

Caractéristiques physicochimiques du sol

La valeur moyenne de chaque analyse correspondante a été calculée suite à trois répétitions effectuées. Les résultats obtenus sont regroupés dans les tableaux (13-19) et représentés par les figures 33-39.

- **L'acidité du sol** : les valeurs des pH enregistrés au niveau des 3 dépôts figurent dans le tableau 13

Tableau 13 : Variation du pH des sols dans les 3 dépôts de la décharge non contrôlée de Kef Oum Teboul

pH	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Dépôt 1	6,85	7,37	7,163	0,151
Dépôt 2	6,92	7,66	7,373	0,265
Dépôt 3	6	7,21	6,813	0,387

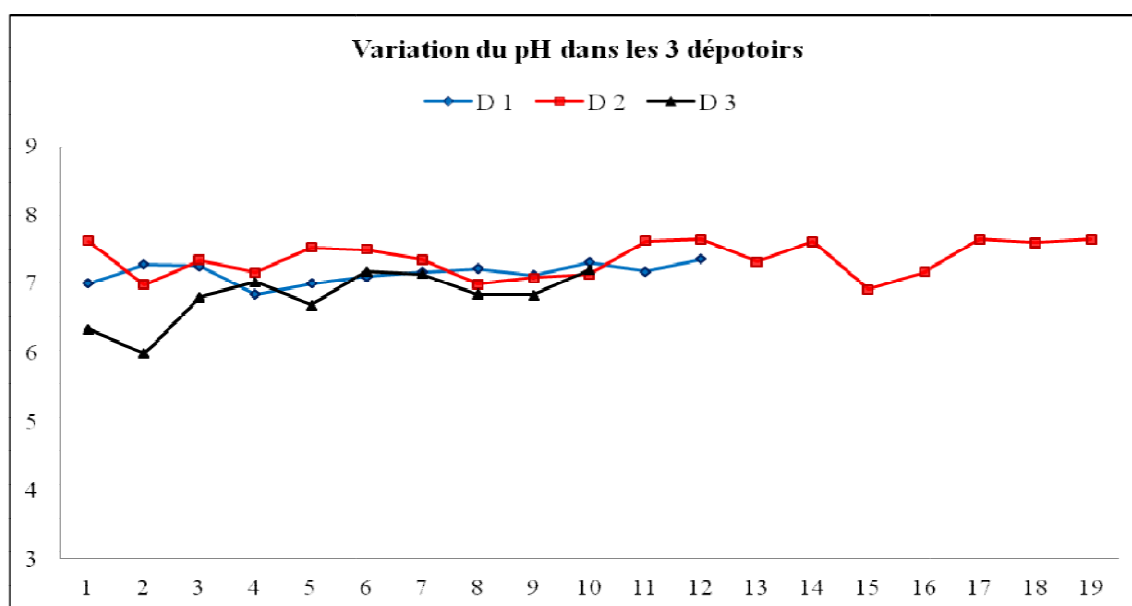


Figure 33. Distribution des valeurs du pH au niveau des 3 dépôts

Les valeurs des pH enregistrées au niveau des 3 dépôts démontrent une légère variation entre les points prélevés, les dépôts 1 et 2 marquent des pH neutres, tandis que le dépôt 3 marque des pH neutres à légèrement acides avec une valeur minimal de 6 enregistrées au niveau de ce dépôt (tableau 13), ce caractère est commun pour les décharges ménagères.

- **La conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)** : les valeurs de la conductivité électrique des sols enregistrés au niveau des 3 dépotoirs figurent dans le tableau 14

Tableau 14 : Variation de la conductivité électrique des sols dans les 3 dépôts de la décharge non contrôlée de Kef Oum Teboul

CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Dépôt 1	64	378,67	175,397	77,461
Dépôt 2	132,67	2053,33	655,8	498,1
Dépôt 3	57,33	243,67	164,8	55,613

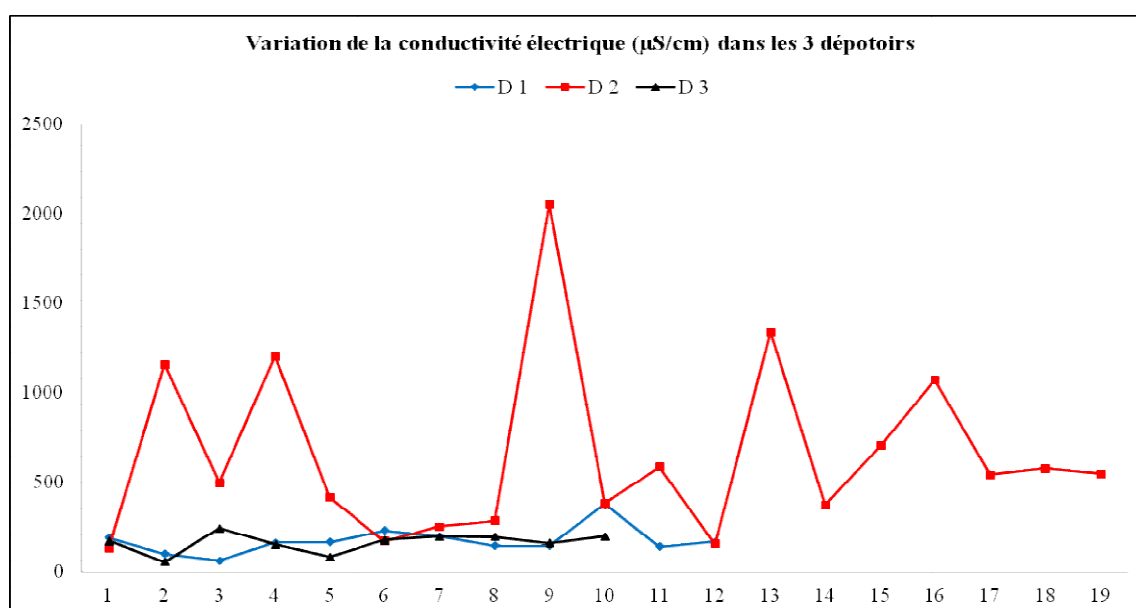


Figure 34. Distribution des valeurs de la conductivité électrique au niveau des 3 dépôts

Selon la figure 34, une nette variation de valeurs enregistrées de la conductivité électrique entre le dépôt 2 et les dépôts (1 et 3), les sols du dépôt 2 ont une conductivité très élevée avec un maximum de 2053,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ présentant ainsi un sol salé, cela peut être due aux ions libérer des déchets, pour les dépôts 1 et 3 la distribution des valeurs est similaire, elle varie entre (57,33 et 64 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et (243,67 et 378,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$) respectivement pour les dépôts 3 et 1 (tableau 14).

- **L'humidité des sols (%)** : les valeurs de l'humidité des sols enregistrés au niveau des 3 dépotoirs figurent dans le tableau 15

Tableau 15 : Variation de l'humidité des sols dans les 3 dépôts de la décharge non contrôlée de Kef Oum Teboul

H%	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Dépôt 1	0,950	6,590	4,14	1,643
Dépôt 2	0,570	5,920	2,53	1,379
Dépôt 3	0,520	2,730	1,3	0,600

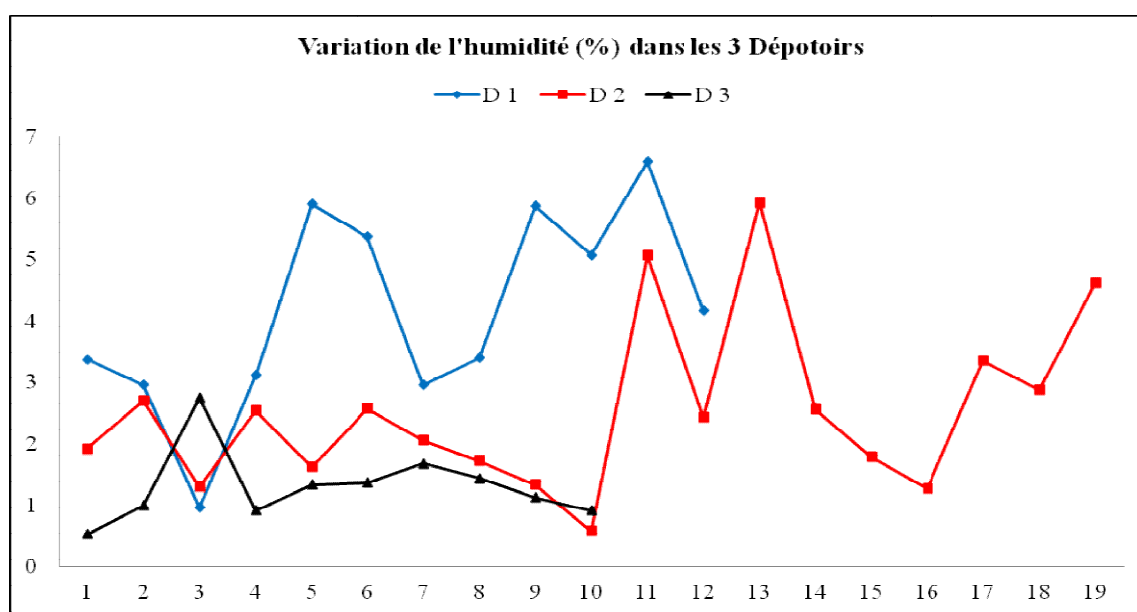


Figure 35. Distribution des valeurs de l'humidité au niveau des 3 dépôts

La figure 35 illustre la variation de l'humidité du sol dans les 3 dépôts de la décharge non contrôlée, les moyennes enregistrées varient entre 1,3 % au niveau du dépôt 3 et 4,14 % au niveau du dépôt 1, cette variation peut être interpréter par les caractères physique de la roche.

- **La matière organique sols (%)** : les valeurs de la matière organique des sols enregistrés au niveau des 3 dépotoirs figurent dans le tableau 16

Tableau 16 : Variation de la matière organique des sols dans les 3 dépôts de la décharge non contrôlée de Kef Oum Teboul

MO%	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Dépôt 1	7,07	30,69	16,98	6,434
Dépôt 2	1,7	21,31	9,93	4,582
Dépôt 3	2,98	10,89	6,91	2,395

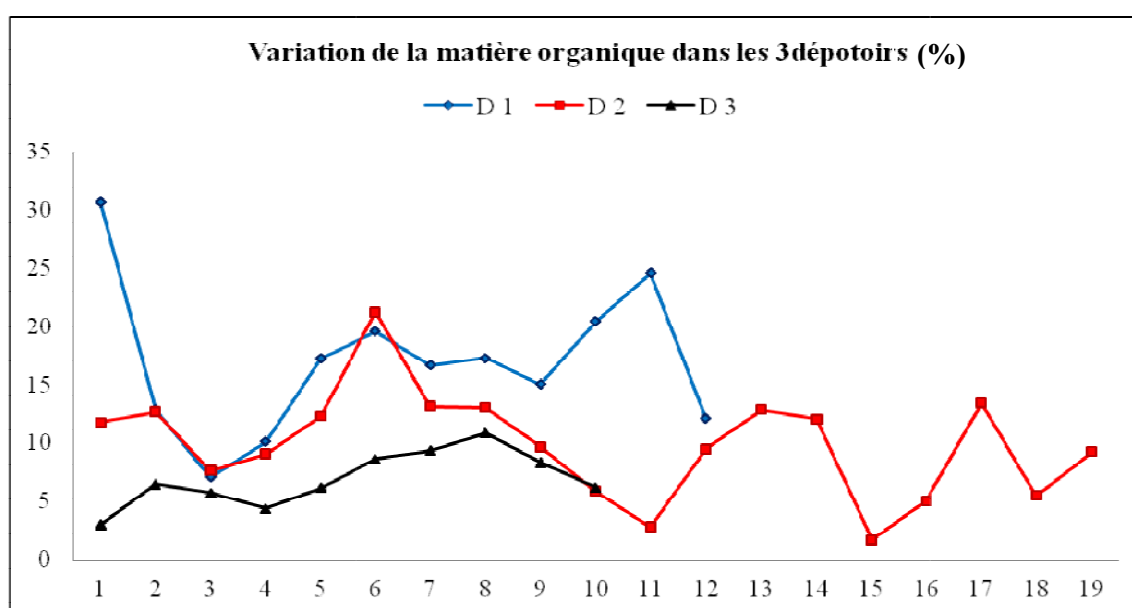


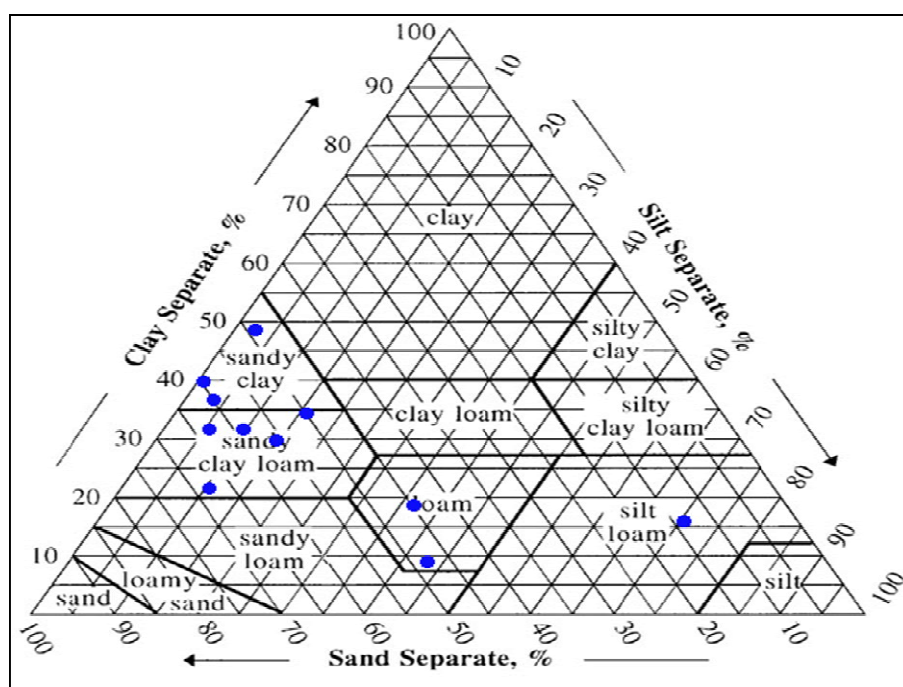
Figure 36. Distribution des valeurs de la matière organique au niveau des 3 dépôts

D'une façon générale, les teneurs en matière organique au niveau de la décharge sont très importantes, elles varient entre un minimum de 1,7 % enregistré au niveau du dépôt 2 et un maximum de 30,69 % au niveau du dépôt 1 (tableau 16). Ces fortes teneurs peuvent avoir parvenir des déchets ménagers très riches en matière organique qui sont repérées au niveau de la décharge.

- **La granulométrie des sols (%)** : les valeurs de la granulométrie des sols enregistrés au niveau du 1^{er} dépôt figurent dans le tableau 17

Tableau 17 : Analyse granulométrique des sols du 1^{er} dépôt

Dépôt 1	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Argile	8,4	61,6	30,73	15,429
Limons	0,4	67,6	17,76	18,407
Sable	14,83	69,21	54,57	14,676



Clay : Argile ; Loam : Limon ; Sand : Sable.

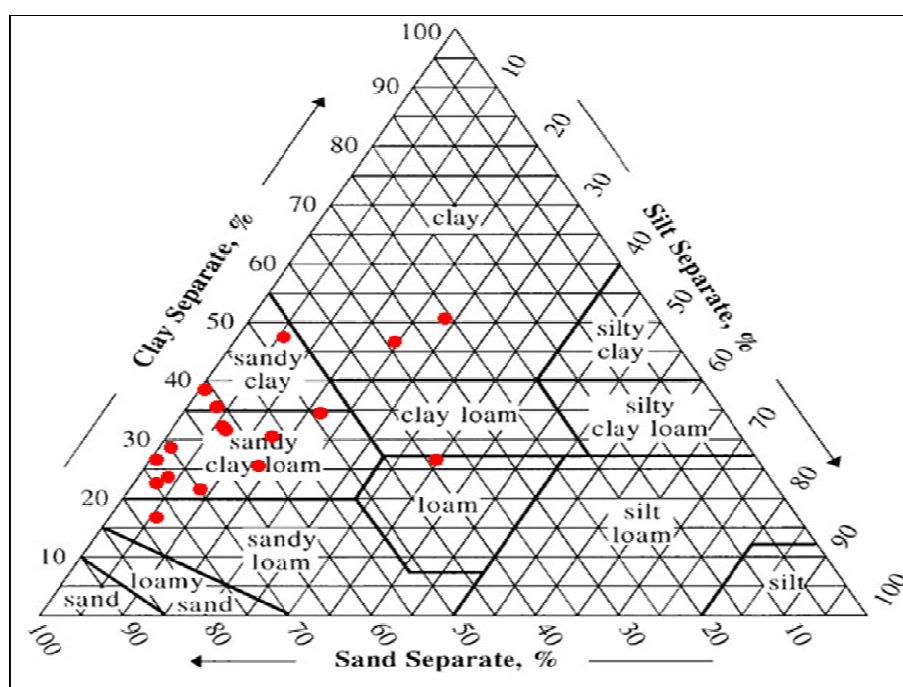
Figure 37. Triangle textural des sols au niveau du dépôt 1

L'analyse granulométrique des points de prélèvements effectués au niveau du dépôt 1 fait montrer la dominance des sables avec une moyenne de 54,57% suivi par les argiles avec 30,73 %, tandis que les limons ne représentent que 17,76%, ce qui fait ressortir que les classes « limon argilo-sableuse » et « argilo-sableuse » sont les plus abondantes, représentant ainsi un sol sableux perméable.

- **La granulométrie des sols (%)** : les valeurs de la granulométrie des sols enregistrés au niveau du 2ème dépôt figurent dans le tableau 18

Tableau 18 : Analyse granulométrique des sols du 2^{ème} dépôt

Dépôt 2	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Argile	22,4	65,2	35,32	11,812
Limons	0,8	37,6	13,64	10,742
Sable	27,99	76,65	59,753	14,557



Clay : Argile ; Loam : Limon ; Sand : Sable.

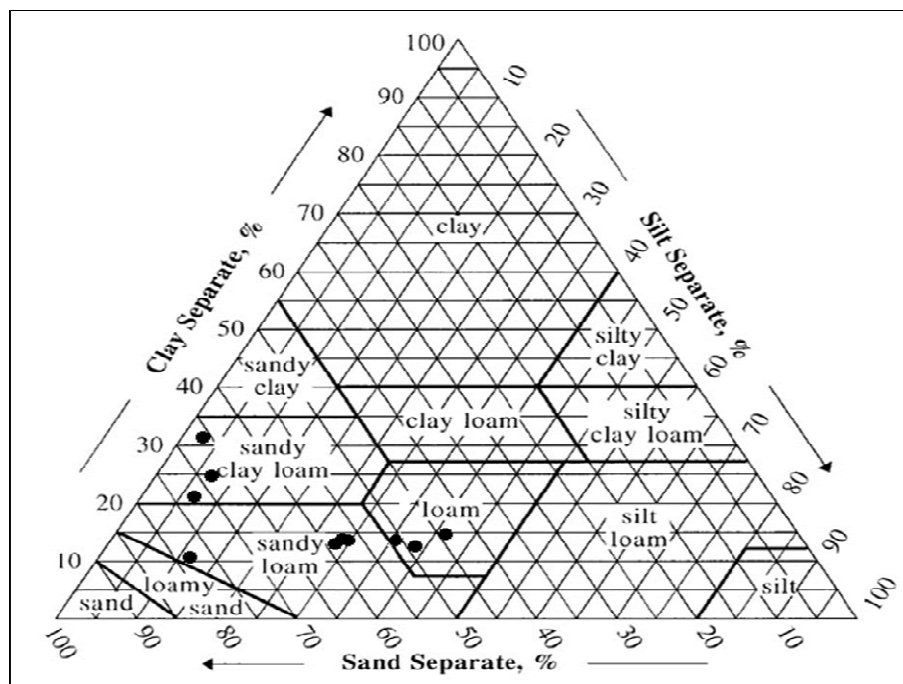
Figure 38. Triangle textural des sols au niveau du dépôt 2

La figure 38 démontre que la plus part des points analysés sont localisés au niveau de la classe texturale « limon argilo-sableuse », avec une dominance nette des sables qui présentent un maximum de 76,65% au niveau de tous les points (tableau 18).

- **La granulométrie des sols (%)** : les valeurs de la granulométrie des sols enregistrés au niveau du 3^{ème} dépôt figurent dans le tableau 19

Tableau 19 : Analyse granulométrique des sols du 3^{ème} dépôt

Dépôt 3	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Argile	12	32	20,2	8,308
Limons	6	40,8	25,12	14,672
Sable	45,24	79,27	60,34	11,626



Clay : Argile ; Loam : Limon ; Sand : Sable.

Figure 39. Triangle textural des sols au niveau du dépôt 3

Le dépôt 3 présente une variation des classes texturales des points prélevés, avec une dominance des sables suivi par une progression des limons, enregistrons tous les deux des moyennes de 60,34 et 25,12% respectivement, quant aux argiles la moyenne des points prélevés est de l'ordre de 20,2%.

IV-4. Discussion

Les résultats obtenus montrent des interactions négatives entre le point de rejet et son environnement.

Le diagnostic effectué nous permet de déterminer l'état du potentiel d'impact des déchets sur l'environnement propre à la décharge, ainsi que sur la santé humaine. Nous diagnostiquons un aspect agressif par rapport à l'environnement de la décharge, car elle est implantée dans un milieu naturel (forêt), ce qui provoque évidemment sa dégradation par les rejets continus **(Belevi & Baccin, 1989)**.

La décharge est située sur une pente et sur un substrat perméable. Cela favorise l'infiltration et le transfert des polluants (lixiviats) vers le sous-sol ; mais également en aval de la décharge par le drainage et les écoulements des eaux pluviales surtout en périodes humides **(Syed, 2012)**.

Ces infiltrations contribuent à la contamination de la nappe et peuvent provoquer l'intoxication des riverains.

L'absence de système de clôture et de gardiennage ainsi que l'accessibilité facile au site de la décharge favorisent la présence des animaux errants non contrôlés et domestiques qui se nourrissent des déchets. Elle attire également des récupérateurs qui fouillent dans la décharge cherchant tout ce qui est valorisable en s'exposant à un grand risque sanitaire. Cela est l'apanage des décharges non contrôlées dans les pays en développement **(Mehdi et al., 2007)**.

Les déchets présents dans la décharge contiennent des micro-organismes susceptibles d'avoir de nombreux effets néfastes sur la santé de ces personnes, suite à une exposition directe (voie cutanée), ou par inhalation des poussières (voie respiratoire) **(Kasuku et al., 2016)**.

Les objets pointus ou tranchants peuvent être aussi la cause de blessures et de transmission des maladies.

L'incinération non contrôlée des ordures présente une source majeure de pollution particulière qui affecte l'air, l'eau et les sols via les vapeurs, fumées, particules, cendres et résidus **(El-Fadel et al., 1997)**. Elle constitue également une source de gêne (fumée, retombées de suies et cendres volantes) pour le voisinage représenté essentiellement par les villageois habitant dans la partie aval de la décharge, en aggravant les problèmes de santé (respiratoires et cutanés).

En effet, la combustion de déchets libère dans l'atmosphère des oxydes de carbone, de l'azote, du dioxyde de soufre, des acides, des poussières, ces effluents gazeux sont néfastes pour la santé humaine et considérés comme des gaz cancérogènes, qui provoquent des problèmes rénaux **(IARC, 1982 & 1990)**.

Elles peuvent être à l'origine des affections respiratoires et des troubles associés : les cas de bronchites chroniques, insuffisances respiratoires, toux, etc. Les plaintes d'oppression thoracique sont souvent associées à l'exposition respiratoire à des poussières organiques.

Des odeurs nauséabondes dues à la décomposition des cadavres d'animaux aperçus dans la décharge, des nuées de mouches et des sacs en plastique tourbillonnants caractérisent la décharge.

À partir de ces résultats, on peut avancer que l'impact de la décharge sur la faune et la flore est très important. En revanche, la distance entre la décharge et les agglomérations urbaines est grande, ce qui traduit un faible impact sur les populations riveraines.

Les analyses du sol montrent un pH neutre au niveau de tous les dépotoirs de la décharge. Il devient légèrement acide au niveau du dépotoir 3. Selon le rapport rédigé à la demande des ministères respectivement chargés de l'environnement et de la santé française en 2004, les décharges ayant un pH qui varie entre 6,5 et 7,5 indiquent que l'âge de la décharge se situe entre 5 et 10 ans (**Mejraoua & Zine, 2017**). Ainsi, la décharge non contrôlée de Kef Oum Teboul est jeune et elle n'est pas encore stable.

L'évaluation de la conductivité électrique des sols de la décharge présente de fortes valeurs avec une distribution inégale. Le dépotoir 2 présente la moyenne maximale avec 655,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tandis que les dépotoirs 1 et 3 présentent les valeurs minimales avec respectivement 175,39 et 164,8 ms. Ces fortes valeurs enregistrées peuvent être dues à la teneur élevée en sels solubles contenus dans les ordures ménagères et libéré dans les lixiviats.

Les moyennes de l'humidité des sols de la décharge sont assez faibles, comprises entre 1,29 et 4,14 %. Le dépotoir 1 enregistre la valeur la plus élevée (4,14 %) tandis que le dépotoir 3 enregistre le plus faible taux (1,29 %). Cela est lié aux caractéristiques physiques du sol qui retient peu d'eau.

La teneur en matière organique des sols de la décharge est élevée avec une variation similaire à celle de l'humidité. Elle oscille entre 6,9 et presque 17 %. Le taux le plus élevé est enregistré au niveau du dépotoir 3.

La forte teneur en matière organique peut être due principalement aux apports de la fraction organique des déchets ménagers.

La caractérisation des déchets présents contribue à une compréhension des caractéristiques de la décharge. Ce qui permettra aux décideurs politiques et administratifs locaux et régionaux de prendre les mesures appropriées concernant cette décharge.

Du point de vue composition des déchets, la figure 32 montre une dominance du métal et du plastique avec des taux respectifs de 30 et 29 %. Ils constituent à eux seuls 59 % des déchets.

La fraction métallique présente la portion la plus élevée, il s'agit principalement des ordures ménagères telles que des appareils ménagers jetés par les citoyens, déchets d'emballages métalliques (boîtes de conserve), des aérosols, des canettes (ou boîte de boisson), des pièces issues des véhicules usagers contenant des substances toxiques pour l'environnement. Leur mise en décharge constitue une source d'enrichissement du sol par les métaux lourds considérés comme contaminant pour le sol et l'eau.

L'absence des systèmes de tri, de récupération et de recyclage permet leurs accumulations et leurs dégradations sur place.

Le plastique représenté essentiellement par des anciens sachets d'emballage dispersés à la surface des dépôts et/ou enfouis dans le sol. Cette accumulation est due principalement à la faible dégradabilité du plastique (**Hester & Harrison, 2011**). Selon la référence (**USEPA, 2011**), le plastique constitue environ 12 % des déchets solides municipaux, comparativement à moins de 1 % dans les années 1960.

Ces déchets sont jetés directement à l'état brut sans trier ni recycler, qui seront par la suite charriés le long du ruisseau, dégradant encore plus l'environnement.

Les déchets plastiques représentent un gisement considérable de ressources renouvelables, selon les services de MATE : sur plus de deux millions de tonnes d'emballage plastique produit en Algérie, seulement 4 000 tonnes sont récupérées (soit 0,0002 %). Le troisième composant des déchets de la décharge non contrôlée de Kef Oum Teboul est représenté par les déchets fermentescibles (autre appellation des déchets organiques) avec 14 %. Ils sont issus principalement des ordures ménagères ou de résidus agroalimentaires, connus par leur biodégradabilité. En effet, la décomposition anaérobie (en absence d'oxygène) de ces déchets génère du biogaz (un mélange de gaz carbonique et de méthane), un puissant gaz à effet de serre (GES) qui contribue fortement au réchauffement climatique (**Christensen et al., 1996, West et al., 1998**). La production des gaz de la décharge est à l'origine d'importantes nuisances qui sont parfois très graves pour la santé et pour l'environnement.

Les principaux dangers sont liés à la pollution de l'eau et du sol, à l'influence sur le climat global et aux nuisances (odeurs, asphyxie, incendie et explosion (**Lisk, 1991 ; Brosseau & Heitz, 1994 ; Ademe, 2001**), ainsi que la présence de composés organovolatiles toxiques au niveau de ces biogaz responsables des maladies (cancer des poumons et de la peau) et parfois même la mort (**Chassagnac, 2005**).

En revanche, ces déchets présentent un fort potentiel de récupération en termes d'alimentation animale ou de compost, le compostage apporte de nombreux bénéfices, il permet de réduire les émissions de méthane liées à la décomposition aérobie des déchets organiques et constitue

une alternative aux engrais issus de la pétrochimie et particulièrement émetteurs de protoxyde d'azote (N₂O), le compostage permet de stocker le CO₂ organique des biodéchets dans le sol, ce qui représente une réduction additionnelle de GES (He *et al.*, 1992 ; Chen & Inbar, 1993 ; Adani *et al.*, 1995).

Le textile et le verre présentent des proportions plus faibles avec respectivement 10 et 7 %.

Le textile est représenté par des vêtements usagés, tissus en fin de vie, chiffons usagés, déchets textiles d'emballages, linges provenant majoritairement des ménages, qui sont dans la majorité des cas réutilisables ou recyclables.

Le verre, constitué essentiellement par des déchets de bâtisses issus des chantiers de démolition, les pare-brise des véhicules, les écrans d'ordinateurs, déchets de soins à risques infectieux (verrerie médicale), etc., représente 7 % des ordures. Ces verres sont un risque pour les récupérateurs et les animaux au sein de la décharge, comme ils peuvent être à l'origine d'incendies de forêts.

Les déchets de construction constituent uniquement 5 % de la composition totale des déchets, ce sont majoritairement des déchets inertes qui peuvent être recyclés essentiellement sous forme de remblais.

Le taux du papier formé essentiellement de cartons d'emballage et de journaux, considéré comme un déchet banal, ne dépasse pas 3 % nonobstant la présence d'une filiale de récupération.

D'une manière générale, ces déchets ménagers peuvent être considérés comme source de matières premières secondaires. Ils peuvent être récupérés et réintroduits dans la chaîne de production afin d'améliorer l'activité économique et réduire l'impact sur l'environnement.

IV-5. Conclusion

Le diagnostic simplifié de la décharge non contrôlée de Kef Oum Teboul nous a permis de déterminer les menaces environnementales réelles dues à l'emplacement de la décharge, d'une part, et par les déchets jetés, d'autre part. Les résultats obtenus indiquent une grande pollution environnementale. Nous diagnostiquons un emplacement de la décharge dans un milieu naturel sans aucune étude préalable, sur un sol qui est perméable favorisant la percolation et l'infiltration des lixiviats vers le sous-sol de même vers la nappe. La géomorphologie du site et la pente abrupte favorisent le drainage et l'écoulement des déchets vers l'aval augmentant ainsi le risque de transfert des polluants vers le lac Tonga surtout pendant les périodes pluviales.

Le déversement des déchets à ciel ouvert est incontrôlé et inadéquat. L'analyse des déchets a montré que le plastique et le métal présentent les fractions les plus élevées dans la décharge, ce qui présente un risque réel de contamination du sol et de la végétation environnante. Les conditions d'exploitation des déchets se limitent à l'élimination incontrôlée (brûlage des déchets en plein air) qui peut avoir des effets négatifs sur l'environnement.

Les composants abiotiques et biotiques les plus affectés par l'état de cette décharge sont principalement le sol, la végétation, les eaux souterraines et de surface, l'atmosphère et la santé publique. Ces résultats peuvent être utilisés comme un outil de base pour mettre un plan de gestion approprié, d'amélioration et d'exploitation de la décharge pour réduire son impact sur l'environnement. Nous jugeons nécessaire une étude détaillée et plus poussée pour évaluer le degré de la contamination des sols, de la végétation et de l'eau, ainsi que celle de l'atmosphère.