

## **Mise en œuvre d'un SIG pour l'optimisation des circuits de collecte des déchets à la Wilaya d'ORAN.**

**A.SAIDI**

ASAL, Centre des Techniques Spatiales (CTS)

### **Résumé**

L'activité socio-économique sans cesse croissante de nos cités engendre une production de déchets importante, en constante évolution. La gestion de ces déchets est problématique du fait qu'elle se trouve au centre de plusieurs enjeux et intérêts. L'outil spatial à travers l'imagerie satellitaire et les outils SIG, constitue une bonne option pour prendre en charge et traiter efficacement les entités informationnelles liées à la gestion des déchets. L'approche qui semble la plus efficace est celle qui permet la mise en place d'un système d'informations géographiques doté d'outils puissants d'analyse spatiale.

Cette contribution présente les résultats d'un projet mené sur le territoire de la wilaya d'Oran, mettant en exergue un SIG dédié à la gestion des déchets reposant sur des images satellites haute résolution SPOT6 et ALSAT2. Parmi les applications développées dans le cadre de ce projet, est diagnostic des circuits de collecte et l'amélioration de leur rendement. Les résultats de l'exploitation de ce système seront mis en relief montrant l'efficacité du produit et la performance et précisions des inductions obtenues.

**Mots Clés :** Image satellite, SIG, Déchet, Collecte, Géomatique.

## **I. Introduction :**

L'appréhension des problèmes liés au territoire exige de plus en plus le recours à des méthodologies et techniques robustes, performantes et efficaces pour prétendre assurer une gestion cohérente de l'espace, offrant ainsi un bien être citoyen.

La prise de décision spatiale doit reposer sur des analyses précises plus à même de garantir la pérennité des actions et la justesse des mesures à prendre.

L'information géographique, socle de toute caractérisation du territoire est complexe et revêt des aspects multidimensionnels. Cependant, il est indispensable de disposer d'informations géographiques fiables, qualitativement et quantitativement suffisantes et accessibles par tous les usagers pour viser une bonne gestion de l'espace. L'introduction des outils modernes de la Géomatique tels les SIG et l'imagerie satellitaire, a permis l'émergence de plateformes informationnelles capables de prendre en charges diverses thématiques liées au territoire. Les différents organismes et institutions en charge des collectivités locales ont pour la plupart mis en œuvre des systèmes dédiés au suivi de leur fonctionnement et l'aide à la prise de décision.

Une des composantes de cette gestion est la prise en charge des déchets produits par une agglomération donnée. L'état algérien a adopté une politique d'enfouissement technique des ordures (CET) en remplacement des décharges qu'elles soient autorisées ou non. Bien que cette solution semble donner des résultats meilleurs, elle génère d'autres problèmes d'exploitation. La position géographique des centres d'enfouissement, l'éloignement de leur site et leur capacité d'accueil sont autant de facteurs influant sur la viabilité d'une solution. De plus toute initiative ciblant un recyclage des déchets se trouve fortement corrélée avec les caractéristiques des CET.

Dans l'étude présentée ici, nous abordons ces aspects et leur matérialisation sur la région d'ORAN. Cette expérience (initiée par l'ONG R20) consiste en la mise en œuvre effective d'une plateforme SIG caractérisant entre autre les entités liées à l'activité de gestion des déchets [1]. Le projet mis à disposition des usagers, autorise ces derniers à interagir directement avec le système installé. Les premiers produits aussi bien cartographiques qu'analytiques sont réalisés et présentés afin d'apprécier la pertinence du système et son efficacité à prendre en charge convenablement les thématiques de référence telle la gestion des déchets au sein de la wilaya d'Oran.

L'approche à trois niveaux d'appréhension : opérationnelle, analytique et stratégique offre une meilleure efficacité et un meilleur rendement plus ciblés et plus précis pour les acteurs intervenant dans la gestion des déchets. Cette stratégie semble répondre unanimement aux attentes des intervenants en termes de produits "cartes" pour intégrer un maximum d'informations pour les besoins de la gestion, de l'analyse et de la prise de décision.

Installé au niveau du siège de la direction de l'environnement d'Oran, le système est en attente d'une solution d'appropriation qui doit garantir un accès structuré et permanent à la plateforme pour tous les usagers identifiés, un partage et échange d'informations, et une réelle disponibilité d'outils décisionnels et de gestion du territoire. Il reste attendu que pour une

exploitation optimale de la plateforme, un apprentissage permanent des usagers doit être assuré. Des cycles de formation sont programmés incluant les notions relatives aux techniques de la Géomatique et des Systèmes d'Information Géographiques (SIG), les techniques de l'imagerie satellitaire et de la télédétection et les notions de l'analyse spatiale et de l'intégration de l'outil spatial dans la gestion territoriale [2].

On présentera dans ce qui suit la démarche entreprise dans ce projet pour la modélisation de la gestion des déchets et son intégration dans le SIG. On mettra surtout l'accent sur l'apport incontestable de l'imagerie satellitaire haute résolution dans l'identification, la caractérisation et la perception des entités de la thématique. L'expérimentation des images ALSAT 2 dans cet exemple montre leur richesse et efficacité quant à l'exploitation d'une problématique aussi exigeante qu'une gestion d'un territoire urbanisé, avec ses composantes.

## **II. Problématique Déchets :**

### **a. Présentation :**

La gestion du territoire est par essence une opération très complexe. Elle fait intervenir plusieurs acteurs, différents aspects, une foule de disciplines et surtout plusieurs enjeux. Toutefois tous les intervenants dans cette gestion s'accordent sur le fait que l'efficacité et la cohérence qui sous-tend aux actions de gestion doivent s'appuyer sur des informations pertinentes à profusion structurées, accessibles et restituables sous différentes formes [1] [3]. De plus la composante spatiale des informations à travers leur répartition géographique confère aux analyses une dimension essentielle apte à mieux appréhender la réalité du territoire. Le recours aux techniques modernes et outils décisionnels est un préalable avéré et un atout certain contribuant à l'efficacité des décisions.

La mise en place d'un SIG vise à doter la collectivité d'un outil d'aide à la décision fonctionnel et actualisé, reposant sur la constitution et l'exploitation d'une base de données intégrant les aspects relatifs à la gestion des déchets.

La mise en œuvre d'un tel système permettra des analyses fines et objectives du territoire, au travers d'indicateurs cartographiés plus adaptés aux besoins des gestionnaires en charge des déchets et acteurs de la sphère décisionnelle. Une connaissance exhaustive et fiable du territoire augmentera la perspicacité des décisions prises et consolidera l'efficacité des actions entreprises dans le contexte de la gestion des agglomérations.

Toute activité humaine est génératrice de déchets. Dans le cadre d'une gestion urbaine, l'appréhension d'une problématique déchets est un objectif majeur pour les acteurs responsables de leur prise en charge. Les ordures de tous types, restent un indicateur révélateur de l'état d'une ville et de sa gestion. Ils sont à la croisée de plusieurs enjeux et visées d'ordre, social, économique, environnemental, politique, sanitaire, sécuritaire, etc. Toute solution ou stratégie mise en place doit absolument prendre en considération ces aspects et les intégrer dans son processus pour espérer une réussite et efficacité des actions. De plus, avec le retraitement et le recyclage, les déchets deviennent une source de revenus et d'activités économiques viables.

## **b. Stratégie de traitement des déchets :**

Il existe plusieurs options pour le traitement des déchets. Chaque pays, chaque collectivité ou société civile, adopte une politique de traitement en fonction du type de déchet, des capacités et disponibilité des moyens, de la géographie des lieux, de la culture citoyenne, du contexte économique, ...

### **1. Décharge et centre d'entreposage :**

La solution la plus répandue est le recours aux décharges ou sites de dépôt. Il s'agit principalement de zones affectées pour l'entreposage des déchets et leur traitement à postériori. C'est l'option la plus usitée dans notre pays. Elle présente l'avantage d'être simple à mettre en œuvre et peu coûteuse. Toutefois elle génère beaucoup de problèmes d'ordre écologique et environnemental telles les nuisances, les pollutions,

... Pour y pallier, l'enfouissement technique est proposé. Il consiste en le compactage et le recouvrement naturel des ordures entreposées dans le site. Les lixiviats issus du compactage sont un liquide extrêmement polluant et nécessite sa captation via des sols argileux ou des bâches en plastique, et son traitement dans des endroits appropriés [3].

### **2. Incinérateurs**

Une autre solution consiste en la mise en œuvre de centres d'incinération. Il s'agit de centres dédiés à l'incinération systématique des ordures issues des collectes. Elle est prisée dans le traitement de déchets contaminés (hospitaliers, industriels, ...) [3]. Cette technique permet en outre de réutiliser l'énergie de l'incinération pour des besoins en chauffage entre autre d'une agglomération. Les polluants atmosphériques produits par l'incinération sont les principaux désavantages qu'on reproche à cette option.

### **3. Récupération et recyclage :**

Le recyclage des déchets quand c'est possible est la solution la plus rentable dans le traitement. On peut installer toute un réseau d'industrie de recyclage des ordures par type (plastique, papier, verre, métaux ferreux, composte, ...). Ce choix pour être viable exige la mise en place de procédures de tri sélectif à la source [3]. En effet, le tri au niveau des centres d'entreposage est coûteux en main d'œuvre et équipement. Toutefois c'est la solution qui réunit le plus de consensus car elle s'intègre plus facilement dans une approche d'économie durable [4].

## **III. Problème des déchets à la Wilaya d'ORAN :**

La wilaya d'Oran (fig.1) à l'instar de plusieurs régions du pays a opté pour l'enfouissement technique. Trois centres CET sont retenus et mis en service il s'agit des centre d'El-mohgoun, de Hassi-Bounif et d'Al Ançor.

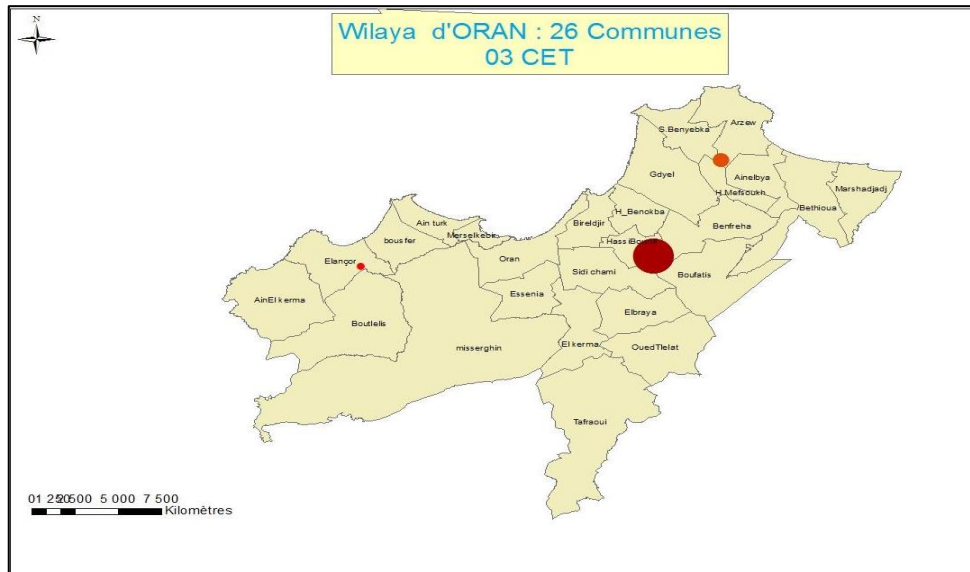


Fig.1. Wilaya d'Oran et CET

Tous ces centres sont en exploitation, en plein régime et particulièrement celui de Hassi-Bounif qui reste un des plus grands du pays. En effet, disposant de neuf casiers, et activant avec une capacité moyenne de 1200 tonnes/jour pouvant atteindre un maximum de 2000 t/j (été, ramadhan), le CET Hassi-Bounif est le centre captant la majorité des ordures de la wilaya.

Le temps de remplissage estimé pour chaque casier est de 04 années, ce qui octroie une durée de vie d'exploitation de 36 ans pour le CET Hassi-Bounif. Or le premier casier est saturé en à peine deux ans d'exploitation 2012-2014. Cette situation implique de réfléchir en urgence à des solutions pour juguler ce phénomène d'accélération de la saturation des CET [1]. La récupération et le recyclage des déchets sont des pistes qui retiennent l'attention des décideurs. Il reste attendu que toute industrie de récupération et recyclage des ordures devrait se réaliser en amont des CET. Il est extrêmement difficile et coûteux d'initier une solution de récupération au niveau du CET, car les ordures affluent sans tri ni traitement. A cet effet, les CET garderont leur mission première (stockage), mais concerneront dans la perspective d'un réseau de récupération et recyclage que les déchets terminaux sans valeur transformable. C'est dans ce contexte que le recours à des centres de transfert intermédiaires est envisagé par les autorités de la wilaya [1].

#### IV. Le SIG "SITOR":

##### a. Présentation :

La mise en œuvre d'une plateforme informationnelle "Système d'Information sur le Territoire d'ORan" (SITOR) (fig.2) sur le territoire de la région d'Oran, caractérisant la gestion des déchets est le résultat de la convention entre le gouvernement algérien et l'organisme "Climate Change R20". Il projette de doter la wilaya d'Oran d'un outil capable de renseigner convenablement les décideurs sur les thématiques d'intérêt et de produire des cartographiques ciblées présentant les résultats de consultation et d'analyse spatiale.

Ce système d'aide à la décision, fonctionnel et actualisé, repose sur la constitution et l'exploitation d'une base de données géographiques dont le socle de référence est une image satellite haute résolution. Il s'agit de la mise en place d'un Système d'Information Géographique (SIG) organisant toutes les informations qui interviennent dans l'appréhension des analyses et des décisions liées aux thématiques citées au départ que sont les déchets, l'éclairage public et l'efficacité énergétique [1].

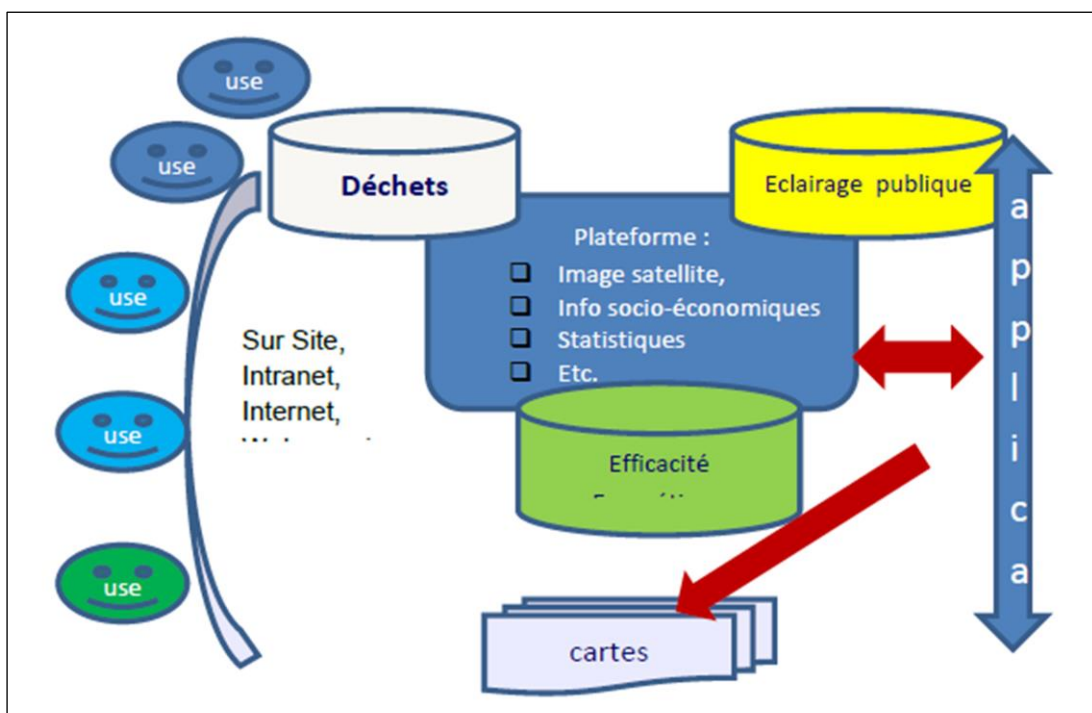


Fig.2. Schéma Plateforme SIG

La mise en œuvre du système propose des analyses fines et objectives du territoire, au travers d'indicateurs cartographiés plus adaptés aux besoins des gestionnaires urbains et acteurs de la sphère décisionnelle. Une connaissance exhaustive et fiable du territoire augmentera la perspicacité des décisions prises et consolidera l'efficacité des actions entreprises dans le contexte de la gestion des agglomérations.

Le projet se décline en trois étapes principales, à savoir :

A. Diagnostic de l'existant au niveau de la région d'Oran concernant la gestion des déchets urbains.

B. Conception du système comprenant l'élaboration de la structure de la plateforme, le développement du système SIG, sa montée en charge et son expérimentation.

C. Mise en œuvre de la plateforme à travers son installation effective sur site, le test et la validation de son fonctionnement, la production de cartographies thématiques ciblées et formation des utilisateurs.

L'analyse spatiale "Traditionnelle" est déjà en pratique par les usagers de la plateforme. Sur la thématique "Déchets", quelques produits sont déjà disponibles (fig.3). Nous pouvons citer la carte de la répartition des déchets par type et par commune, les différents taux par nature de

déchet par habitant, la carte des circuits de collecte et de leur efficacité, la carte des potentialités de récupération et de recyclage des déchets par commune, ...

b. Structures de définition du sous-système Déchets :

L'image satellite (fig.3) acquise dans le cadre du projet est une image SPOT 6 de résolution 1.5 m composant un mosaïquage de plusieurs images issues de différentes dates (2014, 2015).



Fig.3.a. Image initiale SPOT 6:  
Wilaya ORAN



Fig.3.b. Image initiale SPOT 6:  
Port d'Oran

Le recours à ce type d'image et cette résolution se justifie par les thématiques de référence du projet qui intègre entre autre l'éclairage public. Ce secteur décline des composants assez fins (luminaires, poste d'alimentation, ...) exigeant une certaine résolution ( $< 2m$ ) pour les identifier et les caractériser convenablement.

Dans la thématique gestion des déchets, hormis les bacs basiques de stockage, toutes les autres entités sont identifiables et positionnables dans toute image de résolution avoisinant les 10m. Ceci nous permet d'expérimenter les images ALSAT

2B (Fig.4) dans le système et d'élaborer les mêmes produits cartographiques avec ces images pour les présenter aux utilisateurs pour appréciation et évaluation

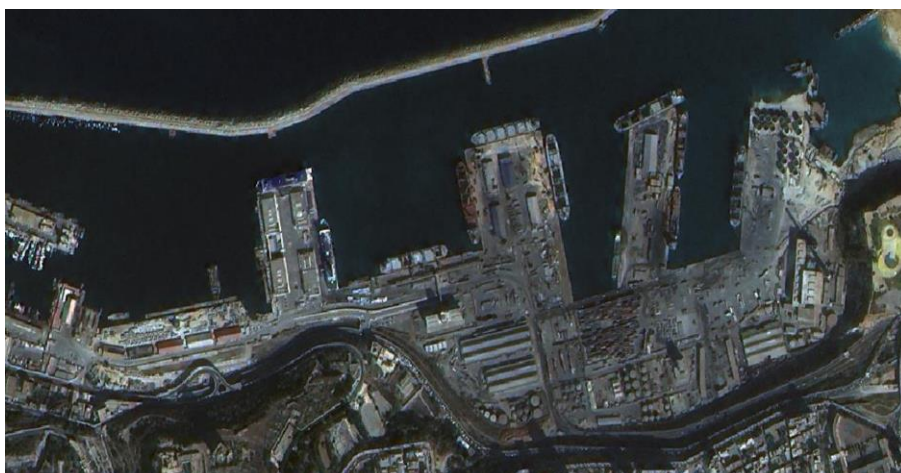


fig.4. Extrait de l'Image ALSAT  
2B (port d'Oran) utilisée dans le système.

Concernant les entités structurées dans la Base de données Déchets, il s'agit des entités références caractérisant le thématique déchet. Un premier produit (fig.5) permet de positionner sur image ces entités

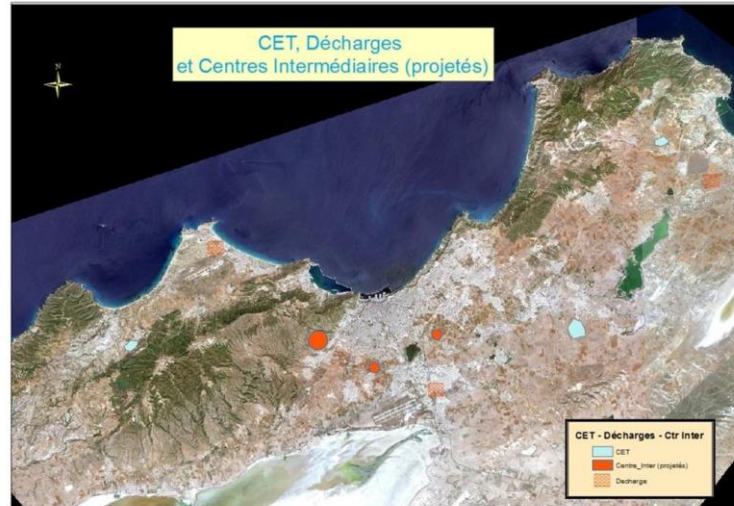


fig.5. Entités de références : CET, centre intermédiaires et décharges

- ✓ Décharge : caractérise les décharges encore en activité. Elles sont au nombre de trois, toutes non autorisées (sauvages),
- ✓ CET : Centre d'Enfouissement Technique (au nombre de trois),
- ✓ Cent Inter : Centre de transfert (sites projetés),

c. Circuits de collecte :

Le système développe un indicateur "Eval-cir" (fig.6). Cet Indicateur permet de mesurer l'efficacité d'un circuit de collecte des déchets. Il est exprimé en Tonne/Km/heure : Un engin parcourant un circuit de X Km collecte Y tonnes dans un délai de H heure.

Nous avons calculé le même indicateur dans les mêmes performances des engins de collecte avec la configuration de l'existence de trois centres de transfert intermédiaires (projetés). L'image ALSAT 2B permet l'élaboration de la nouvelle carte (fig.7) exprimant l'amélioration importante visible dans le processus de collecte.

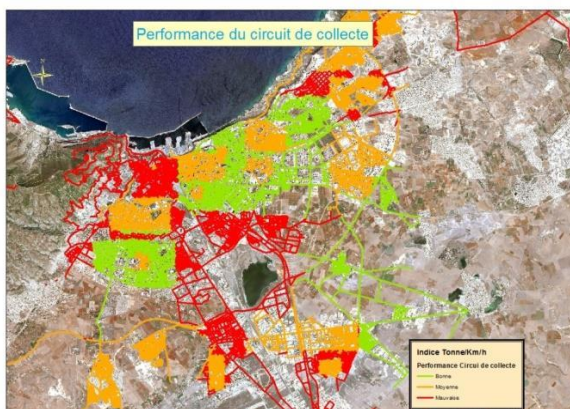


fig.6. Evaluation de la performance des Circuits de collecte



fig.7. Amélioration des circuits de collectes avec centres de transfert

#### d. d. Analyse spatiale "Gestion déchets" :

La résolution proposée par les produits ALSAT 2B autorise la conception de cartographies analytiques de qualité pouvant affiner les visions et préciser les situations pour les décideurs et gestionnaires en charge de la gestion des déchets.

Plusieurs produits sont particulièrement intéressants. Nous pouvons citer la cartographie des quantités de déchets produits par commune ramené à une unité temporelle (jour, semaine, mois, an). Ce résultat (fig.8) permet une analyse comparative entre communes engendrant une répartition rationnelle des équipes terrain et surtout une évaluation plus pertinentes des budgets et moyens à mettre en œuvre pour chaque commune.

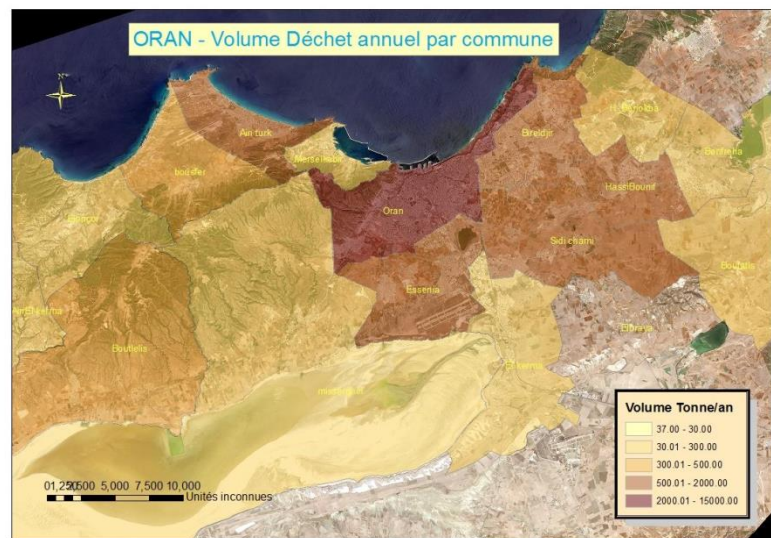


fig.8. Quantité de déchet annuelle par commune

Un autre produit significatif est la carte de l'indicateur QH/M (fg.9). Cet indicateur évalue la quantité de déchet produite par habitant pour chaque commune ramené à l'année. C'est un indicateur universel intervenant dans l'élaboration des politiques et budgets de la gestion des déchets.

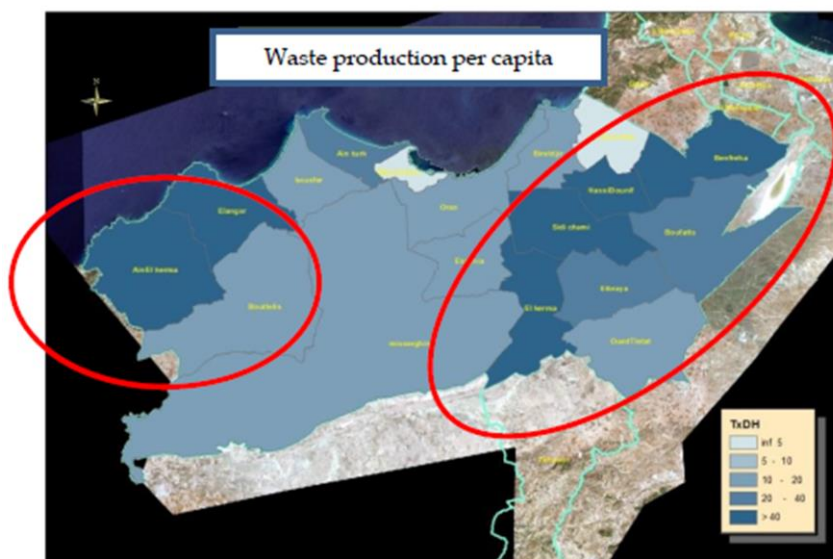


fig.9. Quantité de déchet annuelle par habitant / commune

## V. PERSPECTIVES :

Cette expérience montre les performances des images ALSAT 2B dans une application métier telle la gestion des déchets en milieu urbain. Elle permet de ce fait de recourir à d'autres applicatifs non moins importants suggérant des solutions adéquates pour les problématiques de gestion des déchets.

Dans cette optique, et au vu des nouvelles orientations de l'état qui tendent vers l'instauration de processus de tri, de récupération et de recyclage des déchets, l'outil spatial à travers ces différents composants comme l'image satellite ou le SIG est indispensable pour le développement de programmes idoines pour ces politiques. La combinaison de ces outils permet à titre d'exemple d'identifier et d'évaluer convenablement pour chaque commune les potentialités de récupération et de valorisation de ses déchets (fig.10). Elle permet entre autre une typologie de recyclage adaptée à chaque municipalité. Ainsi les communes dont les déchets dominants sont de type "papier" auront tendance pour un souci d'efficacité et de rentabilité de l'opération à mettre en place une industrie de récupération et de recyclage "papier". Les mêmes conclusions concernent, le déchet type "métaux ferreux", ou "plastique", etc.

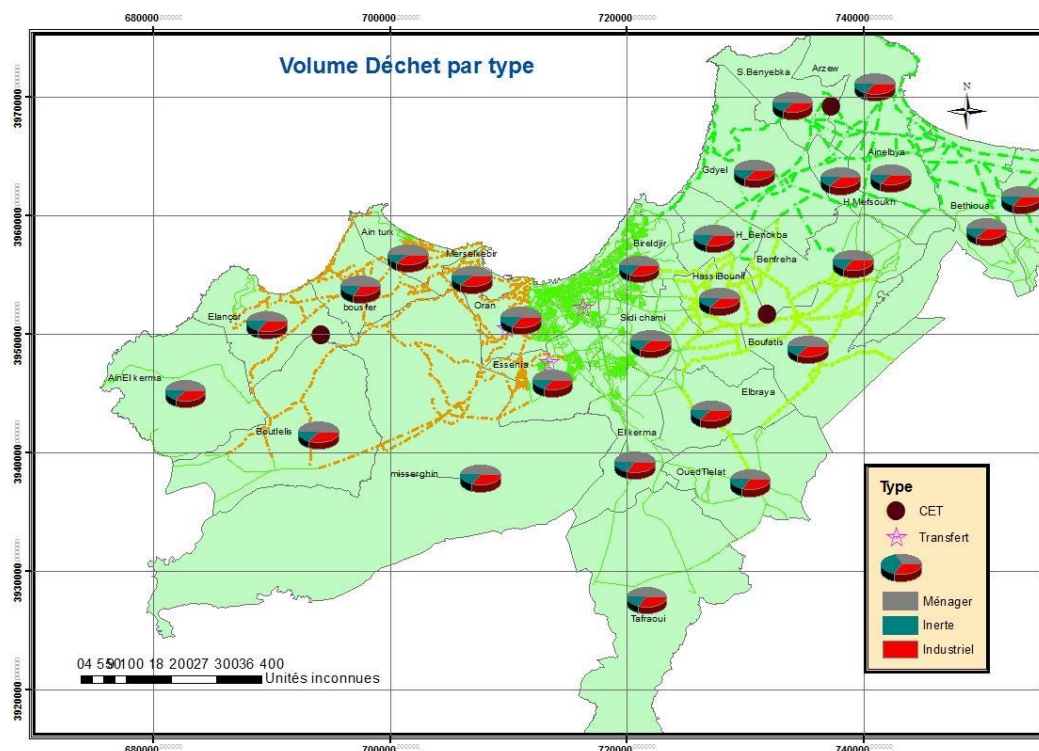


fig.10. Caractérisation des déchets par type

Autre application qui peut trouver son ancrage dans le système est le choix et aménagement de centres incinérateurs. La résolution des images ALSAT 2B autorise cette approche et peut donner des résultats probants.

## VI. CONCLUSION :

L'imagerie haute résolution, intégrée dans un processus géomatique plus générale, offre une meilleure perception de la réalité du territoire. Les entités de référence pour les déchets ont un ancrage visible dans l'imagerie ALSAT 2. La périodicité d'acquisition des images et leur disponibilité locale permet une actualisation et optimisation à moindre coût des données et entités du SIG dédié à la thématique déchet. Il convient de généraliser l'expérience menée à ORAN sur d'autres territoires permettant une gestion plus maîtrisée des déchets, une visibilité plus précise de la situation et surtout de définir plus judicieusement les politiques de récupération et de valorisation des déchets.

## VII. Bibliographie :

[1] Rapport méthodologique " *Cartographie du territoire avec inventaire et analyse des opportunités liées à la gestion des déchets et de l'éclairage publique à Oran et sa région*". Rapport scientifique projet R20 – Med. Décembre 2015.

[2] R20 : Newsletter 1, 2, 3, 4.

[3] Adler K.J., Z.L. Cook, A.R. Ferguson, M.J. Vickers, R.C. Anderson & R.C. Dower (1982), *The Benefits of Regulating Hazardous Disposal: Land Values as an Estimator*, Washington D.C.: US Environmental Protection Agency

[4] Akbostanci E., Türüt-As.k, S. & Tunç G.I.(2006), *The relationship between income and environment in Turkey: is there an environmental Kuznets curve*, *International Conference in Economics–Turkish* .Economic Association Sept. 11–13, Ankara, Turkey