

## **L'apport du SIG dans la Gestion des Déchets**

### **Modélisation Multi-critères d'aptitude des Sols à l'implantation des Centres d'Enfouissement Technique (CET) dans la wilaya de Constantine**

**Ahmed Alliouche<sup>1</sup>, Foued Bouaicha<sup>2</sup>, Yacine Kouba<sup>3</sup>, Toufik Ferhad<sup>4</sup>, Soulef Boufris<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Département des Sciences Géographiques et Topographiques, Université Frères Mentouri, Constantine.

<sup>2</sup>Laboratoire des Sciences du Territoire, Ressources Naturelles et Environnement, Constantine.

<sup>3</sup>Centre de Recherche en Aménagement du Territoire, Constantine.

<sup>4</sup>Département de Biologie Appliquée, Université Frères Mentouri, Constantine.

<sup>5</sup>Département de Géographie et d'Aménagement de Territoire, Université Larbi Ben Mhidi, Oum el Bouaghi.

<sup>6</sup>Département d'Aménagement de Territoire, Université Frères Mentouri, Constantine.

#### **Résumé**

La gestion des déchets est devenue une préoccupation pour les grandes villes, compte tenu de son développement continu, à la fois en termes de croissance démographique, d'urbanisation et de diversification des activités économiques, qui ont toutes contribué à augmenter la quantité de déchets.

Constantine est l'une des villes qui souffrent de ce problème pour plusieurs raisons, la principale étant l'insuffisance des centres d'enfouissement technique.

Ces derniers ; ils ont rendu la gestion des déchets difficile, pour cela il est nécessaire d'utiliser d'autres techniques pouvant participer à trouver des solutions efficaces, telles que l'utilisation de technologie SIG couplé par la méthode d'analyse multi-critères (Modélisation) pour localiser les sites géographiques appropriés pour l'emplacement des centres d'enfouissement technique dans la wilaya de Constantine.

**Mots-clés :** SIG - Gestion des Déchets - Centre d'Enfouissement Technique - Constantine.

## **I. Introduction :**

Aujourd'hui ; l'environnement est l'un des sujets les plus importants de l'époque moderne, une des questions les plus importantes auxquelles de nombreux chercheurs et économistes ont à l'esprit en ce qui concerne la relation entre l'homme et sa nature et comment cette relation peut se poursuivre, en particulier avec l'apparition de signes de grands dangers auxquels la Terre et ses habitants pourraient être confrontés dans un avenir proche (seraye, omeaad, 2011-2012, p. 1).

La ville comme un organisme bâtis elle doit respirer, se nourrir et se développer afin de satisfaire les cinq besoins de l'être humain (habiter, se déplacer, travailler, se cultiver et se détendre). Parallèlement elle doit avoir un bon système digestif pour éliminer les restes venant des activités quotidiennes (commerce, déplacement, construction, démolition, tout type de travail, consommations des produits alimentaires, activités industrielles etc....) ces restes sous forme des déchets (Chabane dit chibane Aziz, 2015-2016, p. 2).

Ces dernières années, la question des déchets devient alarmante aussi bien dans les pays développés que dans les pays en voie de développement. En effet, l'augmentation du volume des déchets pose de sérieux problèmes dans les zones urbaines. La croissance démographique, l'amélioration du niveau de revenu par tête et du niveau de l'activité économique, ont eu pour conséquence d'augmenter la production des déchets. Cette grande production des déchets constitue une menace pour la qualité de l'environnement, du cadre de vie, et leurs impacts sur la santé humaine et environnementale, le problème de la gestion des déchets devient le souci majeur des collectivités.

L'Algérie considéré comme un pays en voie de développement a réalisé beaucoup de progrès dans ce domaine, mais reste loin des mécanismes de développement que connaît le secteur de la gestion des déchets dans les pays développés, l'adoption des concepts réussis dans certains pays et l'adapter au contexte d'Algérie n'a pas entraîné beaucoup d'évolution du secteur et n'a pas pu corriger les différents problèmes dont souffrent les villes. En effet la gestion des déchets demeure problématique pour toutes les collectivités, souvent on assiste à une analyse réductionniste de maladies liées aux déchets ménagers.

Dans la métropole Constantine, la production de déchets ne cesse de s'amplifier suite à la croissance de la population, au développement économique et à une urbanisation rapide (villes nouvelles) qui affecte sensiblement l'environnement et engendre des maladies et des problèmes liés surtout à la mauvaise gestion des déchets ménagers.

De plus ; le problème de la gestion des déchets devient le souci majeur des collectivités ; Pour cela que nous voulons étudier où et comment les SIG peuvent contribuer dans la gestion des déchets ménagers dans la wilaya de Constantine.

## **II. Matériel et Méthode :**

### **2.1- Géographique, géomorphologique et géologique de la zone d'étude :**

La wilaya de Constantine est située au nord-est de l'Algérie, à environ 430 km à l'est de la capitale Alger, elle est limitée au Nord et au Sud respectivement par les Latitudes  $36^{\circ}75'N$  et  $36^{\circ}5'N$ , quant à l'Est et à l'Ouest par les Longitudes  $7^{\circ}E$  et  $6^{\circ}25'E$  (Figure 01).

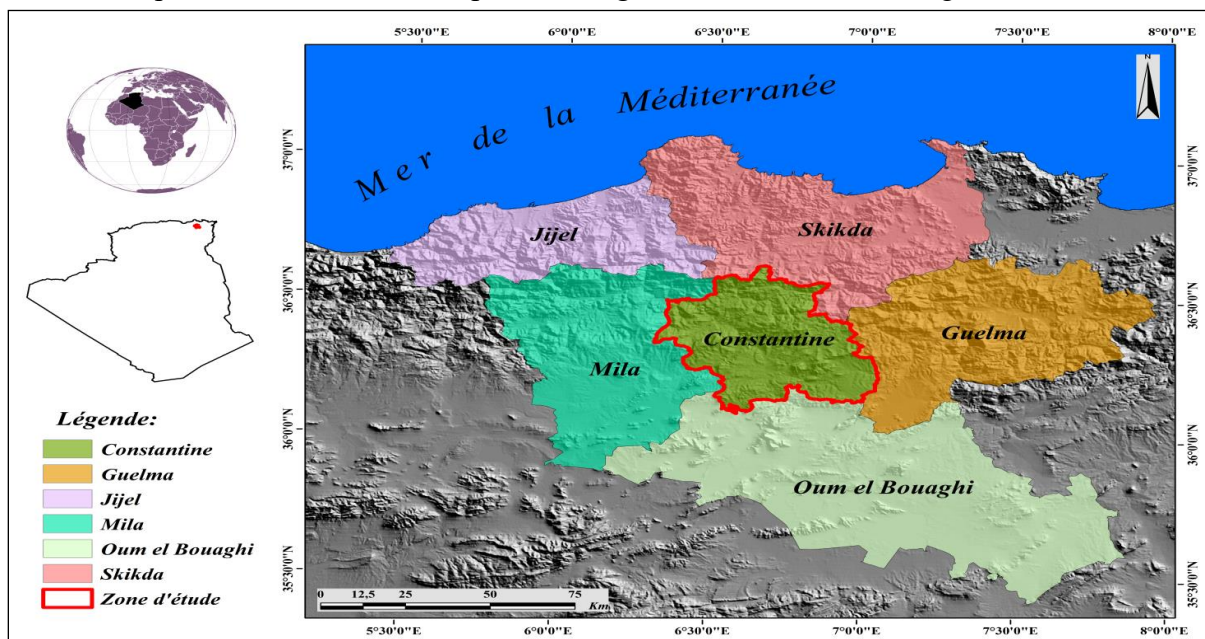


Figure 01 : La localisation administrative de la Wilaya de Constantine.

La wilaya de Constantine se caractérise par une importante économie, infrastructures scientifiques et culturelles ainsi qu'une forte densité de population (2.374 habitants/km<sup>2</sup>) (RGPH 2008).

Géo-morphologiquement, la région de Constantine appartient à la zone montagneuse nord-est de l'Atlas Tellien, qui est caractérisé par un relief contrasté où se mêlent montagnes, plateaux, collines et plaines fluviales. La wilaya de Constantine compte une superficie de 2297,2 Km<sup>2</sup> et l'altitude varie de 300 à 1000 m et décroît du nord-est au sud-ouest, le réseau hydrographique est représenté par deux rivières principales (Rhumel et Boumerzoug) avec un débit permanent qui associés au Mellah, Megharouel et Chaabet El Klab Rivières à débit temporaire.

Lithologie, la présente zone étudiée quatre sédimentaires principales unités : (i) les marnes et lits calcaires du Crétacé roche qui appartient à la formation neritic Constantine ; (ii) les marnes Crétacé-Eocène et les marnes calcaires de l'unité de feuille de poussée de Telline ; (iii) les argiles sableuses du Mio-Pliocène, marnes et conglomérats ; et (iv) les terrasses alluviales du Quaternaire et les formations calcaires lacustres (Guiraud 1973 ; Vila 1980 ; Aris et al. 1998 ; Benaïssa et Bellouche 1999 ; Bougdal et al. 2006). Le climat de la région de Constantine est semi-aride, avec une saison typique chaude et relativement sèche entre juin et août et une saison humide de décembre à avril.

La période des pluies correspond à décembre, janvier et février avec la quantité de précipitations varie entre 350 et 500 mm. Cependant, les précipitations sont concentrées sur une courte période sous forme d'orages et les super orages représentant un risque majeur de glissement de terrain facteur dans la région.

## 2.2- Etat du Lieu des Centres d'enfouissement technique à Constantine :

La wilaya de Constantine ne dispose que de deux (02) Centres d'enfouissement technique (Tableau 01) localiser à Ibn Badis (Saturé) et Zighoud Youcef (Gelé) (Figure 02).

Lieu	Date D'exploitation	Taux de Remplissage	Superficie	Commune Desservies	Observation
C.E.T Boughareb Ibn Badis	01/03/2010	100 % 1 <sup>er</sup> casier et 2 <sup>ème</sup> casier déjà exploité et saturé	78 ha	-Constantine -El Khroub -Ouled Rahmoune -Ain Smara -Ibn Badis -Ain Abid	CET besoin au : -Réalisation d'un 3 <sup>ème</sup> casier d'enfouissement. -Une station de traitement des lixiviats. -Un système de torchage des biogaz.
C.E.T Doghra Zighoud Youcef	CET opérationnel Mais non Exploité à cause de l'opposition De la population	00 %	30 ha	-Zighoud Youcef -Didouche Mourad -Hamma Bouziane -Beni Hmidéne	/

Tableau 01 : Les Centres d'enfouissement technique à Constantine.

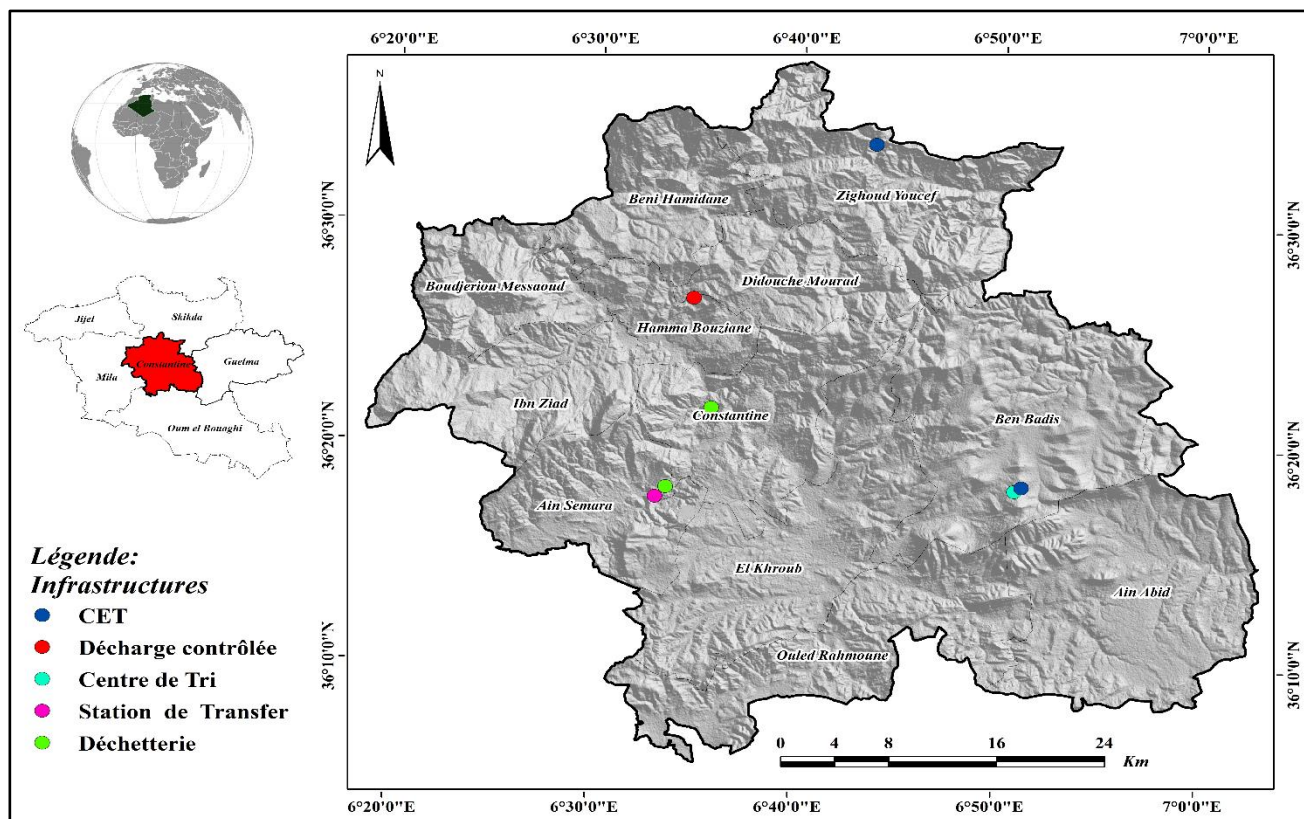


Figure 02 : La localisation des Centres d'enfouissement technique à Constantine.

### 2.3- Méthode :

Le Processus de **Hiérarchie Analytique (AHP)** est une méthode mathématique d'analyse multicritère ont pour but la résolution des problèmes d'Aide à la décision.

L'**AHP** est une méthode quantitative pour classer les alternatives de prise de décision en développant une note numérique pour classer chaque décision en fonction de la façon dont chaque alternative répond aux critères du décideur.

L'**AHP** est une approche décisionnelle développée par **Saaty** en **1980**. Le processus aide à la résolution de problèmes complexes à critères multiples dans un certain nombre de domaines d'application.

En **AHP**, on construit des hiérarchies, puis on effectue des jugements ou des mesures de performances sur des paires d'éléments par rapport à un élément de contrôle pour obtenir des échelles de rapport qui sont ensuite incorporées dans la structure entière pour sélectionner la meilleure alternative.

Les trois étapes de base pour considérer les problèmes de décision par **AHP** sont :

- Construction d'une hiérarchie structurale
- Établissement de jugements comparatifs
- Synthèse des priorités

Après avoir vu :

- Le Guide de Conception de Centres d'Enfouissement Techniques des déchets ménagers, établir par la Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2005.
- Guide pour la gestion des CET en Algérie.
- Guide des techniciens communaux pour la gestion des déchets ménagers et assimilés.
- Programme national de gestion intégrée des déchets ménagers et assimilés en Algérie.
- L'étude d'impact sur l'environnement du centre d'enfouissement technique Boughareb à Constantine, fait par le bureau d'études : centre d'étude et de gestion de projets (CEGEP), 6 Bd Saïd Hamdine, Hydra, Alger.
- Les questionnaires et les informations des experts du domaine (DEWC, EPIC CET) sur les critères à prendre en compte lors du choix du site d'implantation d'un CET.

La méthodologie d'Analyse Multi Critères (AHP) a été réalisée à l'aide du logiciel ArcGIS 10.5 (ESRI) et Microsoft Office Excel (Fig. 03).

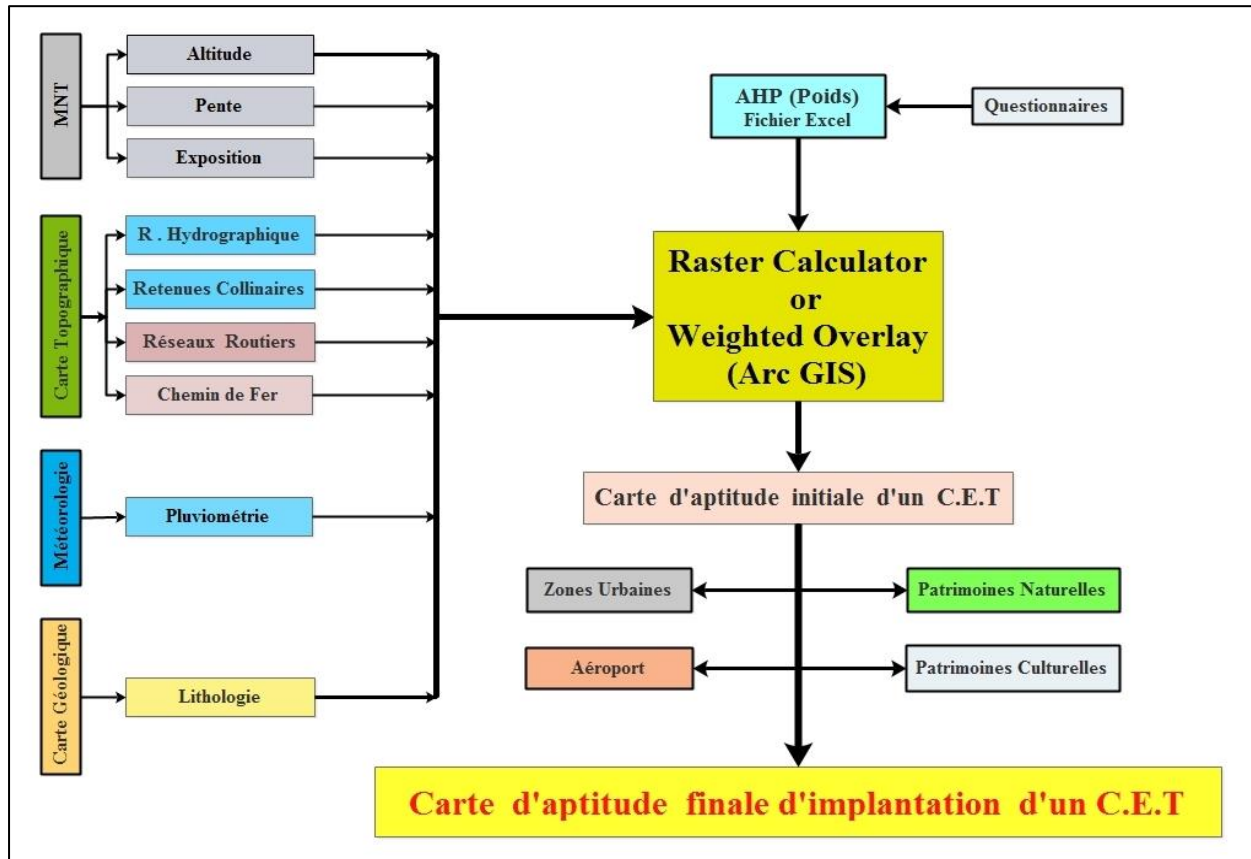


Figure 03 : La méthodologie d'Analyse Multi Critères (AHP).

### III. Résultats et Discussion :

#### 3.1- La matrice comparative et les poids des critères :

Pour notre zone d'étude ; on a utilisé la fiche de calcul Excel pour fait la matrice comparative des critères (Figure 04) et déterminer les poids des critères (Couches) de l'Analyse Multi Critères (Figure 05).

Analytic Hierarchy Template: n= 9 Criteria		AHP - CET								
Fundamental Scale (Row v Column)		Pairwise Comparison Matrix								
Extremely less important	1/9	Réseaux Hydrogr	Retenues Collin	Lithologie	Pente	Réseaux Routie	Exposition	Chemin de fer	Altitude	Pluviométrie
	1/8	Réseaux Hydrographiques	1	2	3	4	5	6	7	8
Very strongly less important	1/7	Retenues Collinaires	1/2	1	2	3	4	5	6	7
	1/6	Lithologie	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6
Strongly less important	1/5	Pente	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5
	1/4	Réseaux Routiers	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4
Moderately less important	1/3	Exposition	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3
	1/2	Chemin de fer	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2
Equal Importance	1	Altitude	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1
	2	Pluviométrie	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2
Moderately more important	3		1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3
	4		1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1
Strongly more important	5		1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1
	6		1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2
Very strongly more important	7		1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2
	8		1	2	3	4	5	6	7	8
Extremely more important	9		1	2	3	4	5	6	7	8

Figure 04 : Matrice comparative des critères (Couches).

	AHP		Consistency check
Réseaux Hydrographiques	0,354	35,4%	Consistency OK
Retenues Collinaires	0,212	21,2%	
Lithologie	0,134	13,4%	
Pente	0,091	9,1%	
Réseaux Routiers	0,065	6,5%	
Exposition	0,049	4,9%	
Chemin de fer	0,038	3,8%	
Altitude	0,031	3,1%	
Pluviométrie			

Figure 05 : Les poids des critères de l'Analyse Multi Critères (AHP).

### 3.2- La Carte d'aptitude Initiale d'un CET :

L'utilisation de la fonction Raster calculateur d'ArcGIS nous donne la carte d'aptitude pour l'implantation d'un CET (Figure 06).

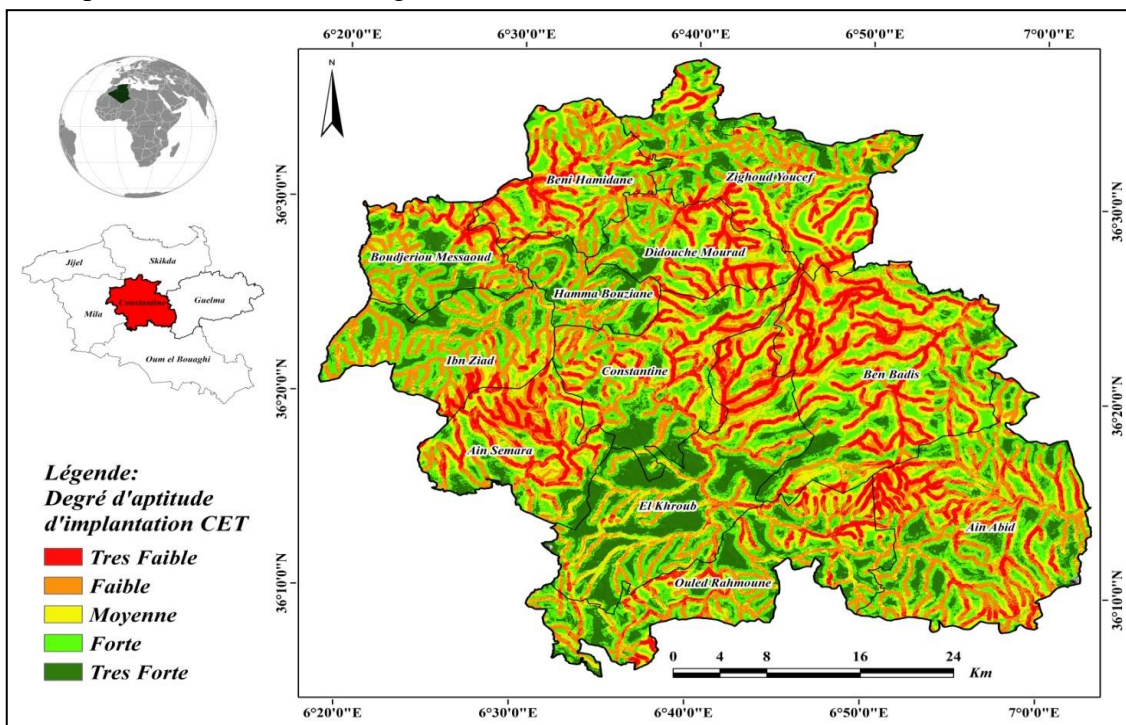


Figure 06 : Carte d'aptitude Initiale d'un CET.

### 3.3- Les zones exclues de l'Analyse Multi Critères :

Selon le Guide de Conception de C.E.T : les zones considérées à priori comme absolument inappropriées sont les zones avec une distance inférieure à : 200m par rapport aux zones urbaines, 5 km pour un Aéroport et 200m par rapport aux patrimoines naturels et culturels. Pour plus de sécurité nous avons pris la zone tampon 500m au lieu de 200m (figure 07).

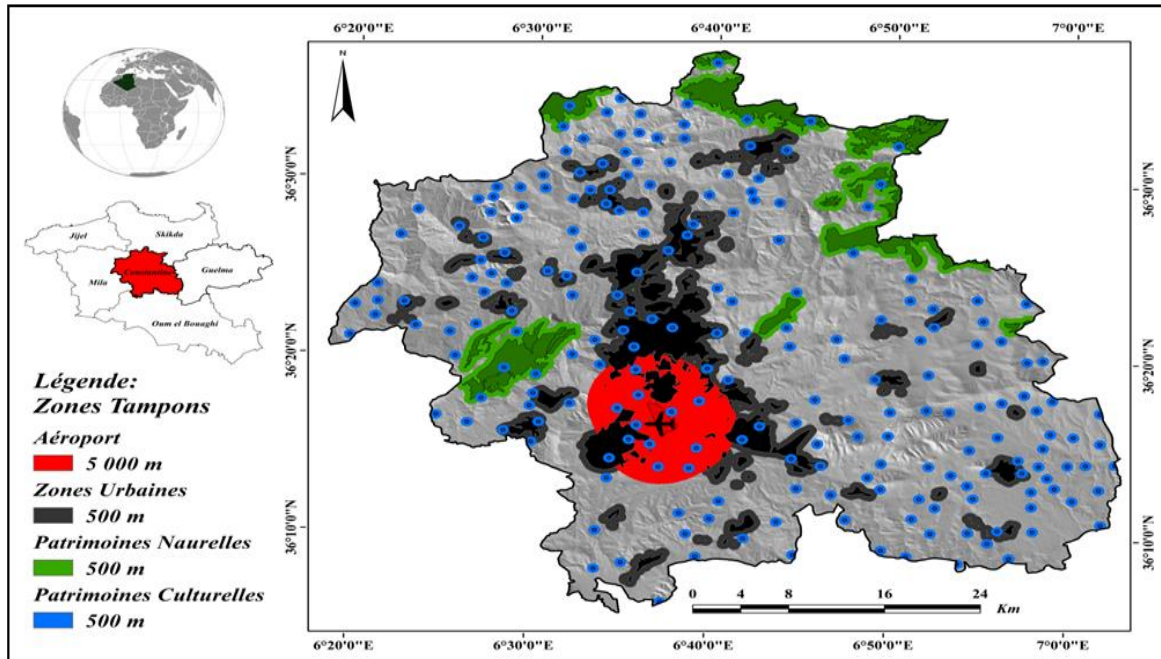


Figure 07 : Carte des zones exclues de l'Analyse Multi Critères.

### 3.4- La Carte d'aptitude Finale d'un CET :

Enfin ; une fois toutes les étapes de l'Analyse Multi Critères terminées, le résultat final qui est présenté sur la figure 08 a confirmé le bon choix du site de CET Boughareb, qui a été déjà approuver par un bureau d'études spécialisé dans le domaine ; ce qui donne au modèle une sorte de crédibilité et de fiabilité (Validation).

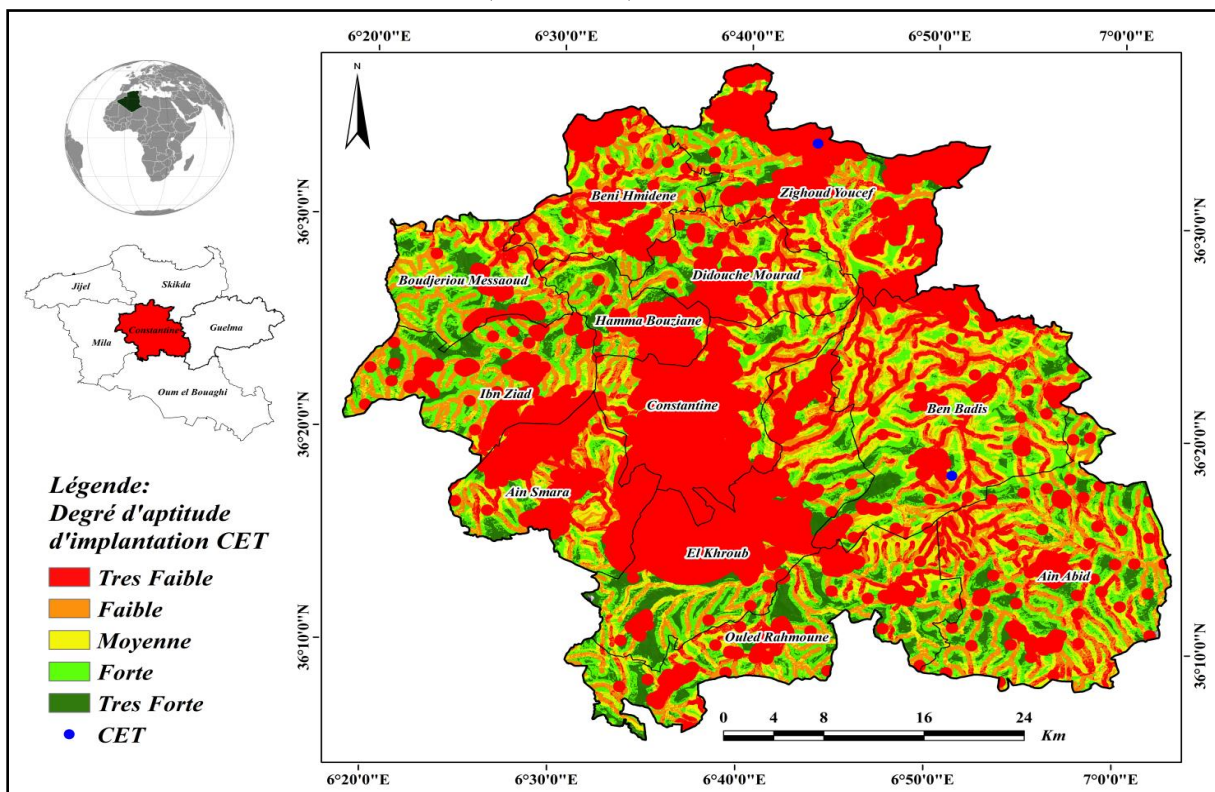


Figure 08 : Carte d'aptitude Finale d'un CET.

#### IV. Conclusion :

Les Techniques et les Compétences du SIG permettent la modélisation, la représentation et l'analyse du territoire, ce qui nous a permis de créer une carte d'aptitude finale montrant les sites appropriés pour l'implantation des CET.

L'Analyse multi critères (AHP) consiste à mettre au point un ensemble d'équations, critères ou des règles pour décrire un phénomène de façon reproductible et simulable.

De ce fait ; Nous avons constaté que les résultats de la modélisation avec SIG que nous avons obtenus peuvent être un appui efficace qui facilite aux différents acteurs de ce domaine de localiser l'emplacement des CET d'une manière plus raisonnable conforme aux critères et normes de sélection des sites d'enfouissement technique.

#### 5- Références :

##### Articles

- Abdelli, I.S. ; Abdelmalek, F. ; Djelloul, A. ; Mesghouni, K. ; Addou, A. (2016) Approche SIG pour une collecte optimisée des ordures ménagères dans la ville de Mostaganem (Ouest algérien). Dans: Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA, vol. 34, n° 5, p. 417-426. DOI : 10.1177/0734242X16633519.
- Akil, A.M. ; Ho, C. S. (2014) Vers une gestion durable des déchets solides : Enquête sur la participation des ménages à la gestion des déchets solides. Dans: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 18, p. 12163. DOI : 10.1088/1755-1315/18/1/012163.
- Chéniti, Hamza ; Chéniti, Mohamed ; Brahamia, Khaled (2021) Utilisation du SIG et de Moran's I pour soutenir le recyclage des déchets solides résidentiels dans la ville d'Annaba, en Algérie. Dans : Environmental science and pollution research international, vol. 28, n° 26, p. 34027-34041. DOI : 10.1007/s11356-020-10911-z.
- Dehghani, Mohammad Hadi ; Mosavi, Maral Fanaei ; Ale-Cheikh, Ali Asghar ; Heidarinejad, Zoha ; Yousefi, Mahmood (2018) Données expérimentales de conception d'un système optimal pour le stockage, la collecte et le transfert des déchets ménagers dans l'environnement SIG : Une étude de cas de Téhéran, district 22, Iran. Dans : Données en bref, vol. 19, p. 1605-1613. DOI : 10.1016/j.dib.2018.06.064.
- Jamshidi, Azadeh ; Kazemijahandizi, Elmira ; Allahgholi, Leili; Monavari, Seyed Masoud ; Tajziehchi, Sanaz ; Hashemi, Alireza et al. (2015) Sélection des sites d'enfouissement : une base vers une gestion durable des déchets. Dans : Journal polonais d'études environnementales, vol. 24, p. 1021-1029. DOI : 10.15244/pjoes/28641.
- Mahmood, Shakeel ; Sharif, Faiza ; Rahman, Atta-Ur ; Khan, Amin U. (2018) Analyse et prévision des déchets solides municipaux dans la ville de Nankana à l'aide de techniques géospatiales. Dans : Surveillance et évaluation environnementales, vol. 190, n° 5, p. 275. DOI : 10.1007/s10661-018-6631-5. Miranda, Pablo A.; Blazquez, Carola A.; Vergara, Rodrigue; Weitzler, Sebastian (2015) Une nouvelle méthodologie pour concevoir un système de collecte des déchets ménagers pour les zones insulaires.

Dans : Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, vol. 77, n° 1, p. 227-247. DOI : 10.1016/j.tre.2015.02.019.

- Raounak Edderkaoui ; Driss Khomsi; Ahmed Hamidi ; Hicham Bennani Baiti ; Hanane Souidi ; Mohammed Aqil Nouvelle approche pour la gestion rationnelle des déchets ménagers et assimilés utilisant l'AHP, le TOPSIS flou et le SIG. Sallem, Rim ; Serbaji, Mohamed Moncef ; Alamri, Abdullah M. ; Kallel, Amjad; Trabelsi, Ismail (2021) Acheminement optimal de la collecte des ordures ménagères à l'aide de l'application ArcGIS : une étude de cas du quartier El Bousten, ville de Sfax, Tunisie. Dans : Arabian Journal of Geosciences, vol. 14, n° 11, p. 2383. DOI : 10.1007/s12517-021-07265-2.
- Zottele Fabio et Al, article scientifique : « SIG et déchets », (2005).

### Livres

- ADEM, livre de : « Remise en état des décharges : Méthodes et techniques, Agence de l'environnement et de maîtrise de l'Energie », (2005).
- Gilles Landry, livre de : « L'environnement », Edition Fédération interprofessionnelle de la santé du Québec (2013).
- Guide de conception des C.E.T, Ministère de l'aménagement de territoire et de l'environnement (Septembre 2005), P (1,3,4,6,11).
- René Moletta, livre de : « Le traitement des déchets », Edition Tec et Doc.
- THONART Philippe et Al, Guide pratique sur : « la gestion des déchets ménagers et des sites d'enfouissement technique dans les pays du sud », Edition les publications de l'IEPF (2005).
- WEBER Marc, livre de : « La gestion des déchets industriels et ménagers dans la communauté Européenne », Edition Librairie Droz Genève 1995.

### Thèses de Doctorat

- GBINLO Roch Edgard, thèse de doctorat : « Organisation et financement de la gestion des déchets ménagers dans les villes de l'Afrique Sub-saharienne : Cas de la ville de Cotonou au Bénin », Université d'Orléans (2010).
- RENAUD Angèle, thèse de doctorat : « le système de management environnemental comme moyen de contrôle de la déclinaison et de l'émergence des stratégies environnementales », Université de Poitiers (2009).

### Mémoires de Magister

- DJEFFAL Djafar, mémoire magister : « Gouvernance et développement durable : La gestion des déchets solides urbains, entre service public et pratiques citoyennes (cas de la ville de Tizi-Ouzou) », Université Larbi Ben M'hidi (2010-2011).
- SERAYE Omesaad, mémoire de magister: « دور الإدارة الصحية في التسيير الفعال للنفايات بالتطبيق على المؤسسة الاستشفائية الجزائرية », جامعة فرحات عباس (2011-2012).

### Mémoires de Master

- ARIB Souleymane, YALAOUI Fouad, ZEROUKLANE Massinissa, mémoire master : « Pour une amélioration de la gestion des déchets dans le milieu urbain Cas de la ville de Bejaia », Université de Abderrahmane Mira (2016-2017).

- BENHAMMADI Takieddine et HAZAM Meriem Hasna, mémoire master : « Contribution à l'étude de la gestion des déchets ménagers dans la wilaya de Constantine », Université Frères Mentouri (2018).
- BRIHMAT Maha, mémoire master : « Gestion et Traitement des déchets à la wilaya de Constantine », Université Frères Mentouri (2017).
- Chabane dit CHIBANE Aziz, mémoire de master : « Les problèmes des déchets dans les quartiers résidentiels de la ville de Tizi-Ouzou », Université Arbi Tebessi (2015-2016), P2.
- SEDRATI Nourelhouda et SEBTI Imen, mémoire master : « Etat des lieux de la gestion des déchets hospitaliers au niveau de l'hôpital d'EL KHROUB de la wilaya de Constantine », Université Frères Mentouri (2017).
- YESSAD Naim et OUASSEL Aissa, mémoire master : « Contribution à l'étude des déchets ménagers de la ville de Béjaia par cartographie numérique », Université Abderrahmane Mir (2017).

#### **Lois (Journal Officiel)**

- BOUARFA Said, rapport de recherche : « Le centre d'enfouissement technique réalisation et fonctionnement », Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (2018), P 3.
- BRANGEON Samantha, rapport d'étude : « La gestion des déchets des acteurs de l'aide étude de cas Haïti, Etude réalisée dans le cadre d'observation du groupe URD en Haïti (2015).
- BRGM/ RP-54159-FR, Rapport de synthèse : « Modélisation et simulation de la gestion des déchets ménagers et assimilés à l'échelle départementale » (2005).

#### **Rapport de Recherche, fiches Techniques et Rapport de Synthèse**

- FARENIAUX Bruno et Al, Rapport de recherche : « Mission d'évaluation de politique publique, La gestion des déchets par les collectivités territoriales » (2014).
- OMS (Organisation Mondiale de Santé), Fiches techniques eau, hygiène et assainissement en situation urgence : « Gestion des déchets solides en situation d'urgence », (2013), P1.
- PIPATTI Riitta et Al, rapport de recherche : « production, composition et données de gestion des déchets », lignes directrice 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à l'effet de serre (2006).

#### **Sites Internet**

<http://monmaths.com/geomatique/la-geomatique/les-outils-de-la-geomatique/>  
[http://www.gilblog.fr/ media/b0cdc-bioreacteur.jpeg](http://www.gilblog.fr/media/b0cdc-bioreacteur.jpeg)