

Localisation industrielle - utilisation d'un outil d'aide à la décision multicritère et d'un SIG : application au cas de la région Chaouia-Ouardigha au Maroc

[Industrial location- use of a tool for multi-criteria decision and GIS: An application to the Chaouia-Ouardigha region in Morocco]

ISSAM AMELLAL and ABDELHAMID BOUZIDI

LABORATOIRE SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT,
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUE/UNIVERSITE HASSAN I,
SETTAT, MAROC

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The main purpose of the current study is to develop a tool for supporting decision-making based on geographic information systems integrated multi-criteria decision support system use for industrial location. The method used here is based on environmental, social and economic criteria of the industrial location. The selection of these criteria is based on the study of several models of sustainable development indicators. Then the aggregation of these criteria by the Measuring Attractiveness by Categorical Based Evaluation Technique tool allows us to evaluate the importance, to give each criterion a weight that many decision makers (public decision makers, industry professionals, public agency...) had previously consented. Finally the integration of multi-criteria model with a geographic information system enables the assessment of the spatial analysis on the whole territory for the selection of industrial sites.

The current study had been carried out on the region of Chaouia-Ouardigha Morocco and allows a synergetic evaluation of the suitability of the location of 12 existing industrial sites and provides also the opportunity to make the optimal choice of future industrial sites location.

KEYWORDS: industrial location, geographic information system, multi-criteria, sustainable development, territories, Chaouia-Ouardigha.

RESUME: l'objectif de ce travail de recherche est de mettre en place un outil d'aide à la décision basé sur les systèmes d'information géographique avec intégration d'un outil d'aide à la décision multicritère pour la localisation industrielle. La méthode utilisée ici se base sur des critères environnementaux, sociaux et économiques de la localisation industrielle. Ainsi ces critères sont sélectionnés de façon aménagée en références à plusieurs modèles d'indicateurs de développement durable. Ensuite l'agrégation de ces critères par un outil d'analyse multicritère à savoir le Measuring Attractiveness by Categorical Based Evaluation Technique nous permet d'en évaluer l'importance, afin de pouvoir donner à chaque critère un poids que plusieurs décideurs de la problématique (décideurs publiques, industriels, agence d'état.. etc.) avaient consenti auparavant. Finalement l'intégration du modèle multicritère ainsi mis en place avec un système d'information géographique permettent l'évaluation rapide pour le choix des sites d'implantation industrielle.

Le cas pratique choisi (la localisation industrielle dans la région Chaouia-Ouardigha) permet d'évaluer la pertinence de la localisation des 12 zones industrielles déjà existantes et de prévoir l'opportunité d'optimisation de cette localisation pour les implantations à venir.

MOTS-CLEFS: localisation industrielle, système d'information géographique, multicritère, développement durable, Chaouia-Ouardigha.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLÉMATIQUE

La question de la localisation industrielle a longtemps été au cœur des réflexions publiques, les évolutions technologiques et les mutations territoriales ont longtemps constitué les indicateurs les plus saillants de la localisation industrielle [1];

En effet, la nécessité de répondre aux besoins de cette industrialisation accrue, la réponse réactive aux besoins des populations, selon un type de développement à intérêt triangulaire : social, économique et environnemental.

Cette nécessité engage la question de localisation industrielle dans un processus de développement durable inévitable.

D'un côté on trouve l'obligation d'une gestion plus raisonnée des ressources naturelles, d'un autre côté la volonté de la répartition de la richesse, produit de ce développement, de façon équitable et ce compte tenu du mouvement inter et intra territorial de ces produits-là du développement.

De ce fait, la localisation industrielle ne peut échapper à deux concepts fondamentaux et corrélatifs qui l'accompagnent et que sont: le développement durable et le territoire.

De ce fait la localisation industrielle se doit d'être réfléchie dans le cadre d'une vision globale de la notion de territoire et en respectant au maximum les différentes facettes du développement durable [2].

Étant donnée, la volonté des territoires d'attirer les investissements et les implantations des centres d'intérêt économique. La localisation des zones industrielles doit par ailleurs respecter l'intérêt des citoyens, de l'environnement et de l'économie locale dans le cadre de la promiscuité générée par l'implantation des zones industrielles.

Au-delà de cet aspect de localisation industrielle dans le respect des attributs du développement durable [3], les sites industriels cherchent en plus de l'intégration territoriale, la proximité des bassins de consommations et l'intégration dans la chaîne de valeur.

La question qui se pose alors est la suivante: où s'implanter pour être proche au mieux du client, du fournisseur et en veillant au développement durable du territoire qui abrite la localisation industrielle ?

1.2 PROBLÉMATIQUE CAS MAROCAIN

Depuis quelques décennies, le processus d'industrialisation est de plus en plus accrue au Maroc, les politiques publiques, la conjoncture économique mondiale, et les mutations politico-économique du microenvironnement du Maroc ont fait du territoire marocain, un des plus attractifs en matière d'investissement direct étranger.

Focus fait sur l'ensemble du territoire marocain, force est de remarquer une disparité apparente en matière de distribution de la localisation industrielle.

On remarque alors une forte concentration autour de l'axe Kenitra-Jorf Lasfar et autour des grands ports (Tanger-Casablanca) et à l'arrière-pays des grands bassins de consommation autour de la région de Casablanca.

Pour faire face à cette disparité les politiques publiques au Maroc tentent tout bien que mal d'assurer une distribution plus équitable de la localisation industrielle sur l'ensemble du territoire national.

Cette intégration se retrouve confrontée à plusieurs contraintes:

- la multitude d'acteurs et de facteurs de localisation;
- le souci de durabilité urbaine;
 - Aspect social.
 - Aspect environnemental.
 - Aspect économiques.
- la difficulté de planifier la vocation fonctionnelle de chaque zone ainsi que son intégration horizontale et verticale.
- la durée de vie des parcs industriels.

1.3 REVUE DE LITTÉRATURE

L'utilisation des outils d'aides à la décision multicritère combiné aux systèmes d'information géographique (SIG) est un outil de modélisation hors pair, et qui a été utilisé par une multitude d'auteurs. En effet [4] en a fait usage pour optimiser de façon participative l'aménagement du territoire en se basant sur un système multi-participants afin de démocratiser les critères de prise de décision.

D'autre part [5] développe un modèle basé système d'information géographique et outil d'aide à la décision multicritère (OADM), lequel permet en dix étapes de juger de la pertinence de choix de localisation des sites industriels selon des critères préétablis.

La combinaison SIG-OADM se trouve par ailleurs être l'outil de prédilection de beaucoup d'auteurs traitant de la problématique de la gestion des déchets industriels et divers [6], [7] et [8] qui utilisent les critères d'occupation des sols (ressources naturelles, critères environnementaux, critères d'accessibilité et de promiscuité) afin de définir deux types de zones sur un territoire : des zones impropres présentant des limites d'implantation et des zones propices à cette implantation. Ainsi les SIG interviennent afin de superposer des couches de cartographie selon chaque famille de critères pour enfin aboutir à un fond cartographique accessible d'usage et qui visualise les emplacements optimaux de localisation des sites de décharge.

Par conséquent le présent travail trouve son apport scientifique dans :

- L'usage des critères de localisation industrielle pour un développement durable du territoire.
- L'usage d'un outil d'aide à la décision participatif qui a permis l'implication de plusieurs acteurs de la localisation industrielle (décideurs politique, industriels agence d'état...etc.).

2 OUTIL ET MÉTHODE

La méthodologie que nous avons adoptée comprend les étapes suivantes (figure 1) :

- Etablissement d'une liste des critères de décision (critères exclusifs et critères d'appréciation) et leur évaluation par un outil d'aide à la décision multicritère, à savoir MACBETH [13];
- Application des critères exclusifs pour exclure les zones impropres à la localisation industrielle, en se basant sur des restrictions légales ou d'impraticabilité physique. Par exemple, les surfaces d'eau ou le réseau routier ;
- Evaluation des différentes alternatives, issues de l'étape précédente, au travers des critères d'appréciation ;
- Agrégation des critères pour classer par ordre croissant les alternatives.

Cette démarche a pour objectif de planifier sur l'ensemble du territoire d'une collectivité territoriale, et en fonction des contraintes environnementales, sociales et économiques, les meilleurs sites de localisation industrielle.

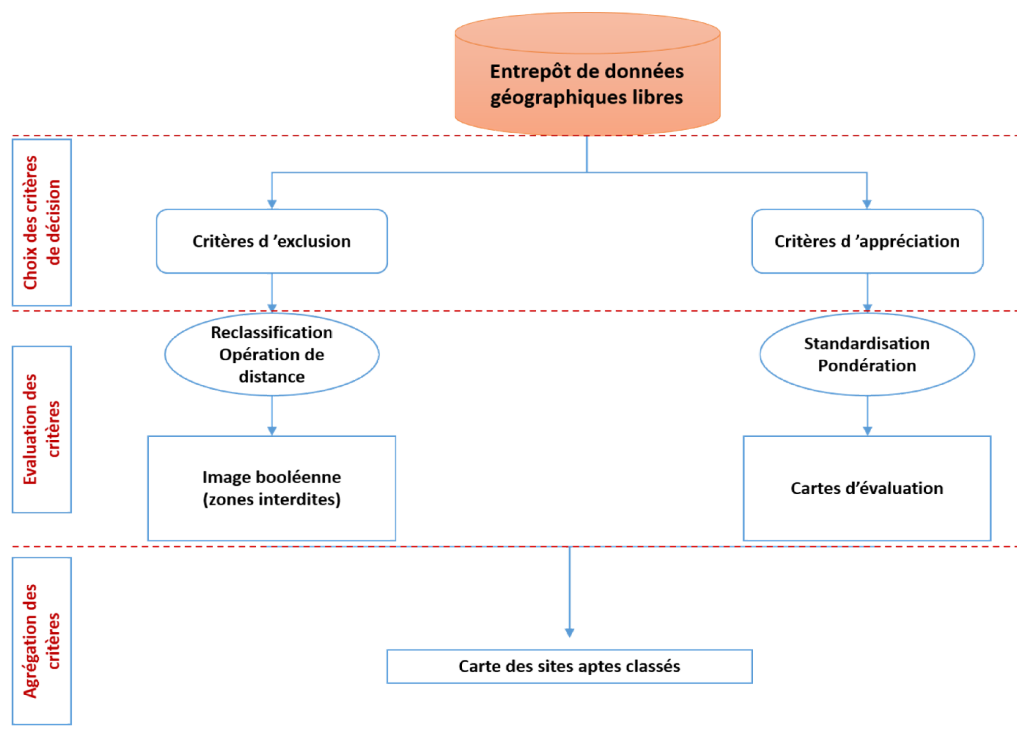


Figure 1 : Méthodologie pour le choix de localisation industrielle

2.1 ETABLISSEMENT DES CRITÈRES DE DÉCISION

Au Maroc, la législation relative à la gestion des zones industrielle et à leur localisation ne présente aucune exigence concernant le choix optimal d'un emplacement. Ainsi, pour arrêter les différents critères, nous nous sommes appuyés sur une étude bibliographique, notamment l'évolutions des théories de localisation industrielle depuis la théorie de Von Thünen [10] jusqu'aux analyses de localisation les plus récentes traitants de l'interaction entre le développement territorial et le développement durable [11], en passant par les théories en relation pure avec l'optimisation des distances, des espaces et donc des coûts de transport [12].

2.1.1 CRITÈRES EXCLUSION

Ce sont des critères de sélection qui conditionnent à priori l'identification d'une zone comme absolument inappropriée, car dans une telle zone l'emplacement d'une zone industrielle causerait d'importantes nuisances pour l'environnement. Les contraintes suivantes ont été choisies :

Réseau hydrographique : Le site ne doit pas être aménagé à proximité des rivières, ruisseaux ou dans une région exposée à des risques de crue. Le choix de la distance minimale à respecter aux alentours des rivières varie d'un pays à l'autre et en fonction de leurs débits. Nous avons défini des zones tampon en fonction du débit théorique au niveau du réseau hydrographique extrait (Tableau 1).

Plans d'eau (barrage, océan) : Le site de zone industrielle doit être choisi de telle façon que les plages ainsi que les barrages ne soient pas exposés à des atteintes nuisibles dues à l'exploitation de la zone industrielle. Une distance minimale de 800 m [13] est attribuée à cette contrainte.

Zone résidentielle : Dans le but de protéger les zones d'habitation contre les nuisances excessives résultant de l'exploitation de la zone industrielle (odeurs, bruit des machines et celui issu des camions transporteurs, poussière, fumée), une zone-tampon autour des zones résidentielles a été choisie comme zone de restriction non apte à l'implantation d'une zone industrielle (Tableau 1).

Les forêts et les réserves naturelles : Une zone tampon est établit autour des zones forestières et des réserves naturelles extraites de la carte d'occupation du sol (Tableau 1).

Pente : Le site de la zone industrielle doit être conçu de telle façon que son emplacement ne soit pas exposé à des risques de glissement de terrain, d'érosion ou à des risques de crue. Tout en respectant les normes de constructibilité ; par conséquent, les zones à pente supérieure à 15° [13] sont exclues.

2.1.2 CRITÈRES D'APPRECIATION

Les critères d'appréciation ont pour effet de renforcer ou réduire la pertinence des sites retenus lors de l'étape précédente [13]. Ils permettent donc de sélectionner les meilleures zones pour les zones industrielles. Notre choix a été porté sur quatre types de facteurs :

Facteurs environnementaux : Ces facteurs sont présentés principalement par le critère de l'adéquation de la couverture du sol. Ils sont utilisés pour sauvegarder les bonnes terres agricoles et forestières et réduire l'impact du nouveau site sur l'environnement. Ainsi, ces critères pénalisent les terrains qui se trouvent à proximité d'une zone forestière ou agricole.

Facteurs hydro-climatologiques : Ils englobent la proximité à l'eau et les précipitations moyennes. Ces facteurs permettent de minimiser les risques de crue et de glissement de terrain, ainsi que de contamination des eaux souterraines et superficielles par le site de zone industrielle.

Facteurs sociaux : La proximité aux aires résidentielles est un facteur primordial dans l'aide à la décision pour la sélection des meilleurs sites de zone industrielle. En effet, ces facteurs ont la possibilité de freiner ou d'empêcher la réalisation de la zone industrielle engendrant des mécontentements de la population si le site est trop proche des habitations. C'est dans ce sens que nous avons introduit dans cette analyse multicritère cet aspect pour réduire les risques de nuisance à la population.

Facteurs économiques : le choix du site doit prendre en compte la proximité du réseau routier (avec trois niveaux d'importance des routes) afin de réduire le coût de transport depuis et vers le site de la zone industrielle.

2.2 MISE EN ŒUVRE DES CRITÈRES D'EXCLUSION

L'interaction entre les différents critères d'exclusion cités afin d'éliminer les zones impropres à l'implantation des zones industrielles a été accomplie par l'approche booléenne en effectuant des opérations de distance (zone tampon) et de classification avant de combiner les images résultantes de l'évaluation de chaque critère.

2.2.1 DÉLIMITATION DE LA ZONE DE RECHERCHE

Puisque les données nécessaires sont disponibles et couvrent tout le territoire national. Le choix de la zone de recherche se fait à priori sur la base des polygones délimitant les collectivités territoriales (régions, provinces et commune). Toutefois le décideur peut délimiter manuellement la zone de recherche (dans notre cas pratique la zone de recherche est délimitée à la région Chaouia-Ouardigha).

2.2.2 CLASSIFICATION

L'opération de classification concerne le critère de la pente. Ainsi, deux classes ont été définies. Une classe des pentes supérieures à 15° représentant les zones interdites et une deuxième classe des pentes inférieures à 15° propres à l'implantation des zones industrielles.

2.2.3 OPÉRATIONS DE DISTANCE

Des zones tampon sont définies autour d'objets spatiaux et suivant les critères autre que la pente (Tableau 1). Chaque évaluation de distance aboutit à une image booléenne représentant l'adéquation des sites au critère considéré.

Tableau 1 : Distances tampon par rapport aux critères d'exclusion

Critère exclusion	Type	Distance tampon (m)
Réseau hydrographique	Premier ordre (accumulation de flux=100000)	1000
	Deuxième ordre (accumulation de flux=50000)	800
	Troisième ordre (accumulation de flux=10000)	600
	Quatrième ordre (accumulation de flux=2000)	400
	Cinquième ordre (accumulation de flux=1000)	200
	Sixième ordre (accumulation de flux=200)	100
Emprise et respect des distances légales des grandes infrastructures	Réseau ferroviaire	1000
	Autoroutes	1000
	Routes nationales	800
	Routes secondaires	800
	Routes tertiaires	600
	Routes quaternaires	200
	Réseau urbain	200
Plans d'eau	-	1000
Zone résidentielle	Grandes villes	6000
	Villes	3000
	Village	1000
Les forêts et les réserves naturelles	-	1000

2.2.4 SUPERPOSITION DES COUCHES

Cette analyse consiste à combiner par superposition les informations contenues dans les couches booléennes satisfaisant les critères d'exclusions mentionnés ci-dessus. C'est l'opérateur logique "ET" qui a été utilisé dans cet examen ; il traduit l'intersection entre les conditions posées qui doivent être toutes satisfaites.

2.2.5 AUTOMATISATION DU PROCESSUS

Les différents traitements sont effectués à l'aide du logiciel ArcGIS 10.0 via lequel nous avons monté un « Model-Builder » pour l'automatisation du processus de traitement. Ce modèle est constitué d'un modèle principal de restriction qui fait appel aux modèles d'application des différents critères d'exclusion chacun mettant en œuvre une succession d'opérations.

2.3 MISE EN ŒUVRE DES CRITÈRES D'APPRÉCIATION ET LEUR PONDÉRATION

Pour la mise en œuvre des critères d'appréciation nous avons utilisé une méthode de choix multicritère à savoir la méthode MACBETH.

MACBETH (Measuring Attractiveness by Categorical Based Evaluation Technique), est une approche pour mesurer l'attractivité par une technique d'évaluation basée sur des catégories, elle a été développée dans les années 90 par Bana e Costa et Vansnik. Il s'agit d'un processus interactif qui permet, à partir d'un ensemble fini d'éléments, de construire une échelle intervalle permettant de quantifier l'attractivité de ces éléments selon l'opinion d'un évaluateur (dans notre cas : des décideurs de différents niveaux de décision (pouvoirs publique et industriels)). Cette méthode s'inscrit dans la famille des systèmes d'aide à la décision du type critère unique de synthèse [4].

Cette méthode a été largement mise en œuvre dans les projets de consultation dans le domaine de l'évaluation des politiques publiques, la qualité de gestion et les stratégies d'investissement. Elle semble particulièrement adaptée pour l'agrégation des critères d'évaluation lorsque les deux informations absolue et relative sont nécessaires et quand différentes informations de types quantitative et qualitative doivent être traitées (dans notre exemple, différents critères sont utilisés et mesurant les niveaux de chacun des choix de localisation industrielle).

En outre, la méthode MACBETH est associée à un système d'aide à la décision appelé M –MACBETH qui contribue à la mise en œuvre de l'ensemble multicritère au processus d'aide à l'évaluation [4].

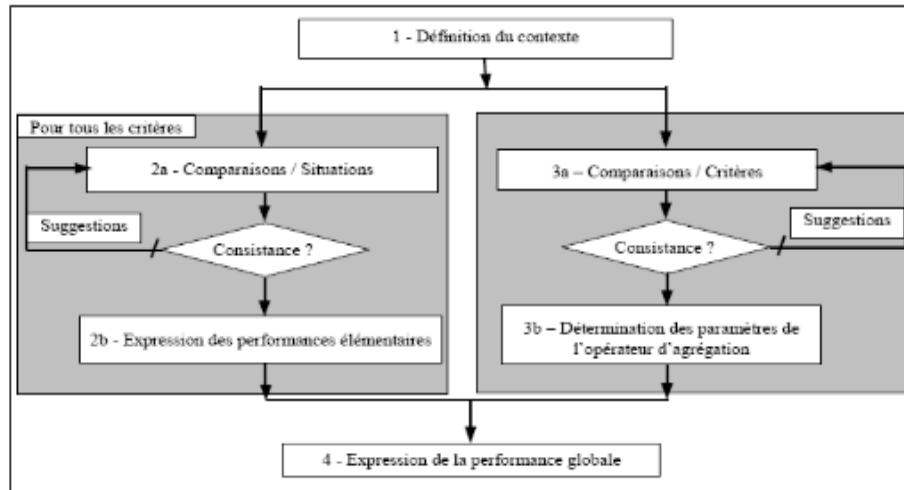


Figure 2 : Procédure MACBETH adoptée par Bana et Costa (Costa et al 1999)

En effet, le problème peut être présenté sous un arbre des valeurs (figure 2). Dans cet arbre, en haut apparaît le nœud racine qui correspond à notre problème, les autres nœuds montrent les critères du modèle, cependant, les trois nœuds situés sous le nœud racine (critères seuils, critères discriminants et critères différentiant) ne sont pas des critères mais ils sont inclus dans l'arbre seulement pour aider à l'évaluation des nœuds critères et n'ont pas d'influence, autrement dit, ils sont considérés comme des commentaires pour structurer le problème et le rendre plus intelligible.

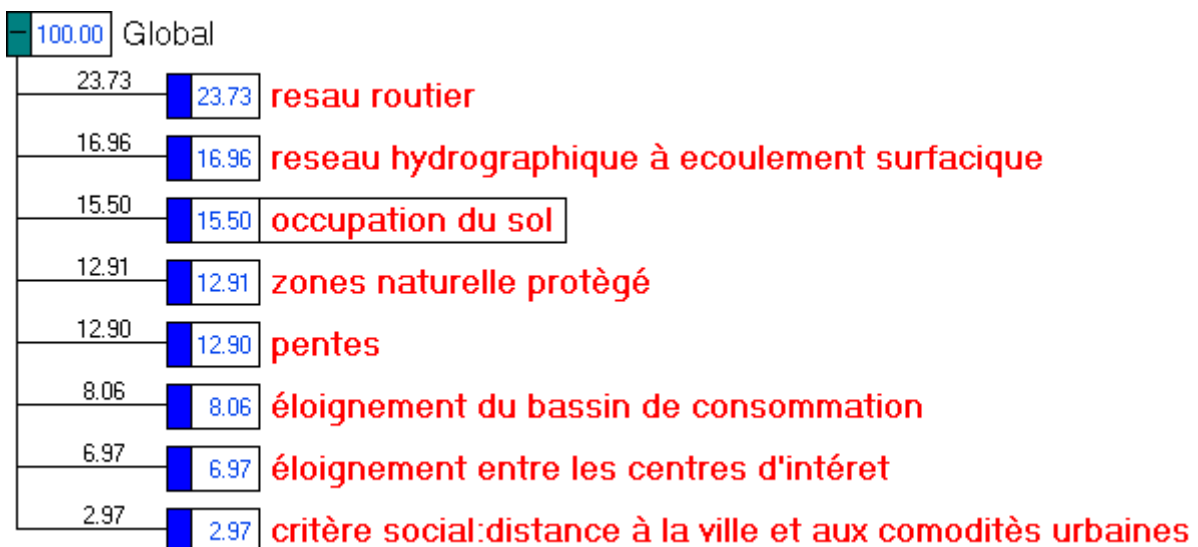


Figure 3: arbre des valeurs dans l'outil logiciel M-MACBETH

Après confrontation de ces critères de décision à au jugement de décideurs, d'industriels et d'expert en environnement durables l'outil M-MACBETH fournit les poids des critères préétablis qui sont intégrés dans la suite du processus.

2.4 APPLICATION DES CRITÈRES PONDÉRÉS

Une classification est établie en fonction des critères de préférences (dix classes par critère). Ces classes sont notées de 1 à 10, ainsi chaque pixel recevra la somme des notes pondérées dépendamment des classes auxquelles il appartient (tableau 4.8).

$$\text{Note pixel} = \sum_{i=0}^5 P_i * N_i$$

Pi : poids du critère i

Ni : Note de la classe du critère

Les fonctions de transformation Linéaires floues appliquent une fonction linéaire entre les valeurs maximales et minimales (points d'inflexion). La courbe d'appartenance croît de 0 à 10 pour la fonction monotone croissante et décroît de 10 à 0 pour la fonction monotone décroissante. En-deçà de la valeur minimale la fonction croissante prend une valeur constante de 0 et la fonction décroissante une valeur de 10. Au-dessus de la valeur maximale la fonction croissante prend une valeur constante de 10 et la fonction décroissante une valeur de 0.

Pour l'occupation du sol la standardisation est effectuée par la reclassification des classes d'occupation en onze classes notées de 0 à 10 (tableau 3).

Tableau 2 : Paramètres des fonctions utilisés pour la standardisation des critères dans une échelle commune de 0 à 10

Critère	Consistance	poids	quantification	
			type de la fonction	points d'inflexion
Réseau routier	Lignes ferroviaires	23.73	Décroissante	50-5000
	Autoroutes		Décroissante	50-5000
	Route nationale		décroissante	50-5000
	Route régionale		décroissantes	50-5000
	Route provinciale		décroissantes	50-5000
Réseau hydrographique à écoulement surfacique	Premier ordre (accumulation de flux=100000)	16.96	Croissante	1000-3000
	Deuxième ordre (accumulation de flux=50000)		Croissante	600-3000
	Troisième ordre (accumulation de flux=10000)		Croissante	400-3000
	Quatrième ordre (accumulation de flux=2000)		Croissante	200-3000
	Cinquième ordre (accumulation de flux=1000)		Croissante	100-3000
Critère social : Ville (représentation ponctuelle)	Grande ville	2.97	décroissantes	1500-90000
	Ville		décroissante	600-90000
	village		décroissante	300-90000
Forêt et réserve naturelle	Forêt et réserve naturelle	12.91	Croissante	500-3000
Occupation du sol	Végétation à forte densité	15.50		
	surfaces artificielles et les domaines associés			
	neige et glace permanentes			
	Zones régulièrement inondées			
	Terres agricoles irriguées			
	Terres agricoles non irriguées			
	Végétation à faible densité			
	Végétation à très faible densité			
	sol nu			
Pente	Pente propre à la constructibilité	12.90	décroissante	5°-15°
Critère de proximité	Proximité du bassin de consommation	8.08	Décroissante	1000-90000
	Proximité entre zone d'intérêt	6.97	décroissante	0-90000

2.5 AUTOMATISATION DU PROCESSUS

Pour l'automatisation des traitements relatifs à l'application des critères de préférences nous avons aussi mis en place un « Model-Builder » principal qui fait appel à des modèles secondaires chacun s'appliquant à un critère d'appréciation.

2.6 AGREGATION DES CRITERES D'EXCLUSION ET D'APPRECIATION

L'image binaire résultante de l'application des critères d'exclusion et superposée à la carte thématique générée par l'application des critères de préférence. L'opérateur utilisé est la « multiplication ». Ainsi les pixels ayant la valeur « 0 » dans l'image binaire (zone interdite à la localisation industrielle) auront la même valeur après multiplication et les pixels ayant une valeur de « 1 » auront les valeurs qui leur correspondent dans l'image thématique. Les notes ainsi obtenues sont classées en 5 classes (Tableau 3).

Tableau 4: Classification des notes des sites d'implantation des zones industrielles

Intervalle des notes	classe
[1 2]	Très peu favorable
]2 4]	Peu favorable
]4 6]	Moyennement favorable
]6 8]	Favorable
]8 10]	Très favorable

La figure 4 Montre une carte thématique des zones propres à la localisation industrielle au niveau de la région Chouia-Ouardigha. Ces zones sont classées en Cinq classes, ainsi l'utilisateur a une idée sur les possibilités d'implantation des sites respectant les critères économiques, sociaux et environnementaux définis.

3 RÉSULTAT ET DISCUSSION

L'application de notre modèle permet de mettre en place un modèle agréant à la fois la mise en place d'un outil d'aide à la décision multicritère et son intégration à un système d'information géographique permettant la réalisation de cartes.

La figure 4 Montre une carte thématique des zones propres à la localisation industrielle au niveau de la Région Chaouia-Ouardigha au Maroc. Ces zones sont classées en Cinq classes, ainsi l'utilisateur a une idée sur les possibilités d'implantation des sites respectant les critères économiques, sociaux et environnementaux définis.

De surcroît la visualisation de ces résultats de cartographie épargne aux décideurs l'aménagement de deux modes de réflexions : l'analyse multicritère et la localisation telle que offre une cartographie.

La carte ci-dessous démontre quant à elle la possibilité de faire le diagnostic de l'existant en termes de localisation industrielle puisqu'elle met en exergue les 12 localisations majeures de la région considérée dans le cas pratique.

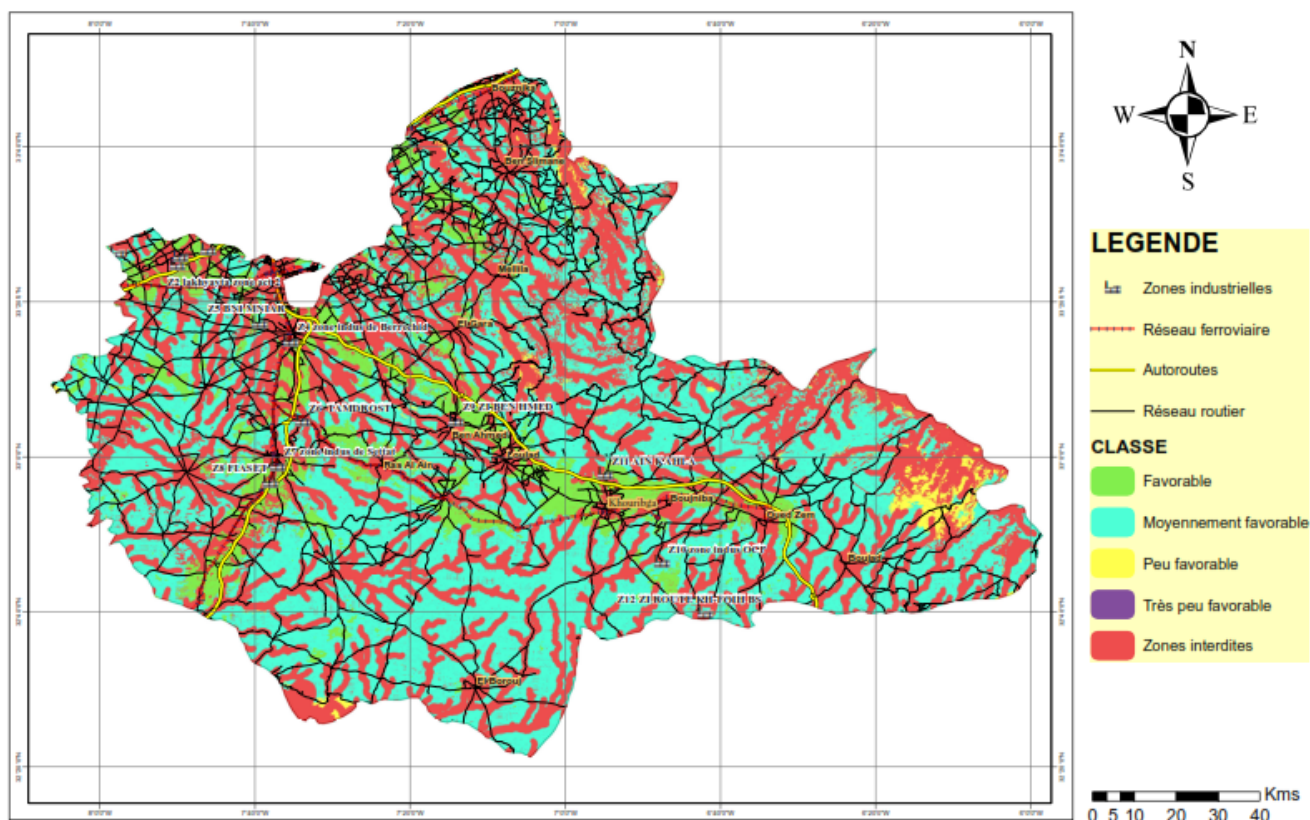


Figure 4 : Carte des zones propres à la localisation industrielle Région Chaouia-Ouardigha Maroc (avec positionnement précis des zones industrielles existantes).

4 CONCLUSION

L'approche adoptée pour la sélection des sites d'implantation industrielle se base, d'une part, sur l'application des critères d'exclusion et des critères de préférence dont l'évaluation s'est appuyée sur l'analyse multicritère, et d'autre part sur l'automatisation des processus d'analyse spatiale appliquée aux données spatiales libres disponibles grâce à un entrepôt constitué au préalable.

Les modèles de traitement spatiales ainsi établis permettent l'évaluation rapide pour le choix des sites d'implantation industrielle. Mais pour rendre leur exploitation aisée pour un décideur qui n'est à priori pas un spécialiste en géomatique, nous nous sommes proposé d'intégrer ces modèles dans un applicatif SIG facilement exploitable.

REFERENCES

- [1] M. SAVY, "Territoire: les lieux de la démocratie", *Hommes & Libertés*, n° 137, janvier – mars 2007.
- [2] B. Mérenne-schoumaker, " La Localisation Des Grandes Zones de Logistique", *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 49 ,31–40, 2007.
- [3] D. Akono & V. Fernandes, "Impacts du développement durable sur les organisations logistiques". *Management & Avenir*, 26(6), 241-255. 2009.
- [4] S. Oufella, D. Hamdadou, & K. Bouamrane, "Conception D'Un Système Interactif D'Aide À La Décision Collective En Localisation Spatiale". in *CIIA*, 2009.
- [5] A. Rikalovic, , I. Cosic, & D. Lazarevic, "GIS Based Multi-Criteria Analysis for Industrial Site Selection", *Procedia Engineering*, 69, 1054–63, 2014.
- [6] Chabaane, Z. Lili, I. Friaa, & A. Rhouma, "Choix D'Un Site de Décharge de Déchets Industriels : Utilisation de SIG et de L'Analyse Multicritère / Choice of Industrial Waste Landfill Site : GIS and Multicriteria Decision Support System Use", 2002.

-
- [7] P.Solomon, P. Bobby, J. Samuel, J. Medo, V. Tamba, & S. Kabba, "Modelling Landfill Location Using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case Study Bo , Southern Sierra Leone", *Applied Geography*, 36, 2013.
- [8] T. Gilberto, Z. Zsigraiová, & V. Semiao, "Multi-Criteria GIS-Based Siting of an Incineration Plant for Municipal Solid Waste", *Waste Management*, 31 (2011);
- [9] E.C.BANA, A.Carlos, R.Sanchez-Lopez, J. C. Vansnick,, & J. M. De Corte, "Introducción a MACBETH. Análisis Multicriterio para la Toma de Decisiones: Métodos y Aplicaciones". 2011.
- [10] J. H. Von Thünen, *Recherches sur l'influence que le prix des grains: la richesse du sol et les impôts exercent sur les systèmes de culture*. Guillaumin.1851.
- [11] Weber, A. *Histoire de la philosophie européenne*. Fischbacher.1892.
- [12] A.Diemer, & S. Labrune, "L'écologie industrielle: quand l'écosystème industriel devient un vecteur du développement durable. Développement durable et territoires". *Économie, géographie, politique, droit, sociologie*. 2007.
- [13] E. Morjani, Z. El Abidine, W.Wildi, J. M Jaquet, M.Bouzelboudjen, & Bouchaou, "Contribution d'un système d'information à référence spatiale à la sélection de sites potentiels de stockage de déchets ménagers et industriels en région semi-aride (Souss, Maroc) ". In *SIG: Actes de la Conférence Francophone ESRI* (pp. 1-29). 2003.