

Insertion des critères environnementaux dans le traitement des déchets urbains

MYRIAM NOUREDDINE
ABDELKADER BENZOHR

Université des sciences et
de la technologie
Mohamed Boudiaf d'Oran
(USTO-MB)
Département
d'informatique
Faculté des
mathématiques et
informatique
BP 1505 El-M'Naouer
31000 Oran
Algérie
<myriam.nouredine@
univ-usto.dz>
<aek.benzohra@gmail.com>

Tirés à part :
M. Nouredine

Résumé. Les nouveaux modes de consommation des habitants des villes algériennes, ainsi que l'urbanisation du pays, génèrent des quantités importantes de déchets, et malgré de nombreux programmes mis en place, ce potentiel de déchets est souvent géré d'une manière improductive. En effet, en l'absence d'une stratégie de collecte efficace et de budget, la plupart des communes algériennes ne maîtrisent pas les problèmes environnementaux liés au traitement des déchets et conduisant à des problèmes de santé dans la population. Dans ce contexte, cet article propose une aide à la décision pour le traitement des déchets urbains prenant en compte des critères environnementaux. La démarche adoptée consiste à proposer une classification de cinq plans de gestion candidats : le plan actuel, les plans de tri sélectif par la population et par des opérateurs, le plan actuel amélioré par un système de consigne des bouteilles en plastiques et un plan d'incinération et tri des métaux lourds. Les quatre critères identifiés relatifs à l'environnement sont la maximisation du pourcentage de récupération des déchets ainsi que les critères fondamentaux de pollution à minimiser tels que la pollution visuelle, la pollution toxique et la pollution sonore. La démarche de classification, basée sur une analyse multicritères, a été appliquée sur un tissu urbain réel de l'Ouest algérien. Après une étude de sensibilité, le classement final identifie le 2^e plan, le tri sélectif à la source par la population, comme le plan dominant. Les plans 3 et 5, le tri à la source assisté par opérateurs dédiés et l'incinération et tri des métaux lourds, se partagent le classement, suivis par les plans 4 et 1 qui sont les plans de gestion actuels. Ainsi, ces derniers plans se révèlent inadéquats vis-à-vis des critères environnementaux et doivent être des options à délaisser au profit d'une stratégie impliquant la population, consciente des impacts sur la santé.

Mots clés : urbanisation ; environnement ; déchets ; décision

Abstract

Integrating environmental criteria in urban waste treatment

The urbanization of Algeria and the new consumer habits of its cities' inhabitants generate large quantities of waste. Despite the many programs put in place, this waste potential is often managed unproductively. In the absence of an effective strategy and the necessary budget, waste treatment in most Algerian municipalities ignores environmental problems and leads to public health problems. This article therefore proposes a decision-making tool for the treatment of urban waste taking into account environmental criteria. The adopted approach consists in classifying five candidate management programs: the current program (1), selective sorting by the population (2), selective sorting by dedicated operators (3), the current program, improved by a deposit system for plastic bottles (4), and incineration and sorting of heavy metals (5). Four environmental criteria were identified: the first, an increased percentage of waste recovery, and the other three, decreases in visual pollution, toxic pollution and noise pollution. The classification approach, based on a multicriteria analysis, was applied to a city in western Algeria. After a sensitivity study, the final classification identified the second plan, (selective sorting at the source) as the dominant plan. Plans 3 and 5 both ranked second. The current management programs, 4 and 1, were in last place, and thus proved inadequate with regard to environmental criteria. They should be abandoned in favor of a strategy involving the population, with increased awareness of health impacts.

Key words: urbanization; environment; waste; decision.

Pour citer cet article : Nouredine M, Benzohra A. Insertion des critères environnementaux dans le traitement des déchets urbains. *Environ Risque Sante* 2018 ; 17 : 49-56. doi : 10.1684/ers.2017.1122

Le développement de l'Algérie a conduit à une urbanisation du pays, à de nouveaux modes de consommation de ses habitants générant des quantités importantes de déchets. Malgré de nombreux programmes mis en place, ce potentiel de déchets est souvent géré d'une manière improductive. En effet, en l'absence d'une stratégie de collecte et de valorisation adéquate, la plupart des communes algériennes sont confrontées aux difficultés de gestion des déchets urbains (DU) avec des problèmes environnementaux non maîtrisés. C'est ainsi que des problèmes d'hygiène et de salubrité publique (odeurs nauséabondes, problèmes respiratoires, allergies, etc.) [1] sont apparus avec des conséquences sur la santé de la population.

Dans ce contexte, cet article propose une aide à la décision pour le traitement des DU, prenant en compte des critères environnementaux ayant un impact sur la santé.

Le reste de ce papier est organisé comme suit : la deuxième section présente la gestion des déchets en Algérie et la méthode proposée de traitement des déchets, basée sur une analyse multicritères. L'application de la démarche sur un tissu urbain réel de l'Ouest algérien est décrite dans la section suivante. La quatrième section développe l'analyse multicritères et le résultat final qui a permis de classer les plans de gestion des DU, identifiant ainsi la stratégie la plus appropriée. Une étude de sensibilité sur les critères environnementaux considérés valide le classement obtenu.

Traitement des DU

État des lieux en matière de gestion des DU

La notion de DU regroupe un ensemble de résidus hétérogènes [2] formé :

- des déchets provenant des ménages (déchets de nourriture, verre, emballages, etc.) ;
- des déchets de bureaux, commerces, industries et administrations ;
- des détritiques de foires et marchés ;
- des détritiques issus du nettoyage et du balayage de la voirie, cimetières et jardins ;
- des résidus des collectivités (cantines, écoles, casernes, hospices, prisons, etc.).

Dans les DU produits en Algérie, il est constaté que la matière organique demeure prépondérante, résultant du nouveau mode de consommation de la population.

En effet, avec l'ouverture de l'Algérie à l'économie de marché, la société algérienne s'est orientée vers des pratiques de surconsommation au détriment des pratiques traditionnelles plus tournées vers une production locale, générant ainsi une grande masse de déchets issus

de la consommation des ménages [3]. Cette constatation est validée par une étude statistique [1] sur plusieurs années, où par exemple pour l'année 2010, 62,12 % des déchets sont des matières organiques (déchets alimentaires, *i.e.* restes de cuisine, produits alimentaires non consommés, déchets de jardin, etc.), suivis par le plastique (12 %), les papiers/cartons (9,39 %), le reste étant des matières diverses (métaux, verre et autres).

La gestion des DU en Algérie relève des APC (assemblée populaire communale ou conseil municipal) et est partagée entre les établissements publics à caractère industriel et commercial dédiés à la collecte et les centres d'enfouissement technique (CET). Malgré les efforts accomplis, la gestion des DU est encore actuellement non satisfaisante. En effet, des données statistiques pour l'année 2014 [1] montrent que le déversement dans des décharges sauvages est important (*figure 1*), même si le nombre de CET augmente, permettant ainsi une décharge contrôlée. Il est également constaté que les quantités des matières récupérées et recyclées sont très réduites du fait qu'il n'existe pas de tri à la source des déchets.

De nombreuses lacunes sont également relevées, induites par le dépôt anarchique et les plans de collecte inefficaces, parmi lesquelles la pollution de différents types : atmosphérique (dégradation de la qualité de l'air), visuelle (détérioration du paysage) et sonore (bruit des engins de transport). Il est donc fondamental de trouver un nouveau plan de gestion plus efficace qui prenne en compte tous ces aspects relatifs à l'environnement et à la protection de la santé des riverains.

Démarche de traitement proposée

L'aide multicritères à la décision est une démarche visant à fournir aux décideurs des outils leur permettant de résoudre des problèmes de décision, où plusieurs points de vue, souvent contradictoires, doivent être pris en compte. Le but recherché de la gestion des plans des DU, vis-à-vis des critères environnementaux et sanitaires préalablement choisis, s'inscrit parfaitement dans la démarche de la décision multicritères.

L'approche proposée (*figure 2*) est basée sur une démarche d'analyse multicritères classique englobant cinq grandes étapes.

La première étape consiste à déterminer la problématique, parmi les problématiques de référence [4] : choix, tri, rangement et description, correspondant respectivement aux procédures d'aide à la décision de sélection, d'affectation, de classement et cognitive.

Les quatre étapes suivantes sont définies comme suit [5] :

- description des actions potentielles (plans), sur lesquelles portera la décision ;
- recensement des critères, qui permettront à la fois d'évaluer et comparer les différents plans ;

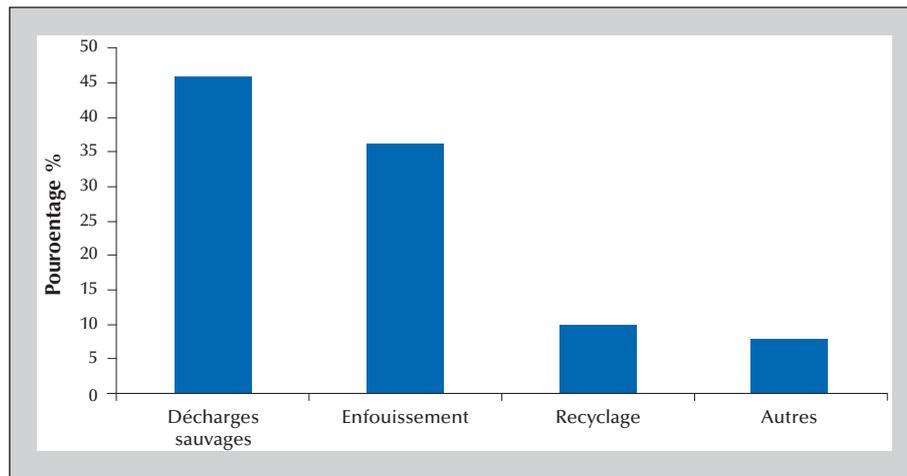


Figure 1. Types de traitement des déchets urbains en Algérie.

Figure 1. Types of urban waste treatment in Algeria.

- définition de la table des performances (ou matrice des évaluations), qui regroupe l'évaluation de chaque action (plan) dans l'espace des critères ;
- agrégation des performances, qui permet d'établir un modèle formalisé des préférences globales du ou des décideurs, relatif à un ensemble d'actions.

Afin d'obtenir un rangement des différents plans de gestion des DU, nous optons pour une procédure de classement, qui consiste à ordonner les actions (plans identifiés) suivant leur évaluation par rapport à chaque critère recensé.

Application de la démarche

Plans de gestion et critères environnementaux

Identification des plans candidats

La première étape dans l'approche proposée consiste à identifier les plans de gestion candidats.

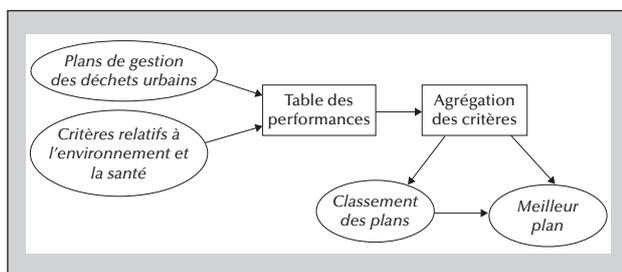


Figure 2. Modèle de l'approche proposée.

Figure 2. Model of the proposed approach.

En concertation avec une équipe de professionnels, nous avons sélectionné cinq plans candidats [6] pour la gestion des DU.

Ces plans définissent différentes stratégies, la situation actuelle existante dans toutes les villes algériennes (plan 1) et des propositions de solutions (plan 2, 3, 4 et 5) :

- Plan 1, le plan actuel de gestion des DU adopté en Algérie. Ce plan consiste à faire la collecte des déchets ménagers non triés et c'est au niveau de la décharge que le tri s'effectue, induisant des problèmes de budget pour le conseil municipal, environnementaux et de santé publique pour la population (travailleurs et riverains).
- Plan 2, le tri sélectif à la source par la population, qui aura l'avantage de maximiser les quantités récupérées. Une expérience pratiquée [7] permet d'envisager ce tri suivant, d'une part, le tri des déchets secs recyclables (plastique, papier, carton, verre, etc.) et, d'autre part, les autres déchets (organiques).
- Plan 3, le tri à la source assisté par des opérateurs dédiés. Dans cette variante du plan 2, on suppose que la population dépose ses déchets dans de petits centres de tri installés dans les quartiers. Des opérateurs vont alors assurer le tri, qui sera de qualité et efficace. Les nuisances vont être limitées aux voisinages des centres de collecte.
- Plan 4, le plan actuel amélioré par un système de consigne [3]. Cette solution propose une amélioration de la stratégie actuelle par l'adoption du système de consigne pour les bouteilles en plastique d'eau minérale.
- Plan 5, l'incinération et le tri des métaux lourds. Cette option, en opposition [3] avec la technique de l'enfouissement adoptée en Algérie, permet la récupération de l'énergie par incinération, et le tri des métaux lourds tels

que le mercure et l'aluminium nécessaire pour améliorer la chaleur d'incinération.

Recensement des critères

Sachant que les cinq plans candidats vont être évalués vis-à-vis de l'environnement et de la santé, nous identifions quatre critères principaux, répondant aux caractéristiques d'exhaustivité, de cohérence et de non-redondance, requises pour la famille de critères, et recensés parmi des critères généraux [6] établis sur les cinq plans. Chaque critère a un sens d'optimisation.

– Critère à maximiser : le taux de récupération des déchets (noté Pourcentage), qui concerne la quantité des matières récupérées par rapport à leur quantité totale dans la composition réelle des DU. Ce critère porte à la fois sur des aspects économiques et environnementaux.

– Critère à minimiser :

- critère de pollution visuelle (noté Pol-Visuelle), qui concerne les effets visuels influençant la propreté générale de la Terre. L'exemple pertinent ici est le volume des sacs plastique jetés un peu partout (villes, forêts, plages, etc.), qui défigurent et polluent l'environnement ;

- critère de pollution toxique (noté Pol-Toxique), comme la pollution atmosphérique avec la dégradation de la qualité de l'air et la pollution de l'eau. En effet, mer, barrages, vie marine et nappe phréatique des eaux sont de plus en plus menacés par les décharges sauvages ;

- critère de pollution sonore (noté Pol-Sonore), communément appelé bruit. Les émissions sonores dégagées par les machines, engins, etc. peuvent causer des nuisances à la population. On préfère donc ici une solution qui génère le minimum de bruit.

Évaluation des plans dans l'espace des critères

Démarche d'agrégation des critères

Parmi les procédures d'agrégation existantes (complète, partielle et locale), nous adoptons une approche par agrégation partielle acceptant l'incomparabilité [5, 8] et permettant de comparer les actions deux à deux introduisant ainsi la notion de surclassement entre les différents plans. De plus, ces techniques sont bien adaptées aux problèmes liés à la gestion de l'environnement, comme illustrés dans [5].

L'approche d'agrégation partielle PROMETHEE (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation*) [9], qui relève de la problématique de classement, est utilisée car elle est présentée comme une méthode facilement compréhensible pour les utilisateurs [8], avec une version II qui offre un pré-ordre total où toutes les actions sont alors classées.

La démarche de mise en œuvre de la méthode PROMETHEE consiste à calculer les deux flux positif et négatif, qui permettent d'estimer toute action avec l'ensemble des autres actions. Le flux positif ou flux sortant (ϕ^+) et le flux négatif ou flux entrant (ϕ^-) définissent respectivement la puissance et la faiblesse de l'action sur les autres actions. Les actions sont ensuite classées en fonction de leur flux net (ϕ), du flux net le plus élevé (action la meilleure) au flux net le plus bas (action la moins bonne).

Table des performances

La démarche proposée est appliquée sur un cas réel de gestion des DU dans une ville de l'Ouest algérien, afin de classer les plans proposés et de faire une comparaison sur la stratégie existante. Comme toute gestion des DU en Algérie, une étude sur site a permis de constater que la gestion actuelle est partagée entre le conseil municipal pour la collecte et le CET de proximité pour le traitement des déchets. Cette étude a évalué les cinq plans proposés suivant les quatre critères également identifiés précédemment, par le biais des concertations avec le responsable du CET, ayant le rôle du décideur et étant également l'expert du domaine. Ainsi, après discussions et d'un commun accord, l'évaluation des plans sur les critères est faite sur une échelle de 1 à 10 et chaque critère est pondéré suivant son importance en commençant par noter le critère le plus important, puis en attribuant les poids aux autres critères par rapport à ce poids maximum. Dans le contexte de cet article, le critère le plus important considéré est le critère de pollution toxique à cause de ses implications sur la santé publique.

L'évaluation complète est donnée dans la table de performances (*figure 3*), implémentée à travers le logiciel *Online Visual Promethee* [10]. Tous les paramètres liés aux critères sont pris en compte ainsi que la forme adoptée du type de critères (forme usuelle où le pouvoir de discrimination est parfait et sans seuils).

À partir de cette table des performances, une analyse multicritères est menée pour obtenir un classement des cinq plans suivant les quatre critères et leur sens d'optimisation respectif.

Analyse multicritères

Variation du nombre de critères

Analyse monocritère

L'analyse monocritère (*tableau 1*) donne le classement par rapport à chaque critère pris isolément.

Les résultats obtenus montrent que c'est le plan 2 qui domine, suivi par le plan 5 et le plan 3.

	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Performance	Pourcentage	Pol-Visuelle	Pol-Toxique	Pol-Sonore
Unit	Unit	Unit	Unit	Unit
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆
Preferences				
Min/Max	max	min	min	min
Weight	6.00	5.00	10.00	5.00
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics				
Evaluations				
<input checked="" type="checkbox"/> Plan1	1.00	5.00	9.00	9.00
<input checked="" type="checkbox"/> Plan2	9.00	1.00	2.00	5.00
<input checked="" type="checkbox"/> Plan3	7.00	3.00	5.00	3.00
<input checked="" type="checkbox"/> Plan4	5.00	4.00	7.00	7.00
<input checked="" type="checkbox"/> Plan5	7.00	3.00	2.00	9.00

Figure 3. Performance des cinq plans suivant les quatre critères.

Figure 3. Performance evaluation of the five programs according to the four criteria.

Génération du scénario initial suivant les quatre critères

L'intérêt de l'analyse multicritères est de considérer l'ensemble des critères qui ont des sens d'optimisation différents. L'application de la méthode PROMETHEE suivant le logiciel utilisé donne la matrice des flux (figure 4), générée à partir de la table des performances et induisant un scénario initial (SI) de rangement des cinq plans, suivant le classement : plan 2, plan 5, plan 3, plan 4, plan 1.

Analyse de sensibilité

Sachant que la pondération des critères joue un rôle essentiel en aide à la décision multicritères [10], une analyse de sensibilité est menée pour voir l'influence des poids sur le classement des plans.

Poids égaux des critères

Nous considérons d'abord que les critères ont tous le même poids suivant deux cas. Le premier cas (figure 5) concerne la valeur minimale attribuée (5) aux critères, ce qui génère le premier scénario (S1), avec le classement : plan 2, plan 3, plan 5, plan 4, plan 1. Le deuxième cas (figure 6) attribue la valeur maximale (10) à tous les critères, pour donner le scénario deux (S2), avec le classement : plan 2, plan 3, plan 5, plan 4, plan 1.

Pondération des critères

On considère à présent une pondération des critères, où par souci de cohérence suivant l'évaluation initiale les deux critères de pollution visuelle et sonore ont le même poids et le critère de pollution toxique est le plus important.

Tableau 1. Classement des plans suivant l'analyse monocritère.

Table 1. Classification of plans in the single-criterion analysis.

Critères	Classement
Pourcentage	Plan 2 Plan 3 Plan 5 Plan 4 Plan 1
Pol-Visuelle	Plan 2 Plan 3 Plan 5 Plan 4 Plan 1
Pol-Toxique	Plan 5 Plan 2 Plan 3 Plan 4 Plan 1
Pol-Sonore	Plan 3 Plan 2 Plan 4 Plan 1 Plan 5

Pourcentage : critère de pourcentage de récupération des déchets ; Pol-Visuelle : critère de pollution visuelle ; Pol-Toxique : critère de pollution toxique ; Pol-Sonore : critère de pollution sonore.

Action	Phi	Phi+	Phi-
1 Plan 2	0.7115	0.8558	0.1442
2 Plan 5	0.3462	0.5962	0.2500
3 Plan 3	0.2981	0.5962	0.2981
4 Plan 4	-0.4038	0.2981	0.7019
5 Plan 1	-0.9519	0.0000	0.9519

Figure 4. Classement des plans pour le scénario initial.

Figure 4. Ranking of programs for the initial scenario.

L'incrémentation des poids des trois critères de pollution (figure 7) induit le troisième scénario (S3) où les plans 3 et 5 sont dans la même classe (cas où ces plans sont jugés équivalents). On obtient le classement : plan 2, {plan 3, plan 5}, plan 4, plan 1.

La décrémentation des poids (figure 8) de tous les critères, en maintenant également la hiérarchie sur la pondération, fait passer le plan 5 devant le plan 2. Ce quatrième scénario (S4) donne donc le classement : plan 5, plan 2, plan 3, plan 4, plan 1.

Interprétation des résultats

À partir d'un récapitulatif (tableau 2) de tous les scénarios relatifs au classement des plans par rapport aux quatre critères liés à l'environnement, le Plan 2, qui représente le tri sélectif à la source, domine tous

Action	Phi	Phi+	Phi-
1 Plan 2	0.7500	0.8750	0.1250
2 Plan 3	0.3750	0.6250	0.2500
3 Plan 5	0.1875	0.5000	0.3125
4 Plan 4	-0.3750	0.3125	0.6875
5 Plan 1	-0.9375	0.0000	0.9375

Figure 5. Classement des plans pour le scénario S1.

Figure 5. Ranking of plans for scenario S1.

Action	Phi	Phi+	Phi-
1 Plan 2	0.7500	0.8750	0.1250
2 Plan 3	0.3750	0.6250	0.2500
3 Plan 5	0.1875	0.5000	0.3125
4 Plan 4	-0.3750	0.3125	0.6875
5 Plan 1	-0.9375	0.0000	0.9375

Figure 6. Classement des plans pour le scénario S2.

Figure 6. Ranking of plans for scenario S2.

les autres plans. Ce plan optimise la majorité des critères, mais il sera lié à la nécessité de mener des campagnes de sensibilisation et de prise de conscience des différents intervenants, ainsi qu'au déploiement d'une infrastructure spécifique à cette technique. Ainsi, il s'agira, d'une part, d'impliquer les collectivités locales, les mouvements associatifs, la société civile ainsi que les moyens de communication et, d'autre part, de mettre à disposition des bacs dédiés au tri sélectif [7].

Les plans 3 et 5 se partagent ensuite le classement. Le plan 3, qui est le tri assisté, peut être considéré comme une option intéressante, et le plan 5, qui représente

Action	Phi	Phi+	Phi-
1 Plan 2	0.6944	0.8472	0.1528
2 Plan 3	0.3194	0.6111	0.2917
3 Plan 5	0.3194	0.5833	0.2639
4 Plan 4	-0.3889	0.3056	0.6944
5 Plan 1	-0.9444	0.0000	0.9444

Figure 7. Classement des plans pour le scénario S3.

Figure 7. Ranking of plans for scenario S3.

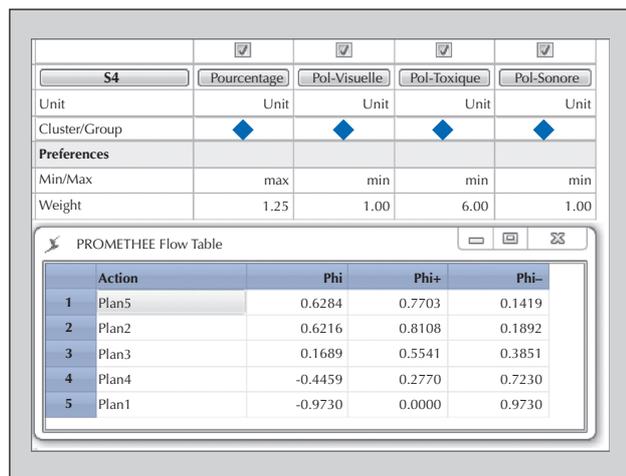


Figure 8. Classement des plans pour le scénario S4.

Figure 8. Ranking of plans for scenario S4.

Tableau 2. Récapitulatif du classement des plans suivant tous les critères.

Table 2. Summary of classification for all criteria.

Scénarios	Analyse de sensibilité				
SI	Plan 2	Plan 5	Plan 3	Plan 4	Plan 1
S1	Plan 2	Plan 3	Plan 5	Plan 4	Plan 1
S2	Plan 2	Plan 3	Plan 5	Plan 4	Plan 1
S3	Plan 2	Plan 3	Plan 5	Plan 4	Plan 1
S4	Plan 5	Plan 2	Plan 3	Plan 4	Plan 1

l’incinération est également une stratégie adoptée dans plusieurs situations, d’autant qu’elle a l’avantage de réduire les quantités à enfouir.

Les plans 4 et 1, qui sont les plans de gestion actuels, s’avèrent des options à délaissier, car ils n’engendrent

aucun atout en termes de respect de l’environnement, surtout le plan 1.

Conclusion

Le problème de la gestion des DU ne cesse d’ennuyer les villes algériennes, malgré toutes les tentatives qui ont été mises en action pour le résoudre. La résolution de ce problème passe par la rationalisation des plans mis en place.

Cet article a proposé une aide à la décision pour cette gestion, prenant en compte quatre critères relatifs à l’environnement, qui sont le pourcentage de récupération des déchets ainsi que les trois critères de pollution (visuelle, toxique et sonore).

L’approche proposée consiste à classifier cinq plans de gestion candidats, par rapport à ces critères, suivant une démarche d’analyse multicritères basée sur la méthode de surclassement PROMETHEE.

La démarche a été appliquée sur un cas réel de gestion des DU dans une ville de l’Ouest algérien et le résultat final a permis de classer les plans de gestion des DU, identifiant ainsi la stratégie la plus appropriée, après avoir fait une étude de sensibilité sur les critères environnementaux.

Ainsi, le tri sélectif à la source s’est avéré le plus efficace dans le classement obtenu par la prise en compte conjointe des quatre critères, ce qui correspond à une prise de conscience des autorités puisque ce plan fait l’objet de plusieurs implantations dans différentes villes d’Algérie. Des retours d’expérience [7] montrent les résultats obtenus et les impacts positifs de la mise en place du tri sélectif.

La démarche proposée pourrait être élargie en intégrant d’autres plans ainsi que d’autres critères et également être étendue à d’autres villes. ■

Remerciements et autres mentions

Financement : aucun ; **liens d’intérêts** : les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d’intérêt.

Références

- AND. *Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, sem-aride et aride d’Algérie*. Alger : Agence Nationale des déchets, 2014.
- MATE. *Guide des techniciens communaux pour la gestion des déchets ménagers et assimilés*. Ministère de l’aménagement du territoire et de l’environnement. Alger : Programme des Nations Unis pour le développement (PNUD), 2009.

- Djemaci B. *La gestion des déchets municipaux en Algérie : analyse prospective et éléments d’efficacité*. Thèse de Doctorat en sciences économiques. Rouen : Faculté de Droit, Sciences Economiques et Gestion, 2012.

- Roy B, Bouyssou D. *Aide multicritère à la décision : méthodes et cas*. Paris : Economica, 1993.

5. BenMena S. Introduction aux techniques multicritères d'aide à la décision. *J Biotechnol Agronom Soc Environ* 2000 ; 4 : 83-93.
6. Benzohra A, Noureddine M. Management planning of domestic wastes. *Ann Comp Sci Ser* 2015 ; 13 : 17-23.
7. Bessaoud R. *Évaluation de l'expérience de tri sélectif des déchets ménagers à Oran*. Compte rendu de la Journée d'étude sur le tri sélectif à la source des déchets ménagers. Oran : Agence nationale des déchets, 2016.
8. Guitouni A, Bélanger M, Martel JM. Cadre méthodologique pour différencier les méthodes multicritères. *Rapport technique TR 2009-386*. Valcartier : Defence research and development, 2010.
9. Brans J, Mareschal B. PROMETHEE methods. In : Figueira J, Greco S, Ehrgott M, editors. *Multiple criteria decision analysis : state of the art surveys*. Boston : Springer Verlag, 2005.
10. Mareschal B. *Visual PROMETHEE - beta version 0.99.5.1*. Bruxelles, 2012. www.promethee-gaia.com