

Elaboration d'une approche multicritère pour la recherche de sites de décharges contrôlées de classe I au Maroc

Hinde Cherkaoui Dekkaki¹, Johanna Lanoue²

(1) Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques d'Al Hoceïma, Université Mohammed Premier, BP 34, Ajdir 32003 Al Hoceïma, Maroc.

(2) AgroParisTech, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, 16 rue Claude Bernard F-75231, Paris Cedex 05, France.

RÉSUMÉ

Dans le présent travail, nous proposons une approche multicritère permettant la sélection de sites de décharges contrôlées de classe I, en tenant compte des contraintes environnementales et des orientations des documents d'urbanisme tout en restant conforme aux principaux textes de lois marocains dont la loi 28.00 Maroc. L'approche adoptée repose sur la succession de trois étapes : (1) inventaire systématique du milieu et des activités associées, (2) identification des surfaces libres et (3) sélection de sites. Au terme de ce travail, notre but initial a été atteint, le site potentiel de décharge pour la province de Tétouan a été sélectionné. La standardisation de cette approche dans l'objectif de son application sur diverses autres zones constitue un gain précieux de temps. Son application sur diverses zones afin de valider la pertinence des paramètres retenus et la robustesse du système de cotation appliqué constitue notre principale perspective.

MOTS-CLÉS : approche multicritère, déchets solides, décharge contrôlée, système de cotation

ABSTRACT

In this paper, we propose a multicriteria approach allowing the selection of Class I landfill sites, which receive household and similar waste, taking into account the environmental constraints and the orientations of urban planning documents while remaining in line with the Moroccan laws texts, essentially the law 28.00. For its application, we opted for the province of Tetouan located in the North of Morocco. The approach adopted is based on a succession of three major steps : (1) Systematic inventory of the environment and associated activities, (2) Identification of free surfaces and (3) Site selection. At the end of this work, our initial goal was achieved, the potential regulated landfill site for the province of Tetouan was selected. The standardization of this approach in order to apply it to various other areas constitutes a valuable gain of time. Its application on other zones in order to validate the relevance of the parameters retained and the robustness of the applied rating system constitutes our main perspective.

KEYWORDS: multicriteria approach, solid waste, regulated landfill, rating system

Elaboration d'une approche multicritère pour la recherche de sites de décharges contrôlées de classe I au Maroc

Hinde Cherkaoui Dekkaki, Johanna Lanoue

Introduction

Afin d'assurer les conditions d'un développement durable, le décideur marocain a pris d'importantes dispositions pour réformer et mieux gérer le secteur des déchets solides. Il a entre autres élaboré la loi 28.00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination et a mis en œuvre divers programmes stratégiques dont le Programme national des déchets ménagers visant à assurer l'accès aux décharges contrôlées pour les déchets ménagers et assimilés pour tous les centres urbains et réhabiliter ou fermer les sites de stockage existants à l'horizon 2022. De son côté, la loi 28.00 fixe les modalités d'élaboration du plan directeur préfectoral ou provincial de gestion des déchets ménagers et assimilés, elle fixe aussi les procédures administratives et les prescriptions techniques relatives aux décharges contrôlées et prévoit de déterminer les sites appropriés destinés à l'implantation des installations d'élimination et de stockage de ces déchets en tenant compte des orientations des documents d'urbanisme. Enfin, la loi n° 12-90 relative à l'urbanisme définit les différents types de documents d'urbanisme ainsi que les règlements de construction. L'article 4 de cette loi définit les objectifs du Schéma directeur d'aménagement urbain, dont notamment la définition des endroits devant servir de dépôt aux ordures ménagères. Dans cette perspective, le présent article présente une méthodologie pratique pour la recherche de sites de mise en décharge des déchets ménagers et assimilés (classe I au Maroc) en tenant compte de critères environnementaux et sociaux tout en restant conformes aux principaux textes de lois marocains. Plus particulièrement, les auteurs présentent le cas d'application de cette approche au niveau de la province de Tétouan. Le but étant de concevoir un document cartographique fournissant un outil d'aide à la décision dans le domaine de la gestion de l'environnement en général et celle des déchets solides en particulier. Lequel document permettra au décideur de mieux gérer et analyser l'information nécessaire pour l'adoption d'un aménagement durable s'insérant dans un concept d'intelligence territoriale.

Présentation de la zone d'étude

La province de Tétouan relève administrativement de la région économique de Tanger – Tétouan - Al Hoceima. Elle est située à l'extrême nord du Maroc, à la pointe nord-est de la chaîne montagneuse du Rif du Maroc (cf. figure 1).

Elle s'étend sur une superficie de 1912 km² et comprends 23 communes dont 3 urbaines et 20 rurales.

Mise en contexte

À ce jour, la province de Tétouan ne dispose d'aucune décharge contrôlée opérationnelle. Ainsi, afin de pallier à cette situation, et conformément aux orientations de la loi 28.00, la province s'est dotée du plan directeur provincial pour la gestion des déchets ménagers et assimilés en 2009. Cette étude pilote au Maroc a été scindée en cinq missions. Des résultats de la Mission IA de cette étude (Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement chargé de l'Eau et de l'Environnement au Maroc et GIZ¹, 2009), nous notons les productions suivantes : 130 000 tonnes en 2008 (547 440 habitants) et 300 000 tonnes à l'horizon 2030 (769 102 habitants). Le scénario optimal de gestion des déchets solides proposé dans le cadre de la mission IB de cette même étude (Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement chargé de l'Eau et de l'Environnement au Maroc et GIZ, 2009), a consisté entre autres en l'implantation d'une décharge contrôlée provinciale, des centres de transfert et des déchèteries. Le présent article ne traite que le volet lié à l'identification d'un site pour l'installation d'une décharge de classe I d'une superficie totale de l'ordre de 60 hectares.

Dans une vision plus large, ce travail vise avant tout une standardisation de l'approche que nous proposons après son amélioration suite à son application dans le cadre de diverses études que nous avons menées en tant qu'hydrogéologue, environnementaliste au sein du bureau d'études Phénix (Maroc) en collaboration avec plusieurs experts du groupe français Burgéap. Nous citons par là et à titre indicatif, l'étude menant à la sélection du site de la décharge contrôlée actuellement en exploitation à Mohammedia. Sous sa version simplifiée, cette approche a été aussi utilisée pour la recherche du site de la décharge d'Al Hoceima. Cette même approche a été appliquée pour la recherche du site de la décharge contrôlée desservant la capitale économique du Maroc, soit Casablanca. Au démarrage de chacune des études citées ci-dessus, notre principale question posée était : comment choisir un site de décharge contrôlée permettant de répondre à toutes les exigences environnementales et d'assurer une exploitation rationnelle de cette décharge ?

(1) Agence Allemande de Coopération Technique

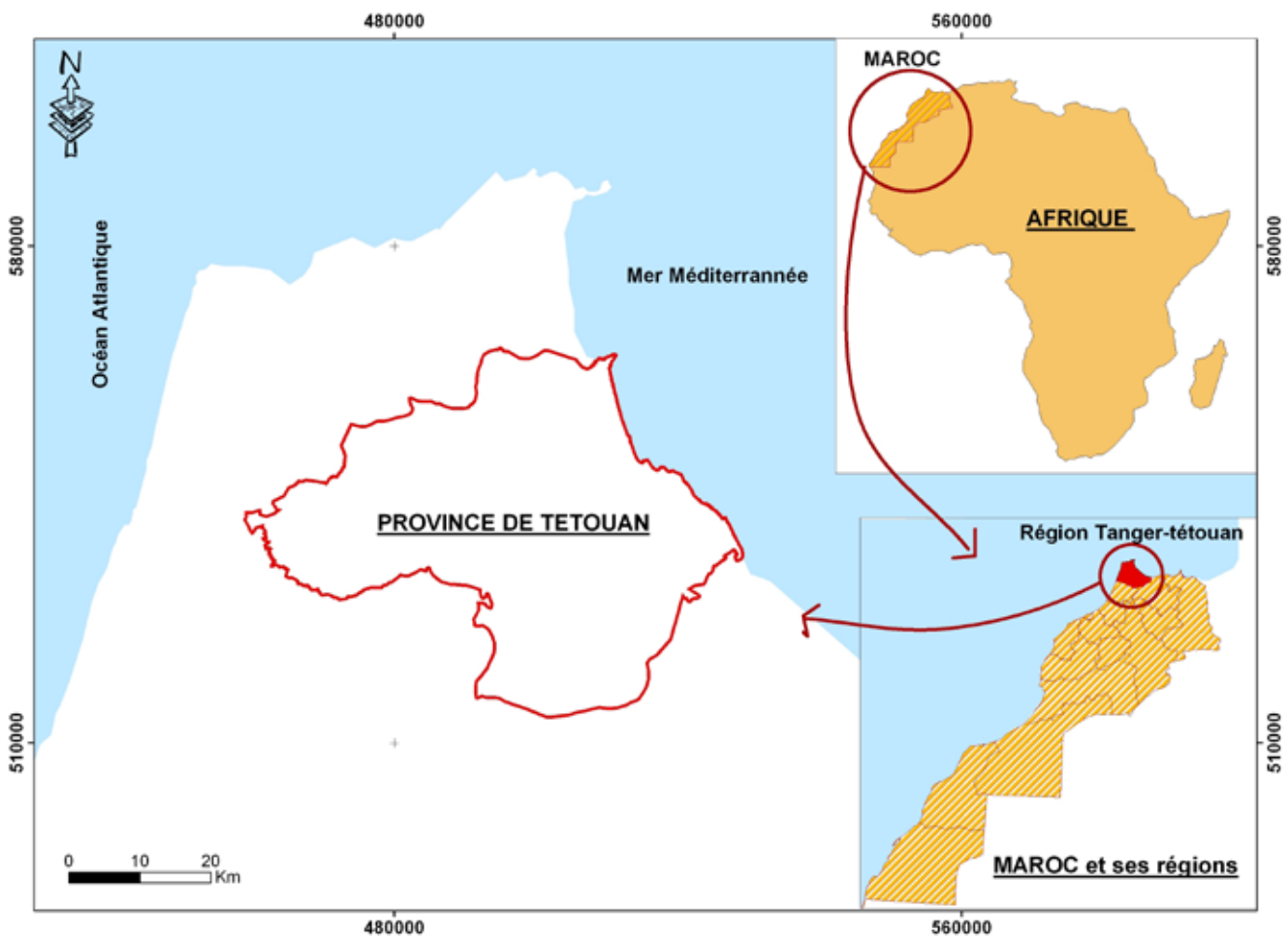


Figure 1 : Situation géographique de la province de Tétouan. Source : Lanoue J. (2009)

I. Matériel et méthodes

I.1. Principe de l'approche

Pour la recherche de sites potentiels de mise en décharge, il est nécessaire de dégager une surface libre : surface dite positive, exempte de tout élément physique, biologique ou humain vulnérable et/ou sensible à la mise en place d'une décharge. Pour dégager de telle surface, il y a lieu de définir des éléments d'exclusion : aires considérées absolument inappropriées, au sein desquelles l'implantation d'une décharge causerait d'importantes nuisances pour l'environnement qui ne peuvent ni être exclues, ni être efficacement limitées. Lesquels éléments sont déterminés de l'inventaire systématique du milieu étudié. A chaque élément sera attribué un périmètre de sécurité ou zone tampon. Dans un deuxième temps, une étude plus approfondie de la surface libre dégagée est à réaliser puis les différents sites sélectionnés sont à évaluer en fonction de critères de préférence. Plus spécifiquement, cette approche se base sur le principe de la méthode Analytic Hierarchy Process (AHP) ou encore Analyse hiérarchique des procédés développée par Saaty, 1990. Il s'agit d'une analyse multicritère permettant la combinaison des facteurs de sélection d'ordres environnemental, structurel, technique et financier ; et de classer leurs notes respectives afin de répondre aux exigences législatives et respecter l'environnement.

Ce même principe a été adopté dans diverses études universitaires réalisées par El Morjani, 2003 ; Sharifi *et al.*, 2009 ; Moeinaddin *et al.*, 2010 ; Mansour *et al.*, 2012 et Ait Errouhi *et al.*, 2015.

I.2. Description de la démarche adoptée

Étape 1 : inventaire systématique du milieu et des activités associées.

Sous-étape 1.1 : délimitation de la zone d'étude, qui peut être une province, groupement de communes ou toute autre structure territoriale.

Sous-étape 1.2 : inventaire du milieu et des activités associées. La collecte de diverses données de base et la réalisation de cartes d'utilisation des sols (land use) sont à la base de l'identification des éléments des milieux : humain, naturel et physique.

Étape 2 : identification des surfaces libres.

Sous-étape 2.1 : identification des éléments d'exclusion à forte contrainte. Éléments de la zone d'étude correspondant à des critères d'exclusion absolue, fortement défavorables à l'implantation d'un site potentiel de décharge (tableau 1). Cette opération

Tableau 1. Éléments d'exclusion à forte contrainte et périmètres de sécurités associés.

Éléments d'exclusion à forte contrainte		Périmètre de sécurité
Classe	Élément	
Zones urbaines	Tissu urbain actuel et en projet	1 à 6 km
Zones géologiques défavorables	Principales formations aquifères affleurantes	Aires des nappes phréatiques. Aires des couches de recouvrement des formations aquifères
	Zone de fracturation tectonique	100 à 60 m
Zones naturelles à protéger	Forêts	300 m
	Matorral du domaine forestier	300 m
	Site d'intérêt biologique et écologique (SIBE)/ parc national (PN)	1 000 m
Zone culturelle/site historique	Site historique/site archéologique	500 m

Tableau 2. Éléments d'exclusion à l'échelle locale et périmètres de sécurités associés.

Éléments d'exclusion à l'échelle locale		Périmètre de sécurité
Classe	Élément	
Zones de captage d'eau souterraine et superficielle	Points de prélèvements d'eaux souterraines pour l'AEP, appartenant à l'Office national de l'électricité et de l'ONEE - Branche eau et autre producteur	1 km
	Prise d'eaux superficielles AEP/AEI (au fil de l'eau)	PPI = 30 à 100 m/PPE = le reste du BV du cours d'eau
	Prise d'eaux superficielles AEP/AEI (sur canal)	PPI = 30 à 100 m/PPR = 500 m le long du tronçon du canal depuis la source d'alimentation à la prise PPE = le reste du BV barrage d'alimentation
Surface d'acheminement des eaux superficielles	Prise d'eaux superficielles AEP (au niveau des barrages)/retenue des barrages	Surface de la retenue du barrage ainsi que son bassin versant amont
	Cours d'eau pérennes et leurs principaux affluents	500 m (réseau hydrographique dense/replat contournant les cours d'eau (réseau hydrographique lâche)
	Dayas (surface d'accumulation d'eau)	500 m
Zones agricoles	Zones agricoles irriguées	300 m
	Zone de mise en valeur agricole	
Zones sépulcrales/lieux de culte	Cimetières, marabouts, koubbas	500 m
Zone naturelle à protéger	Matorral hors domaine forestier	100 m
Infrastructures	Zone aéroportuaire	5 km
	Routes/lignes grandes vitesses	300 m
	Conduites d'eau potable/pipeline	300 m
	Lignes électriques	60 à 100 m
	Centrale et poste électrique	500 à 100 m

AEI : Alimentation en eau industrielle ; AEP : Alimentation en eau potable ; ONEE : Office national de l'eau et de l'électricité ; BV : Bassin versant ; PPE : Périmètre de protection éloignée ; PPI : Périmètre de protection immédiate ; PPR : Périmètre de protection rapprochée.

s'effectue à la base de la cartographie suivant les opérations citées ci-après : (1) sélection sur fonds topographiques portés à une échelle adéquate de tous les éléments susceptibles d'être considérés comme éléments d'exclusion absolue ; (2) définition des périmètres de sécurité pour chacun des éléments d'exclusion retenus. Ceux-ci ont été proposés suite à la consultation de divers représentants d'organismes étatiques en charge de la protection de l'environnement ou de la bibliographie (Lox et Houtain, 1999 ; Williams, 2005 ; El Morjani *et al.*, 2003 ; Fekri *et al.*, 2006 ; Fekri, 2007 ; Zamorano, 2008) et (3) cartographie de l'ensemble de ces éléments via le logiciel ArcGis.

Sous-étape 2.2 : identification des éléments d'exclusion à l'échelle locale. Pour ces éléments, on procède de la même manière que celle suivie en sous phase 2.1 (tableau 2).

Souvent, la première cartographie établie pour dégager la surface libre donne une surface très réduite ne permettant pas une présélection aisée des sites. Pour pallier à cette situation, des variantes se distinguant par les éléments pris en compte comme éléments d'exclusion à l'échelle locale et leurs périmètres de sécurité peuvent être proposées. Dans ce sens, des périmètres de sécurité peuvent être remaniés à la baisse selon les conditions locales du milieu étudié. Toutefois, cette restriction sur les périmètres de sécurité ne doit aucunement œuvrer à l'encontre du principe général de l'exclusion dans le but de préserver l'environnement.

NB : du fait de leur nombre important dans la majorité des zones étudiées, les sources, puits et/ou forages ne sont pas à exclure de la surface libre. Toutefois, in situ, ces points doivent être repérés, un périmètre d'au moins 500 m est à délimiter par rapport au contour du site présélectionné.

Sous-étape 2.3 : validation de la surface libre cartographiée sur le terrain. Suite à une série d'investigations in situ, la surface libre cartographiée à partir des fonds topographiques portés à une échelle appropriée et l'ensemble des informations recueillies de divers organismes privés et publics, est à valider et à mettre à jour. Cette opération permet une mise à jour du document cartographique.

Etape 3 : sélection de sites.

Sous-étape 3.1 : présélection de sites par leur cartographie au sein de la surface libre dégagée.

Sous-étape 3.2 : visite des sites présélectionnés, pour une mise à jour du nombre des sites présélectionnés dans la surface libre dégagée.

Sous-étape 3.3 : sélection de sites favorables par analyse multicritère. Ainsi, sur chacun des sites présélectionnés retenus, une analyse multicritère est à appliquer. Celle-ci se base sur l'identification de critères de choix qui devront être cotés (le site avec la note la plus élevée est le mieux classé), permettant ainsi la réalisation d'un classement. Le modèle de combinaison adopté est additionnel de classes.

L'ensemble des critères de choix des sites ainsi que leurs notes correspondantes sont portés sur le tableau 3 ci-après.

Les critères de sélection retenus sont groupés en trois catégories reflétant trois aspects financiers : coût d'exploitation (CE), coût d'aménagement (CA) et coût du foncier (CF).

1.3. Application de l'approche au niveau de la province de Tétouan

La première opération cartographique consiste en la production de cartes d'inventaires des éléments du milieu physique, humain et biologique ou naturel. Cette opération a permis l'élaboration des cartes d'exclusion (figures 2 et 3). La combinaison sous outil SIG (Système d'information géographique) des cartes des éléments d'exclusion et leurs périmètres de sécurité nous a permis d'avoir une cartographie claire de la surface libre dégagée au niveau de la province étudiée (figure 4).

2. Résultat et discussion

La cartographie des éléments du milieu étudié a pointé les faits suivants : **(1)** un relief accidenté rendant difficile l'accès et l'aménagement des sites de mise en décharge, **(2)** un nombre important de barrages (15) avec étendue de leur périmètre de sécurité. Les aires occupées par les bassins versants de ces ouvrages représentent environ 55 % de la superficie de la province, **(3)** un espace important occupé par les forêts, matorral et aires naturelles protégées (4 SIBE et un PN), couvrant environ 63 % de la superficie totale et **(4)** un nombre important d'habitats dispersés hors périmètres urbains.

De ce fait, la première cartographie établie pour dégager la surface libre au niveau de la zone d'étude a donné une surface très réduite ne permettant pas une présélection aisée des sites de décharge. Ainsi, deux variantes se distinguant par les éléments pris en compte comme éléments d'exclusion à l'échelle locale et périmètres de sécurité, sont proposées (figure 4). Ces variantes génèrent des surfaces libres plus ou moins variables et diffèrent par le choix d'inclure le matorral hors domaine forestier comme élément d'exclusion ou non. La variante 1 étant la plus restrictive au niveau des éléments d'exclusion, possède la surface libre la plus limitée couvrant seulement 34 km², soit 1,8 % de la surface totale étudiée. La variante 2, a offert une surface libre dégagée de l'ordre de 65 km², soit 3,4 % de la surface de l'aire d'étude.

Au total, 33 sites de mise en décharge ont été initialement présélectionnés au sein de la surface libre, à partir de la bibliographie. Ces sites ont été regroupés en six secteurs : sud-ouest, ouest, nord, nord-est, sud et sud-est désignés selon leur situation par rapport à la ville de Tétouan (centre le plus producteur des déchets étudiés). Sur ces 33 sites présélectionnés, 25 sites ont été initialement éliminés et 8 sont retenus pour une sélection multicritère (tableau 4).

Parmi les 8 sites considérés favorables pour une mise en décharge, les trois sites les mieux classés sont : 3N ou encore sa version étendue vers l'est sous forme du site

3N bis et le 1N, ils sont proches de la ville de Tétouan et au-dessus des formations géologiques de l'unité de Tanger à dominance marneuse. Les sites suivant dans le classement sont : 5N, 1NE, 1W, 13N et 4W. Les trois premiers sites du classement devraient faire objet d'une étude d'impact sur l'environnement.

À l'issue de celle-ci, le meilleur de ces sites pourrait être choisi comme futur site de stockage des déchets de la province de Tétouan.

Conclusion

Ce travail a répondu à son but initial qui était de trouver un site de décharge pour la province de Tétouan qui soit adéquat d'un point de vue environnemental, socio-économique et technique. Il est important de souligner que ces sites ont été trouvés à l'issue d'une étude exhaustive du territoire en relation avec les différents acteurs. La standardisation de cette approche dans le but de son application sur diverses autres zones du Royaume sera un gain précieux de temps. Nos perspectives mêmes par rapport à cet aspect sont l'application de cette approche sur d'autres aires du Royaume afin de valider la pertinence des paramètres retenus et la robustesse du système de cotation appliqué.

Tableau 3. Critères de choix des sites et leur note correspondante.

Type de critère		Note/classe			
		2	1	0	
Géologie	Présence de barrière passive (CA)	Présence		Absence	
	Épaisseur (E) du terrain meuble en m (CE)	$E > 5$	$5 < E < 2$	$E \leq 2$	
Hydrologie	Situation du site dans le BV (CA)	Amont	Milieu	Aval	
Habitat	Voisinage	Nombre (N) de maisons/familles sur le site (à reloger) (CF)	$N = 0$	$N < 5$	$N \geq 5$
		Nombre (N) de maisons/familles en bordure du site (nuisances) (CF)	$N = 0$	$N < 5$	$N \geq 5$
		Nombre (N) de maisons/familles en bordure du chemin d'accès terminal (CF)	$N = 0$	$N < 5$	$N \geq 5$
		Impact visuel (CA)	Faible	Moyen	Fort
Contexte structurel et économique	Distance au barycentre (D) en km des centres les plus producteurs de déchets (CE)	$D < 10$	$10 \leq D < 20$	≥ 20	
	Superficie brute (CA)	$\geq \text{CSR}$		$< \text{CSR}$	
	Topographie : pente (CA)	Pente faible	Pente moyenne	Pente forte	
	Topographie : altitude (Z) en m (CA)	< 200	$200 < Z < 400$	> 400	
	Exposition des habitats/direction du vent dominant (CA)	Au vent de la décharge (indifférent)		Sous vent de la décharge (exposé)	
	Distance de voie d'accès terminal à aménager en km (CA)	< 5		> 5	
		Etat du site (CF)	Site dégradé	Site partiellement dégradé	Site non dégradé
		Activité sur site en % de couverture (CF)	< 25	25 et 75	> 75

BV : Bassin versant ; CSR : Capacité de stockage recherchée.

Tableau 4. Résultats de classement des sites présélectionnés par analyse multicritère (représentation simplifiée de la matrice d'analyse multicritère).

Secteur	Nord (N)					Ouest (W)		Nord-est (NE)
N° site	1N	3N	3N bis	5N	13N	1W	4W	1NE
Total notes (max 28)	18	19	18	16	12	14	11	15
Classement	2	1	2	4	10	7	11	5

Cartographie des éléments d'exclusion à forte contrainte et leur périmètre de sécurité.

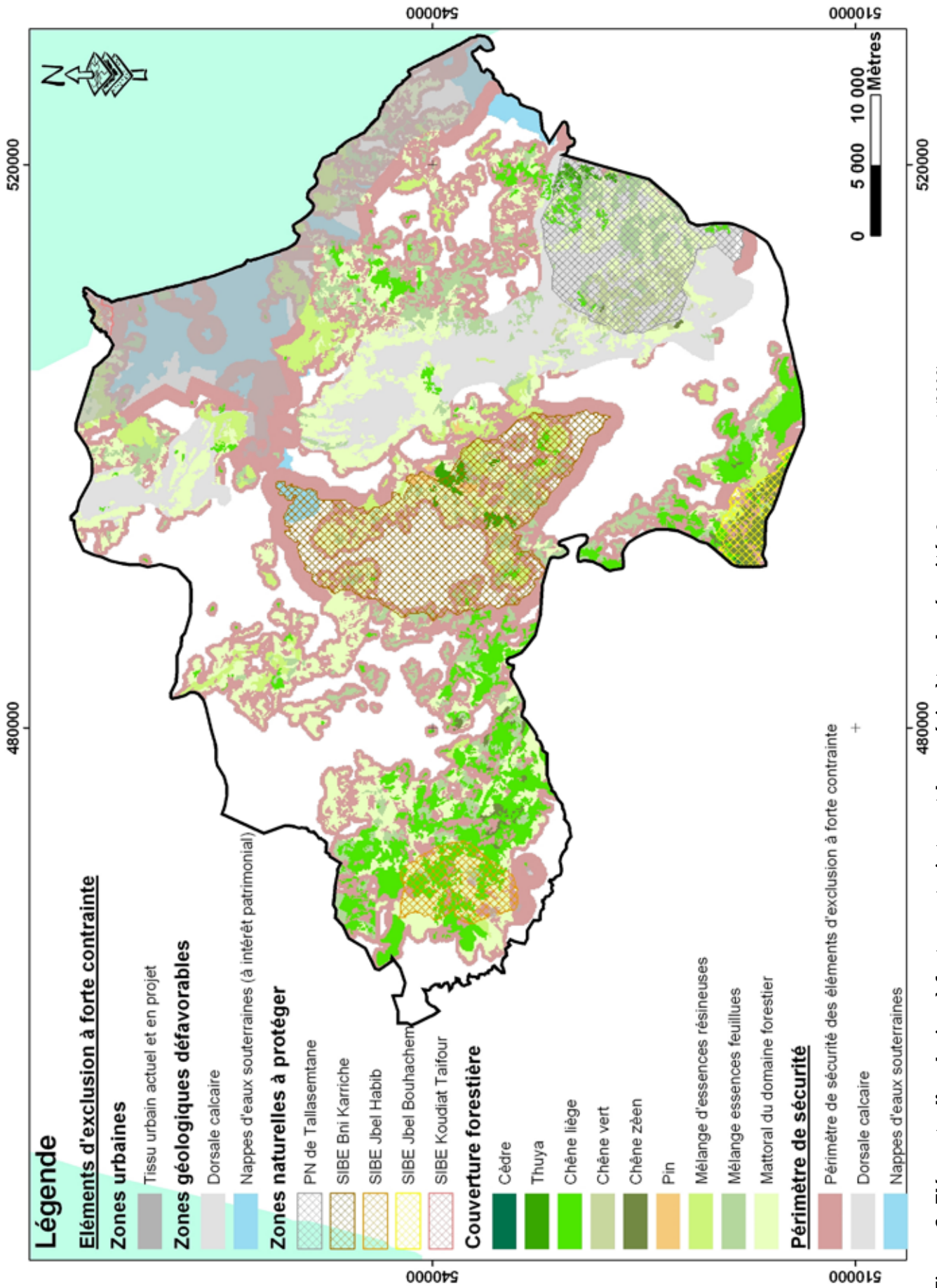


Figure 2. Éléments d'exclusion à forte contraintes et leur périmètre de sécurité. Source : Lanoue J. (2009).

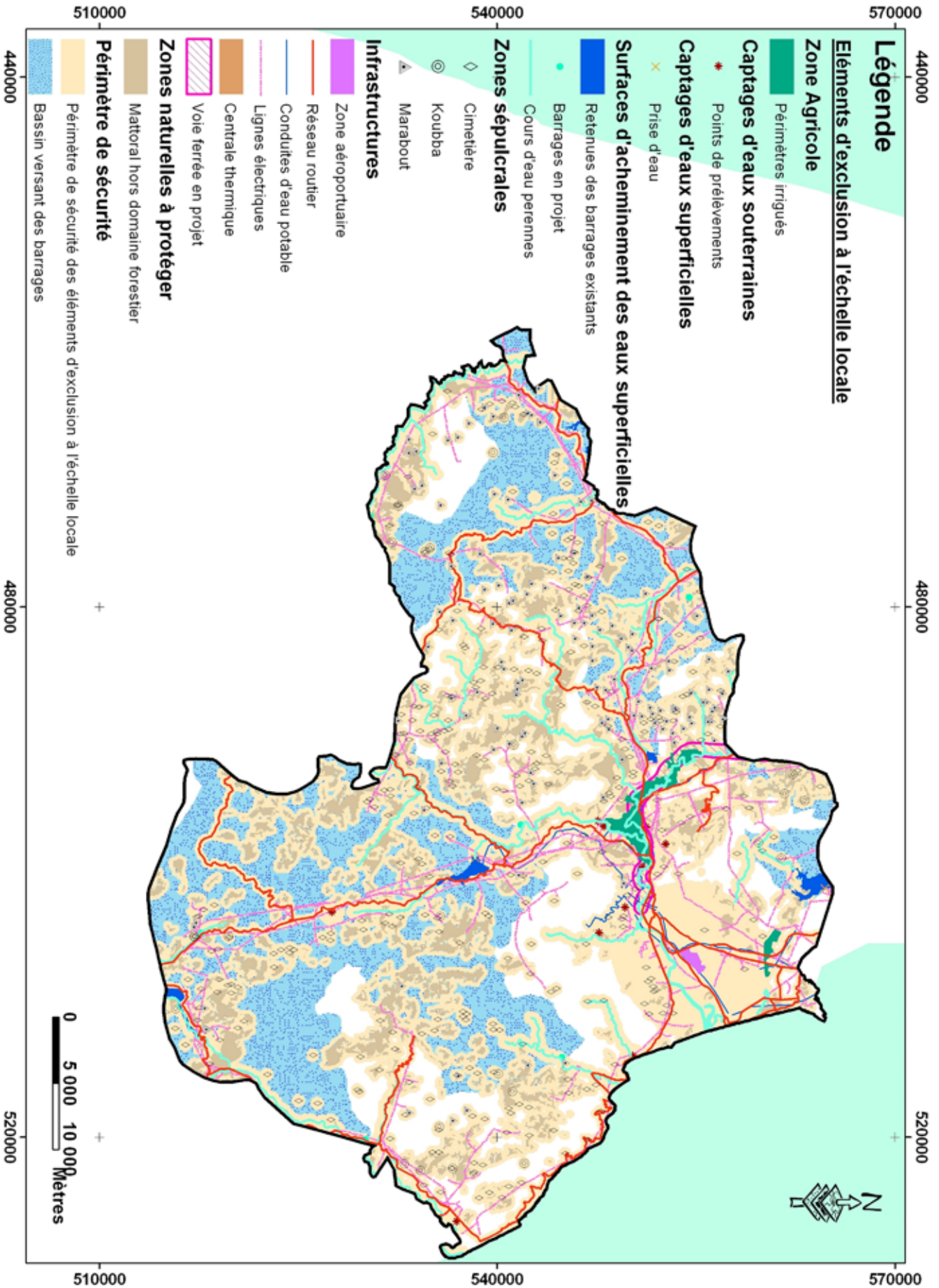


Figure 3. Éléments d'exclusion à l'échelle locale et leur périmètre de sécurité. Source : Lanoue J. (2009).

Dégagement de la surface libre.

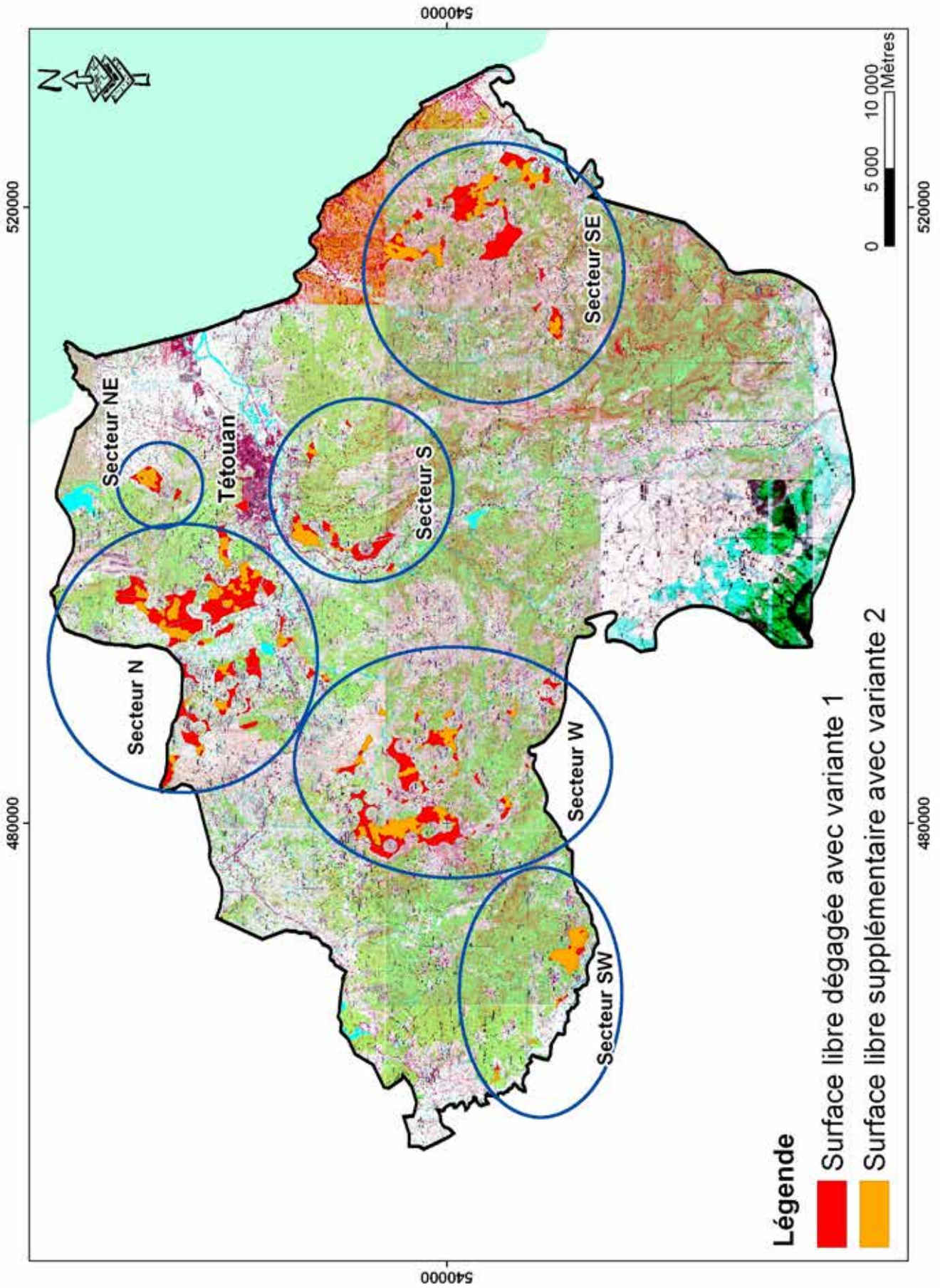


Figure 4. Cartographie de la surface libre dégagée. Source : Lanoue J. (2009).

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier tous les intervenants dans les différentes missions où nous sommes intervenus pour la recherche de sites de décharge au Maroc. Nous remercions toutes les équipes de Phénixa et de Burgéap, composées d'experts, d'ingénieurs et de cartographes. Nous pensons particulièrement à Christine Leger, gérante de Phénixa, experte en environnement et Vincent Riou, expert en hydrogéologie.

Références bibliographiques

- Ait Errouhi A., Bahi L., Oudif L., (2015). Le choix d'implantation d'un nouveau site de décharge à Oum Azza à l'aide du système d'information géographique et la méthode AHP. *Proceeding Book. Cinquième édition du congrès international Eaux, Déchets & Environnement, un défi millénaire, Settat, Maroc, novembre 2015.*
- El Morjani Z., (2003). Conception d'un système d'information à référence spatiale pour la gestion environnementale ; application à la sélection de sites potentiels de stockage de déchets ménagers et industriels en région semi-aride (Souss, Maroc). Thèse de doctorat, Université de Genève, 300 p.
- Fekri A., Pineau J.L., Wahbi M., Benbouziane A., Marrakchi C., (2006) Les lixiviats de la décharge de déchets urbains de la ville de Casablanca (Maroc), une pollution annoncée. *Déchets sciences et techniques*, n° 42, 2006, p. 4-6. <https://doi.org/10.4267/dechets-sciences-techniques.1776>
- Fekri A., (2007). Impact de la décharge de Médiouna sur les ressources en eaux souterraines. Thèse d'Etat, Faculté des sciences Ben M'Sik, Casablanca, Maroc, 200 p.
- Lanoue J., (2009). Implantation d'infrastructures de gestion de déchets dans la province de Tétouan (Maroc). Quels sites pour combiner au mieux les aspects environnementaux, socio-économiques et techniques ? *Projet de Fin d'études, Ingénierie de l'environnement, eau, déchets et aménagements durables. Institut AgroParisTech, France, 70 p.*
- Lox A., Houtain A., (1999). La sélection des sites de décharge en région wallonne (Belgique). *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, vol. 3, n° 1, pp. 49-56.
- Mansour D., Essahlaoui A., El Ouali A., El Hmaid A., Lotfi A., Bouabid R., Fassi Fihri O., (2012). Outil SIG et sélection des sites potentiels de stockage des déchets ménagers de la ville de Meknès. *Proceeding Book of International Conference of GIS-Users, Taza GIS-Days, Taza, Maroc, mai 2012.*
- Moienaddin M., Khorasani N., Danehkar A., Darvishsefat A.A., Zienalyan M., (2010). Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study : Karaj). *Waste Management*, vol. 30, n° 5, pp. 912-920.
- Saaty T.L., (1990). An exposition of the AHP in reply to the paper "Remarks on the analytic hierarchy process". *Management Science*, vol. 36, n° 3, pp. 259-268.
- Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau, de l'Environnement chargé de l'Eau, de l'environnement au Maroc, GIZ, (2009). *Plan Directeur de Gestion des Déchets Ménagers, Assimilés pour la province de Tétouan. Mission IA : État des lieux de la gestion des déchets en 2008/2009, 111 p. Mission IB : Scénarii de gestion des déchets aux horizons 2015, 2020, 2025, 2030, 111 p.*
- Sharifi M., Hadidi M., Vessali E., Mosstafakhani P., Taheri K., Shahoie S., Khodamoradpour M., (2009). Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS-based hazardous waste landfill siting in Kurdistan Province, western Iran. *Waste Management*, vol. 29, n° 10, pp. 2740-2758.
- Williams P.T., (2005). *Waste treatment and disposal*. 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd, 388 p.
- Zamorano M., Molero E., Hurtado A., Grindlay A., Ramos A., (2008). Evaluation of a municipal landfill site in Southern Spain with GIS-aided methodology. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 160, n° 30, pp. 473-481. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.03.023>