

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO /2017

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences biologiques
Spécialité : science et gestion de l'environnement

Présenté par :

BELGHALI Nadia & DRIES Hayat

Thème

***Impact du centre d'enfouissement technique de Ras
Bouira sur la diversité floristique.***

Soutenu le : 03 / 07 / 2017

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mm.MESRANE B</i>	<i>MAA.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>Mm. AKKOUCHE Saida</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mm MERIBAI</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Présidente</i>

Année Universitaire : 2016/2017

Sommaire

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

1. Définition du terme de déchet.....	3
2. Classification des déchets.....	3
2.1. Selon la nature.....	3
2.2. Selon leur origine.....	3
3. Classification des déchets selon la législation Algérienne.....	4
4. Gestion et traitement des déchets en Algérie.....	5
5. Les centres d'enfouissements techniques.....	6
5.1. Définition et classifications des CET.....	6
5.3. Description des cellules d'enfouissement.....	8
5.3.1. Différents types de décharges contrôlées.....	8
5.4. Aménagement du casier et digues au niveau d'un CET.....	9
5.4.1. Les casiers.....	9
5.4.2. Géo membrane.....	9
5.4.3. Traitement de lixiviat.....	10
5.4.4. Traitement des biogaz.....	10
5.4.5. Réseau de drainage des lixiviats.....	11
5.5. Impacts et risques.....	12

Chapitre II : Cadre physique

1. Situation géographique du site d'étude.....	15
2. Situation hydrographie.....	15
3. Situation géologique.....	16
4. Climat de Bouira.....	16
4.1. Facteurs climatique.....	16
4.1.1. Précipitations.....	16
4.1.2. Températures.....	17
4.2. Synthèse climatologique.....	17
4.2.1. Diagramme Ombrothermique.....	17
4.2.2. Climagramme d'EMBERGER.....	19
5. Végétation.....	20
6. Description du site.....	20

Chapitre III : Méthodologie et échantillonnage

1. Situation des parcelles.....	22
2. Echantillonnage.....	22
3 .Collecte des données phytoécologiques.....	23
4. Etude qualitative de la biodiversité.....	23
4.1. Diversité systématique.....	23
4.2. Diversité biologique.....	24
4.3. Diversité phytogéographique (phytochorique).....	24
5. Etude quantitative de la biodiversité	24
5.1. Indice de diversité spécifique de SHANNON « H'i ».....	25
5.2. Equitabilité ou régularité (E).....	25
5.3 .Indice de similitude de SORENSEN.....	25
6. Traitement statistique des données.....	26

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Etude quantitative.....	27
1.1- Etats de la surface du sol.....	27
2. Etude Qualitative.....	28
2.1. Diversité systématique.....	29
2.2. Diversité Biologique.....	29
2.2.1. Spectres biologiques bruts.....	30
2.2.2. Spectres biologiques réels.....	31
2.2.3. Spectres phytogéographiques.....	32
3. Diversité alpha et béta	33
3.1. Diversité alpha.....	33
3.2. Diversité béta.....	33
4. Traitement statistique des données.....	34
4.1. Choix des axes à interpréter.....	34
4.2. Identification des groupements végétaux et leurs caractérisations écologiques et floristiques.....	35
4.2.1. Cartes factorielles des relevés.....	35
5.Etat de CET de Ras Bouira.....	37
Conclusion	39

Bibliographie

Annexe

Nous tient à exprimer nous gratitude et nous profonde reconnaissance à Madame AKKOUCHE. S, de nous avoir permis d'entreprendre ce projet, de nous avoir fait l'honneur de nous guider tout au long de la réalisation de ce travail et manifester tant d'intérêt pour qu'il aboutisse

Nos vifs remerciements s'adressent également à madame MESRENE N A qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Nous gratitude s'adresse également à Madame MERIBAI qui nous a fait l'honneur de faire partie du jury.

Nous remerciements s'adressent aussi aux agents de (CET)
Que toutes les personnes qui nous ont aidées trouvent ici nous sincères remerciements.

Et enfin, nous remercions tous les collègues de la promotion 2017.

Je dédie ce mémoire à :

A ma mère, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi ma mère.

A mon cher père qui a souhaité vivre pour longtemps juste pour nous voir qu'est-ce que nous allons devenir que Dieu le protège.

Je tiens à remercier et à dédier aussi ce mémoire particulièrement à l'homme de ma vie, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, à mon très cher mari, pour son soutien et ses encouragements, que dieu le garde et le protège

Mes frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité

A toute ma famille

A tous mes ami(e)s de l'université de Bouira

A mes chères amies

BELGHALI N

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents, que Dieu les garde et les protège ;

A mon mari qui n'a jamais cessé de croire en moi ;

A mes chers frères ;

A mes sœurs

A toute ma famille

A tous mes ami(e)s de l'université de Bouira

A mes chères amies

DRIES H

INTRODUCTION

Dans un contexte mondial de préservation de la biodiversité, l'étude de la flore et de la végétation du bassin méditerranéen présente un grand intérêt, vu sa grande richesse liée à l'hétérogénéité de facteur historique, paléogéographique, paléo climatique, écologique et géologique qui les caractérisent, ainsi qu'à l'impact séculaire de la pression anthropique (NOUAR, 2016).

L'Algérie comme les pays méditerranéens est concerné et menacé par la régression des ressources pastorales et forestières. Cela provoque la perte de patrimoine naturel national. Ce dernier est caractérisé par une diversité biologique et paysagère d'importance mondiale (GORDO, 2014).

L'augmentation de la production des déchets solides va de pire avec l'essor démographique et l'intensification des activités socio-économiques. A ce jour, la principale voie de traitement de déchets en Algérie est la mise en décharge. Cette technique est souvent utilisée dans les pays en développement (PED), mais elle aboutit souvent à des décharges incontrôlées et à ciel ouvert, où tous les types de déchets sont rejetés, à l'état brut et mélangés : ménagers et assimilés, industriels, hospitaliers et agricoles (KIHAL, 2015).

La présente étude port sur l'évaluation de la toxicité chez les plantes au niveau de casier du centre d'enfouissement technique de ras Bouira. L'objectif de notre étude est de savoir si le centre d'enfouissement technique de RAS Bouira a un impact sur la biodiversité floristique et comprendre comment il contribue à la dégradation de la végétation ?

Pour répondre à ces objectifs nous avons réalisé un inventaire floristique de la zone d'étude de RAS Bouira qui consiste à une analyse quantitative et qualitative des différents paramètres significatifs: composition globale (nombre de taxons), diversité spécifique, types biologiques et répartition biogéographique, afin de souligner les principaux facteurs qui influent sur le couvert végétal.

Pour cela nous allons articuler notre mémoire autour de quatre parties :

- Une première partie de généralités sur les CET.
- Une deuxième partie de cadre physique de la zone d'étude où le CET est implanté.
- Une troisième partie de démarche méthodologique adoptée à savoir l'échantillonnage.
- une quatrième partie qui est consacrée aux résultats et aux discussions ; Et nous terminons ce travail par une conclusion, des perspectives et des recommandations.

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

I. Généralités sur les déchets et les CET

1. Définition du terme « déchet »

Selon la loi du 15 juillet 1975, précise qu'un déchet est tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau ou produit ou plus généralement, tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon (TRISTAN, 2013).

2. Classification des déchets

2.1. Selon la nature

Le guide des techniques communales pour la gestion des déchets ménagers et assimilés du ministère d'aménagement du territoire et environnement (2003), présente une classification des déchets selon leur nature physique en 03 catégories :

- Déchets solides : ordures ménagères, emballages, gravats...-
- Déchets liquides : huiles usagés, peintures, rejet de lavage....
- Déchets gazeux : biogaz, fumées d'incinération ...

2.2. Selon leur origine

a. Déchets urbains

Tous déchets issus des ménages, déchets de commerce et de l'industrie assimilables aux déchets ménagers, déchets encombrants, déchets verts (greffage des arbres, espaces verts), déchet de nettoyage des voies publiques, déchets hospitaliers, la collecte de ces déchets doit être assurée par les collectivités (BENNADIR *et al.*, 2013).

• Déchets urbains communaux

Déchets ménagers (ordures ménagères, déchets encombrants, déchets collectés sélectivement) et déchets de composition analogue produits par les entreprises qui font l'objet d'une collecte publique, ainsi que les déchets issus des administrations communales.

• Déchets urbains des entreprises

Déchets de composition analogue aux déchets ménagers produits par les entreprises et qui font l'objet d'une collecte privée.

b. Déchets industriels

D'après NAGHEL (2003) évoque que l'ensemble des déchets industriels doivent être éliminés par leurs producteurs industriels, artisans, commerçants, ils sont classés en 04 catégories :

• Déchets industriels banals (DIB)

Sont assimilables aux ordures ménagères et relevant du même type de traitement : il s'agit principalement d'emballages usagés, de chutes de productions industrielles et de déchet d'activités et commerciales comme ferrailles, métaux non ferreux, papiers-cartons, verre, textiles, bois, plastiques,.. *etc* (BENNADIR *et al.*, 2013).

• Déchets industriels spéciaux (DIS)

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

Ce type de déchets comprenant des substances toxiques qui nécessitent une collecte et un traitement particulier comme les mâchefers, les aérosols, produits de jardinage, produits de bricolage, thermomètre au mercure (BENNADIR *et al.*, 2013).

• Déchets inertes

Composés déblais, gravats, matériaux de démolition produit par les entreprises de travaux publics (BENNADIR *et al.*, 2013).

• Déchets agricoles

L'activité agricole peut générer 03 types de déchet :

- Des résidus de l'industrie agroalimentaire.
- Des déchets de cultures.
- Des déjections animales de l'élevage (BENNADIR *et al.*, 2013).

3. Classification des déchets selon la législation Algérienne

La loi algérienne relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, donne la classification suivante des déchets (MEDAFER et KHEMISSI, 2014).

- Les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux;
- Les déchets ménagers et assimilés;
- Les déchets inertes.

3.1. Les déchets solides urbains (DSU)

Les DSU sont définis par l'article 2 du décret n° 84-378 du 15 décembre 1984 fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement des déchets solides urbains qui sont les déchets domestiques et qui sont assimilables par la nature et le volume (MEDAFER *et al.*, 2014). Il s'agit notamment :

- Des ordures ménagères industrielles ou collectives,
- Des produits résultant du nettoyage tels que balayage, curage des égouts,
- Des déchets encombrants, objets volumineux, ferrailles, gravats, décombres, carcasses automobiles,
- Des déchets anatomiques ou infectieux provenant des hôpitaux, chimiques ou autres de soins,
- Des déchets et issues d'abattoirs.
- Des déchets commerciaux, emballages et autres résidus générés par les activités commerciales.

3.2. Déchets ménagers et assimilés

Tous déchets issus de ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles commerciales, artisanales et autres qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers, tel que, déchets de cuisine, emballages...

Les Ordures Ménagères (OM) sont les déchets produits quotidiennement par les ménages ou les commerces, l'artisanat et par les petites entreprises. La notion de déchet est relative parce qu'un objet considéré comme tel en un lieu et à une période donnée peut ne pas l'être sous d'autres cieux (MEDAFER *et al.*, 2014).

4. Gestion et traitement des déchets en Algérie

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

La gestion des déchets consiste en toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces opérations. À partir de cette définition, plusieurs opérations se distinguent dans le mode de gestion des déchets existant en Algérie (DJEMACI, 2012).

4.1. La collecte des déchets : c'est l'ensemble des opérations qui consistent à enlever les déchets chez le producteur ou aux points de regroupement et à les acheminer vers un quai de transfert, un centre de tri, de traitement ou un centre d'enfouissement technique C.E.T (ex décharge contrôlée) (ADDOU, 2009).

4.2. Le tri des déchets : c'est la séparation des déchets selon leur nature en vue de leur traitement, par exemple le papier, plastique...etc (DJEMACI, 2012).

4.3. La valorisation des déchets : c'est la réutilisation, le recyclage ou le compostage des déchets. *Le recyclage* consiste à valoriser des produits usés ou des déchets. *Le compostage* est un processus biologique dans lequel les déchets organiques sont transformés par les microorganismes du sol en un produit stable et hygiénique appelé compost (DJEMACI, 2012).

4.4. L'élimination des déchets : comprend les opérations de traitement thermique, physico-chimique et biologique, de mise en décharge, d'enfouissement, d'immersion et de stockage des déchets, ainsi que toutes les autres opérations ne débouchant pas sur une possibilité de valorisation ou autre utilisation du déchet.

Immersion des déchets : tout rejet de déchets dans le milieu aquatique.

Enfouissement des déchets : tout stockage des déchets en sous-sol. L'incinération est un processus d'oxydation de la partie combustible du déchet dans une unité adaptée aux caractéristiques variables des déchets. Ce processus permet une forte réduction de volume des déchets à éliminer (déchets concernés : hydrocarbures, huiles, peintures, déchets d'usage...). Les déchets issus de l'incinération (cendres, mâchefer) sont ensuite éliminés en centre d'enfouissement technique (DJEMACI, 2012).

4.5. L'enfouissement technique: Les déchets spéciaux ultimes sont ceux qui ne sont plus susceptibles d'être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par l'extraction de la part valorisable ou par réduction de leur caractère dangereux et polluant. Les déchets admis en centre d'enfouissement technique (CET) sont des déchets essentiellement solides, minéraux avec un potentiel polluant constitué de métaux lourds peu mobilisables. Ils sont très peu réactifs, très peu évolutifs, et très peu solubles (DJEMACI, 2012).

5. Les centres d'enfouissement techniques

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

5.1. Définition et classifications des CET

Au sens de l'article 2 du décret wallon du 27 juin 1996 relatif aux déchets, les CET sont définis comme un site d'élimination des déchets par dépôt des déchets sur ou dans la terre (c'est à dire en sous sol), y compris:

- Les décharges internes (les décharges où un producteur de déchets procède lui-même à l'élimination des déchets sur le lieu de production);

Un site permanent (pour une durée supérieure à un an) utilisé pour stocker temporairement les déchets, à l'exclusion : des installations où les déchets sont déchargés afin de permettre leur préparation à un transport ultérieur en vue d'une valorisation, d'un traitement ou d'une élimination en un endroit différent.

Un centre d'enfouissement technique (CET) ou centre de stockage des déchets (CSD) est un ensemble de « casiers » divisés en alvéoles, dépendants sur le plan hydraulique et entourés de digues étanches. Les lixiviats sont récupérés, traités par lagunage et envoyés en stations d'épuration (JEAN, 2005).

Selon la nature des déchets admis et en fonction de leur perméabilité les centres de stockage de déchets sont répartis en trois classes.

CET de Classe I

En plus des déchets urbains et banals, ces décharges sont habilitées à recevoir certains déchets industriels spéciaux. Ainsi sont admis dans ces CET de classe I :

- les déchets industriels spéciaux de catégories A qui sont : les résidus de l'incinération; les résidus de la sidérurgie : poussières, boue d'usinage; les résidus de forages; les déchets minéraux de traitement chimique : sels métalliques, sels minéraux, oxydes métallique.
- les déchets de catégories B qui sont : Les résidus de traitement d'effluents industriels et d'eaux industrielles, de déchets ou de sols pollués; Les résidus de peinture: déchets de peinture solide, de résine de vernis; Les résidus de recyclage d'accumulateurs et de batteries: par exemple les résidus d'amiante; les réfractaires et autres matériaux minéraux usés et souillés.

CET de Classe II

Sont acceptés sur ces centres les déchets ménagers et assimilés.

Ce sont des installations classées pour la protection de l'environnement. Les déchets admissibles dans ces décharges sont : (Circulaire du 11 Mars 1987 *in* OUCHIHA *et al*, 2016).

- Ordures ménagères; Déchets ménagers encombrants;
- Déblais et gravats;
- Déchets commerciaux, artisanaux et industriels banals assimilables aux ordures ménagères;
- Déchets d'origine agricole ne présentant pas de danger pour la santé humaine et l'environnement;
- Pneumatiques;
- Cendres et produits d'épuration refroidis résultant de l'incinération des ordures ménagères;

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

- Boues en provenance de l'assainissement urbain.

CET de Classe III

Ce sont les installations de stockage recevant essentiellement des déchets inertes.

Ces décharges de la classe III, ne reçoivent que les déchets inertes d'origine domestique comme les déchets issus du bricolage familial qui peuvent également être stockés dans les décharges de classe II et les déblais et gravats qui peuvent également être stockés dans les décharges de classe II. Ils reçoivent aussi les déchets de chantiers et les déchets de carrière.

5.2. Description des cellules d'enfouissement

Un site d'enfouissement technique permet la disposition finale des déchets solides de façon sécuritaire en minimisant les impacts sur l'environnement (Cintec Environnement Inc, 2004). Il ne peut être exploité qu'un casier ou qu'une alvéole par type (origine) de déchets (**Article 27** de AR-FR/97 *in* OUCHIHA *et al*, 2016). Les déchets sont étendus en mince couches dans des cellules étanches et où ils sont nivelés, compactés et recouverts périodiquement avec de la terre ou un autre produit inerte pour limiter les infiltrations d'eau dans le déchet, et les nuisances dues aux envols de déchets et aux émanations de gaz. L'article 28 d'AR-FR/97, précise que seul le déchet mis en balles, qui ne seront pas compactés donc déposés en couches successivement, et recommande un recouvrement journalier de la zone exploitée du casier ou de l'alvéole afin de limiter l'envol des déchets légers. L'article 29, oblige l'exploitant à mettre en place un programme de surveillance de ses rejets (MEZOUARI-SANDJAKDINE, 2011).

5.2.1. Différents types de CET

Il existe plusieurs types de décharges contrôlées (MEZOUARI-SANDJAKDINE, 2011).

a. Décharge contrôlée de type traditionnel

Dans ce type de décharge, la plus anciennement pratiquée, les ordures ménagères sont répandues par couches successives d'épaisseur modérée de 2 mètres environ, toute nouvelle couche est déposée que lorsque la température de la couche précédente résultant de la fermentation s'est abaissée à la température des sols naturels.

Ces couches sont nivelées à l'origine et limitées par des talus afin d'éviter qu'elles soient remises à jour par les pluies. Le dépôt doit être suffisamment compact, pour éviter les vides importants favorisant les risques d'incendie, sans excès toutefois afin de ne pas s'opposer au passage de l'air. Ce type d'enfouissement en couches de faible épaisseur favorise la dégradation aérobie des déchets biodégradables (MEZOUARI-SANDJAKDINE, 2011).

b. Décharge contrôlée compactée

Dans cette décharge les déchets mis en place vont être tassés et compactés à l'aide d'engins spéciaux. Cette technique nécessite la réalisation de couches de déchets de faibles épaisseurs, fortement compactées, de 50 cm environ, et un léger recouvrement quotidien avec un matériau inerte.

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

Souvent la nécessité de réaliser une couverture intermédiaire est moindre que dans une décharge traditionnelle.

En effet, le degré de compactage élevé des déchets réduit le risque de nuisance.

On mettra en place hebdomadairement ou plus souvent, notamment si le site n'est pas suffisamment isolé ou en période estivale, une variable couche de couverture d'une épaisseur de 10 à 30 cm.

Cette technique est très appropriée pour les grandes agglomérations qui sont confrontées à un tonnage élevé de déchet (comme emballages abondants) et à la difficulté de trouver des sites adéquats (AMEUR *et al.*, 2006).

c-Décharge contrôlée de déchets broyés

Cette étape comporte les étapes suivantes :

- Un broyage préalable des déchets
- L'étalage sur le terrain en couche adjacente d'épaisseur moyenne de 0,5 m
- La pose d'une couche superficielle inerte imperméable par la fermentation aérobie des ordures, couche protectrice des couches profondes;
- La réduction des risques d'incendie en raison de la compacité de la masse d'ordures;
- La récupération du biogaz due à la meilleure fermentation des déchets (MEZOUARI-SANDJAKDINE, 2011).

d. Décharge contrôlée de déchets mis en balles

C'est un procédé qui consiste à comprimer les déchets à très forte pression, sous forme de balles, et à les entasser en décharge.

Ce type de décharge exige, à son amont, l'installation d'une presse qui permet de réaliser des balles de 1 m³ environ.

Au niveau de la mise en décharge, les balles sont empilées à l'aide d'un engin à fourche.

Tous les 3m, on assure le nivellement du terrain par une couverture de terre de 10 cm.

La fermentation est faible, en raison de l'absence d'air et d'eau dans les ordures pressées, ce qui évite les risques d'odeurs.

Par contre, l'inconvénient réside dans son cout nettement plus élève que pour une décharge traditionnelle (AMEUR *et al.*, 2006).

5.3. Aménagement du casier et digues au niveau du CET de Ras Bouira

5.3.1. Les casiers

La capacité du casier de CET de RAS Bouira est estimée à 800.000 M³. Les déchets y sont divers par couches successives d'épaisseurs modérée. Compactées au fur et à mesure par des engins spéciaux permettant un compactage poussé (Figure 1).

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET



Figure 1 : Casier en service (Originale, 2017)

5.3.2. Géo membrane

L'utilisation de la géo membrane de la construction des casiers assure une imperméabilité, évitant ainsi toute contamination possible de sol ainsi que des eaux superficielle et souterraines. Au fond de la décharge, elle doit jouer le rôle de barrière étanche et favorise de drainage des lixiviats. Seules les géo membranes en PEHD seraient chimiquement résistant aux lixiviats, elles sont moins facile à manipuler que celle une PVC, en éthylène propylène diène monomère(EPDM) ou en bitume.

Pour éviter la contamination des eaux souterraines, le casier a été aménagé par une couche d'argile d'environ 0.5 m d'épaisseur réponde avant de mettre en place la géo membrane (2 mm d'épaisseur environ) et installation de géotextile et la couche de drainage non calcaire.



Figure 2: Géo membrane et géotextile (Originale, 2017)

5.3.3 Traitement de lixiviat

Le lixiviat (ou percolât, ou « jus de décharge ») est le liquide résiduel qui provient de la percolation de l'eau à travers un matériau, ici massif de déchets .On le trouve en fond d'alvéole de stockage(ou casier) ou il est récupéré et envoyé vers un réseau de collecte propre

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

à la décharge. Riche en matière organique et en élément traces, ces lixiviats ne peuvent être rejetés directement dans le milieu naturel ; ils doivent être soigneusement collectés et traités, ils sont très polluants.

Les lixiviats peuvent être soit traités sur place s'il existe une structure adaptée (généralement une station d'épuration dédiée), soit exportés vers une station d'épuration ou une installation industrielle de traitement de produits chimiques (TRISTA, 2013).

5.3.4. Traitement des biogaz

Le biogaz, gaz de décharge est défini comme étant " tous les gaz produits par les déchets mis en décharge ". La captation du biogaz de CET est nécessaire afin de combiner l'intérêt de récupérer une énergie et celui de limiter l'émission d'un puissant gaz à effet de serre. Il existe 03 principaux modes de valorisation du biogaz.

*La valorisation électrique : le biogaz est transformé en électricité à condition qu'il renferme 40% de méthane et une production à un débit de 400 m³ /h

*La valorisation en biocarburant : le biogaz est destiné à alimenter les véhicules de collectivités locales, il doit être très riche en méthane (de l'ordre 95%), avoir une teneur en eau inférieure à 15mg/m³ et avoir moins de 100mg/m³ en H₂S.

*La valorisation thermique reste la voie la plus ancienne et la mieux maîtrisée. La combustion de 1 m³ de méthane libère 8750 Kcal, qui équivalent d'énergie donne un litre de gazoil, 0.94m³ de gaz naturel et 9.7 KW/h d'électricité comme illustré dans le schéma (ADDOU, 2009).

Figure 3: Méthode de la valorisation du biogaz (ADDOU, 2009)

5.3.5. Réseau de drainage des lixiviats

Les eaux de lixiviation peuvent provenir de la percolation des eaux pluviales qui s'infiltrent et se chargent de divers contaminants à travers des déchets et/ou des déchets eux-mêmes. La gestion des lixiviats est importante et doit faire l'objet d'une prise en charge effective car ces eaux sont susceptibles de contaminer les eaux souterraines, de surface ...etc.

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

Ces eaux sont captées et dirigées vers les bassins de rétention à travers un réseau de tuyaux en polyéthylène à haute densité, perforés et installés au fond des casiers. Ils sont recouverts de pierre concassés et d'un géotextile pour éviter les risques de colmatage (ADDU, 2009).



Figure 4: Réseau de drainage des lixiviats (Originale, 2017)

5.4. Impacts et risques

Dans le cas des centres de stockage, si les conditions de confinement sont insuffisantes, les déchets peuvent répandre des contaminants chimiques et microbiologiques dans l'environnement par infiltration de lixiviats ou formation de biogaz.

Ce phénomène peut entraîner la pollution des ressources en eau (par ruissellement d'eau de lessivage vers les cours d'eau voisins, etc.

La pollution de l'air (par dégazage de composés organiques volatils, par envol de débris et poussières emportés par le vent ou transportés par les animaux, etc.

L'exposition des populations riveraines est alors soit directe, par inhalation, soit indirecte, par ingestion d'eau contaminée ou de produits consommables irrigués par une eau contaminée. Aujourd'hui, les CET, notamment ceux de classe I et II, sont cependant conçus de manière à limiter ces phénomènes (terrains imperméables avec maîtrise des eaux de surface et souterraines).

Les effets néfastes sur la santé répertoriés dans la littérature sont : une prévalence des troubles respiratoires, des troubles dermatologiques et d'irritations oculaires chez les populations professionnels exposées.

Nous citons quelques impacts qui peuvent être provoqués par l'exploitation de CET:

- **Pollution de la nappe phréatique:** celle-ci est causée par ruptures, perforations accidentelles et attaques chimiques de la bâche de protection sous-jacente, et donc sa mise en contact à terme avec les lixiviats. Cette bâche, malhablement baptisée par

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

contresens "géo-membrane" (les vraies membranes respirent!), est plutôt supposée garantir une imperméabilité absolue avec le sous-sol. Elle est réalisée préférentiellement dans un matériau tel que le PEHD (polyéthylène haute densité) qui résisterait à toutes les attaques chimiques et mécaniques, contrairement aux PVC (polychlorure de vinyle) et EPDM (éthylène-propylène diène monomère) et autres substituts tels que polyéthylènes chlorés ou chlorosulfurés que l'exploitant pourra préférer pour des impératifs de coût ou de disponibilité immédiate.

- **Disparition de la flore naturelle:** attaque des lisières aux essences sensibles (hêtres, résineux) et multiplication d'espèces "nitrophiles" telles qu'orties, ronces, armoises, bardanes, budleia, phytolaceae, ormes.
- **Pollution sonore:** liée au va-et-vient incessant des camions, incluant les inévitables "nocturnes", produisant sur une petite départementale autant de bruit qu'une nationale et un sifflement très perceptible parfois jusqu'à 2km. Sur le site: les bruits divers de déchargement, klaxons de recul et de manœuvres de chantier, broyeuse de déchets, presse de mise en balles, compactages par les bulldozers. et tirs de canon réguliers pour effaroucher les oiseaux, à seulement quelques centaines de mètres de certaines maisons individuelles
- **Multiplication des prédateurs:** prolifération d'espèces animales opportunistes telles que mouettes, goélands, corbeaux, corneilles, rapaces, rats, lapins, chiens errants, mouches, moustiques et autres insectes, attirés par la nourriture et la chaleur de fermentation du sol (35°C à 80°C); ils apportent déjections et fientes comme des risques d'épidémies et d'épizooties dans les villages avoisinants; ils détruisent les plantations environnantes à tout moment du cycle agricole (plantation, jeunes pousses, récolte). Les colonies d'oiseaux introduisent également des risques épidémiologiques graves pour la santé des enfants et des personnes fragiles, et les rongeurs de décharge sont porteurs de maladies transmissibles à l'homme ([AINA, 2006](#)).
- **Pollution mécanique:** ballet aériens de sacs en plastique et nuages de poussières s'accumulant sur les cultures, les vergers, potagers, jardinets et propriétés individuels; boues liquides, lixiviats et détritiques divers s'échappant des bennes de camions et se répandant sur les routes d'accès. A plusieurs kilomètres, on sait déjà vers quelle direction regarder pour trouver son chemin vers le CET. Les habitations les plus proches sont servies par les déjections de mouettes et goélands, et quotidiennement recouvertes d'une couche de fine poussière. Le trafic intense et incessant des camions

Chapitre I : Généralités sur les déchets et les CET

provoque annuellement une dégradation substantielle des routes, à charge des communes de les entretenir, au détriment des projets municipaux et d'intérêt social pour lesquels leur maigre budgets étaient normalement destinés.

- **Pollution olfactive:** les odeurs fortes, putrides, irritantes ou irrespirables générées par les fuites de biogaz (et aussi par leur combustion), avec des pics intolérables associés au vent (directions privilégiées, ou bien chutes prolongées), à la température, ou à certaines conditions saisonnières. Aux environs immédiats de certains CET (500m à 2.5km), les odeurs peuvent être tellement insupportables que les habitants en perdent le sommeil, se calfeutrent à l'intérieur de leurs maisons, tout en ayant renoncé une fois pour toutes à l'idée de profiter du dehors, de jardiner, ou de pouvoir jamais espérer prendre leur petit déjeuner ou manger sur leur terrasse avec des amis.. A noter que la production de biogaz à partir d'une masse donnée s'étale sur un cycle de 40-50 ans, autant dire non pas une tranche, mais une moitié de vie humaine ([MEZOUARI-SANDJAKDINE, 2011](#)).

D'autres nuisances peuvent apparaître, à court et à long terme :

Bien qu'une décharge soit un projet à durée limitée, ses effets ne le sont pas. Il est indispensable de considérer les deux étapes de l'impact :

- Pendant l'exploitation

-Après fermeture et parfois réhabilitation (CHADLI, 2015).

Il a été constaté que certains effets peuvent s'inverser. A titre d'exemple, une pollution des eaux souterraines peut se produire bien après la fermeture de la décharge si des mesures compensatoires ne sont pas prises pendant l'exploitation. Par contre, l'effet sur l'aménagement local peut être ressenti comme défavorable en cours d'exploitation et devenir un agrément après réhabilitation et/ou fermeture. Le tableau 1 ci-dessous résume les principales nuisances pour l'environnement (AINA, 2006).

II. Cadre physique

1. Situation géographique du site d'étude

La wilaya de Bouira se situe dans la région Centre Nord de pays, elle s'étend sur une superficie de 4456.26 km² représentant 0.19% du territoire national. Elle est limitée au nord par la wilaya de Tizi Ouzou, à l'est par la wilaya de Bordj Bou Arreridj, au sud par la wilaya de M'sila, et à l'ouest par la wilaya de Médéa et la wilaya de Blida.



Figure 05 : Carte de la situation géographique de Bouira (Anonyme, 2017).

2. Situation hydrographique

Le réseau hydrographique est plus ou moins dense, représenté par l'Oued Djemaa, qui est l'un des affluents d'Oued Isser. Dans sa rive droite se situent plusieurs Oueds secondaires, marquant le réseau hydrographique de la région, à savoir oued Ben Chergui, oued El Guelta, oued Merroudje, oued Metamra, oued Soufflet... etc.

Tout ces Oueds présentent des caractéristiques des oueds algériens ; secs ou presque en été, ils peuvent très violents pendant la période des pluies. Tous les hivers, ils grossissent si brusquement qu'ils sortent de leur lit.

Les données bibliographiques récoltées auprès de l'ARNH, dans les environs de Bouira déterminent la présence d'un aquifère important dans l'ensemble lithologique, formé par les argiles et les poudingues de l'oligocène continentale. On constate que le réseau

hydrographique est plus ou moins important et favorisé par la nature peu perméable des sols. L'écoulement superficiel des oueds est, principalement, alimenté par les eaux de pluies.

3. Situation géologique

La plaine de Hamza ou plateau de Bouira est recouverte par une formation quaternaire résultant d'une érosion torrentielle et dessinant des cônes de déjection dont les dépôts épais alluvionnaire occupent toute la région Nord de Bouira jusqu'à la limite sud de l'Oued Eddous. Le Sud de la commune et le Sud Est de la ville de Bouira présente une topographie vallonnée formée par des conglomérats et des argiles constituant un terrain détritique.

4. Climat de Bouira

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants, il dépend de nombreux facteurs : température, précipitation, humidité, vent, lumière,... etc.

Pour caractériser l'état climatique de la région et mettre en évidence les impacts probables de ces facteurs sur l'activité des êtres vivants, on a pris en considération les observations homogènes sur une période de 20 ans (du 1996 à 2016) recueillies au niveau de la station météorologique de Bouira, qui est prise comme référence du fait quelle est la plus proche de notre zone d'étude et offre le maximum d'informations.

4.1. Facteurs climatique

4.1.1. Précipitations

La Précipitation c'est le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat.

A partir des données enregistrées sur une période de 20 ans (1996-2016). La précipitation moyenne annuelle est d'environ 547.9 mm à Bouira.

Figure 06 : Précipitations moyennes mensuelles durant la période (1996-2016).

L'exploitation de ces données confirme que les pluies importantes sont concentrées a mois de Janvier enregistrées la valeur de 76.21 mm. Et les plus faibles est de l'ordre de 3.74mm enregistrées en mois de Juillet.

4.1.2. Températures

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère

La Température influence considérablement la végétation, elle est l'élément climatique le plus important dans l'aire de répartition des végétaux sur le globe. Les données

thermométriques caractérisant la région de Bouira durant la période 1996-2016 sont reportées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Moyennes annuelles et mensuelles des températures

Mois	J	F	M	A	M	j	Jt	At	S	O	N	D	Moy
Tmin (C°)	3.13	4.4	6.88	9.5	13.44	17.92	22.18	22.43	18.98	14.82	8.57	6	12.50
Tmax (C°)	13.05	13.65	17.16	20.53	25.23	31.76	35.06	34.95	29.51	25.28	12.22	13.65	22.67
T _{moy} (°C)	8.18	9.02	12.02	15.01	19.33	24.84	28.62	28.69	24.24	20.05	10.39	9,82	17.58

En analysant les données du tableau 1, nous constatons que la température moyenne annuelle est de 17.58°C à Bouira, Janvier est le mois le plus froid avec une température minimale de 3.31°C, alors que Juillet est le plus chaud avec une moyenne maximale de 35.06°C.

4.2. Synthèse climatologique

4.2.1. Diagramme Ombrothermique

Le diagramme Ombrothermique de *GAUSSEN* et *BAGNAULS* permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles.

Les diagrammes Ombrothermique de *GAUSSEN* et *BAGNAULS* sont constitués en portant en abscisses les mois et en ordonnées, à la fois, les températures moyennes mensuelles en (°C) et les précipitations mensuelles en (mm). L'échelle adoptée pour les pluies est double de celle adoptée pour les températures dans les unités choisies. Un mois est réputé «sec» si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé «humide» dans le cas contraire. Une prolongation de la période sèche de notre région d'étude durant (1996-2016), sur 05 mois (du moitié de Avril jusqu'à la moitié Septembre). Alors qu'elle a été débutée du mai à mi-octobre (04 mois et demi) durant la période sèche de *SELTZER* (1913-1938) (Figure 7).

Figure 7: Diagramme Ombrothermique de *GAUSSEN* et *BAGNAULS* pendant la période (1996-2016).

Figure 8: Diagramme Ombrothermique de *GAUSSEN* et *BAGNAULS* pendant la période de *SELTZER* (1913-1938).

4.2.2-Climagramme d'EMBERGER

Chapitre II : Cadre physique

Le système d'EMBERGER permet la classification des différents climats méditerranéens. Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique Q_2 en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses. Il est défini par la formule simplifiée suivante :

$$Q_2 = 3.43 \times$$

- ❁ P : pluviométrie annuelle en mm ;
- ❁ M : température moyenne maximale de mois le plus chaud en °C ;
- ❁ m : température moyenne minimale du mois le plus froid en °C ;

Le quotient pluviothermique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide. Cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranéenne et qu'en fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- ❖ Humides pour : $Q_2 > 100$;
- ❖ Tempérées pour : $100 > Q_2 > 50$;
- ❖ Semi arides pour : $50 > Q_2 > 25$;
- ❖ Arides pour : $25 > Q_2 > 10$;
- ❖ Désertiques pour : $Q_2 < 10$ (KERROUM, 2014).

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de notre zone d'étude et la situer dans le climagramme d'EMBERGER, nous avons calculé le quotient pluviothermique Q_2 de la période (1996-2016).

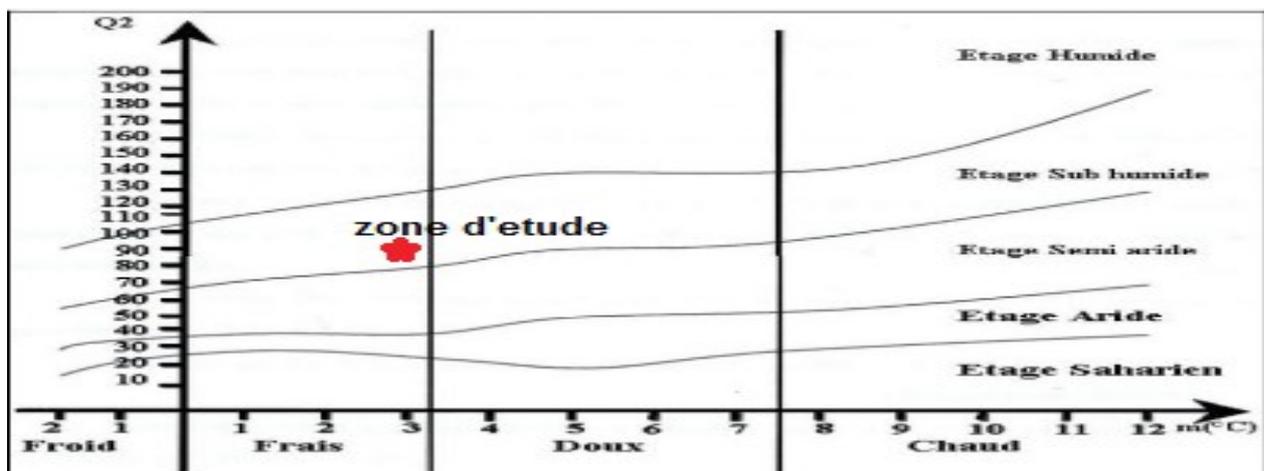


Figure 9: Situation de la zone d'étude sur le climagramme pluviométrique d'Emberger

D'après la Figure 9, le climagramme d'Emberger précise que l'étage bioclimatique de cette station est le Sub humide à hiver frais .

4. Végétation

En fonction du relief et du climat, la végétation est steppique au Sud du Djebel Dirah, forestière dans la région qui s'étend du Nord-Est au Nord- Ouest: Tikjda (Pin d'Alep, Sapin, Chêne liège),Haizer, Ait-Laaziz, Aomar, Begasse (Chêne liège) Bouzegza, Maala,Guerrouma, Serou, Ksenna, Ahl El-Ksar,Bordj-Okhriss, et à prédominance céréalière et fruitière à l'ouest (plaine des Arribs), au centre (Zone de Bouira), au Sud-Est (Sour-El-Ghozlane,Oued-Djenane).On rencontre de vastes oliveraies pratiquement sur toutes les hauteurs du Nord et particulièrement à M'chedallah, et des cultures maraîchères dans la plaine des Issers notamment

5. Description de site

Le CET de Ras Bouira été réceptionné au moins Janvier 2009, situe à 3 km à l'est du chef-lieu de wilaya ; est un centre de classe II, seuls les déchets ménager assimilés sont autorisés à être diversifié au niveau du site. Tout autre déchets (toxique, septiques, d'abattoir...) sont strictement interdit.



Figure 10 : Localisation de la CET de ras Bouira (Google Earth)

La surface clôturée est de 10 ha, disposant d'un portail, poste d'accueil et de contrôle, des bureaux administratifs ainsi que des hangars de maintenance et de garages pour les machines.

Chapitre II : Cadre physique

Le centre est mise en exploitation 7 jours par semaine 24 h par jour. 16 personnes sont employées. La quantité de déchets journaliers est en moyenne de 118 T/J.

En effet le site est doté d'un casier ; les origines des déchets entrants dans le site (les communes autorisées) sont de 8 communes de la willaya de Bouira (Bouira ;Haizer ; Taghzout, Ait laaziz, Prive ; Ain turk,Nadhif,Aomar).

Le CET est destiné pour accueillir les déchets ménagers et assimilés vue de leur enfouissement pour :

- Eradiquer les lieux de dépôt sauvage.
- Atténuer l'impact des déchets sur l'environnement.
- Récupérer et évaluer les matériaux recyclables tout en réduisant les pertes de la matière première.
- Réduire le volume et la quantité de déchet.
- Fournir de nouvelles opportunités industrielles et des postes d'emplois (BENNADIR *et al.*, 2013).

III : Méthodologie et échantillonnage

1. Situation des parcelles

Notre site d'étude est situé à 3 km à l'est du chef-lieu de wilaya de Bouira, divisée en trois parcelles représentatives des différents parcours à savoir :

Parcelle une : nouveau casier

Parcelle Deux : ancien casier

Parcelle Trois : zone extérieur (témoin)



Figure 11: Différentes stations échantillonnées (Originale, 2017).

2. Echantillonnage

L'échantillonnage consiste à choisir des éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable.

Il existe plusieurs techniques d'échantillonnage, celui adopté dans cette étude est l'échantillonnage mixte (subjectif), il nous a paru le plus efficace et convenable pour atteindre notre objectif.

3 .Collecte des données phytoécologiques

«La technique de la ligne » est la plus efficace; car elle est simple, rapide, relativement objective et utilisable dans tous les types de végétation basse.

Définition de relevé linéaire

Le relevé linéaire est considéré comme un moyen efficace pour étudier l'évolution de la couverture végétale lorsqu'il s'agit d'une ligne permanente. Une lecture se fait tous les 10 cm le long d'une ligne de 10m, matérialisée par un ruban gradué tendu au-dessus de la végétation et à l'aide d'une aiguille qu'on laisse glisser vers le sol nous notons sur un formulaire : les diverses espèces présentes, ainsi que le nombre de points de contacts des espèces, le sable, la litière et les éléments grossiers ; pour notre cas nous avons retenu une ligne de 10 m, ce qui fait 100 points de lectures (GOUNOT, 1969 *in* AKKOUICHE, 2011).

Le relevé linéaire fournit les informations suivantes :

1. Le recouvrement global de la végétation(R.G)

C'est le rapport en pourcentage entre le nombre de points de végétation (n) et le nombre total de points (N)

$$RG(\%) = (n/N) \times 100$$

2. Le recouvrement des éléments à la surface du sol :

C'est la fréquence des éléments a la surface du sol sans végétation (sable, litière), il est exprimé comme suite :

$$Fe(\%) = (Ess/N) \times 100$$

Ess : nombre de points ou un élément particulier de la surface du sol.

3..La fréquence spécifique (Fsi)

C'est le rapport exprimé en pourcentage du nombre (ni) de fois où l'espèce (i) a été recensé le long de la ligne au nombre total (N) de points d'échantillonnées.

$$Fsi (\%) = (ni / N) \times 100$$

4. La contribution spécifique au tapis végétal (Csi)

C'est le rapport en pourcentage entre la fréquence spécifique d'une espèce et la somme des fréquences de toutes les espèces recensées.

$$Csi (\%) = (Fsi / \sum Fsi) \times 100$$

5. Etude qualitative de la biodiversité

Chapitre III : Méthodologie et échantillonnage

Pour chaque espèce inventoriée nous avons identifié son type biologique, son type phytochorique pour étudier les spectres biologiques et phytogéographiques.

5.1. Diversité systématique

Les taxons composant les différentes unités de végétation prises en considération ont été regroupés en familles ; ceci a été réalisé à partir de la flore d'OZENDA (1977) et celle de QUEZEL et SANTA (1962-1963).

5.2. Diversité biologique

L'intérêt principal des spectres biologiques est qu'ils reflètent, par la structure de la végétation dont ils sont une traduction des conditions du milieu, tant au niveau stationnel que régional. Il est donc indispensable de pouvoir comparer rigoureusement les spectres des différentes stations et de distinguer les différences.

Le spectre biologique d'une région traduit sa diversité biologique du fait qu'il exprime en pourcentage le nombre de taxons pour chaque type et non leur abondance (MIMOUNI, 2014).

Les espèces recensées au niveau des stations ont été renseignées par leur type biologique et ont été déterminées pour les trois stations.

5.3. Diversité phytogéographique (phytochorique)

La phytogéographie est l'étude de la répartition des espèces végétales à la surface du globe. Le fait qu'une espèce ne dépasse pas les limites de son aire de répartition dépend de plusieurs facteurs dont le climat, le sol, l'histoire ou l'isolement par des obstacles naturels

La détermination des affinités chorologiques des différentes espèces a été faite à l'aide des subdivisions chorologiques proposées par (Quezel, 1963). Les types phytogéographiques retenus sont :

- Méd : Méditerranéen.
- Eur : Europe
- Cosm : cosmopolite
- Circum.bor : Circumboréale
- Sub- méd : subméditerranéen
- Euras : eurasiatique
- Paléo-temps : Paléotempépé
- End : endémique

Le spectre phytogéographique est obtenu en calculant le nombre de taxons pour chaque élément floristique considéré.

6. Etude quantitative de la biodiversité .

L'étude de la composition floristique d'un milieu, consiste à étudier sa diversité spécifique qui est un paramètre essentiel et nécessaire, pour la simple raison que la diversité floristique

Chapitre III : Méthodologie et échantillonnage

compte parmi les attributs vitaux d'un éco-complexe .En effet, la diversité spécifique est traditionnellement mesurée par des indices ; en calculant la diversité spécifique de SHANNON, l'indice d'équitabilité et l'indice de similitude de SORENSEN.

1. Indice de diversité spécifique de SHANNON « H'i »

L'indice de Shannon est un indice permettant de mesurer la diversité spécifique

Cet indice est donné par la formule suivante :

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

$$P_i = n_i/N$$

P_i = probabilité de rencontre l'espèce i dans le groupement. Pour notre étude nous avons utilisé le recouvrement relatif de l'espèce au lieu de sa probabilité d'apparition.

n_i = l'effectif de l'espèce i ou le recouvrement relatif de l'espèce i .

N = l'effectif total ou le recouvrement relatif total d'individus.

L'indice de diversité spécifique H_i varie entre 0,5 et 5, Il est d'autant plus petit (proche de 0) quand le nombre d'espèces est faible et une ou quelques espèces dominant. Il est d'autant plus grand quand le nombre d'espèces est élevé et réparties équitablement. Cet indice donne moins de valeur aux espèces rares et aux espèces moins abondantes.

2. Equitabilité ou régularité (E)

L'évaluation de la diversité spécifique d'un échantillon est généralement complétée par la diversité maximale. La formule est la suivante :

$$E = H' / \log_2 S$$

H' = indice de Shannon.

S = richesse spécifique.

Cette quantité varie de 0 à 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus .Le degré d'équitabilité (ou de régularité) fournit une image plus précise de la structure spécifique du peuplement et, en définitive, des modalités de partage du biotope.

3 .Indice de similitude de SORENSEN

Selon ACHOUR (1978) et HIRCHE (1987), si l'indice de similitude ne dépasse pas 50% en moyenne, le pourcentage d'espèces communes est faible ou moyen, et dénote une dynamique de végétation importante.

Chapitre III : Méthodologie et échantillonnage

L'indice de similitude de SORENSEN permet une comparaison entre deux sites, car il évalue la ressemblance entre deux relevés en établissant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé.

a = nombre d'espèces pour l'année antérieure.

b = nombres d'espèces pour l'année actuelle.

c = nombre d'espèces commune entre les deux périodes d'observation.

7. Traitement statistique des données

Vu le nombre important des données : 30 relevés et 15 espèces, nous avons jugé utile pour les étudier de faire appel à la méthode statistique d'analyse factoriel (AFC).

Dont l'objectif est la mise en évidence des relations entre le milieu et la végétation ainsi que la distinction des groupements végétaux.

L'analyse factorielle des correspondances, mise au point par BENZECRI (1973), s'applique à des données qualitatives ou semi-quantitatives et permet de comparer des relevés deux à deux à partir d'un ensemble d'individus sans leur attribuer une valeur particulière pour but de visualiser les affinités floristiques qui existent entre les groupements végétaux (AKKOUCHE, 2011).

VI. Résultats et discussion

1. Etude quantitative

1.1. Etats de la surface du sol

La variation des éléments de la surface du sol dans les trois stations échantillonnées est illustrée dans la figure 12.

Figure 12: Occupation de différents éléments à la surface du sol.

D’après la figure 12, on remarque la dominance de la végétation par rapport aux autres éléments du sol, surtout à la parcelle témoin et à l’ancien casier. Où la végétation dépasse les 43%. Alors que le nouveau casier marque une légère diminution, ça est dû au recouvrement important du sol nu enregistré en ce casier (44%) qui est en exploitation depuis 2009.

Alors que des recouvrements plus au moins importants en éléments grossiers, sont enregistrés à l’ancien et au témoin, ces affleurement montent en surface du sol, sous l’effet de l’entassement et de la réorganisation des couches de déchets et du sol après la fermeture des casiers, tandis que le témoin possède ses affleurements naturels sans intervention de l’homme. Les éléments grossiers sont constitués par les blocs, les cailloux et les graviers dont le diamètre est supérieur à 2 mm et proviennent soit de la décomposition de la roche mère, soit de l’amont.

Le taux la litière est faible en général, légèrement élevé au témoin qui possède une végétation importante.

Tableau 2 : Liste floristique

Genre –espèce	famille	Type biologique	Type biogéographique
<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae	Hé	Euras
<i>Lolium perenne .l</i>	Poaceae	Hé	Circumbor
<i>Calandula arvensis</i>	Astéraceae	Th	Sub- méd
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	Th	Euras
<i>Trifolium campestre</i>	Fabaceae	Hé	Paléo-temp
<i>Carum carvi .l</i>	Apiaceae	Hé	End
<i>Scolymus maculatus</i>	Asteraceae	Hé	Circum méd
<i>Cichorium intybus.l</i>	Astéraceae	Hé	Med
<i>Silybum marianum</i>	Astéraceae	Hé	Cosm
<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae	Th	Circumbor
<i>Taraxacum officinale</i>	Astéraceae	Hé	Eur
<i>Urtica dioica.l</i>	Urticaceae	Hé	Cosm
<i>Stellaria media.l</i>	Caryophyllaceae	Th	Euras
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	Th	Cosm
<i>Matricaria recutita L</i>	Astéraceae	Ge	Méd

2. Etude Qualitative

2.1. Diversité systématique

Dans le but de caractériser notre zone d'étude du point de vue diversité systématique, nous avons fait une comparaison entre les relevés phytoécologiques des trois stations échantillonnées.

D'après l'analyse des résultats obtenus(Figure14), nous avons recensé en général 15 espèces appartenant à 9 familles ;

- ✿ 6 Familles représentées par 10 espèces pour le nouveau casier.
- ✿ 8 Familles représentées par 13 espèces pour l'ancien casier.
- ✿ 7 Familles représentées par 12 espèces pour le milieu extérieur (témoin).

Figure 13 : Composition systématique des trois stations.

D'après la figure 13, dans les trois stations, on signale la dominante de la famille des Astéracées, ensuite la famille des Poaceae. Alors que les familles des Polygonaceae, et des Caryophyllaceae sont des familles rares ; signalées seulement à l'ancien casier.

Selon GOOD (1974), les Astéracées, les Poacées et les Fabacées ont une répartition presque cosmopolite ou sub-cosmopolite alors que l'importance des autres familles serait en fonction des conditions du milieu.

2.2. Diversité Biologique

Pour connaître la tendance des types biologiques dans notre station d'étude, nous avons réalisé les spectres biologiques bruts et réels pour les trois parcelles échantillonnées (ancien casier, nouveau casier et témoin)

2.2.1. Spectres biologiques bruts

Figure 14 : Spectres biologiques bruts des trois parcelles.

D'après la figure 14, les Hémicryptophytes dominent avec une très légère différence entre les trois casiers.

Pour le témoin ; les Hémicryptophytes occupent 75% de l'espace, suivies par les Thérophytes (25%),

Pour le nouveau casier ; les Hémicryptophytes colonisent 70% de l'espace, alors que le reste est occupé par les Thérophytes (30%).

Pour l'ancien casier, on remarque l'apparition des Géophytes avec une dominance de 7.69%, alors que les Hémicryptophytes (69.23%), et les Thérophytes (23.08%), occupent toujours la première et la deuxième position.

Les Hémicryptophytes préfèrent en général les milieux humides riches en matière organique, leur dominance est enregistrée dans les trois stations, ce qui est dû à la nature du substrat; et ce qui demande une analyse du sol.

La présence des Géophytes est marquée seulement dans l'ancien casier, leur présence augmente avec la pluviosité et le froid (MIMOUNI, 2014). Dans notre cas ça pourrait être due à l'âge et à l'ancienneté du casier, mais aussi à la nature du lixiviat.

2.2.2. Spectres biologiques réels

Ces spectres qui tiennent compte du recouvrement réel de chaque type biologique existant sur l'ensemble des relevés par rapport à l'effectif total de la flore de la parcelle d'étude (AÏSSIOU, 2009).

Figure 15: Spectres biologiques réels des trois parcelles.

La figure 15, révèle la forte contribution des Hémicryptophytes au tapis végétal, engendrée par le volume de famille des Astéraceae, qui occupent la plus grande part du sol. En deuxième position, viennent les Thérophytes ; qui ont signalé une légère augmentation au nouveau casier ; Cette thérophytisation est due essentiellement à la quantité d'eau disponible et retenue dans le sol surtout en saison de croissance; selon NEGRE (1966) ; DAGET (1980), la thérophytie est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques, ce qui est confirmé par la diminution de la tranche pluviale réenregistrée ces trois dernières années à Bouira. D'après les travaux de ORSHAN *et al.*, 1988; DANIN et ORSHAN, 1990; FLORET *et al.*, 1990; Il ressort que les Thérophytes parmi les éphémères qui marquent une bonne adaptation à la sécheresse.

Le recouvrement des géophytes est très faible dans l'ancien casier avec un pourcentage de 0.21%..

2.2.3. Spectres phytogéographiques

L'examen de la figure16, nous a donné la succession suivante :

- ✿ Ancien casier : Cosmopolite > Méditerranéen = Eurasiatique = Circumboréale > Paléotempépe = Endémique = Circumméditerranéen = Européen
- ✿ Nouveau casier : Eurasiatique = Circumboréale > Paléotempépe = Endémique = Circumméditerranéen = Méditerranéen = Cosmopolite
- ✿ Témoin : Eurasiatique = Circumboréale = Cosmopolite > Paléotempépe = Endémique = Circumméditerranéen = Méditerranéen = Européen

Figure 18: Spectre phytogéographique des trois stations.

Il ressort de l'analyse de la figure 18, une ressemblance entre le spectre biologique phytogéographiques du nouveau casier et du témoin qui sont dominés par l'élément nordique (Eurasiatique, Circumboréale) qui c'est introduit en Afrique du nord pendant de période humides plus anciennes que le quaternaries (MAIRE, 1928).

Alors que l'ancien casier est dominé par l'élément cosmopolite et l'ensemble méditerranéen.

3. Diversité alpha et bêta

3.1. Diversité alpha

Mesurer la diversité qui exprime le degré de complexité d'un écosystème, fondée sur l'usage d'indice de diversité dont la formulation est plus ou moins complexe (SEDJAR, 2012).

Nous avons choisi de calculer l'indice de diversité spécifique de SHANNON « H'i », l'indice d'équitabilité « E » et l'indice de similitude de SORENSEN.

✿ Indice de diversité spécifique de SHANNON « H'i » et d'équitabilité « E »

Dans e tableau 3, nous avons calculé l'indice de SHANNON et d'équitabilité « E » de nos parcelles d'étude

Tableau 3. Indices de diversité de SHANNON « H'i » et d'équitabilité « E » de trois stations

Paramètres de diversité	Nouveau casier	Ancien casier	Témoin
-------------------------	----------------	---------------	--------

VI. Résultats et discussion

Richesse Floristique	10	13	12
Indice de Shannon	1,47	1.59	1.52
Equitabilité	0,37	0,47	0.42

Il ressort de l'analyse du tableau 3, que les valeurs de l'indice de SHANNON sont très proches en général, avec une légère augmentation à l'ancien casier $H' = 1.59$, 1.52 au témoin et 1.47 au nouveau casier. Ces résultats nous ont permis de dire que l'indice de diversité (H') augmente avec la richesse spécifique (RAMADE, 1994 ; LACOSTE et SALALON, 1999). Ce qui est confirmé par l'indice d'équitabilité qui enregistre la valeur la plus élevée à l'ancien casier, il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (RAMADE, 1994). Ceci signifie que l'ancienneté et l'âge du casier à un effet positif sur la diversité spécifique, ce qui pourrait être expliqué par l'amélioration de la qualité du sol, qui s'enrichit sous l'effet de la dégradation des déchets.

3.2. Diversité bêta

✿ Indice de similitude de SORENSEN « IS »

Puisque il évalue la ressemblance entre deux relevés en établissant le rapport entre les espèces communes, l'indice de similitude permet de faire une comparaison entre deux sites.

L'indice de SORENSEN est une mesure très simple de la biodiversité bêta, variant de 0 (0%) quand il n'y a pas d'espèces communes entre les deux communautés, à la valeur 1 (100%) lorsque les mêmes espèces existent dans les deux communautés.

Nous avons fait une comparaison entre trois stations deux à deux. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Indice de SORENSEN des parcelles d'étude.

Stations	Nouveau casier -Témoin	Ancien casier-Témoin	Nouveau C-ancien C
Indice de similitude $2c / (a+b) \times 100$			

Selon le Tableau 4, l'indice de similitude de SORENSEN est très élevé entre le témoin et le nouveau, ce qui nous paraît logique par rapport à l'âge du nouveau casier (7ans), alors il marque une diminution en le comparant à un casier plus ancien (16ans) ; ce qui signifie il y a un changement de cortège floristique ; alors que cet indice marque 69.5% de similarité entre la flore de nouveau et de l'ancien casier 30.5% de la totalité des espèces inventoriées à l'ancien casier sont de nouvelles espèces adaptées à cet écosystème ; ce ci dénote une dynamique de

végétation importante et une similarité faible en diversité spécifique. Ces résultats pourraient être expliqués par le changement de la composition chimique du sol sous l'effet de décomposition des déchets.

4. Traitement statistique des données

4.1. Choix des axes à interpréter

L'analyse factorielle des correspondances permet de faire ressortir les facteurs écologiques qui influent sur les groupements végétaux de la zone d'étude : grâce à l'examen de cartes factorielles obtenues avec les premiers axes qui sont plus significatifs. Elle est basée sur les relevés et les espèces à fortes contributions relatives (CTR) et absolues (CTA).

Les cartes des figures (19 et 20), représentent des relevés dans les plans (1-2) et (2-3), montrent des nuages de points qui s'étalent selon l'axe1, 2, et 3.

5.2. Identification des groupements végétaux et leurs caractérisations écologiques et floristiques

La distinction des groupements végétaux et leur définition phytoécologique sont basées sur la composition floristique qui est variée en fonction de multiples historiques écologiques ou anthropozoïque (AIDOUD-LOUNIS, 1997).

30 relevés et 15 espèces ont été traités par une Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) basée sur l'Abondance-dominance de l'espèce dans le relevé, l'objectif principal est la recherche d'un sens écologique significatif à l'agencement des relevés. L'interprétation écologique de l'agencement en fonction de directions d'allongement privilégié du nuage permet de rechercher la signification écologique des axes factoriels correspondants.

Les cartes (figure 19 et 20) représentent des relevés dans les plans (1-2) et (2-3), montrent des nuages de points qui s'étalent selon l'axe1, 2, et 3.

4.2.1. Cartes factorielle des relevés

4.2.1.1. Caractérisation écologique et floristique des groupements

Selon le plan 1-2

Le plan factoriel (1-2) qu'illustre la figure 17, montre quatre groupements d'affinités écologiques voisines (OZENDA, 1982).

VI. Résultats et discussion

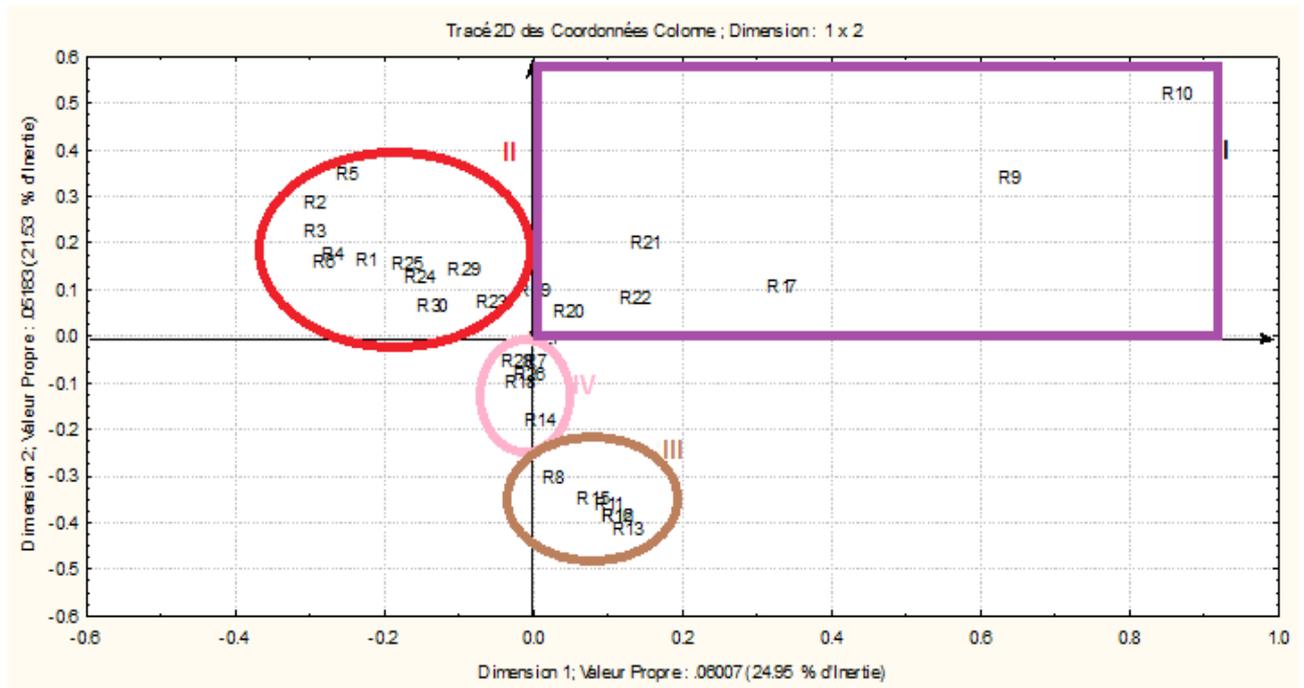


Figure17 : Carte factorielle des relevés selon le plan des axes 1-2

Tableau 5 : Répartition des groupements selon le plan des axes 1-2.

Groupement	N° de relevé
I	9.10.17.19.20.21.22.27
II	1.2.3.4.5.6.23.24.25.29.30
III	8.11.12.13.15.16
IV	14.7.18.26.29

L'utilisation du plan 1-2 (Figure 19) met en évidence quatre groupements :

Groupement I : regroupe des relevés effectués dans l'ancien casier et le témoin ; ces relevés sont caractérisés par un recouvrement et un nombre d'espèce faible.

Groupement II : regroupe des relevés effectués dans le nouveau casier et le témoin ; ces relevés sont caractérisés par un recouvrement et un nombre d'espèce important.

Groupement III : englobe des relevés effectués seulement dans l'ancien casier; caractérisés par un recouvrement très faible représenté par deux espèces en moyenne.

Groupement IV : englobe des relevés effectués dans les trois parcelles; caractérisés par un recouvrement et une richesse spécifique moyen.

Selon le plan 2-3

Le plan factoriel (2-3) qu'illustre la figure 18, montre trois groupements d'affinités écologiques voisines (OZENDA, 1982).

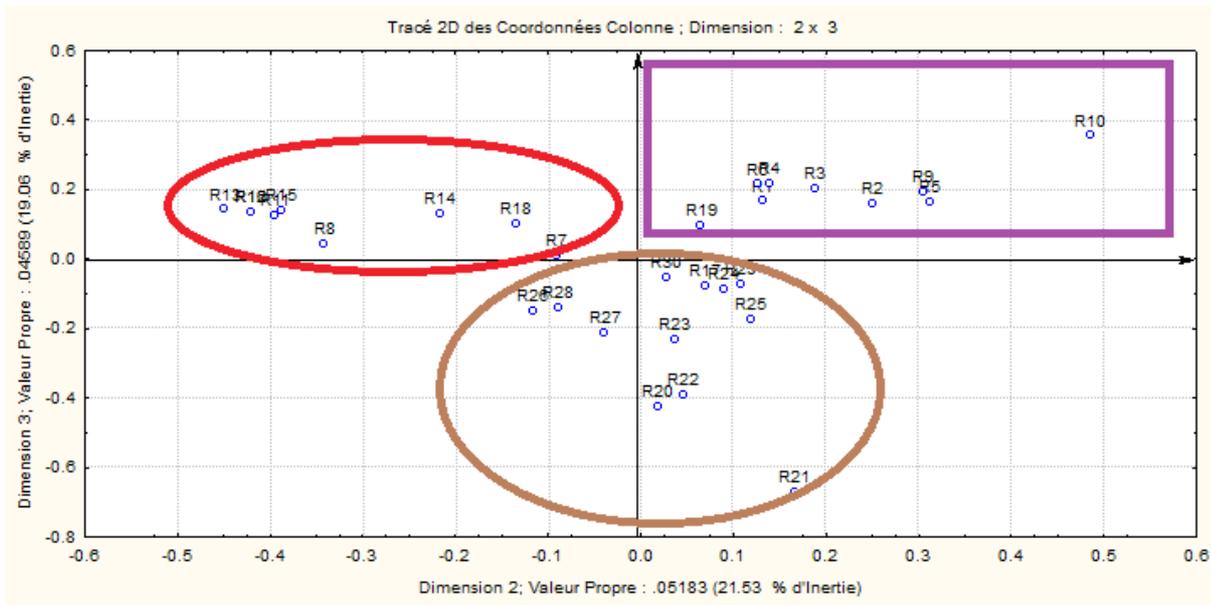


Figure18: Carte factorielle des relevés selon le plan des axes 2-3.

Tableau 6: Répartition des groupements selon le plan des axes 2-3.

Groupement	N° de relevé
I	1.2.3.4.5.6.9.10.19
II	7.8.11.12.13.14.15.16.18
III	17.20.21.22.23.24.25.26.27.28.29.30

L'utilisation du plan 2-3 (Figure 20) met en évidence trois groupements :

Groupement I : regroupe la majorité des relevés effectués dans le nouveau et quelques relèves de l'ancien casier.

Groupement II : regroupe la majorité des relevés effectués dans l'ancien casier.

Groupement III : englobe tous les relevés effectués dans le témoin.

4.2.1.2. Signification écologique des axes factoriels

Cette analyse nous a permis de faire ressortir les facteurs écologiques qui influent sur la répartition des groupements végétaux de la zone d'étude, ces facteurs sont représentés sous forme des axes.

L'analyse est effectuée sur les plans factoriels 1-2, et 2-3 qui révèlent une bonne structuration des données.

↳ Selon l'axe 1 s'opposent les groupes I et III (plan 1-2) ; « Côté positif », au groupes II ; « Côté négatif » ; donc on peut dire que l'axe 1 illustre la richesse en espèce qui reflète la fertilité du sol

VI. Résultats et discussion

↳ **Selon l'axe 2** s'opposent les groupes I, II « Côté positif » aux groupes III et IV « Côté négatif »; donc on déduit que l'axe 2 représente l'humidité du sol.

↳ **Selon l'axe 3** s'opposent les groupes I et II « Côté positif » au groupe III; donc on peut dire que l'axe 3 illustre l'âge et l'ancienneté du casier.

5. Etat de CET de Ras Bouira

Le CET de Ras Bouira est mal exploité, nous avons remarqué que les employés chargés du tri des déchets travaillent sans gants, ni masque. Ils ont droit à une seule tenue durant toute l'année, aussi le casier est presque complet dans une courte durée (7 ans) alors que la durée de vie moyenne de ce dernier est de 20 ans. Ce qui explique que le CET reçoit une grande quantité des déchets. Et on a remarqué aussi un manque de certains matériels, tels que le réseau de captage des biogaz ainsi que les moyens de traitement des lixiviats.

Conclusion

La filière traditionnelle d'élimination des déchets solides en Algérie est essentiellement la mise en décharge, la méthode la plus ancienne et la plus largement pratiquée du fait de son coût plus faible que celui des autres filières d'élimination.

Malheureusement même une décharge contrôlée de la qualité d'un CET de Ras Bouira a ses méfaits sur la nature, ainsi les risques que peut engendrer un CET sur la diversité floristique. A travers notre étude nous avons effectué une étude diagnostique du fonctionnement de CET du Ras Bouira, son impact sur la diversité floristique et en fin ont à proposent des solutions. Du point de vue climatique la région de Bouira a un étage bioclimatique sub humide à hiver frais.

Nous enregistrons actuellement pour la période 1996-2016 :

-Une diminution de la moyenne annuelle des précipitations, arrivant à 547.9 mm/an par rapport à la période de SELTZER qui a enregistré 634mm/an ; alors qu'une augmentation des températures moyennes annuelles est enregistrée 17,36°C par rapport à 15.7°C en période de SELTZER.

Ces changement provoquent un glissement de la période sèche, qui s'étale sur 5 mois (mai à octobre) pendant la période d'étude, mais qui s'étalait sur 4 mois et demi (mai à mi-octobre) en période de SELTZER.

L'étude qualitative de la végétation de CET de Ras Bouira à révélé que:

La zone d'étude compte 15 espèces, réparties sur 09 familles, une prédominance de 40% de la famille des Asteraceae suivie par la famille des Poacées 13.33%.

L'analyse floristique du CET de Ras Bouira montre

Les spectres biologiques bruts, soulignent l'importance des Hemicryptophytes, suivies par les thérophytes. Pour l'ensemble de la zone d'étude, la répartition des types biologiques suit le schéma : He > Th > Geo.

Les spectres biologiques réels, soulignent la plus forte contribution des Hemicryptophytes par rapport aux Thérophytes et aux Geophytes.

Tandis que, les spectres phytogéographiques, qui révèlent une prédominance de type biogéographique Cosmopolite suivis par les éléments: Eurasiatique, Circumboréale et Méditerranéen.

Alors que sur le plan quantitatif, le suivi de la diversité floristique par l'application des indices de végétation indique une variabilité importante de végétation dont 30.5% de la totalité des espèces inventoriées à l'ancien casier sont de nouvelles espèces adaptées à cet

Conclusion

écosystème dans le nouveau casier et une augmentation de la richesse floristique dans l'ancien casier avec 13 espèces.

Cet initiative mérite d'être complétée par une étude exhaustive, pour mieux comprendre l'effet des casiers des centres d'enfouissement sur la richesse floristique, qui doit être complétée par des analyses pédologiques.

Bibliographie

- Addou A., 2009.**Développement durable. Traitement des déchets. Valorisation .élimination .ellipses, marketing S.A. paris. 283p.
- Aina M P., 2006.** Expertises des centres d'enfouissement des déchets urbains dans les PED: contributions à l'élaboration d'un guide méthodologique et à sa validation expérimentale sur sites, Limoges. Thèse de Doctorat. Univ limoges.236p.
- Aïssiou F., 2009.**Etude diachronique de la végétation de Moudjbara (Wilaya de Djelfa). Thèse de magister. USTHB. Alger.78p.
- Akkouche S., 2011.** Incidence des facteurs climatiques sur la croissance spatio-temporelle des principales espèces fixatrices des dunes du reboisement de Djelfa : Essai de proposition d'un modèle de lutte contre la désertification. Thèse de Magister. USTHB. Alger. 108 p.
- Allout I., 2015.** Etude de la biodiversité floristique de la zone humide de Boukhmira Sidi Salem – El Bouni –Annaba.Thèse de Magister.Univ Annaba.224p.
- Ancer A., 2012.** Guide pratique pour l'utilisation des indices et coefficients climatologiques, office des publications universitaires. Alger .117p.
- Barbault R et Foucault A., 2010.** Changements climatiques et biodiversité. Imprim'vert, France.282p.
- Bennadir S et Fentiz S.,2013.** La gestion des déchets ménagers : cas d'étude du centre d'enfouissement technique de "Bamendil" Ouargla.Mémoire Master. Univ Ouargla.79p.
- Benzecri JP et Coll., 1973.** L'Analyse des données Tome 2 : l'analyse des correspondances. Paris 619p.
- Chadli A., 2015.**Isolement et caractérisation des bactéries biodégradantes d'hydrocarbures à partir du lixiviat du centre d'enfouissement technique d'Ain Temouchent. Thèse de Doctorat. Univ Oran.175p.
- Chehna, AB., 2005.**Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara Septentrional Algérien cas des régions de Ouargla et Ghardaia. Thèse de doctorat. Univ Annaba.178p.
- Couplan F et Styner E. 2009.** Les plantes sauvages, comestibles et toxiques, Delachaux et Niesté SA. Paris .415p .
- Daget Ph., 1980.**Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative (Cas des thérophytes). In : Barbault, R., Blandin, P. & Meyer, J.A. (eds), Recherches d'écologie théorique : les stratégies adaptatives, pp. 89-114.Maloine, Paris.

Références bibliographiques

- Danin A et Orshan G., 1990.**The distribution of Raunkiaer life in relation to the environment.
Journal of végétation Science 1:41-48.
- Djemaci B., 2012.** La gestion des déchets municipaux en Algérie :
Analyse prospective et éléments d'efficacité. Thèse de doctorat. Univ Rouen.392p.
- Fleischhauer J et Spiegelberger R., 2012.** Plantes sauvages comestibles. Ulmer, 247p
- Floret C, Galan M.J, Le Floc'h E, Orshan G et Romane F., 1990.**Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. J. Veg. Sci. 1: 71-80.
- Gordo B., 2014.** Contribution à l'analyse phytoécologique de la région d'Ain Sefra(Naama).
Mémoire Magister. Univ Oran .100p
- Gounot M., 1969.**Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed ; MASSON et Cie, Paris.
314 p.
- Ingrid P., 2014.** Guide photo de la flore méditerranée, Delachaux et Niesté. Paris .317p.
Jean M., 2005.Aide mémoire gestion des déchets, dunod, France. 263p.
- Kerroum Z., 2014.** Contribution à l'Etude phytoécologique des groupements à matorrals de BOURICHE (Daïra de Youb-Wilaya de Saida). Mémoire de Master. Univ Saïda.87p.
- Kihal M., 2015.** Contribution à l'étude de décharge de Saf Saf (Tlemcen). Thèse de master. Univ Tlemcen.57p.
- Lacoste A. et Salanon R., 1999.**Eléments de biogéographie et d'écologie. 2ème éd.Nathan, Paris, 318p.
- Maire R., 1926.** Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie (Notice). Gouv. Gén. Alg. Serv. Cart., Alger: 78p.
- Medafer F et Khemissi R., 2014.** Caractérisation et choix d'une filière de traitement des déchets ménagers et assimilés de la ville d'Oran (Région Ouest).Mémoire de Master.Univ Oran.125p
- Mezouari-Sandjakdine F., 2011.** Conception et exploitation des centres de stockage des déchets en Algérie et limitation des impacts environnementaux, thèse de doctorat .Univ de Limoges.257p.
- Mimouni A., 2014.** Evaluation de la richesse floristique de différents projets de fixation des dunes au niveau de la région de Laghouat.Thèse de Magister.Univ Laghouat.72p.
- Ouchiha D et Ahmidatou I., 2016.** Impact de centre d'enfouissement technique de Corso sur la diversité floristique. Mémoire de Master .Univ Boumerdes.48p.
- Ozenda P., 1977.** Flore du Sahara. 2ème Ed ; CNRS. Paris. 622 p.

Références bibliographiques

- Quezel P et Santa S., 1962.**Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.CNRS Paris. 1170p.
- Ramade F., 1994.**Eléments d'écologie : écologie fondamentale. 3ème éd. Dunod, Paris, 690p.
- Raunkiaer C., 1934.**The life from of plants and their bearing on geography. Collected. papers. Clarendon. Press. Oxford. 632p.
- Seltzer P., 1946.** Le climat de l'Algérie. Alger, Tra. Ins. Météo. Phys. Gl.219 p.
- Tristan T., 2013.** Les déchets collectés. Traitement. Tri. Recyclage .dunod, paris, 214p.

Annexes





