des déchets constitue un enjeu à la fois important et grave. Le danger qu'elle représente réside, d'une part, dans les problèmes environnementaux engendrés par l'augmentation de la consommation qui génère des déchets ménagers, et d'autre part, dans le manque de sensibilisation et de culture civique des individus face aux risques environnementaux liés aux déchets, ainsi que dans une application laxiste des textes législatifs. Cependant, son importance réside aussi dans la possibilité d'en tirer des bénéfices environnementaux, économiques et sociaux grâce au recyclage et à d'autres applications. L'évolution vers une gestion optimale et plus efficace des déchets par l'État permet d'assurer la protection de l'environnement, conformément aux objectifs du développement durable. Sur le plan juridique, le législateur algérien a encadré la gestion des déchets ménagers par **(Henia, 2020)** :

- Loi n° 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets **(JORA n° 77, 2001)**.
- Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable **(JORA n° 43, 2003)**.
- Décret n° 84-378 du 15 décembre 1984 relatif aux conditions de nettoiement, d'enlèvement et de traitement des déchets solides urbains **(JORA n° 66, 1984)**.
- Décret n° 02-175 du 20 mai 2002 relatif à la création, à l'organisation et au fonctionnement de l'Agence nationale des déchets **(JORA n° 37, 2002)**.
- Décret exécutif n° 02-372 du 11 novembre 2002 relatif aux déchets d'emballages **(JORA n° 74, 2002)**.

- Décret exécutif n° 04-199 du 19 juillet 2004 relatif aux modalités de création, d'organisation, de fonctionnement et de financement du système public de traitement des déchets d'emballages **(JORA n° 46, 2004)**.
- Décret exécutif n° 07-205 du 30 juin 2007 relatif aux modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision du schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés **(JORA n° 43, 2007)**.
- Décret exécutif n° 22-167 du 19 avril 2022 modifiant et complétant le décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006 relatif à la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement **(JORA n° 29, 2022)**.

Au-delà du cadre législatif, la réussite de la politique des déchets dépend largement des opérations techniques de gestion mises en place. À cet égard, la gestion des déchets se définit comme un processus intégré couvrant l'ensemble des opérations liées à la production, à la collecte, au transport, au stockage, au recyclage et à l'élimination des déchets, incluant également la surveillance des sites d'élimination. Selon le Dictionnaire de l'environnement et du développement durable (2011), elle renvoie à l'ensemble des dispositifs et actions visant à limiter, recycler, valoriser ou éliminer les déchets. Ce champ recouvre aussi bien les activités de prévention, de précollecte, de collecte et de transport, que les opérations de tri, de traitement et de stockage final **(Camara, 2020)**.

La précollecte des déchets correspond à la phase initiale de la gestion des déchets, englobant les opérations d'évacuation des matières résiduelles depuis leur point de génération jusqu'à un site de prise en charge primaire **(Bouregdha, 2022)**. La collecte constitue la première étape opérationnelle de la gestion des déchets. Elle regroupe l'ensemble des opérations consistant à prélever les déchets à partir de points de regroupement pour les acheminer vers des installations de tri, de transit, de valorisation, de traitement ou de stockage. On distingue plusieurs modalités de collecte : la collecte « porte-à-porte » (méthode la plus courante pour les déchets ménagers et assimilés), la collecte par point de regroupement ou « en apport volontaire » (les usagers transportent leurs déchets jusqu'à des conteneurs ou points de collecte spécifiques), la collecte des déchets encombrants (organisée périodiquement par les collectivités pour les objets volumineux), et la collecte par conteneurs qui utilise des contenants de différentes capacités, depuis les bacs individuels de 240 à 360 litres pour les grands producteurs jusqu'aux conteneurs routiers de grande capacité (360 à 1700 litres) pour les zones d'habitation collective **(Bouregdha, 2022)**. Le transport englobe l'ensemble des opérations logistiques de déplacement des déchets, depuis les sites de collecte intermédiaire

jusqu'aux installations de traitement ou d'élimination finale. Les équipements couramment utilisés incluent des bennes à compression, des systèmes hermétiques pour bacs roulants, des camions à ridelles et des camions-bennes **(Huber, 2001)**. Le tri des déchets désigne l'ensemble des opérations consistant à séparer les déchets selon leur nature afin de leur appliquer un traitement spécifique. Cette étape intermédiaire essentielle combine des opérations manuelles et des procédés mécanisés, tels que le tri magnétique pour les métaux ferreux **(Dicko *et al.*, 2022)**. Le tri écologique (ou collecte sélective) vise à séparer les déchets à la source pour leur offrir une seconde vie via le recyclage. Son efficacité repose sur une infrastructure adaptée (conteneurs différenciés) et sur des campagnes de sensibilisation **(USEPA, 2023)**. L'organisation d'un centre de tri comprend une zone de réception et de chargement, une zone de tri mécanisé, une zone de tri manuel, et une zone de conditionnement des matières triées pour valorisation **(Bennama, 2016)**. La valorisation des déchets comprend trois volets. La valorisation matière (recyclage) consiste en la réintroduction de matériaux issus de déchets dans un cycle de production, comprenant les étapes de collecte sélective, de tri, de traitement et de transformation en nouvelles matières premières ou produits **(Idu *et al*, 2020)**. Le compostage est un procédé biologique aérobie contrôlé de dégradation des déchets organiques par l'action combinée de micro-organismes en conditions thermophiles, produisant un amendement organique stabilisé appelé compost **(Slimani, 2022)**. Il repose sur la bio-oxydation ($MO + O_2 \rightarrow$ compost $+ CO_2 + H_2O +$ chaleur) et comprend deux phases : la fermentation chaude et la maturation **(Gourdon, 2002)**.La méthanisation est un procédé biologique anaérobie transformant la matière organique en CH_4, H_2O et CO_2 par un écosystème microbien en syntrophie, en quatre étapes : hydrolyse, acidogenèse, acétogenèse, méthanogenèse **(Gourdon, 2002)**. La valorisation énergétique est destinée aux déchets qui ne peuvent être recyclés ni valorisés sous forme de matière. Elle consiste à récupérer et à valoriser l'énergie produite lors du traitement des déchets par combustion ou par méthanisation **(Issiakhem, 2022)**. Dans les pays en développement, le recours à l'incinération est limité en raison de la forte humidité des déchets et du faible pouvoir calorifique inférieur (PCI), tandis que dans les pays développés, cette pratique est courante **(Elhamdouni, 2020)**. L'incinération avec récupération d'énergie transforme en vapeur sous pression la chaleur dégagée par la combustion des déchets pour produire de l'électricité et de la chaleur. Le biogaz issu de la fermentation organique peut être valorisé en électricité, en chaleur ou, après épuration, en carburant **(Issiakhem, 2022)**. L'incinération est la combustion des déchets dans des installations spécialisées, traitant les déchets solides municipaux, industriels, dangereux, biomédicaux ainsi que les boues d'épuration. La combustion à l'air libre (non contrôlée) est courante dans les pays en développement et émet principalement du CO_2 **(Guendehou *et al.*, 2006)**.

Enfin, la mise en décharge comprend trois types. La décharge brute est admise ou tolérée en un lieu réservé à cet usage. La décharge sauvage ou non contrôlée se crée en violation des règlements, sans aucune précaution, se caractérisant par un amoncellement d'immondices générateur de risques d'incendie et de prolifération d'agents pathogènes **(Cheniti, 2014)**. La décharge contrôlée, quant à elle, repose sur l'enfouissement rationnel des déchets visant à éviter toute nuisance. Implantée sur un site approprié après autorisation administrative et étude d'impact environnemental approfondie, elle reçoit les déchets selon des techniques garantissant une élimination hygiénique **(Cheniti, 2014)**.

L'Algérie a fait le choix d'éliminer les déchets urbains par enfouissement. Ainsi, un ambitieux programme de centres d'enfouissement technique a été lancé sur tout le territoire national dans le cadre du développement durable. Les Centres d'enfouissement technique (CET) **(Chihaoui, 2017)** sont définis comme des sites d'élimination des déchets par dépôt sur ou dans la terre **(Addou, 2009)**. Ils consistent à enfouir les déchets dans des fosses aménagées à cet effet. Les déchets sont compactés et recouverts de plusieurs couches de matériau de couverture afin de réduire les risques environnementaux et sanitaires. Des normes et standards stricts sont appliqués à la construction, à la gestion et à la surveillance des CET pour assurer leur sécurité et leur efficacité à long terme. L'enfouissement des déchets est donc une opération de stockage en sous-sol. Le principe général de l'enfouissement est de stocker les déchets tout en évitant leur contact direct avec le sol, de récupérer les lixiviats en dessous et sur les côtés, et de collecter le biogaz au-dessus **(Hamiouda *et al.*, 2024)**.

Il s'agit d'une technique d'ingénierie pour le confinement adéquat des déchets solides municipaux, comprenant l'étalement, l'aménagement et le compactage des déchets, leur couverture avec de la terre ou d'autres matériaux inertes au moins quotidiennement, ainsi que le contrôle des gaz, du lixiviat et de la prolifération des vecteurs afin d'éviter la contamination de l'environnement et de protéger la santé de la population. C'est une méthode et un lieu où les déchets produits par une zone habitée sont déposés dans le sol, en utilisant des principes d'ingénierie **(Nippon Koei, 2017)**.

Concernant le régime d'autorisation, le décret exécutif n° 07-144 du 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement soumet, sous la rubrique ICPE n° 2719-c de la nomenclature, ladite installation à l'autorisation du wali **(JORA n°34,2007)**.

Les différentes méthodes d'enfouissement technique consistent à disposer les déchets solides en couches ne dépassant pas deux mètres d'épaisseur, à les compacter et à recouvrir quotidiennement les surfaces exposées de terre. Les déchets sont étendus en minces couches dans des cellules étanches où ils sont nivelés,

compactés et recouverts périodiquement de terre ou d'un autre produit inerte afin de limiter les infiltrations d'eau, les envols et les émanations de gaz.

Trois méthodes existent : l'enfouissement en surface, dans des ravins, carrières ou vallées, permettant une réduction du volume pouvant atteindre 50 %, puis un recouvrement de terre ; l'enfouissement sur talus, où les déchets sont versés sur un flanc de colline, étendus, compactés et recouverts de terre excavée sur place ; et l'enfouissement en tranchées, où les déchets sont déversés dans une tranchée et recouverts par la terre d'excavation. L'enfouissement technique évite les risques pour l'hygiène publique, réduit les nuisances et permet de revaloriser certains terrains. Le choix du site dépend des propriétés géologiques, des possibilités d'aménagement et des voies d'accès **(Boubryem, 2018)**.

La classification des CET distingue trois classes. Les CET de classe I reçoivent les déchets industriels spéciaux de catégorie A (résidus d'incinération, de sidérurgie, de forage, déchets minéraux issus du traitement chimique) et de catégorie B (résidus du traitement des effluents, de peinture, de recyclage d'accumulateurs, amiante, réfractaires usés) **(Mezouari, 2011)**. Les CET de classe II accueillent les déchets ménagers et assimilés, conformément à la loi de 2003 et au décret de 2006 : ordures ménagères, encombrants, déblais, gravats, déchets commerciaux, artisanaux et industriels banals, déchets agricoles non dangereux, pneumatiques, cendres d'incinération et boues d'assainissement **(Chihaoui, 2017)**. Les CET de classe III sont des installations de stockage recevant essentiellement des déchets inertes : déchets issus du bricolage familial, déblais et gravats, déchets de chantiers et déchets de carrière **(Chihaoui, 2017)**.

Les CET agissent comme des intermédiaires pour relever des défis sociaux, notamment par la création d'emplois, et environnementaux, liés à l'économie circulaire. Ils contribuent à limiter l'épuisement des ressources naturelles grâce à la récupération et à la vente des matériaux recyclables et à réduire les dépôts sauvages à l'origine de la pollution et de la dégradation de l'environnement **(Bounefla *et al*, 2024)**.

La sélection des sites candidats pour les lieux d'élimination finale constitue un facteur déterminant dans tout projet de CET, car elle conditionne leur exploitation et leur utilisation, tant sur le plan technique qu'environnemental. Les critères de choix du site pour une nouvelle décharge dépendent fondamentalement de trois types de facteurs.

Les facteurs techniques/physiques incluent la distance de transport jusqu'aux centres de collecte, le volume utile du CET, le système d'accès, la disponibilité de matériaux de couverture et d'étanchéité, l'existence d'infrastructures (eau, électricité, téléphone), la morphologie du terrain, les caractéristiques

géotechniques du sol, le coût du terrain, la présence ou absence de ressources minérales, et les sols karstiques ou hautement perméables. Les facteurs environnementaux comprennent la distance aux noyaux habités, les eaux souterraines et de surface, le climat (précipitations, températures, vents, évaporation), les sols (types, usages), la végétation, la faune, les aléas géologiques (inondations, mouvements de terrain, érosion, sismicité), la qualité du paysage, l'incidence visuelle, les espaces naturels ou d'intérêt culturel et scientifique, les parcs nationaux, les aires de protection de la nature, et les zones à flore et faune importantes. Les facteurs économiques, politiques, juridiques et sociaux concernent les nuisances pour les riverains, l'opposition de la communauté proche, la crainte de dépréciation foncière, l'existence d'un plan réglementaire urbain, l'opposition de groupes politiques et de conservationnistes, les sites ou patrimoines historiques, religieux ou culturels, le prix d'acquisition du terrain, les indemnisations requises, la distance aux zones de production de déchets, les conditions topographiques, l'accessibilité du site, la disponibilité de matériaux de couverture, et la disponibilité des services publics **(Nippon Koei, 2017)**.

Avant la réalisation d'un CET, une étude géologique, hydrogéologique, climatique et démographique de la zone est nécessaire. Généralement, le CET est conçu pour une population de 100 000 habitants et plus, avec une durée de vie de 7 à 15 ans. La surface de terrain requise ainsi que la planification de l'exploitation sont impératives. La conception doit répondre aux paramètres suivants : implantation à au moins 200 m des habitations, conformément au plan d'occupation des sols ; portail d'entrée, clôture, ceinture d'arbres et panneau d'identification ; pont-bascule avec poste de contrôle ; abri pour engins et atelier d'entretien ; aire de réception, aire de stationnement, voirie périphérique ; planification de l'exploitation (acceptation et tri des déchets, fermeture des casiers, traitement des lixiviats, captage des biogaz) ; durée de vie unitaire par casier et durée cumulée pour le site ; programme de fermeture et d'intégration environnementale ; contrôle après fermeture (contrôle de l'étanchéité, du drainage, des biogaz et de la stabilité). L'aménagement de la zone d'enfouissement, subdivisée en alvéoles, comprend le décapage de la terre végétale, le terrassement, le déblai, le remblai périphérique des talus en tuf, des fouilles en tranchées (0,50 m × 0,60 m) pour les canalisations et les regards en béton armé, et une étanchéité souterraine (première couche d'argile ou de terre argileuse de 0,25 m). Après la réalisation des casiers, les opérations suivantes sont effectuées : pose du géotextile et de la géomembrane en polyéthylène haute densité (PEHD) pour assurer l'étanchéité ; recouvrement complet du casier par le géotextile et la géomembrane, du bas vers le haut, afin de protéger le sol et la nappe phréatique (la soudure des membranes est réalisée à l'aide d'une machine spéciale pour prévenir toute infiltration d'eau) ; placement du réseau de drainage en PEHD et protection par une couche de gravier de 40 à 60 cm ; mise en place d'un système de captage des biogaz et de détection des fuites ;

réalisation d'un caniveau de drainage autour du CET pour assurer le recueil et l'écoulement des eaux de ruissellement **(Atamnia, 2021)**. À l'issue de l'exploitation d'un CET, il est recommandé de poser une couverture finale sur le casier dans le but de : garantir l'isolement du site vis-à-vis des eaux pluviales, assurer l'intégration du site dans son environnement, permettre un devenir à long terme compatible avec la présence des déchets, et faciliter la surveillance des éventuels rejets dans l'environnement. La couverture finale doit être installée au plus tard huit mois après l'atteinte de la cote finale **(Atamnia, 2021)**.

Les effluents des CET comprennent les lixiviats et le biogaz : Le lixiviat désigne un liquide issu de l'infiltration de l'eau à travers les déchets stockés dans les décharges ou les installations de stockage des déchets. Il s'agit d'un mélange complexe contenant des substances organiques et inorganiques dissoutes ou en suspension. Sa composition varie selon la nature des déchets, l'âge du CET, les précipitations et les modes de gestion **(El-Saadony *et al.*, 2023)**. Ce liquide peut présenter des teneurs élevées en matières organiques, en nutriments, en métaux lourds et en autres polluants. Sans une collecte, un traitement et une élimination appropriés, il est susceptible de contaminer les sols, les eaux souterraines et les eaux superficielles, entraînant une dégradation de l'environnement et des risques pour la santé humaine **(Aziz *et al.*, 2023 ; El-Saadony *et al.*, 2023)**. **Selon le Ministère de l'Environnement et l'Agence Nationale des Déchets (2020)**, les principales techniques de traitement du lixiviat se déclinent en plusieurs catégories : le traitement biologique (boues activées, lagunage, bioréacteurs à membranes, lits bactériens) ; le traitement chimique (oxydation par l'ozone, le peroxyde d'hydrogène ou les rayonnements ultraviolets) ; le traitement par membranes (osmose inverse, ultrafiltration, nano filtration) ; et le traitement par concentration (évaporation simple, évaporation forcée, évapo-incinération).

Le biogaz provient de la dégradation des matières organiques mortes, végétales ou animales **(CERIEK, 2016)**. La production de biogaz, issue de la dégradation des déchets, résulte principalement d'activités microbiologiques. Ce processus se déroule en deux phases successives : une première étape en conditions aérobies, suivie d'une seconde en conditions anaérobies. Les biogaz renferment des gaz à caractère inflammable ou toxique. Les gaz inflammables, tels que le méthane (CH_4), représentent généralement entre 45 % et 65 % du volume total produit. Quant aux gaz inertes (azote, etc.) et aux gaz toxiques (hydrogène sulfuré, etc.), leurs concentrations varient en fonction de la composition initiale des déchets **(Bureau Engineering et Etudes Techniques - EURL BEEA, 2022)**. La production et la composition du méthane en CET dépendent de la nature des déchets, des conditions d'exploitation, de l'âge du gisement, du pH, de la température et de l'humidité, cette dernière étant un paramètre clé de l'activité biologique. La teneur en

méthane varie selon l'origine des déchets organiques et les conditions de décomposition **(Bensmain *et al.*, 2025)**.

Après avoir abordé de manière générale les centres d'enfouissement technique en Algérie, ce mémoire se focalise plus particulièrement sur le centre d'enfouissement technique de la commune de Baghai, dans la wilaya de Khenchela.

Objectif de ce travail

L'objectif de ce travail est d'évaluer les impacts environnementaux du Centre d'Enfouissement Technique de Baghai, d'identifier les principales sources de pollution qu'il génère ainsi que leurs effets sur le milieu naturel, et de proposer des solutions techniques et environnementales permettant de réduire ces impacts négatifs et d'améliorer la gestion des déchets dans le cadre du développement durable.

Matériel et méthode

1. Présentation de la commune de Baghai

1.1. Localisation et les limites géographiques

Notre étude porte sur une partie de la wilaya de Khenchela, à savoir la commune de Baghai à la suite du récent découpage administratif, la localité de Baghai a été érigée en commune, après avoir été détachée de la commune de M'toussa, dont elle constituait auparavant un chef-lieu secondaire. La commune s'étend sur une superficie de 13 584 hectares, ce qui en fait l'une des plus petites communes de la wilaya de Khenchela.

La commune de Baghai est délimitée administrativement par :

- La commune de M'toussa au nord ;
- Les communes d'Ain Touila et de N'sigha à l'est ;
- La commune d'Ain Zitoun à l'ouest ;
- Les communes d'El Hamma et de Khenchela au sud.

Située dans la région des Hautes Plaines, la commune de Baghai se trouve à 11 km du chef-lieu de la wilaya de Khenchela et à 10 km de la commune de M'toussa. Elle se trouve également à proximité de plusieurs localités et hameaux, aux distances suivantes :

- 2 km de Ksar Baghai
- 2,7 km d'Oum El Hadoum ; 4 km de Fedj Hriz
- 2 km de Himeur
- 0,2 km de Hammam El Knif **(APC M'toussa, 2025)**.

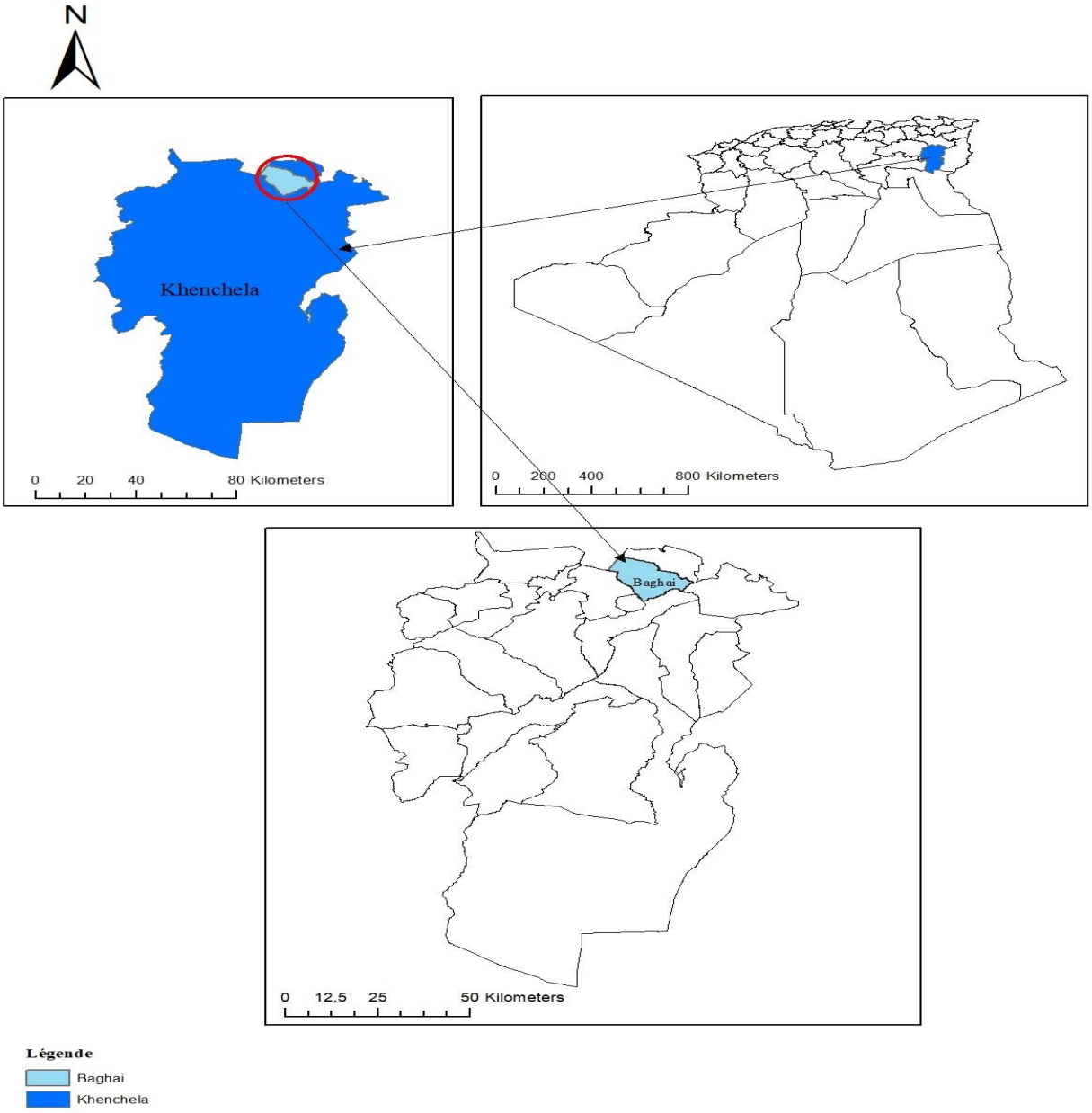


Figure 1. Carte de situation de la commune de Baghai

1.2. Caractéristiques démographiques

La population de la commune de Baghai a connu une évolution progressive au fil des recensements. Elle s'élevait à 4 000 habitants en 1977, puis à 5 206 en 1987, avant d'atteindre 6 414 en 1998 et 6 676 en 2008. Selon les estimations statistiques de 2023, l'effectif total de la population est estimé à 8 910 habitants **(APC Yabous, 2025)**.

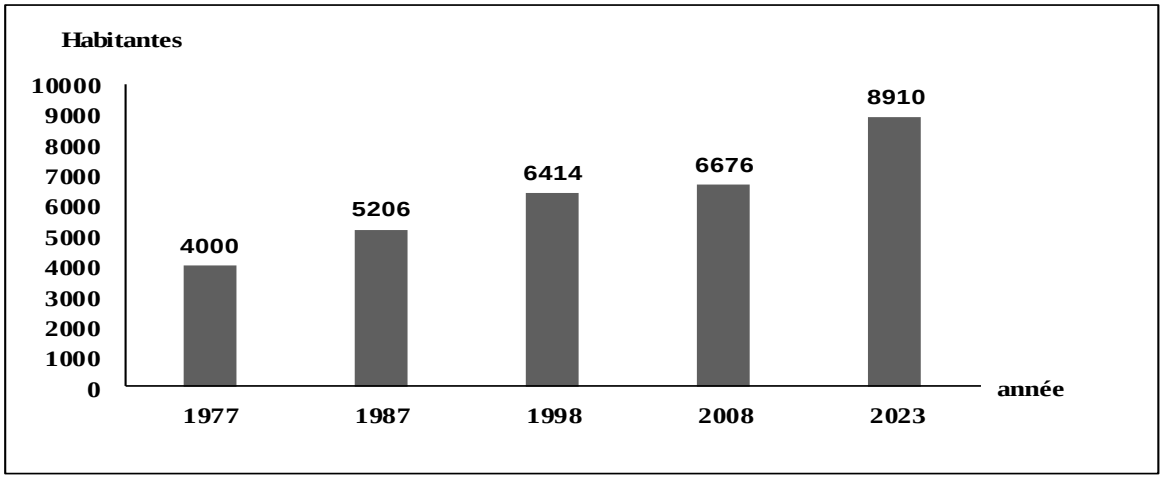


Figure 2. Évolution de la population de la commune de Baghai (1977-2023) **(APC Yabous, 2025)**

1.3. Relief de la zone d'étude

La région d'étude est localisée dans les hautes plaines.

Le relief, globalement plat sur la majeure partie de la zone, se distingue par :

1.3.1. Les plaines

Espaces subhorizontaux caractérisés par une altitude uniforme de 900 m au sud et de 850 m au nord. La couverture végétale est constituée de cultures saisonnières, principalement des céréales, des fourrages et des légumes. En été, le paysage présente un aspect aride.

1.3.2. Les montagnes

Reliefs dont l'altitude varie entre 1 000 et 1 224 m. Les principales sont le mont Akenif (1 224 m) et le mont Krouma (1 171 m) **(APC M'toussa, 2025)**.

1.4. Pentes

- Les pentes inférieures à 2 % dominent dans la plus grande partie du nord-ouest de la commune.
- Les pentes comprises entre 2 et 7 % concernent les terres situées à l'ouest, au niveau du centre urbain, ainsi que dans la partie nord-est et, dans une moindre mesure, au sud de la commune de Baghai. Ces terrains, caractérisés par une pente modérée, sont aptes à l'urbanisation.
- Les pentes comprises entre 8 et 14 % se concentrent à l'est et au centre de la commune de Baghai. Ces terrains sont soit stables du point de vue géomorphologique, ne présentant aucun risque pour les zones habitées, ce qui en fait un bon support pour l'urbanisation, soit exposés à des risques de

glissement, rendant alors toute opération d'urbanisation coûteuse en raison de la nécessité de murs de soutènement et de fondations profondes.

- Les pentes comprises entre 15 et 30 % prédominent sur une partie des terres de la commune, notamment au sud-est, ainsi que sur le versant ouest et la partie occidentale. Ces terrains, à très forte pente, sont impropres à l'urbanisation en raison d'une forte exposition aux risques d'érosion et de glissements **(APC M'toussa, 2025)**.

1.5. Climat

Le climat (précipitations, températures, gelées, etc.) constitue un facteur déterminant dans l'aménagement du territoire. En effet :

Il exerce une influence directe sur les potentialités hydriques, les pratiques agricoles et pastorales, ainsi que sur le développement de la végétation naturelle ; il intervient en tant que facteur de risque pour le milieu environnemental et écologique (inondations, sécheresses, érosion des sols et dégradation du couvert végétal naturel) **(CF Khenchela, 2025)**.

1.5.1. Précipitations

Les précipitations désignent l'ensemble des hydrométéores qui chutent à travers l'atmosphère et atteignent le sol, sous forme solide (neige, grésil, granules de glace, cristaux de glace, grêle) ou liquide (pluie, bruine), selon la composition et la température de l'air ambiant. Elles se classent en deux catégories selon le mécanisme des mouvements verticaux de l'air : stratiformes, résultant d'un soulèvement lent et étendu de masses d'air humides (condensation progressive, comme dans les systèmes dépressionnaires) ; convectives, provenant de l'ascension rapide de masses d'air instables et humides par poussée d'Archimède (orages, averses, phénomènes cycloniques). Formes selon nuages et saison : bruine (stratus), précipitations continues (pluie/neige sous nimbostratus/altostratus), averses (cumulus/cumulonimbus) **(Mainbe ,2022)**.

Les précipitations constituent un facteur essentiel en matière d'analyse climatique, en raison de leur impact sur le régime des écoulements saisonniers et sur la recharge des ressources hydriques souterraines. La moyenne annuelle des précipitations s'établit à 438 mm, enregistrant une diminution par rapport à l'année 1994, où elle atteignait 533 mm. Le mois de janvier connaît les précipitations les plus abondantes, tandis que le mois de juillet enregistre les valeurs les plus faibles **(APC M'toussa, 2025)**.

1.5.2. Températures

La température est une grandeur physique caractérisant l'agitation moléculaire moyenne. Elle conditionne l'évaporation physique et physiologique (évapotranspiration), influençant le régime des cours d'eau. Les capteurs sont dans un abri protégeant des rayonnements, avec protection mécanique et ventilation adéquate. Instruments : thermomètres à mercure ou alcool, à résistance de platine, thermosondes, thermographes à bilame, numériques. Unité SI : kelvin (K) ; météo : °C **(Mainbe, 2022)**.

La région est caractérisée par une forte chaleur et une sécheresse marquée en période estivale **(APC M'toussa, 2025)**.

1.5.3. Vents

Le vent est un phénomène atmosphérique caractérisé par le déplacement de masses d'air. Il peut se manifester sous diverses formes : il souffle, s'apaise, s'accélère, change de direction, siffle ou tourbillonne.

Il est défini par sa vitesse et sa direction, ce qui en fait une grandeur vectorielle. En météorologie, la direction du vent correspond conventionnellement à son origine. Les mouvements de l'atmosphère peuvent être à la fois horizontaux et verticaux. Le vent horizontal résulte des différences de pression atmosphérique.

La mesure du vent, en termes de direction et de vitesse, est assurée par un ensemble capteur composé d'une girouette et d'un anémomètre, installé sur un pylône à une hauteur de dix (10) mètres, à proximité de la piste, conformément aux normes d'implantation en vigueur **(Mainbe ,2022)**.

Les vents dominants proviennent d'une direction constante entre décembre et mars ; ils sont froids et chargés en humidité. Par ailleurs, la région subit des épisodes de sirocco d'avril à novembre, caractérisés par une vitesse élevée, ce qui témoigne de l'influence des masses d'air méridionales sur la zone **(APC M'toussa, 2025)**.

1.6. Hydrographie

Parmi les principaux oueds recensés dans la commune de Baghai, on peut citer : l'oued Bougcal, qui s'étend de Mechta Benaâ Centre en passant par le centre d'enfouissement technique ; l'oued El Himer, longeant la route nationale n° 80 ; ainsi que l'oued Fayd Hammam **(APC Baghai, 2026)**.

1.7. Classification des sols

La zone d'étude de Baghai présente une diversité pédologique liée aux conditions climatiques, topographiques et géologiques. Elle est caractérisée par la présence de quatre principales classes de sols. Dans les parties ouest, nord et nord-est, on observe des sols solontchaks, dont la formation est favorisée par une évaporation supérieure aux précipitations, ainsi que par l'influence de la nappe phréatique, ce qui entraîne une forte salinisation des sols.

La partie interne de la zone est dominée par des sols alluviaux basiques, localisés principalement dans les zones de changement de pente et les plaines entourant les dépressions, où le relief devient plus doux.

Les sols calciques se rencontrent dans la partie ouest extrême, notamment sur les bas piémonts et les hautes plaines longeant les axes routiers, en lien avec la présence de formations calcaires et de roches mères.

Enfin, la partie sud-est est caractérisée par des sols influencés par l'altération de la roche mère, correspondant à une couche minérale superficielle issue de la croûte terrestre, contribuant à la formation et à l'évolution des sols **(CF Khenchela, 2025)**.

1.8. La biodiversité

La commune de Baghai se caractérise par un patrimoine forestier notable, couvrant une superficie totale de 735 hectares, dont 500 hectares d'espaces à caractère forestier. Elle est principalement dominée par le pin d'Alep, espèce végétale prédominante, tandis que la superficie restante, estimée à 235 hectares, correspond à d'autres types d'occupations du sol.

La Commune se caractérise en outre par une diversité animale (gazelle, perdrix, lièvre, outarde, bouquetin…). Ces espèces présentent des cycles biologiques distincts, entretiennent des interactions avec d'autres organismes vivants et développent des modalités d'adaptation spécifiques à leur environnement. Néanmoins, ce patrimoine animal fait face à une surexploitation et à des pratiques de chasse non réglementées **(APC Yabous, 2025)**.

1.9. Sismicité du secteur d'étude

Selon le Règlement parasismique algérien (RPA 99, version 2003), le territoire national est subdivisé en cinq zones de sismicité croissante : zone 0 (sismicité négligeable), zone I (sismicité faible), zones IIa et IIb (sismicité moyenne) et zone III (sismicité élevée).

La conception et la réalisation du projet doivent intégrer la sismicité régionale et se conformer à la réglementation en vigueur. La wilaya de Khenchela, et plus précisément la zone d'étude, appartient à une zone sismogène à activité sismique faible (zone I). Le calcul dynamique des ouvrages doit se référer au

RPA 99, version 2003. Les ouvrages doivent être dimensionnés pour résister aux secousses telluriques maximales attendues **(DRE, 2025)**.

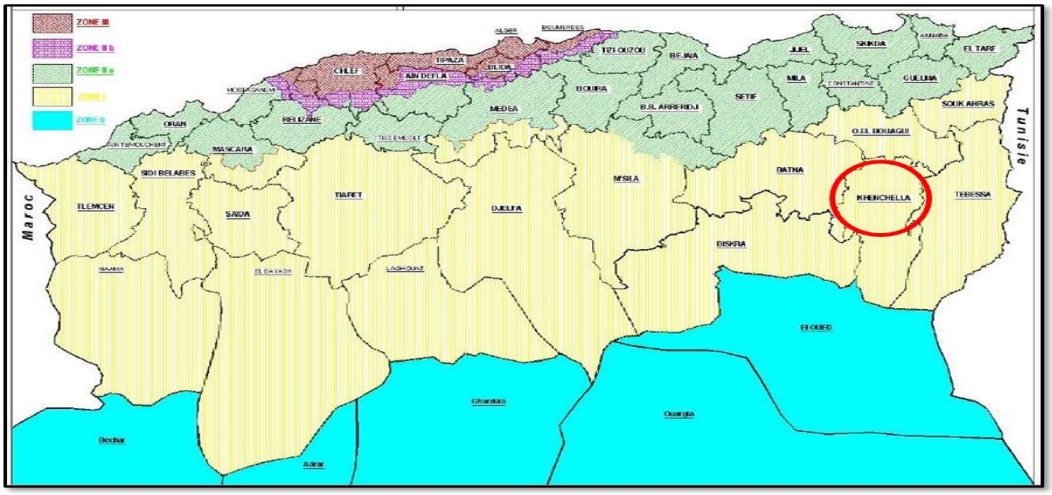


Figure 3. Carte de zonage sismique du territoire national **(DRE, 2025)**

2. Description du Le centre d'enfouissement technique de Baghai

2.1. Contexte général et présentation de l'EPIC-CET

L'évolution socio-économique a apporté de nombreux avantages, mais a aussi engendré des problèmes environnementaux majeurs, notamment l'augmentation continue des déchets ménagers et des déchets industriels toxiques. Cette situation représente un danger pour la santé publique, les écosystèmes, le cadre de vie et l'économie.

Pour faire face à cette problématique, l'État algérien a mis en place plusieurs institutions dédiées à la gestion des déchets, parmi lesquelles l'EPIC-CET (Établissement Public à Caractère Industriel et Commercial). Cet établissement public, doté de la personnalité morale, a pour mission la gestion d'une activité de service public à caractère industriel et commercial, résultant de la nécessité de traiter différents types de déchets : ménagers, spéciaux, dangereux et inertes **(CET Baghai, 2022)**.

2.2. Situation du site du CET de Baghai

Le centre d'enfouissement technique de Baghai est implanté sur une superficie de 20 Ha, dans la région sud-est de la localité, sur la route reliant Khenchela et Baghai (CW N°2). Le site est judicieusement choisi dans un espace éloigné de toutes agglomérations pour minimiser l'impact environnemental. L'ensemble du

site est sécurisé par une clôture haute, faite en partie en dur et en Zimmermann, avec un portail d'accès sur la façade principale.

Il est créé un centre d'enfouissement des déchets dans la région de Guaraat El Tarf, au niveau de la commune de Baghai, et il est délimité comme suit :

- Au Nord : le reste du lotissement communal n°1154
- Au Sud : le reste du lotissement communal n°1154
- À l'Est : le reste du lotissement communal n°1154
- À l'Ouest : les limites de la commune d'El Hamma.

Les coordonnées géographiques du site sont les suivantes :

- Latitude (DD) : 35.498688
- Longitude (DD) : 7.125512
- Latitude (DMS) : 35°29'55.3
- Longitude (DMS) : 7°07'31.8 (**APC de Baghai, 2025)**.



Figure 4. Localisation du site d'un Centre d'Enfouissement Technique (CET) **(Google earth, 2026)**

2.3. Activités de l'établissement CET Baghai

Le Centre d'Enfouissement Technique (CET) de Baghai Appelé « NADHIF Khenchela » est une activité industrielle réglementée selon le décret exécutif n°07-144 du 19 mai 2007. Son classement, conformément à l'annexe de ce décret, correspond à une activité de deuxième catégorie (AW). L'exploitation du CET Baghai est soumise à déclaration ou autorisation selon la capacité de production et

la quantité de matières et substances inflammables, toxiques, comburantes, combustibles ou explosibles présentes.



Figure 5. Logo de l'EPIC Khenchela **(CET de Baghai, 2026)**

2.3.1. Activités principales

- Enfouissement des matières résiduelles et gestion des casiers conformément aux normes environnementales.
- Installation de tri des déchets ménagers et assimilés et récupération des matières recyclables, compressées sous forme de balles **(DE Khenchela, 2025)**.

2.4. Structuration du centre d'enfouissement technique

La structuration et la répartition des infrastructures est faite de la façon suivante :

- ✓ Un local servant de poste de gardiennage et de sécurité à l'entrée.
- ✓ Un pont bascule avec son poste de contrôle et de suivi des mouvements des déchets ménagers et assimilés.
- ✓ Un bloc d'administration en R+1.
- ✓ Poste de livraison d'électricité de la Sonelgaz à coté du quel existe un poste pour le groupe électrogène.
- ✓ Une Bâche à eau.
- ✓ Salle pour 2 chaudières et ses équipements accessoires.
- ✓ Un hangar de réception et de tri des ordures ménagères.
- ✓ Un local comprenant l'incinérateur.
- ✓ Des vestiaires, garages et atelier d'entretien.
- ✓ Une station de livraison de gasoil.
- ✓ Deux casiers.
- ✓ bassins pour lixiviats.

- ✓ une aire de compostage.
- ✓ Station de traitement des lixiviats.

2.4.1. Un pont bascule

Il comprend le local de pesée à coté duquel se trouvent les équipements de pesée enfouis sous terre qui comprend des équipements électroniques reliés au tableau de lecture se trouvant devant l'operateur. Le local de pesée s'étend sur une superficie de 12 m² qui est fait en dur en un seul niveau et dispose d'une porte d'entrée qui est faite en bois protégée par une grille métallique son étanchéité est bonne et les murs sont peints à l'extérieur comme à l'intérieur. Le plafond est recouvert d'un mortier en ciment et le plancher recouvert de carreau granito **(DE Khenchela, 2025)**.

Informations Techniques de l'Appareil :

- Portée Maximale : 80 Tonnes.
- Portée Minimale : 400 kg.
- Échelon de mesure : 20 kg **(ONML Khenchela, 2024)**.



Figure 6. Un pont bascule



Figure 7. Le pesage sur pont-bascule

(Photographie, 9/3/2026)

2.4.2. Un bloc d'administration en R+1

Il comprend deux niveaux, d'une superficie de 266 m², il est fait en dur avec une dalle de béton dont l'étanchéité est bonne.



Figure 8. Un bloc d'administration **(Photographie, 9/3/2026)**

2.4.3. Le Hangar de réception des ordures ménagères et de leur tri

Il s'étale sur une superficie de 635 m² avec une hauteur moyenne de 8.5m, il est fait en charpente métallique pour son ossature avec des murs en maçonnerie surmontés de bardage métallique tout autour, le toit est fait avec de la tôle nervurée 40. Le sol est fait en dalle de béton. Les portes sont métalliques et de grandes dimensions.

- Porte du nord : superficie : 38 m²
- Porte de l'ouest : 42 m²
- Porte d'accès coté sud du centre de tri : 32 m².

Les équipements employés pour cela, sont une chaine de tri, de conditionnement en balles qui se compose principalement des éléments suivants :

- Une trémie d'alimentation d'une grande contenance
- Deux tapis transporteur élévateur
- Deux tables de pré-tri manuel équipé de poste de travail.

Il n'existe pas de silos dynamiques qui sont dédiés aux corps creux triés qui sont : PVC, PHED, fers, PET, verre, etc...

NB. L'installation est en panne, le tri se fait manuellement par des agents **(DE Khenchela, 2025)**.



Figure 9. Un Hangar de tri **(Photographie, 4/3/2026)**

2.4.4. Les casiers d'enfouissements

a. Casier n°01

Selon l'établissement EPWG-CET de Khenchela, la quantité de déchets stockés dans le casier n°01 entre 2010 et 2020 est estimée à **350 000 tonnes**. Étant donné que le volume initial de ce casier est de **200 000 m³**, celui-ci se trouve dans un état de suroccupation **(dépassement de capacité).** Le casier n°01 a été définitivement fermé après son exploitation.

L'exploitation du casier n°01 s'est faite sous forme pyramidale (**en dôme**), dépassant ses limites initiales. Cette situation a engendré une instabilité des talus, caractérisée par des pentes très abruptes de la masse de déchets.

Par ailleurs, le système d'étanchéité actif, composé de la géomembrane et du géotextile de protection, n'est plus visible, ce qui rend les limites du casier difficiles à identifier.

En raison de l'absence du levé topographique initial (plan de récolement), les calculs ont été réalisés sur la base de l'état actuel (levé topographique de 2021) ainsi que des altitudes du terrain naturel. Ainsi, le volume initial déclaré de **200 000 m³** (selon EPIC CET) a été pris en compte dans l'estimation globale.

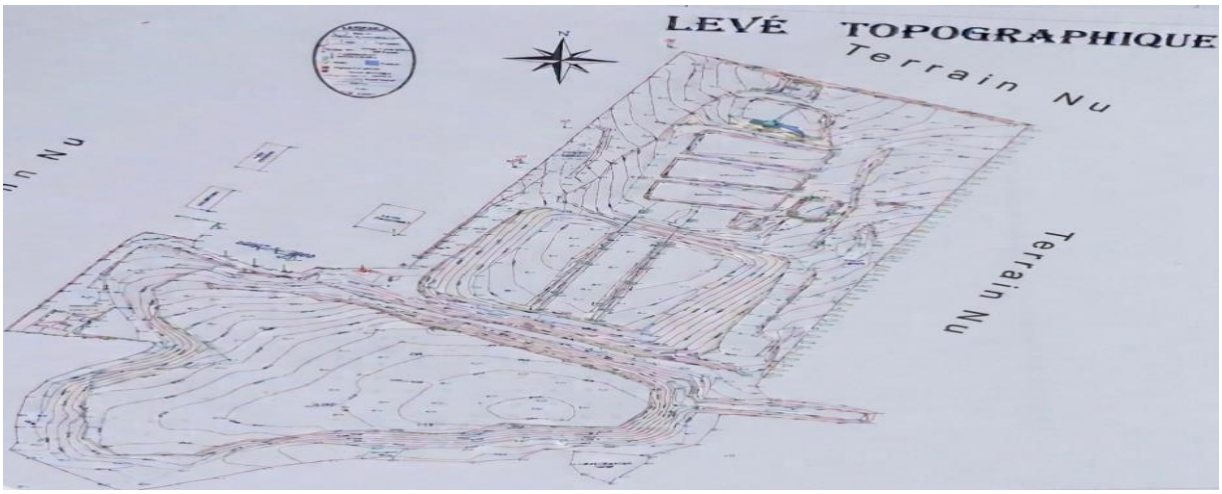


Figure 10. Levé topographique du site du CET de Baghai **(Convention N°06/2021, 2021)**

Les résultats montrent que le volume actuel des déchets a atteint environ **475 000 m³**, ce qui correspond à un taux de remplissage de l'ordre de **240 %** par rapport à la capacité initiale.

L'exploitation en dehors des limites du casier a entraîné plusieurs impacts environnementaux, notamment une pollution du milieu naturel environnant due aux infiltrations de lixiviats. Par conséquent, le coût de la fermeture définitive du casier, conformément aux normes techniques, sera très élevé en raison des travaux nécessaires pour remédier à ces impacts.

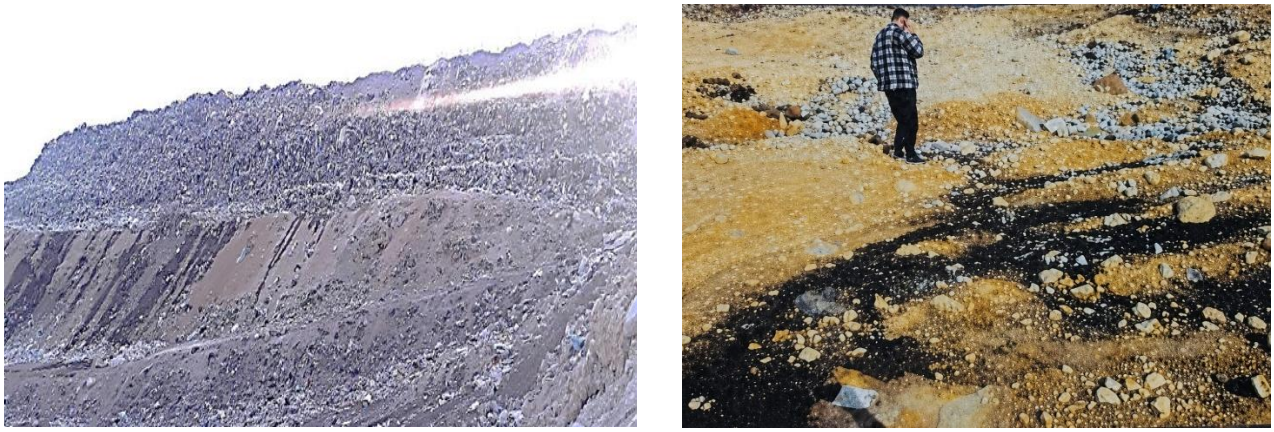


Figure 11. Suintement de lixiviats **(Bouladjoul *et al.*, 2020 ; Convention N°06/2021, 2021)**

b. Casier n°02

Dans le but d'améliorer la gestion et d'optimiser la durée de vie du nouveau casier **(casier n°02 en exploitation, Volume: 180 000 m³)**, il est fortement recommandé de :

- Renforcer la gestion du tri, du recyclage et de la valorisation des déchets ;
- Exploiter le casier conformément aux normes techniques en vigueur, notamment en matière de mise en place, compactage et couverture des déchets ;
- Assurer la formation et le renforcement des capacités du personnel en matière d'exploitation technique **(Convention N°06/2021, 2021)**.

2.4.4.1.Etanchéité des casiers

Un système d'étanchéité a été mis en place afin de prévenir tout risque potentiel de pollution. Ce dispositif comprend :

- Le recouvrement des talus et du fond de forme par des terres in situ, destiné à la modélisation et à la préparation du site en vue de la mise en place du complexe d'étanchéité ;
- La pose, sur les talus et le fond de forme, d'une géomembrane en PEHD d'une épaisseur de 2 mm ;
- La pose, sur les talus et le fond de forme, d'un géotextile de protection non tissé ou d'un géodrain
- La réalisation d'une couche drainante en gravier 25/40, d'une épaisseur comprise entre 30 et 50 cm, sur le fond de forme agents **(DE Khenchela, 2025)**.



Figure 12. Mise en exploitation du casier n°2 **(Photographie, 23/2/2026)**

2.4.5. Le biogaz

Des cheminées adaptées, formées d'un tube d'acier contenant un gravier sans chaux et extraites progressivement au cours du remplissage, ont été implantées dans les casiers pour diriger le biogaz vers l'atmosphère.

2.4.6. Bassins de collecte des lixiviats

Les lixiviats sont collectés par un système de drainage dans les bassins suivants : 03 Bassins de rétention, Décantation et traitement biologique **(400 m³)**, Traitement biologique **(350 m³)** et Traitement final **(2500 m³)**.

Remarque : Il existe également deux anciens bassins de lixiviats.



Figure 13. Bassins de lixiviats **(Photographie, 23/2/2026)**

2.4.7. Station de traitement des lixiviats

Il existe une station de traitement des lixiviats avec un mode de traitement par **osmose inverse** d'une capacité de **80 m³/jour**. La station possède un laboratoire équipé de plusieurs appareils de mesure tels que : pH, CE, DCO, DBO5, Ammonium NH4, etc…. destinés à l'analyse des lixiviats avant et après traitement.

Remarque : Cette station n'est pas en fonctionnement et le centre dépend actuellement de l'évaporation naturelle des lixiviats.

2.4.8. L'installation d'incinération des déchets médicaux

Le local abritant l'incinérateur est un espace doté d'équipements destinés à l'incinération des déchets médicaux. Une fois entré en exploitation, il se subdivise en deux parties : la première contient les équipements d'incinération ; la seconde est réservée à l'administration de cet incinérateur et comprend quatre bureaux.

L'installation du centre DASRI est composée de deux incinérateurs : le premier fonctionne à **1200 °C**, et le second à **900 °C**, ce dernier étant utilisé pour l'incinération des déchets spécifiques tels que les

placentas. Les fours, d'une capacité individuelle de **25 à 90 kg/h**, sont équipés de leurs installations électriques et alimentés par une citerne de 2000 litres de gasoil, et disposent de cheminées pour l'évacuation des gaz résiduaires. L'ensemble est installé dans un local fermé à clé et sécurisé par un système de lutte contre l'incendie après l'incinération, les cendres et mâchefers sont refroidis puis enfouis dans le casier n°02 **(DE Khenchela, 2025)**.

2.5. Quantité des déchets ménagers et assimilés collecté par CET Baghai

La figure 14 présente l'évolution mensuelle des quantités de déchets ménagers et assimilés (DMA) collectées par CET de Khenchela au cours de l'année 2025.

Les quantités enregistrées montrent des variations au cours de l'année, avec un minimum observé au mois de mars (3713,04 tonnes) et un maximum au mois de décembre (5218,09 tonnes). L'écart entre ces deux valeurs est estimé à environ 1500 tonnes.

Ce flux mensuel variable a généré un tonnage global annuel de 53 239,15 tonnes pour l'année 2025.

Au cours de la période allant de janvier à mars, les tonnages passent d'un niveau relativement élevé à une baisse marquée en mars. Ensuite, d'avril à septembre, les quantités évoluent dans un intervalle relativement stable, compris globalement entre 4000 et 4400 tonnes.

À partir du mois d'octobre, une augmentation des quantités est observée, qui se poursuit en novembre pour atteindre la valeur la plus élevée en décembre.

Ainsi, l'évolution globale se caractérise par des fluctuations mensuelles avec une phase de baisse, suivie d'une phase de stabilisation, puis d'une phase d'augmentation en fin d'année.

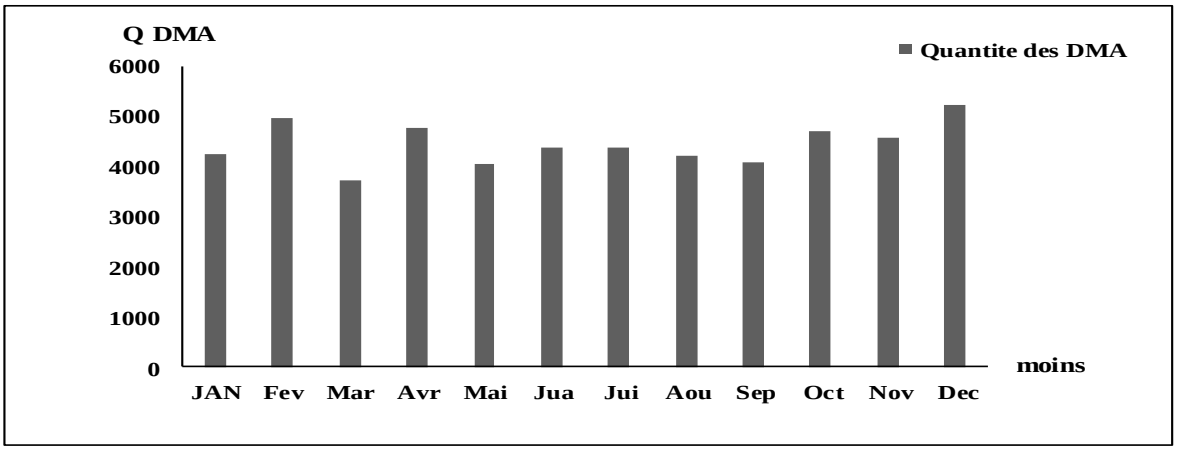


Figure 14. Quantité des déchets M.A collecté par CET Baghai en tonne pour l'année 2025

2.6. Répartition quantitative des déchets collectés par commune

Comme le montre la figure n° 15, il s'agit d'une répartition quantitative des déchets ménagers et assimilés produits annuellement par six communes rattachées au centre d'enfouissement technique de Baghai, mettant en évidence la domination de la commune de Khenchela, qui représente environ 75 % du total des déchets. La commune d'El Mahmel occupe la deuxième position avec 12 %, tandis que les autres communes (El Hamma, Ensigha, Baghai et M'toussa) contribuent faiblement, avec une part globale ne dépassant pas 13 %.

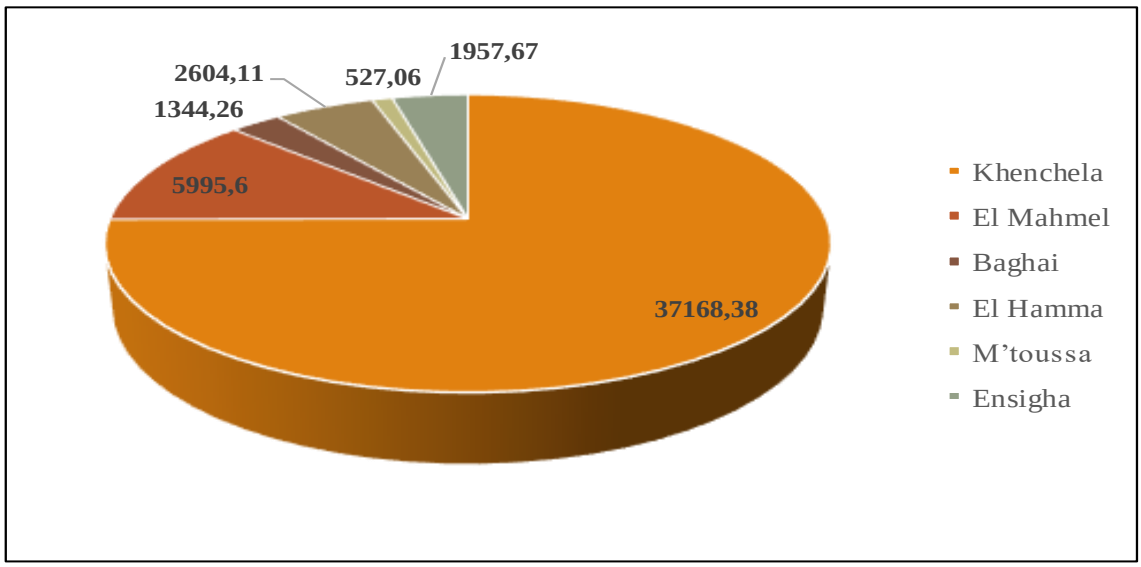


Figure 15. Répartition de la production annuelle des déchets ménagers par commune (en Tonne) pour l'année 2025

2.7. Quantités de déchets récupérés et valorisés au sein du CET de Baghai

D'après la figure 16, qui illustre la répartition des quantités de déchets récupérés au niveau du CET de Baghai pour l'année 2025, on observe une prédominance massive du plastique avec un gisement annuel s'levant à 3 372 000 kg. En revanche, les quantités de carton et de fer récupérées affichent des valeurs nettement inférieures, avec respectivement 67 560 kg/an et 46 000 kg/an. Cette disproportion flagrante entre les catégories de matériaux souligne que le plastique constitue la majeure partie du flux de valorisation au sein de cette installation.

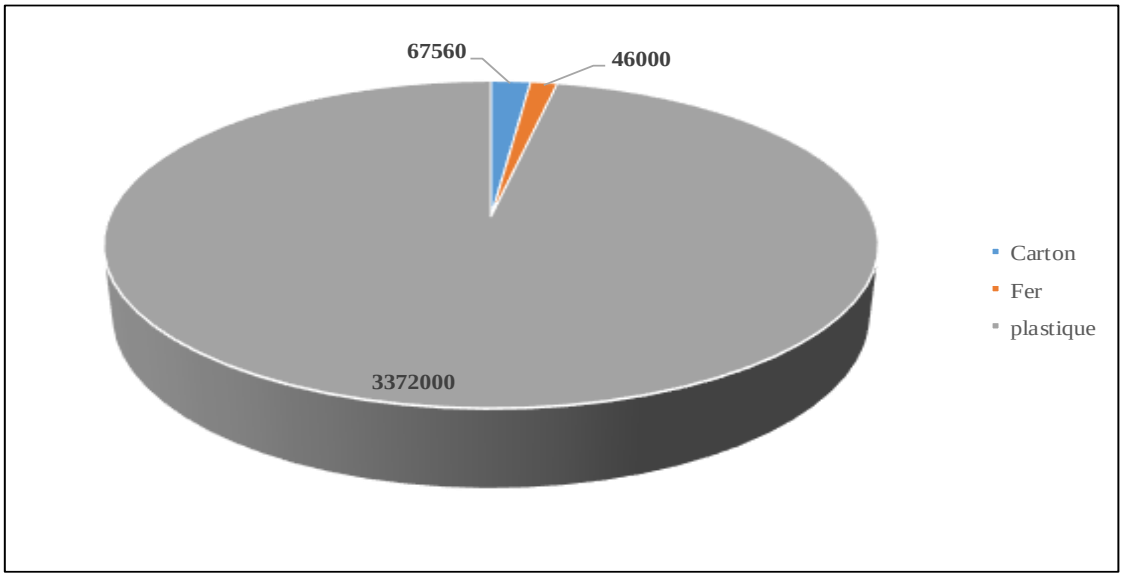


Figure 16. Répartition des quantités de déchets récupérés au niveau du CET de Baghai (en kg/an)

Résultats et discussions

1. Impacts liés à la phase de réalisation

Le présent chapitre identifie les impacts potentiels liés à la phase de construction du projet.

1.1. Impact sur la circulation et transport

Les opérations de transport de matériaux pour la construction pourront entraîner les impacts potentiels suivants :

- Changement des conditions de circulation routière au niveau des voies d'accès menant au site, du fait des engorgements lors de l'entrée et de la sortie des engins sur le chantier.
- Impact sur l'environnement lié au bruit et à la qualité de l'air issu de l'augmentation de la circulation des engins de chantier **(DE Khenchela, 2025)**.

1.2. Impact sur l'air

1.2.1. Ambiance sonore

En phase de construction, le niveau sonore dû à la mobilisation d'engins lourds (side-boom, trax, pelles mécaniques, bulldozer, camions, etc.) ne sera pas négligeable. Néanmoins, l'impact sera d'une durée temporaire, limitée à la phase de construction **(DE Khenchela, 2025)**.

1.2.2. Qualité de l'air

Les sources de polluants atmosphériques rattachées au projet qui sont liés aux travaux de terrassement, du transport et de circulation des matériaux, constituent des sources de mise en suspension de particules dans l'air, en raison des matériaux déplacés et d'émissions gazeuses qui sont constituées par les rejets des moteurs des engins de chantier et sont composés essentiellement de dioxyde de carbone (CO2), de monoxyde de carbone (CO), des produits azotés (NOX) et des suies. La zone d'impact correspond au périmètre comprenant l'emprise du chantier et son environnement immédiat **(DE Khenchela, 2025)**.

1.3. Impacts sur le paysage

Lors des travaux de chantier, il s'ensuivra une modification du cadre paysager actuel et une rupture de la vue actuelle du site, suite à l'installation des équipements de chantier, du mouvement des engins, des véhicules et des travaux de déblais et remblais. Le dépôt temporaire des déblais et remblais peut être considérés comme un obstacle pour le champ visuel. Par ailleurs, le mouvement des engins affectera

également la qualité de l'air et la visibilité par les suspensions de poussières dans l'atmosphère **(DE Khenchela, 2025)**.

Néanmoins, les modifications paysagères entraînées par les travaux de chantier seront temporaires, limitées à la phase de construction et ne seront pas plus nuisibles et désagréables que l'état paysager actuel du site **(DE Khenchela, 2025)**.

De ce fait, l'impact est jugé négligeable.

1.4. Impact sur les sols

La qualité du sol sera affectée lors de la phase de construction via les activités de décapage, ainsi que par les activités d'aménagement des casiers, de l'émissaire et des infrastructures connexes. L'enlèvement de la végétation pourrait ainsi augmenter les risques d'érosion dans ce secteur.

Néanmoins, la mise en place du recouvrement final permettra la réutilisation de la terre végétale et la remise en végétation permanente de cette surface au fur et à mesure de la réalisation des travaux de fermeture de la décharge.

Parallèlement, la circulation de machinerie sur le chantier implique un risque de contamination du sol par les hydrocarbures en cas de bris ou de déversement accidentel directement sur le site **(DE Khenchela, 2025)**.

Ainsi, l'impact sur les sols est jugé faible à moyen.

1.5. Impact sur la faune et la flore

Le terrain affecté à l'implantation du futur CET de Baghai se caractérise par un milieu trop dégradé recouvert d'une plateforme défrichée et ravinée, ce qui constitue un milieu défavorable à la présence d'espèces ayant un intérêt écologique **(DE Khenchela, 2025)**.

1.6. Impact par les sous-produits générés en phase de construction

1.6.1. Déchets solides

Les principaux déchets solides générés par les activités de chantier sont ceux provenant :

- De la nourriture des travailleurs et consistent en des déchets assimilables à des déchets domestiques.

- Des activités de chantier comme les déchets inertes issus des travaux de terrassement et de construction, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge. Ce type de déchets sera généré en quantité considérable à cause des travaux de terrassement et de construction. Néanmoins, ils seront utilisés dans le recouvrement quotidien des résidus **(DE Khenchela, 2025)**.

1.6.2. Rejets liquides

Les rejets liquides pendant la construction du centre d'enfouissement technique concernent essentiellement les eaux sanitaires, leur volume ne sera pas considérable.

1.7. Impacts socio-économiques

La réalisation d'un tel aménagement apporte une contribution temporaire à l'économie locale. Cette contribution s'opère par le biais de :

- Possibilités d'emploi : différentes équipes seront appelées à participer à la construction du projet : génie civil, supervision, montage, gestion et aménagement, etc.
- Les achats locaux de matériaux et fournitures pour le chantier (matériaux de construction, carburants, etc.) **(DE Khenchela, 2025)**.

2. Impacts pendant la phase d'exploitation

En phase d'exploitation, les impacts potentiels sont principalement liés aux différentes activités du centre d'enfouissement technique de Baghai, notamment les opérations de réception, de déchargement, de compactage et d'enfouissement des déchets.

2.1. Impact sur l'environnement immédiat

Le site du CET de Baghai est implanté en dehors des zones urbaines, dans un environnement caractérisé par une faible densité de population et l'absence d'activités sensibles. Les habitations les plus proches se situent à une distance supérieure à 250 m, ce qui est conforme aux exigences réglementaires en vigueur.

- Le site est entouré à l'est : un terrain vague.
- À l'ouest : un terrain vague au-delà duquel existe la route reliant Khenchela - Baghai à plus de 150m.
- Au sud : un terrain vague sans aucune population.

- Au nord : un terrain vague avec des populations de l'ordre de 8 habitants au plus qui se trouvent implantées à plus de 250m.

Les opérations d'enfouissement auront pour effet d'émettre des odeurs liées aux retards durant le compactage et l'enfouissement. Dans notre cas il n'ya pas d'habitation à l'intérieur du champ prévu par la réglementation **(art 26 décret n°84-378 du 16 Décembre 1984)** qui prévoit une distance minimale entre le et les agglomérations les plus proches, de 200 m **(DE Khenchela, 2025)**.

Ainsi, l'impact sera relativement faible à même nul.

2.1.1. Bruit

Durant la phase d'exploitation, les nuisances sonores proviennent principalement des opérations de déchargement, de compactage des déchets et de réglage des engins. Ces activités mobilisent des équipements générateurs de bruit, notamment les chargeurs, les engins de compactage et de couverture, ainsi que les camions lors des dépôts. Toutefois, le bruit résultant de l'exploitation proprement dite est considéré comme négligeable **(DE Khenchela, 2025)**.

De ce fait, l'impact est jugé faible.

2.1.2. Envol de poussières et de déchets légers

Les opérations de transport et de déchargement des déchets ménagers sont susceptibles de générer l'envol de poussières et de résidus légers, source potentielle de nuisances environnementales et visuelles. Ce phénomène dépend principalement de la force du vent et du type de véhicules utilisés. Par vent fort, les risques d'envol de déchets légers augmentent considérablement. Par ailleurs, l'utilisation de camions dépourvus de benne fermée ou l'absence de filets de protection aggravent ces nuisances et peuvent également être à l'origine d'accidents.

A cet effet, l'impact est jugé faible et moyen.

2.1.3. Émanations gazeuses et odeurs nauséabondes

Le stockage définitif des ordures ménagères par enfouissement technique peut, en l'absence de précautions adaptées, entraîner des émanations de gaz et des odeurs nauséabondes. La fermentation des déchets génère en effet différents gaz. Dans les décharges traditionnelles, on observe une fermentation aérobie en surface et dans les couches supérieures, tandis qu'une fermentation anaérobie se développe en profondeur.

Ces processus fermentaires dépendent des paramètres suivants : la taille, la composition et l'humidité des déchets, l'épaisseur de la couche d'ordures, l'épaisseur et la perméabilité des matériaux de couverture, le degré de compactage, ainsi que la température ambiante.

La fermentation anaérobie aboutit à la formation d'un gaz composé de 50 à 65 % de méthane, le reste étant principalement du dioxyde de carbone. Selon leur nature, ces dégagements gazeux peuvent être source de nuisances, notamment olfactives.

Par ailleurs, la fermentation des ordures ménagères peut produire, en faible quantité, des gaz malodorants tels que l'hydrogène sulfuré (H_2S), les mercaptans et les vinyles. Ces gaz, généralement plus denses que l'air, sont transportés hors du centre d'enfouissement technique par le méthane, gaz plus léger (densité 0,55). Des odeurs désagréables peuvent également provenir des ordures fraîchement déposées.

Quant au méthane, sa dispersion s'effectue facilement sans nuisances dans les CET compactés de faible épaisseur ou dans les décharges traditionnelles, où sa formation peut toutefois donner un mélange explosif avec l'air. Ce risque reste limité en surface, le méthane étant rapidement dilué dans l'air ambiant.

Des mesures sont néanmoins prévues pour éliminer totalement ce risque, notamment par la canalisation des gaz vers un dispositif unique de torchère **(DE Khenchela, 2025)**.

2.1.4. Dégagement de fumées

Les feux et les dégagements de fumées sont généralement rencontrés dans les décharges brutes et sauvages. Ils sont rares dans les CET Baghai, notamment dans les sites compactés. Leur origine provient de facteurs externes et se situe au niveau de la malveillance, de l'imprudence d'un fumeur, du mauvais état du pot d'échappement d'un véhicule circulant dans le CET, ou de la présence de morceaux de verre. Les incendies de surface peuvent engendrer l'émission de fumées malodorantes, polluantes et gênantes, principalement pour les travailleurs du site. Le meilleur moyen de prévention reste la couverture quotidienne des déchets. Vu les risques que pourrait présenter l'un de ces incidents sur l'environnement, l'impact est jugé faible. En outre, le recouvrement final et la revégétalisation de la zone d'étude seront réalisés de façon à s'harmoniser avec le milieu naturel environnant. L'aspect paysager final sera donc amélioré au fur et à mesure de la fermeture définitive du CET Baghai **(DE Khenchela, 2025)**.

2.2. Analyse physico-chimique des lixiviats

Le tableau ci-dessus donne les valeurs des paramètres physico-chimiques analysés des lixiviats du CET de Baghai de Khenchela.

Tableau 1. Analyses physicochimiques des lixiviats

Paramètre	Résultats	Unité	Méthode	Valeurs légales algérienne
pH	9.55	-	NA751	6,5- 8,5
CE	85	mS/cm	Conductimètre	2800 µS/cm
DCO	10000	mg/l	ISO 6060	120 mg/l
DBO5	4800	mg/l	ISO 5615	35mg/l
Chlorures	3200	mg/l	Rodier 2009	Non spécifiée
MES	7.2	g/l	NF T 90-105	35 mg/l

Source :(CET Baghai, 2022)

2.2.1. Interprétations

a) Le potentiel d'hydrogène (pH)

Les valeurs élevées de pH obtenues sont caractéristiques d'un lixiviat en phase méthanogène. Au fur et à mesure du vieillissement de la décharge, le lixiviat s'appauvrit en composés organiques volatils, tandis que les archées méthanogènes dégradent les acides gras volatils (AGV). Cette évolution entraîne une augmentation du pH au-delà de 7. Dans notre cas, le lixiviat présente un pH de 9,55, confirmant son appartenance à la phase méthanogène. Après cette dégradation, seuls des composés humiques de masse moléculaire élevée subsistent dans le lixiviat. Ce caractère basique favorise également la précipitation de certains métaux **(Kouassi *et al,* 2014 ; Kurniawan *et al.,* 2006 ; Rohers *et al.,* 2021)**.

b) La conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau **(Medkour, 2012)**.

La valeur de la conductivité électrique enregistrée dans notre lixiviat est de l'ordre de 85 mS/cm. Cette valeur très élevée indique que le lixiviat est fortement chargé en matières minérales dissoutes. La solubilisation des espèces chimiques sous l'effet du pH, ainsi que leur lessivage et leur accumulation dans

le lixiviat, constituent les principaux phénomènes responsables de cette forte conductivité électrique **(Berthe, 2006 ; Gachet, 2005)**.

c) La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La DCO exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique, biodégradable ou non, d'une eau à l'aide d'un oxydant fort : le bichromate de potassium, dans des conditions données.

La matière organique relarguée dans les lixiviats est considérée comme un bon indicateur de l'état de dégradation des déchets, car elle subit de multiples transformations au cours des différentes étapes de dégradation. La Demande Chimique en Oxygène fait partie des principaux paramètres utilisés pour évaluer le niveau de pollution organique des lixiviats **(Medkour, 2012)**.

Le résultat obtenu révèle une DCO de l'ordre de 10 000 mg/L, traduisant une charge organique importante dans les lixiviats étudiés. Cette valeur élevée s'explique par la présence de matières organiques biodégradables et non biodégradables issues de la décomposition des déchets.

d) La demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO_5)

Elle indique la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes pour dégrader la fraction biodégradable en cinq jours à 20 °C, ou encore la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques biodégradables par voie biologique (oxydation des matières organiques biodégradables par des bactéries en cinq jours) **(Halimi, 2025)**.

La valeur élevée de la DBO_5 montre qu'il existe une corrélation entre l'augmentation de la température et la diminution de la DBO_5 **(Khattabi *et al.*, 2002)**.

La valeur obtenue est de 4 800 mg/L, ce qui indique une forte charge en matière organique biodégradable. Cela traduit un lixiviat intermédiaire issu de déchets non encore stabilisés, avec une dégradation microbienne encore incomplète.

e) Détermination du rapport DBO_5 /DCO

Le rapport DBO_5/DCO permet d'évaluer la biodégradabilité de la matière organique. Ce ratio est généralement lié à l'âge des lixiviats et, par conséquent, au degré d'avancement de la stabilisation du massif. Une diminution de ce rapport traduit une baisse de la biodégradabilité avec l'âge des déchets **(Berthe, 2006).**

Selon Millot (1986) :

- $DBO_5/DCO > 0,3$: le lixiviat est considéré comme jeune ;
- DBO_5/DCO compris entre 0,1 et 0,5 : le lixiviat est intermédiaire ;
- $DBO_5/DCO < 0,1$: le lixiviat est stabilisé.

La valeur de 0,48, issue de la moyenne du rapport DBO_5/DCO, montre que, dans notre cas, la décharge de Baghai est classée comme intermédiaire. Cela signifie que les composés organiques présents dans les lixiviats n'ont pas encore atteint leur dégradation complète. À ce stade, le système est caractérisé par une phase instable de fermentation méthanique, favorisant l'anaérobiose et maintenant la décharge dans une phase de dégradation active, proche de la phase méthanogène **(Ahel *et al.*, 1998)**.

f) L'ion Chlorure (Cl-)

L'ion chlorure est un élément très mobile, qui migre facilement vers les nappes sous-jacentes. Il n'est affecté ni par les phénomènes d'adsorption ni par les échanges d'ions. Il n'intervient pas non plus dans les équilibres acido-basiques ou d'oxydoréduction. Il n'est pas retenu non plus par les complexes argilo-humiques des sols **(Chofqi, 2004)**. Ainsi, il est fréquemment utilisé comme un bon traceur conservatif permettant de mettre en évidence l'impact des lixiviats sur la qualité physicochimique des nappes phréatiques **(Appelo *et al.*, 1993 ; Chippaux *et al.*, 2002 ; Khattabi, 2002)**.

Le lixiviat étudié présente une forte teneur en chlorures, avec une concentration de 3 200 mg/L. Les ions chlorure sont généralement considérés comme des espèces conservatives et inertes, dont les teneurs dépendent principalement du lessivage des déchets plutôt que des différentes phases de dégradation. Une concentration élevée en chlorures traduit ainsi une importante minéralisation des lixiviats et une forte charge saline **(Christensen *et al.*, 2001)**.

g) Matière en suspension (MES)

Il s'agit de la quantité de matières en suspension présentes dans l'eau, d'origine organique (produits issus de la décomposition des matières végétales ou animales, acides humiques, etc.) ou minérale (sables, limons, argiles, etc.). À ces éléments s'ajoutent divers micro-organismes tels que les bactéries, les algues, le plancton et les virus. Les matières en suspension (MES) représentent ainsi une forme importante de pollution solide des lixiviats.

Les résultats obtenus montrent que les lixiviats étudiés présentent une forte concentration en MES, avec une valeur de 7,2 g/L. Cette concentration élevée traduit une charge polluante importante et une forte présence de particules en suspension. Une telle teneur réduit la pénétration de la lumière et limite l'oxygénation du milieu, pouvant ainsi perturber l'activité biologique et ralentir certains phénomènes de biodégradation **(Belkacemi, 1993)**.

2.3. Impact sur les sols

L'impact sur le sol peut avoir pour origine des fuites de lixiviats issues de la dégradation des déchets confinés. Néanmoins, la contamination du sol sera réduite grâce à la mise en place d'un système d'imperméabilisation des casiers empêchant la migration des lixiviats. Les incidences sur la qualité du sol restent liées à l'efficacité du système d'étanchéité et de drainage **(DE Khenchela, 2025)**. Cette mesure concerne principalement le deuxième casier d'enfouissement, qui dispose d'une géomembrane assurant une bonne étanchéité.

Cependant, comme mentionné précédemment dans le premier chapitre, le premier casier d'enfouissement a dépassé sa capacité de stockage initiale, ce qui pourrait accroître le risque d'impact sur le sol.

Les substances contenues dans les lixiviats peuvent s'infiltrer dans le sol par percolation. Cette infiltration entraîne une modification des propriétés physico-chimiques du sol, notamment une augmentation de la salinité due aux chlorures, une variation du pH, ainsi qu'une accumulation de matières organiques et de matières en suspension fines, comme le montrent les résultats des analyses physico-chimiques des lixiviats **(tableau 1)**.

2.3.1. Impacts sur les eaux de surface

Des impacts sur les eaux de surface peuvent apparaître lors du ruissellement des eaux pluviales sur les déchets ou pendant les épisodes de crue, entraînant le transport des lixiviats et des polluants vers l'extérieur du site **(DE Khenchela, 2025)**.

Dans ce contexte, le casier n° 2 est considéré comme moins problématique grâce au système d'étanchéité et de collecte des lixiviats mis en place. En revanche, le casier n° 1 présente une situation plus sensible en raison du dépassement de sa capacité de stockage et des cas de fuite de lixiviats observés, favorisant ainsi le transfert des polluants par ruissellement de surface.

Cependant, l'impact global sur les eaux de surface reste relativement limité en raison de l'absence de cours d'eau permanents à proximité du site. Néanmoins, cet impact peut s'accentuer durant les périodes pluvieuses, lorsque les oueds saisonniers deviennent temporairement actifs et peuvent transporter les polluants vers des zones plus éloignées.

2.3.2. Impacts sur les eaux souterraines

Le risque potentiel d'infiltration peut survenir en cas de dysfonctionnement du système d'étanchéité (défaut de fabrication ou de pose de la géomembrane, ou en cas de poinçonnement de cette dernière) **(DE Khenchela, 2025)**.

Dans le cas du casier n° 1, les fuites enregistrées contribuent à accroître l'impact sur le sous-sol par la migration des polluants. En effet, le transfert du lixiviat vers les couches sous-jacentes favorise la contamination des sols et des eaux souterraines. De plus, le dépassement de la capacité de stockage entraîne une augmentation de la pression hydraulique exercée sur le système d'étanchéité, ce qui peut favoriser les infiltrations. En revanche, le casier n° 2 présente un impact moins important grâce au système d'étanchéité et de collecte des lixiviats mis en œuvre.

Ainsi, l'impact du casier n° 1 sur les eaux souterraines peut être considéré comme moyen à élevé, tandis qu'il demeure limité pour le casier n° 2.

2.4. Effets sur la faune

Le centre d'enfouissement technique Baghai constitue une source d'attraction pour les animaux (rongeurs, oiseaux et insectes) en raison de la présence de déchets alimentaires dans les résidus urbains. Une exploitation contrôlée et l'exécution d'une couverture quotidienne de la décharge suffisent à remédier à ces nuisances. Les animaux peuvent également être des vecteurs de certaines maladies parasitaires, virales ou bactériennes. Les rongeurs et les insectes paraissent les plus concernés par la transmission.

Les oiseaux : L'exploitation d'un centre d'enfouissement technique de Baghai peut entraîner la présence de diverses espèces d'oiseaux adaptées à la région, comme les corbeaux. Ces espèces connaissent des fluctuations saisonnières et prolifèrent surtout au printemps, entraînant ainsi des nuisances par leur présence sur les lieux.

Les insectes : Les insectes les plus dangereux sont les mouches et les moustiques, dont le rôle dans la propagation de certaines maladies est bien connu.

Les rongeurs : Dans les décharges compactées, la pénétration du dépôt par les rongeurs est rendue difficile en raison de la compacité des déchets et de la présence de ferrailles et de débris coupants.

Le site du centre d'enfouissement de Baghai étant situé sur un terrain défriché, alors les impacts sur les ressources biologiques seront minimes ainsi que la mise en place d'un traitement par enfouissement permettra de contenir les envols vers les terrains avoisinants (DE Khenchela, 2025).

2.5. Impacts sur l'économie locale

L'ensemble des travaux liés à l'exploitation du CET implique la création de quelques emplois permanents, ce qui constitue un impact positif pour l'économie de la commune de Baghai. La création de ces emplois concernera la valorisation des déchets après le tri, ainsi que des postes d'emploi directs et indirects dans l'exploitation et le traitement des déchets (collecteurs, chauffeurs, balayeurs, agents de nettoiement, agents de tri, etc.) **(DE Khenchela, 2025)**.

2.6. Sécurité des personnes

L'exploitation du CET de Baghai présente un certain danger pour le personnel exploitant. Ce risque réside dans l'apparition de maladies respiratoires (liées à l'inhalation de mauvaises odeurs), oculaires et cutanées, ainsi que dans des accidents à caractère professionnel : des manœuvres dangereuses dues à la circulation des engins et des camions sur le site de la décharge, pouvant provoquer des accidents **(DE Khenchela, 2025)**.

2.7. Impacts sur le paysage

L'environnement du site du centre d'enfouissement technique de Baghai correspond à une unité paysagère homogène du domaine à climat semi-aride, relativement uniforme sur le plan de la structure, de la texture et des couleurs. Cette unité appartient à un ensemble plus vaste présentant également une certaine homogénéité paysagère. Les conditions d'implantation du centre dans ce secteur rendent l'impact paysager limité, dans la mesure où la remise en état, après la réalisation des différentes phases du projet, permettra une meilleure intégration du site dans son environnement immédiat **(DE Khenchela, 2025)**.

3. Synthèse de l'évaluation des impacts

La prévision de l'impact est l'étape la plus complexe de l'étude d'impact environnemental. Elle vise à répondre aux questions suivantes :

1- Comment une activité précise, dans le cadre d'un projet, peut-elle produire un impact donné ?

2- Quelle est la probabilité que cet impact se produise ?

3- Quelle est l'importance de chaque impact ?

4- Quelles sont les dimensions spatiales et temporelles de chaque impact ?

La prévision des impacts se réalise en deux étapes. La première consiste à identifier les impacts potentiels et les zones concernées, ainsi qu'à relier les activités du projet aux composantes de l'environnement. La seconde étape consiste à appliquer des modèles analytiques appropriés.

Plusieurs méthodologies d'analyse des impacts environnementaux ont été développées et utilisées. Parmi les plus connues, on retrouve la matrice de Léopold, la technique des calques et le système Battelle d'évaluation de l'environnement.

La matrice de Léopold

C'est une technique utilisée dans l'étude d'impact environnemental (EIE). Elle permet d'évaluer les impacts environnementaux d'un projet en identifiant les impacts potentiels et en aidant à mettre en place des mesures d'atténuation pour protéger l'environnement.

Les actions du projet sont représentées sur l'axe horizontal de la matrice, tandis que les composantes de l'environnement sont présentées sur l'axe vertical.

L'analyse de la matrice permet ensuite de mettre en évidence les impacts les plus significatifs, notamment les actions et les composantes environnementales les plus affectées **(Salhi, 2025)**.

Tableau 2. Évaluation environnementale (La matrice de LEOPOLD)

CENTRE D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE DE BAGHAI													
DOMAINES		ELEMENTS CONSTITUTIFS DU MILIEU	PRINCIPAUX CRITERES D'EVALUATION DES INCIDENCES & OBJECTIFS DE QUALITE		MODIFICATION DU RELIEF DU SOL	MORPHOLOGIE DU PROJET	ETANCHEITE - DRAINAGE	TASSEMENT / INTERACTION ENTRE LES DECHETS	REJETS ATMOSPHERIQUES / ODEURS	PRODUCTION D'ENERGIE	EMISSIONS SONORES / VIBRATIONS MECANIQUES	TRANSPORTS
					A	B	C	D	E	F	G	H
BIOPHYSIQUE	AIR	CLIMAT ET OZONE STRATOSPHERIQUE	Emissions de gaz à effet de serre	1					X			
			Emissions de gaz qui appauvrissent la couche d'ozone	2								
		ATMOSPHERE	Aptitude du site à disperser les polluants	3					X			
			Qualités physico-chimique de l'air	4					X			
	EAUX	EAUX DE SURFACE	Débit annuel moyen du milieu récepteur	5	X		X					
			Objectifs de qualité (caractérisation)									
		EAUX SOUTERRAINES	Caractérisation de la couche aquifère	6	X		X	X				
			Objectifs de qualité									
	SOL	SOL	Sensibilité à l'érosion	7	X							
			Qualité et usage du sol	8	X		X	X				
		SOUS SOL	Stabilité	9								
	BIOTOPES	AQUATIQUES TERRESTRES SOUTERRAINS	Qualité biologique	10	X		X					
			Maillage écologique									
			Valeur patrimoniale du milieu naturel concerné									

CENTRE D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE DE BAGHAI													
DOMAINES		ELEMENTS CONSTITUTIFS DU MILIEU		PRINCIPAUX CRITERES D'EVALUATION DES INCIDENCES & OBJECTIFS DE QUALITE		MODIFICATION DU RELIEF DU SOL	MORPHOLOGIE DU PROJET	ETANCHEITE - DRAINAGE	TASSEMENT / INTERACTION ENTRE LES DECHETS	REJETS ATMOSPHERIQUES / ODEURS	PRODUCTION D'ENERGIE	EMISSIONS SONORES / VIBRATIONS MECANIQUES	TRANSPORTS
						A	B	C	D	E	F	G	H
	DECHETS			Gestion des déchets	11		X						
	RESSOURCES NATURELLES DU SOL ET DU SOUS SOL			Gestion rationnelle	12						X		
HUMAIN	SANTE / SECURITE			Maladies et accidents	13				X	X			X
	CADRE DE VIE	AMBIANCE OLFACTIVE		Odeurs	14					X			
		AMBIANCE AUDITIVE		Bruit	15						X	X	X
		VISUEL		Qualité paysagère	16	X	X						
	INTEGRITE	BIENS MATERIELS ET PATRIMOINE		Valeurs patrimoniales des biens immobiliers	17		X					X	
				Intégrité physique des biens matériels	18							X	
				Capacité des équipements & infrastructures publics	19			X			X		X

4. Les solutions techniques aux impacts du CET de Baghai

4.1. Mesures de réduction du bruit

La maîtrise de la pollution sonore au niveau du Centre d'Enfouissement Technique de Baghai peut être assurée par plusieurs mesures techniques et préventives appliquées à différents niveaux. À la source de génération du bruit, l'entretien régulier et le réglage des engins et des véhicules permettent de réduire significativement les niveaux sonores. Une bonne lubrification ainsi qu'un entretien adéquat des machines et des équipements contribuent également à minimiser la production de bruit. De plus, le choix de machines à faible niveau sonore constitue une mesure efficace pour réduire le bruit à sa source.

Au niveau de la voie de transmission, les niveaux sonores peuvent être réduits par l'installation de barrières entre la source et le récepteur, ce qui permet d'atténuer la propagation du son. Le développement de ceintures vertes autour du site contribue également à l'atténuation du bruit, car la végétation agit comme une barrière naturelle. L'installation de panneaux ou d'enceintes autour des sources de bruit réduit aussi la transmission sonore vers l'environnement.

Enfin, des mesures de protection sont également appliquées au niveau individuel. L'utilisation d'équipements de protection auditive, tels que les bouchons d'oreilles et les casques antibruit, permet de réduire l'exposition aux niveaux sonores élevés. La rotation des postes de travail ainsi que la limitation du temps d'exposition sont également recommandées, en particulier dans les environnements où les niveaux de bruit dépassent les limites admissibles. Ces approches combinées assurent une réduction efficace de la pollution sonore et de ses impacts sur la santé humaine et l'environnement **(Verma *et al.*, 2022)**.

4.2. Mesures de lutte contre les poussières

Afin de limiter efficacement les émissions de poussières fugitives et leur dispersion dans l'atmosphère au niveau du Centre d'Enfouissement Technique (CET) de Baghai, plusieurs solutions de mitigation ont été proposées. Ces mesures reposent principalement sur le confinement des sources de poussières. Parmi les actions envisageables sur le terrain figurent l'aspersion d'eau selon différentes méthodes (manuelle, automatique ou par brumisation), ainsi que le bâchage manuel des matériaux et l'installation de brise-vent. Des dispositifs de confinement complémentaires, tels que des barrières et des couvertures, peuvent également être mis en place afin d'isoler physiquement les zones génératrices de poussières **(Chaulya *et al.*, 2021 ; Yen *et al.*, 2021)**.

4.3. Mesures de réduction des émissions de biogaz

Afin de limiter les émissions de biogaz au niveau du Centre d'Enfouissement Technique de Baghai, le gaz issu de la dégradation des déchets biodégradables doit être collecté à l'intérieur des installations dédiées. Le biogaz est ensuite éliminé par combustion contrôlée à la torche. Le méthane peut notamment être utilisé pour la production d'électricité ou pour le chauffage industriel.

À défaut de valorisation énergétique, le gaz doit être détruit par torchage à une température minimale de 1 000 °C **(Campbell *et al.*, 2003)**.

Un dispositif de surveillance doit également être mis en place à l'intérieur et à l'extérieur de la masse de déchets afin de suivre la production et la migration du gaz. Ce suivi doit débuter avant l'enfouissement des déchets et se poursuivre jusqu'à la fin de la phase de biodégradation.

Des forages de contrôle doivent être installés en périphérie du massif de déchets, à une distance minimale de 20 m, afin de détecter toute migration éventuelle du biogaz **(Campbell *et al.*, 2003)**.

4.4. Mesures de lutte contre les nuisances nauséabondes

Au niveau du Centre d'Enfouissement Technique de Baghai, les bonnes pratiques de gestion des déchets constituent les principales solutions pour réduire les nuisances olfactives. Parmi ces mesures figurent la couverture quotidienne des déchets, la réduction de la superficie de la zone active de déversement, la couverture immédiate des déchets fortement odorants, ainsi que la mise en place de systèmes efficaces de gestion et de contrôle des lixiviats afin de limiter la formation et la diffusion des odeurs à la source.

Une étude spécifique d'évaluation des odeurs pour le CET de Baghai doit prendre en compte les différentes sources potentielles de nuisances olfactives ainsi que les mesures d'atténuation à appliquer pour les réduire ou les éliminer.

La modélisation de la dispersion atmosphérique constitue également un outil d'aide à la décision pour l'aménagement et l'exploitation du site. Les résultats obtenus permettent d'anticiper les zones d'impact et de les comparer à des seuils d'exposition aux odeurs, afin de prévenir les nuisances pour les populations avoisinantes **(Campbell *et al.*, 2003)**.

4.5. Mesures contre les incendies

Afin de prévenir le risque de déclenchement et de propagation d'un incendie au niveau du Centre d'Enfouissement Technique de Baghai, et d'en limiter les conséquences, plusieurs mesures de sécurité doivent être mises en œuvre et strictement respectées. Le choix du site du CET doit répondre à des critères

techniques et environnementaux, accompagnés d'une étude d'impact sur l'environnement permettant d'anticiper les risques, notamment ceux liés aux incendies.

Il est également essentiel d'assurer la mise en place de mesures préventives adaptées, incluant la présence d'un personnel formé et qualifié en matière de sécurité incendie, ainsi que la disponibilité d'équipements et de moyens d'intervention appropriés sur le site. Le recouvrement quotidien des déchets par une couche de matériau inerte constitue également une mesure efficace pour limiter l'exposition des déchets et réduire les risques d'inflammation.

Par ailleurs, une gestion rigoureuse des déchets contribue significativement à la réduction du risque incendie, notamment à travers la collecte et le transfert contrôlé vers la zone active, le tri des déchets pour favoriser le recyclage, leur compactage en couches dans les cellules de stockage, ainsi que leur recouvrement régulier.

Enfin, le CET doit être équipé de systèmes de captage et d'évacuation du biogaz issu de la décomposition des déchets, afin d'éviter l'accumulation de gaz inflammables susceptibles de provoquer des départs de feu **(Milosevic *et al.*, 2021)**.

4.6. Mesures de prévention de la pollution par les lixiviats

Dans une approche préventive, il serait préférable que le Centre d'Enfouissement Technique de Baghai soit doté de systèmes de confinement performants visant à réduire les risques de pollution de l'environnement. Les casiers d'enfouissement devraient ainsi être conçus avec un système d'étanchéité multicouche, combinant une géomembrane en polyéthylène haute densité (PEHD) et une couche d'argile compactée, afin d'assurer une barrière efficace limitant la migration des lixiviats vers les eaux souterraines. Ce dispositif devrait également être complété par un système de drainage permettant la collecte et l'évacuation des lixiviats, composé notamment d'une couche de sable de protection et d'une couche de gravier, facilitant leur acheminement vers les unités de traitement **(Abd El-Salam *et al.*, 2014 ; Touze *et al.*, 2021)**.

Dans ce cadre global, le traitement des lixiviats du Centre d'Enfouissement Technique de Baghai constitue un enjeu environnemental majeur, nécessitant une approche intégrée et efficace **(Wang *et al.*, 2024)**. Ainsi, une combinaison de procédés biologiques et physico-chimiques peut être utilisée afin d'atteindre les normes réglementaires de rejet **(Hamidi *et al.*, 2023)**.

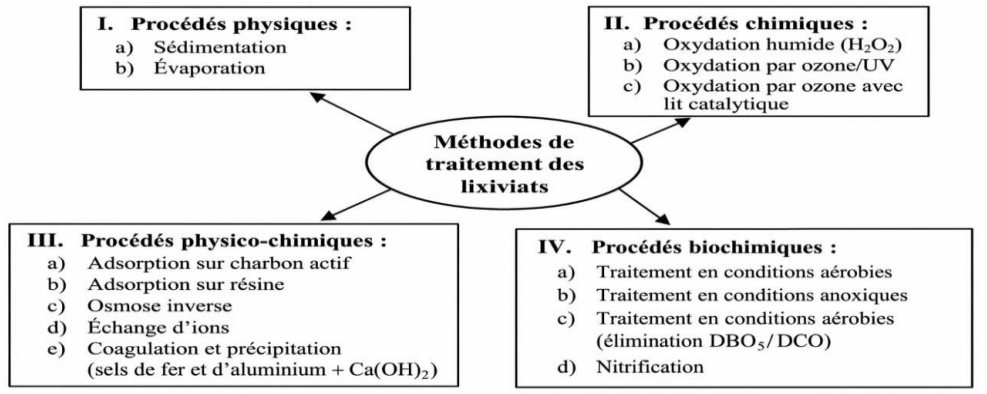


Figure 17. Classification des procédés de traitement des lixiviats **(Xiang *et al.*, 2025)**

Par ailleurs, une valorisation partielle des lixiviats peut être envisagée, notamment par la précipitation de la struvite. Cette technique consiste à ajouter du magnésium et du phosphate aux lixiviats, lesquels réagissent avec l'ammonium pour former des cristaux récupérables et utilisables comme engrais à libération lente, contribuant ainsi à la réduction de la pollution environnementale **(Al-Hazmi *et al.*, 2024)**.

Pour améliorer la durabilité des matériaux, il convient également d'utiliser des géomembranes en PEHD renforcées contenant du noir de carbone pour la protection contre les UV, ainsi que des antioxydants et des stabilisants thermiques afin de réduire le vieillissement des matériaux **(Lavoie *et al.*, 2020)**.

Enfin, le dispositif de surveillance devrait inclure des puits de contrôle des eaux souterraines et des systèmes de confinement permettant de protéger à la fois les eaux de surface et les eaux souterraines. L'utilisation de barrières étanches, de systèmes de collecte des lixiviats et de couvertures quotidiennes permet également de réduire l'infiltration des eaux pluviales et, par conséquent, le volume des lixiviats générés **(El-Saadony *et al.*, 2026)**.

Dans le cas du CET de Baghai, et en raison du fort niveau de remplissage du premier casier d'enfouissement, il serait également recommandé de mettre en place une géomembrane ou un système de couverture temporaire sur le massif de déchets afin d'empêcher le contact direct des précipitations avec les déchets. Cette mesure permettrait de limiter l'infiltration des eaux pluviales et, par conséquent, de réduire significativement la production des lixiviats ainsi que leur charge polluante.

4.7. Mesures d'intervention en cas de pollution par les lixiviats

4.7.1. Le sol

Lorsqu'un lixiviat s'infiltre dans le sol, le traitement du sol contaminé peut être réalisé selon les méthodes suivantes :

a) Procédés physiques

Ils consistent à immobiliser le polluant ou à l'extraire du milieu contaminé.

b) Procédés chimiques ou électrochimiques

Ils reposent sur les propriétés chimiques des polluants afin de les rendre inertes (comme par précipitation), de les détruire (comme par oxydation) ou de les séparer du milieu contaminé à l'aide de substances tensioactives et d'autres agents chimiques.

c) Procédés biologiques

Ils reposent sur l'activité de micro-organismes tels que les bactéries et les champignons, ainsi que sur celle des plantes, afin d'éliminer les polluants organiques ou minéraux présents dans le sol, les boues, les sédiments ou les liquides contaminés **(United States Environmental Protection Agency, 2006)**.

Ces procédés peuvent être mis en œuvre selon trois approches :

- **Traitement in situ :** les sols sont traités en place sans être excavés ou pompés.
- **Traitement sur site :** les sols pollués sont traités, après excavation ou pompage, dans une installation présente sur le site.
- **Traitement hors site :** les sols pollués sont enlevés et traités dans une installation extérieure au site (centre de traitement) **(Hezzat, 2012)**.

4.7.2. Les eaux

En cas de migration des lixiviats vers les milieux aquatiques, qu'il s'agisse des eaux souterraines ou des eaux de surface, plusieurs techniques de dépollution peuvent être mises en œuvre afin de réduire l'impact environnemental. Pour les eaux souterraines, les procédés les plus utilisés incluent le pompage et traitement, l'aération, l'adsorption sur charbon actif, les techniques membranaires ainsi que la bioremédiation. Ces méthodes permettent d'extraire les polluants, de les transférer vers une autre phase ou de les dégrader biologiquement et chimiquement **(BGR et ESCWA, 2002)**. Pour les eaux de surface, des traitements

complémentaires tels que la décantation, la flottation, la coagulation–floculation et la désinfection peuvent être appliqués afin d'éliminer les matières en suspension et les polluants dissous **(Benmahdi, 2025)**.

4.8. Mesures de lutte contre les nuisibles au niveau du CET

Dans le Centre d'Enfouissement Technique de Baghai, les populations d'animaux et d'insectes peuvent augmenter si les zones de dépôt et de remblai restent exposées et peu perturbées. Toutefois, l'application de bonnes pratiques de gestion des déchets, notamment la couverture régulière des déchets et l'organisation adéquate des casiers d'enfouissement, permet de limiter efficacement la prolifération des vecteurs et de maîtriser ces nuisances.

4.8.1. Minimiser la source de nourriture

- La réduction de la nourriture et de l'abri est la méthode de contrôle la plus efficace.
- Recouvrement régulier et compactage du front de travail dans le site d'enfouissement ou dans une installation saisonnière de déchets éloignée ; ou
- L'évacuation des déchets solides hors site des stations de transfert, des installations de compostage et des installations de récupération de matériaux est essentielle pour éliminer l'accès à une source de nourriture.
- Le compostage peut réduire de grandes quantités de déchets alimentaires.
- La prévention du braconnage par l'enfouissement immédiat des animaux morts, des grains avariés ou traités et des déchets de nettoyage des silos.

4.8.2. Prévenir les opportunités d'abri

- Tondre régulièrement l'herbe et les mauvaises herbes.
- Lorsque cela est possible, enlever les objets encombrants tels que les carcasses de voitures, les métaux, les pneus, le béton, les matériaux de construction, de rénovation et de démolition.

4.8.3. Assurer un drainage positif éloigné de l'installation de gestion des déchets

- Les vecteurs seront dissuadés de vivre dans une installation de gestion des déchets s'il n'y a pas d'accès facile à une source d'eau.

4.8.4. Réduire les populations de vecteurs établies

- Mettre en place un programme d'appâtage pendant les mois d'hiver lorsque les déplacements sont faibles **(Manitoba Sustainable Development, 2016)**.

a) Cas des rongeurs

Concernant les rongeurs au CET de Baghai, ils arrivent sur le site par les chargements de déchets ou migrent depuis les zones environnantes, et restent sur le site lorsque la nourriture, l'abri et l'eau sont disponibles. Les mesures de couverture quotidienne des déchets, leur compaction correcte et le nivellement du site pour assurer le drainage des eaux permettent d'éliminer les trois éléments nécessaires à leur survie. En cas de persistance de l'infestation, l'utilisation de pesticides peut s'avérer efficace pour éliminer les rongeurs. Lors de l'utilisation de poisons ou de pièges, l'opérateur doit installer des panneaux d'avertissement afin d'informer tous les travailleurs du CET de Baghai, les visiteurs et les récupérateurs de déchets **(Rushbrook *et al.*, 1999)**.

b) Cas des oiseaux

Afin de réduire la présence des oiseaux sur le CET de Baghai et de limiter leurs impacts sur la sécurité, l'agriculture et l'environnement local, différentes mesures de dissuasion peuvent être appliquées. Celles-ci incluent l'utilisation de fusées pyrotechniques effaroucheuses, de cerfs-volants gonflés à l'hélium, de faucons et d'éperviers, ainsi que des appels de détresse automatisés et portatifs, des générateurs de sons automatisés, des pistolets à blanc et des munitions réelles, afin d'éloigner les goélands (Laridae) et les corvidés (Corvidae) du site **(Baxter *et al.*, 2007)**.

c) Cas des insectes

Les mesures de contrôle des insectes au CET de Baghai reposent sur la compaction et la couverture des déchets. Lorsque les eaux de pluie s'accumulent dans les dépressions ou les fosses présentes à la surface de la décharge, celles-ci doivent être remplies afin d'éliminer les zones de reproduction **(Rushbrook *et al.*, 1999)**.

4.9. Action lié à la sécurité des travailleurs

Il est recommandé de renforcer l'utilisation des équipements de protection individuelle (EPI) au niveau du Centre d'Enfouissement Technique de Baghai afin de protéger les travailleurs de première ligne contre les risques sanitaires liés à la manipulation des déchets. Bien que leur utilisation puisse être encore insuffisante parmi les agents du site, leur port correct est essentiel pour prévenir toute contamination et réduire les risques d'infections. Ainsi, la protection des travailleurs du CET de Baghai peut être assurée par le port systématique des EPI tels que les masques, les gants, les chaussures de sécurité, les casquettes, les vêtements de protection, les lunettes de sécurité et les visières de protection **(Khanal *et al.*, 2021)**.

Conclusion

Conclusion

La gestion des déchets ménagers constitue aujourd'hui un enjeu environnemental majeur en raison de l'augmentation continue des quantités produites et de la nécessité de préserver les ressources naturelles dans une perspective de développement durable. Dans ce contexte, les Centres d'Enfouissement Technique apparaissent comme une solution plus sûre et mieux organisée que les décharges sauvages, grâce aux dispositifs de contrôle et de protection de l'environnement qu'ils intègrent.

Le présent travail, consacré à l'étude des impacts environnementaux du Centre d'Enfouissement Technique de Baghai, situé dans la wilaya de Khenchela, a permis d'évaluer son fonctionnement et d'identifier les principales pressions exercées sur les différents compartiments de l'environnement. Les résultats obtenus montrent que cette infrastructure joue un rôle important dans l'amélioration de la gestion des déchets ménagers, en réduisant les dépôts anarchiques et en contribuant à l'amélioration des conditions d'hygiène et de salubrité publique.

Cependant, l'étude a mis en évidence plusieurs impacts environnementaux, notamment la production de lixiviats susceptibles de contaminer les sols et les ressources en eau, les émissions de biogaz contribuant aux nuisances olfactives et à l'effet de serre, ainsi que les nuisances liées au bruit, à la poussière et à la dégradation du paysage. L'ampleur de ces impacts demeure fortement dépendante des conditions d'exploitation du site et du respect des normes environnementales en vigueur.

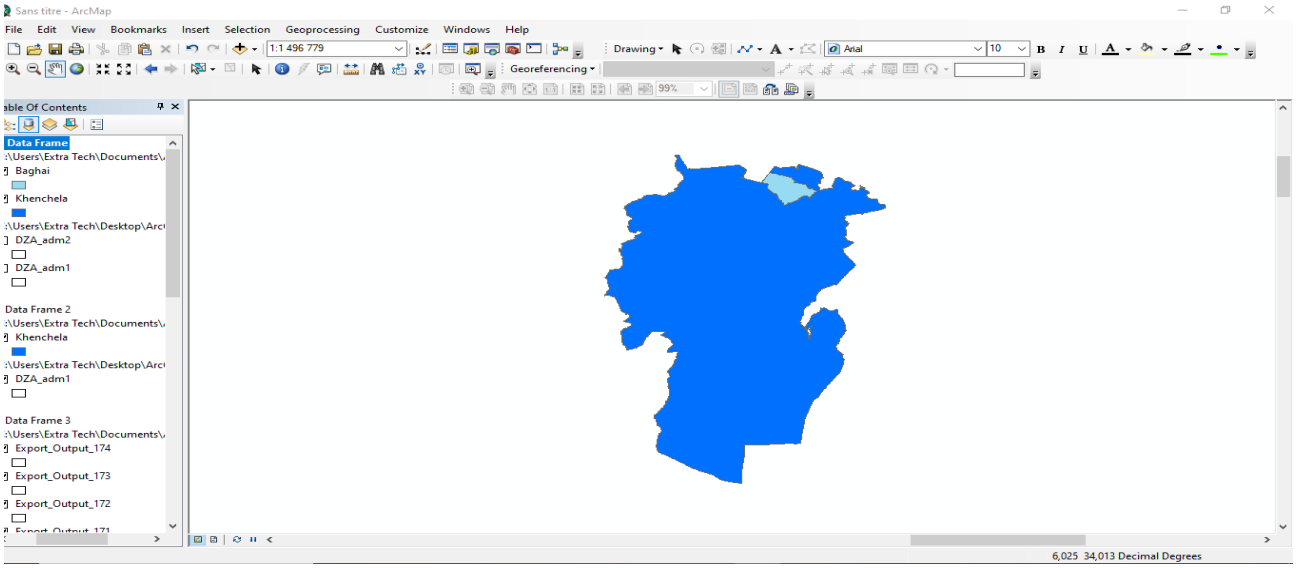
Malgré ces effets, le CET de Baghai constitue une alternative nettement préférable aux décharges non contrôlées, notamment grâce aux mesures de prévention mises en œuvre et aux possibilités de valorisation des déchets, en particulier par le recyclage, permettant de réduire les quantités destinées à l'enfouissement.

L'étude souligne également la nécessité de renforcer le tri à la source, d'améliorer la gestion des lixiviats et des émissions gazeuses, ainsi que de promouvoir les actions de sensibilisation environnementale auprès des citoyens. Ces mesures sont essentielles pour évoluer vers une gestion plus durable, efficace et intégrée des déchets.

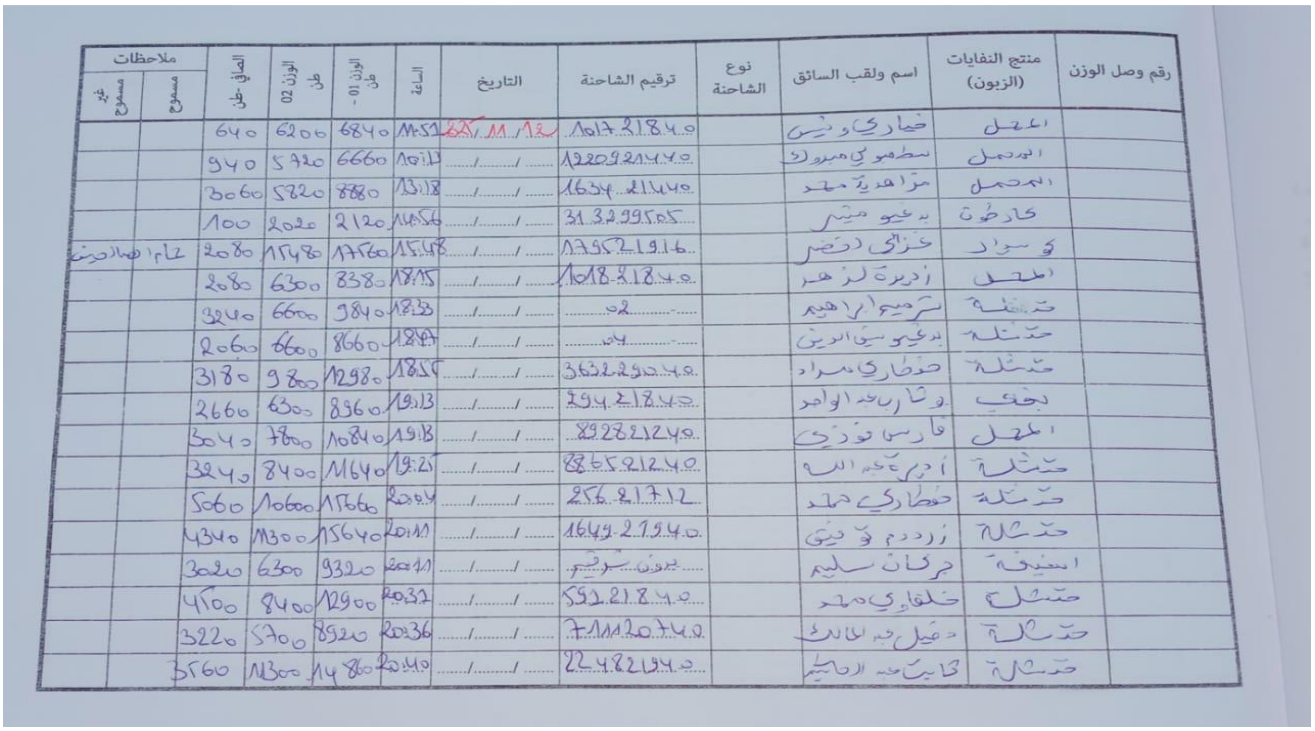
En conclusion, le Centre d'Enfouissement Technique de Baghai constitue un élément clé du système de gestion des déchets de la wilaya de Khenchela. Toutefois, l'amélioration continue de ses performances environnementales, associée au développement des filières de valorisation et à un contrôle rigoureux des impacts générés, demeure indispensable pour garantir une exploitation durable du site et assurer la protection de l'environnement ainsi que de la santé publique.

Annexes

Annexes 1. Manipulation sur Arc Map



Annexes 2. Registre de réception des déchets ménagers et assimilés du Centre d'Enfouissement Technique de Baghai – Année 2025



رقم وصل الوزن	منتج النفايات (الزبون)	اسم ولقب السائق	نوع الشاحنة	ترقيم الشاحنة	التاريخ	الساعة	الوزن 01	الوزن 02	الصافي	ملاحظات مسموح	ملاحظات غير مسموح
	العمل	خطاري وئيس		1617.218.40	11/12/2025	11:52	6840	6200	640		
	المدحمل	بطوبي ميرود		12209214.40	/ /	10:11	6660	5720	940		
	المدحمل	مزاهدية محمد		1634.21140	/ /	13:18	8880	5820	3060		
	كاوطة	بوعيو منير		31.32.995.05	/ /	14:56	2120	2020	100		
12,12 طماطم	توسوار	غزالي نصر		1795.219.16	/ /	15:48	17760	15480	2280		
	العمل	أدبرة لزهر		1618.218.40	/ /	18:15	8380	6300	2080		
	حنشلة	سرمية ابراهيم		02	/ /	18:35	9840	6600	3240		
	حنشلة	بوعيو سيف الدين		04	/ /	18:47	8660	6600	2060		
	حنشلة	خطاري مراد		3632.250.40	/ /	18:55	12980	9800	3180		
	بغث	وشاريغة الوامر		294.218.40	/ /	19:13	8960	6300	2660		
	العمل	فارس فوزي		8928212.40	/ /	19:18	10840	7800	3040		
	حنشلة	أدرع عبد الله		8852212.40	/ /	19:21	11640	8400	3240		
	حنشلة	خطاري حمد		256.21712	/ /	20:04	17660	10600	5060		
	حنشلة	زرديم وئيق		1649.2194.40	/ /	20:11	15640	11300	4340		
	العنيقة	فرقان سليم		بدون رقم	/ /	20:11	9320	6300	3020		
	حنشلة	خلفاوي محمد		591.21.8.40	/ /	20:32	12900	8400	4500		
	حنشلة	دفيل عبد المالك		7.111.20.74.0	/ /	20:36	8920	5700	3220		
	حنشلة	كابي عبد الحليم		22.482.194.40	/ /	20:49	14860	11300	3560		

Annexes 3. Station de traitement des lixiviats





Annexes 4. Réactifs utilisés pour l'analyse physico-chimique des lixiviats.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Ababsa, N. (2021).** *La gestion des déchets solides* [Polycopié de cours]. *Université Abbas Laghrour, Khenchela.*
2. **Abd El-Mageed, T. A., Abu-Elsaoud, A. M., AbuQamar, S. F., Ahmed, A. E., Al-Najjar, M. A. A., Alsyaad, K. M., El-Saadony, M. T., El-Tarabily, K. A., Fahmy, M. A., Mohammed, D. M., Saad, A. M., & Salem, H. M. (2026).** *Hazardous landfill leachate: Integrated treatment strategies, regulatory frameworks, and circular economy perspectives. Ecotoxicology and Environmental Safety, 312, 119878.* https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2026.119878
3. **Abd El-Salam, M. M., & Abu-Zuid, G. I. (2014)**. *Impact of landfill leachate on the groundwater quality: A case study in Egypt. Journal of Advanced Research, 6(4), 579–586.* https://doi.org/10.1016/j.jare.2014.02.003
4. **Abou-Aly, H. E., AbuQamar, S. F., El-Saadony, M. T., El-Wafai, N. A., Saad, A. M., Salem, H. M., & Soliman, S. M. (2023).** *Hazardous wastes and management strategies of landfill leachates: a comprehensive review. Environmental Technology & Innovation, 2023, 103150.* https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103150
5. **Addou, A. (2009).** *Développement durable : Traitement des déchets, valorisation, élimination (p. 16).*
6. **Agence nationale des déchets. (2002).** Décret n° 02-175 du 20 mai 2002 portant création, organisation et fonctionnement de l'Agence nationale des déchets (Journal officiel de la République algérienne n° 37).
7. **Ahel, M., Mikac, N., Cosovic, B., Prohic, E., & Soukup, V. (1998).** *The impact of contaminant from a municipal solid waste landfill (Zagreb, Croatia) on underlying soil. Water Science and Technology, 37(8), 203–210.*
8. **Ahoussi, K. E., Biemi, J., Kouassi, A. E., Koffi, Y. B., Kouamé, I. K., Soro, N. (2014).** *Caractérisation physicochimique du lixiviat d'une décharge de l'Afrique de l'Ouest : cas de la décharge d'Akouédo (Abidjan-Côte d'Ivoire). Larhyss Journal, 19, 63–74.*
9. **Albrechtsen, H.-J., Baun, A., Bjerg, P. L., Christensen, J. B., Christensen, T. H., Heron, G., Jensen, D. L., & Kjeldsen, P. (2001).** *Biogeochemistry of landfill leachate plumes. Applied Geochemistry.*
10. **Al-Hazmi, H. E., Hassan, G. K., Kurniawan, T. A., Śniatała, B., Joseph, T. M., Majtacz, J., Piechota, G., Li, X., El-Gohary, F. A., Saeb, M. R., & Mąkinia, J. (2024).** *Technological solutions*

to landfill management: Towards recovery of biomethane and carbon neutrality. Journal of Environmental Management, 354, 120414. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120414

11. **Anegbe, B., Idu, E., Ugbune, U. (2020).** *Waste and effective methods of management. Journal of Environment and Earth Science, 10(4).* https://doi.org/10.7176/JEES/10-4-05
12. **Aouragh, N., Bouladjoul, A., Siad, N. (2020).** *Évaluation de l'impact du choix du site de centre d'enfouissement technique sur l'environnement et sur la communauté de Baghai. Mémoire de fin de formation.*
13. **Apello, C. A. J., & Postma, D. (1993).** *Geochemistry, groundwater and pollution. A.A. Balkema.*
14. **Assemblée Populaire Communale (APC) de Yabous(2025).** *Actualisation de la carte de précarité de la wilaya de Khenchela.*
15. **Assemblée Populaire Communale M'toussa. (2025).** *Carte des ressources et des infrastructures de base de la commune de Baghai.*
16. **Assemblée Populaire Communale Yabous. (2025, March 18).** *Actualisation carte de précarité de la wilaya de Khenchela.*
17. **Atamnia, Y. (2021).** *Gestion et valorisation des déchets au CET Zef Zef, Skikda [Mémoire de Master], Université 8 Mai 1945, Guelma.*
18. **Aziz HA, Hung YT, Ramli SF, (2023)** *physicochemical technique in municipal solid waste (MSW) landfill leachate remediation: a review. Water 15:1249.* https://doi.org/10.3390/w15061249
19. **Balet, J.-M. (2016).** *Gestion des déchets* (5e éd.). Dunod.
20. **Banerjee, G., Chaulya, S. K., Chowdhury, A., Kumar, S., Mandal, S. K., Prasad, G. M., Singh, R. K., Singh, R. S., Singh, S. K., & Banerjee, G. (2021).***Fugitive dust emission control study for a developed smart dry fog system. Journal of Environmental Management, 285, 112116. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112116*
21. **Baxter, A. T., & Robinson, A. P. (2007).** *Comparaison des techniques de dissuasion des oiseaux nécrophages sur les sites d'enfouissement du Royaume-Uni. Journal International de Gestion des Ravageurs, 53(4), 347–356. https://doi.org/10.1080/09670870701421444*
22. **Belkacemi, M. (1993).** *Contribution à l'étude des interactions dans le système déchets-sol-eau : Cas de la décharge de Oued Smar (Mémoire de magister). École Nationale Polytechnique, Alger.*
23. **Benmahdi, F. (2025).** *Traitement de l'eau 1 : Chimique, physico-chimique et physique [Polycopié de cours]. Faculté des Sciences de la Matière, Département de Chimie, Université Batna 1.*

Références bibliographiques

24. **Bennama, T. (2016).** *Les bases du traitement des déchets solides* [Polycopié de cours]. *Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.*
25. **Bensmain, L., Yassaa, N., Saber, M., & Merabet, H. (2025).** *Sustainable energy potential from landfill biogas in Algeria: Case study of three landfills. Biomass and Bioenergy, 197, 107765.* https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2025.107765
26. **Berthe, C. (2006).** *Étude de la matière organique contenue dans des lixiviats issus de différentes filières de traitement des déchets ménagers et assimilés (Thèse de doctorat). Université de Limoges.*
27. **Berthe, C. (2006).** *Étude de la matière organique contenue dans des lixiviats issus de différentes filières de traitement des déchets ménagers et assimilés. Université de Limoges.*
28. **Bhardwaj, L. K., Gupta, P., Sharma, A., (2023*).*** *Solid waste management (SWM) and its effect on environment & human health. Preprints.* https://doi.org/10.20944/preprints202309.0384.v1
29. **Boubryem, A. (2018).** *Impact de la décharge d'El Harrouch (Wilaya de Skikda, Nord-Est algérien) sur l'environnement et les ressources en eau [Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie]*.
30. **Bounefla, A., & Maabout, M. Z. (2024).** *Technical Landfill Center's contribution to the concretization of social and environmental challenges of circular economy: Case of the TLC Bougeurgeur-Guelma. Finance and Business Economics Review, 8(3), 129–140.* https://doi.org/10.58205/fber.v8i3.1861
31. **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA). (2002).** *Soil and groundwater remediation techniques: An overview.*
32. **Bureau Engineering et Études techniques – EURL Beea. (2022).** *Étude d'impact sur l'environnement : centre d'enfouissement technique de Taouzient*. Wilaya de Khenchela.
33. **Camara, M. C. (2020).** *La gestion des déchets solides ménagers dans les villes secondaires du Sénégal : cas de Diourbel* [Mémoire de master]. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
34. **Campbell, R., Carty, G., Donlon, B., Lynott, D., Webster, P. (2003)**. *Landfill monitoring (2nd ed.). Environmental Protection Agency.*
35. **CENEAP. (2010).** *Plan d'aménagement et de développement durable de la wilaya de Khenchela. Conservation des Forêts de la wilaya de Khenchela.*
36. **Centre d'Enfouissement Technique de Baghai. (2022).** *Bilan de l'activité de l'année 2022*.

Références bibliographiques

37. **CERIEK. (2016, 12 octobre).** *Étude de dangers : C.E.T Baghai, Wilaya de Khenchela. EPW G.CET Khenchela.*
38. **Chan, G. Y. S., Kurniawan, T. A., Lo, W.-H. (2006).** *Physico-chemical treatments for removal of recalcitrant contaminants from landfill leachate. Journal of Hazardous Materials, 129(1–3), 80–100. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.08.010*
39. **Chartier, Y., Emmanuel, J., Pieper, U., Prüss, A., Rushbrook, P., Stringer, R., Townend, W., Wilburn, S., & Zghondi, R. (2014).** *Safe management of wastes from health-care activities (2nd ed.). World Health Organization.*
40. **Chaturvedi, S., et Khare, A. (2022).** *Solid wastes: Characteristics, composition and adverse effects on environment and public health. Asian Journal of Advanced Research and Reports, 16(7), 9–30.* https://doi.org/10.9734/ajarr/2022/v16i730483
41. **Chen, W. H., Lee, J. S., Tseng, Y. L., Wu, C. C., Yen, P. H., & Yuan, C. S. (2021).***Exploratory investigation on the suppression efficiency of fugitive dust emitted from coal stockpile: Comparison of innovative atomizing and traditional spraying technologies. Process Safety and Environmental Protection, 154, 348-359. https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.08.026*
42. **Cheniti, H. (2014).** *La gestion des déchets urbains solides : cas de la ville d'Annaba [Thèse de doctorat]. Université Badji Mokhtar, Annaba.*
43. **Chihaoui, G. (2017).** *Les centres d'enfouissement technique pour la protection de l'environnement en Algérie. Revue de droit public algérien et comparé, (6).*
44. **Chippaix, J. P., Houssier, S., Gross, P., Bouvier, C., & Brissaud, F. (2002).** *Étude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 94(2), 119–123.*
45. **Chofqi, A. (2004).** *Mise en évidence des mécanismes de contamination des eaux souterraines par les lixiviats d'une décharge incontrôlée (El Jadida, Maroc). Université Chouaib Doukkali.*
46. **Code de l'environnement. (2014).** *Article R541-8 : Classification des déchets (mise à jour du 26 février 2014).*
47. **Convention N°06/2021 (2021).** *Rapport d'estimation de la durée de vie du casier N°01 et N°02 du Centre d'Enfouissement Technique (CET) de Baghai.*
48. **Dalsasso, R. L., Matias, M. S., Nadaleti, W. C., (2021).** , **Rohers, F.** *Physical-chemical pre-treatment of sanitary landfill raw leachate by direct ascending filtration. Chemosphere, 285, 131362. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131362*

Références bibliographiques

49. **Dicko, K. H., & Traoré, M. (2022).** *L'économie circulaire et la valorisation des déchets : cas des entreprises de recyclage de la wilaya de Tizi-Ouzou* [Mémoire de master]. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
50. **Dorbane, N., & Hachemi, N. (2023).** *L'économie circulaire, une nouvelle approche de gestion des déchets : Quelles possibilités d'application en Algérie ? Revue Tadamsa d'Unegmu, 3(1), 20–35.*
51. **Elhamdouni, D. (2020).** *Contribution de la géomatique, de l'analyse multicritère (Fuzzy AHP) et de la valorisation pour l'élaboration d'un système de gestion durable des déchets solides : cas de la province de Khénifra (Maroc)* [*Thèse de doctorat]. Université Sultan Moulay Slimane.*
52. **France. (2014).** *Article R541-8 du Code de l'environnement (mise à jour du 26 février 2014).*
53. **Gachet, C. (2005).** *Évolution bio-physique-chimique des déchets enfouis au centre de stockage de déchets ultimes du SYDOM du Jura sous l'effet de la recirculation des lixiviats (Thèse de doctorat). INSA de Lyon.*
54. **Gendouzi, B. (2021).** *Réalisation d'un prototype pour valorisation des déchets ménagers (Mémoire de Master), Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.*
55. **Gillet, R. (1985).** *Traité de gestion des déchets solides et son application aux pays en voie de développement*.
56. **Giri, S., Khanal, A., Sondhi, A. (2021).** *Use of personal protective equipment among waste workers of Sisdol landfill site of Nepal. International Journal of Occupational Safety and Health, 11(3), 158–164. https://doi.org/10.3126/ijosh.v11i3.39768*
57. **Gourdon, R. (2002).** *Aide à la définition des déchets dits biodégradables, fermentescibles, méthanisables, compostables*. INSA de Lyon.
58. **Guendehou, G. H. S., Hockstad, L., Koch, M., Pipatti, R., & Yamada, M. (2006).** *Incinération et combustion à l'air libre des déchets.*
59. **Halimi, S. (2025).** *Gestion des eaux usées (Polycopié de cours). Université Abbas Laghrour de Khenchela.*
60. **Hamidi, A. A., Ramli, S. F., & Hung, Y.T. (2023).** *Physicochemical technique in municipal solid waste (MSW) landfill leachate remediation: A review. Water, 15(6), 1249. https://doi.org/10.3390/w15061249*
61. **Hamiouda, B. D., & Karaali, N. (2024).** *Étude de l'élimination des polluants organiques du lixiviat du CET de Batna par procédé hybride (biologique/POA) (Mémoire de master), Université Constantine 1, Algérie.*

62. **Hezzat, H. (2012).** *Étude critique des différents moyens de dépollution et de prévention contre la pollution des eaux et des sols [Mémoire de Master, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen, Faculté de Technologie, Département d'Hydraulique].*
63. **Huber, D. (2001).** *Manuel d'information sur la gestion des déchets solides urbains*.
64. **Issiakhem, M. (2022).** *La valorisation énergétique des déchets est une solution pour lutter contre le réchauffement de la planète (Waste to Energy – WtE).*
65. **Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire. (2003).** Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable (n° 43).
66. **Journal officiel de la République algérienne. (1984).** Décret n° 84-378 du 15 décembre 1984, fixant les conditions de nettoiement, d'enlèvement et de traitement des déchets solides urbains (n° 66).
67. **Journal officiel de la République algérienne. (2001).** Loi n° 01-19 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets (n° 77).
68. **Journal officiel de la République algérienne. (2002).** Décret exécutif n° 02-372 du 11 novembre 2002 relatif aux déchets d'emballages (n° 74).
69. **Journal officiel de la République algérienne. (2002).** Décret n° 02-175 du 20 mai 2002, portant création, organisation et fonctionnement de l'Agence nationale des déchets (n° 37).
70. **Journal officiel de la République algérienne. (2004b).** Décret exécutif n° 04-199 du 19 juillet 2004 fixant les modalités de création, d'organisation, de fonctionnement et de financement du système public de traitement des déchets d'emballages (n° 46).
71. **Journal Officiel de la République Algérienne. (2007).** Décret exécutif n° 07-144 du 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (n° 34).
72. **Journal officiel de la République algérienne. (2007b).** Décret exécutif n° 07-205 du 30 juin 2007 fixant les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision du schéma communal de gestion des DMS (n° 43).
73. **Journal officiel de la République algérienne. (2022).** Décret exécutif n° 22-167 du 19 avril 2022 modifiant et complétant le décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement (n° 29).
74. **Khattabi, H. (2002).** *Intérêts de l'étude des paramètres hydrogéologiques et hydrobiologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement des lixiviats de la décharge*

d'ordures ménagères d'Etueffont (Belfort, France) (Thèse de doctorat). Université de Franche-Comté.

75. **Khattabi, H., Lotfi, A., & Mania, J. (2002).** *Évaluation de l'impact des lixiviats d'une décharge d'ordures ménagères sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'un ruisseau de Franche-Comté. Déchets, Sciences et Techniques, 24, 1–4.*
76. **Liang, J., Mei, T., Wei, W., Wei, Z., Xiang, R., Yang, X., Zhu, J. (2025).** *A review on landfill leachate treatment technologies: Comparative analysis of methods and process innovation. Applied Sciences, 15(7), Article 3878.* https://doi.org/10.3390/app15073878
77. **Mainbe, H. (2022).** *Météorologie Générale [Support de cours]. École Africaine de la Météorologie et de l'Aviation Civile (EAMAC).*
78. **Malenović Nikolić, J., Mihajlović, E., Milosevic, L. (2021).** *Analysis and measures of landfill fire prevention. Safety Engineering, 11(1), 25-30.*
79. **Manitoba Sustainable Development. (2016, December 14).** *Animal and insect control at a waste management facility [Guideline]. Government of Manitoba.* https://www.gov.mb.ca/conservation/ece/contact.html
80. **Mbódji, M. (2021).** *Étude des impacts environnementaux et sanitaires des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) au Sénégal : cas de la ville de Dakar [Thèse de doctorat]. Université Claude Bernard Lyon 1 & Université Cheikh Anta Diop de Dakar.*
81. **Medkour, Y. (2012).** *Caractérisation et traitement des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet. École Nationale Polytechnique.*
82. **Messaoud-Bouregdha, M.-Z. (2022).** Gestion des déchets solides municipaux. *Journal de l'Économie circulaire et Développement durable, 2*(1), 73.
83. **Mezouari, F. S. (2011).** *Conception et exploitation des centres de stockage des déchets en Algérie et limitation des impacts environnementaux (Thèse de doctorat, École Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme, co-tutelle Université de Limoges, Algérie/France).*
84. **Millot, N. (1986).** *Les lixiviats de décharges contrôlées : caractérisation analytique et études des filières de traitement (Thèse de doctorat). INSA de Lyon.*
85. **Ministère de l'Éducation nationale, CNRS, INRA, & INSERM. (2002).** *Guide de gestion des déchets dans les établissements d'enseignement supérieur et de recherche*.
86. **Ndao, D. N. (2012).** *La gestion des déchets solides dans la commune de Tambacounda [Mémoire de master]. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.*

Références bibliographiques

87. **Ngnikam, E., & Tanawa, E. (2006).** *Les villes d'Afrique face à leurs déchets. Université de Technologie de Belfort-Montbéliard.*
88. **Nippon Koei, (2017).** *Manual for final disposal of municipal solid waste (Appendix 10-1). Project for Institutional Capacity Development on Nation-Wide Solid Waste Management in Dominican Republic.*
89. **Okkacha, Y., Abderrahmane, Y., & Hassiba, B. (2014).** *Municipal waste management in the Algerian High Plateaus. Energy Procedia, 50, 662–669. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.06.081*
90. **ONML Khenchela. (2024).** *Certificat de vérification du pont-bascule BM-300.*
91. **Pugh, M., Rushbrook, P. (1999).** *Solid waste landfills in middle- and lower-income countries: A technical guide to planning, design, and operation. World Bank Technical Paper No. 426. Washington, DC: The World Bank.*
92. **Qiao, Z., Wang, J. (2024)**. *A comprehensive review of landfill leachate treatment technologies. Frontiers in Environmental Science, 12. https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1439128*
93. **Rahali, L, Tlales, H. (2016).** *Gestion des déchets ménagers : Étude du centre d'enfouissement technique de Khenchela [Mémoire de fin d'études]. Université Abbas Laghrour.*
94. **République Algérienne Démocratique et Populaire, Ministère de l'Environnement, & Agence Nationale des Déchets. (2020).** *Rapport sur l'état de la gestion des déchets en Algérie.*
95. **Salhi, Z. A. (2025).** *Étude d'impact [Polycopié de cours]. Université Abbas Laghrour de Khenchela.*
96. **Sharma, S, Verma, M. (2022).** *Noise pollution and its control. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology, 9(1), 52. https://doi.org/10.17148/IARJSET.2022.9108*
97. **Slimani, R. (2022).** *Valorisation par compostage des déchets organiques dans la wilaya de Tizi-Ouzou [Thèse de doctorat], Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.*
98. **Sotamenou, J. (2010).** *Le compostage : Une alternative soutenable de gestion publique des déchets solides au Cameroun [Thèse de doctorat]. Université de Yaoundé II.*
99. **Stoltz, G, Touze-Foltz, N., Xie, H. (2021).** *Performance issues of barrier systems for landfills: A review. Geotextiles and Geomembranes, 49(2), 475–488. https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2020.10.016*

Références bibliographiques

100. **United States Environmental Protection Agency. (2006).** *In situ treatment technologies for contaminated soil (EPA 542/F-06/013, 35 pp., November 2006).*

101. **United States Environmental Protection Agency. (2023).** *Solid waste management and climate change: Best practices for solid waste management a guide for decision-makers in developing countries (EPA 530-R-23-012-F).*

102. **Valtom, & Fredon France. (2020).** *Trésors des déchets verts dans mon jardin : 10 fiches conseils. ADEME.*