
Pertinence et faisabilité d'une application d'aide à la planification/gestion de déchets de chantier :

Du chantier à la gestion territoriale.

Thomas BÜHLER^{1,2} - Catherine BUHE^{1,2} - Chantal BERDIER¹ - Jean-Francis BOSCATO³

¹ EDU, UMR 5600 'Environnement, ville et société', INSA Lyon, 8, rue des Sports, 69621 Villeurbanne Cedex

² Département 'Génie des Systèmes Urbains', Université de Technologie de Compiègne, BP 60319, 60203 Compiègne Cedex

³ Bureau d'études OTE Ingénierie, 1 r Lisière BP 40110 67403 ILLKIRCH CEDEX F-94236 Cachan cedex

thomas.bulher@insa-lyon.fr, catherine.buhe@utc.fr, chantal.berdier@insa-lyon.fr,

RÉSUMÉ. Une application permettant la gestion territorialisée des déchets de chantier a été développée. Elle est basée sur l'exploitation de deux bases de données, l'une sur les déchets de construction l'autre sur le tissu industriel local potentiellement intéressé par chaque type de déchet. L'application répond aux besoins d'identification des déchets produits, de niveau de tri, de fréquence de rotation des bennes par des scénarios définis, à qualité environnementale croissante et en incorporant le calcul du coût de transport. La dimension spatiale permet de tenir compte des capacités réelles du territoire considéré en matière de reprise ou de traitement des déchets.

ABSTRACT. A territory-oriented building site waste management application software has been developed in partnership between two university laboratories and an engineering department. Its operations are based on two databases. The first one is dedicated to the local industrial firms potentially interested in every kind of building site waste for its production cycle. The second database index the information on building site waste. This application software solves the problems of finding a territorially relevant sorting level and a relevant bucket rotation frequency. The territorial modality of this application software leads us to a potentially territorial management alternative.

MOTS-CLÉS : déchets de chantier, planification,

KEYWORDS: building site waste, recycling, management, planning

En France, les déchets de démolition de bâtiment représentaient en 2004, 31 millions de tonnes, en comparaison les ordures ménagères représentaient 26 millions de tonnes¹. Sur les 31 millions de tonnes de déchets produits par les chantiers de bâtiments, 2.3 millions de tonnes proviennent de la construction, 17.2 millions de tonnes de la démolition et 11.4 millions de tonnes de la réhabilitation.

D'après l'Union Nationale des Producteurs de Granulats (UNPG) et l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), toujours en 2004, 12 % environ des déchets de démolition de bâtiments étaient recyclés alors que cette proportion pourrait techniquement atteindre 50% à 60 %.

1. Les déchets de chantier : un environnement en évolution

Depuis les années 90 de nombreux changements sont intervenus dans la gestion des déchets en France. Ainsi, les préoccupations du corps social en matière d'environnement, dans le contexte actuel du développement durable, semblent montrer l'urgence dans laquelle se trouvent nos sociétés de repenser leurs modes de production, de consommation et de rejet. Dans ce contexte de l'après conférence de Rio, l'augmentation des volumes et la diversification croissante des déchets ont de quoi inquiéter. Ceci s'est traduit, en France, par une brusque réorientation de la politique de gestion des déchets urbains et l'adoption de nouvelles dispositions réglementaires (loi déchet de 1992) qui prévoyaient la fermeture de la plupart des décharges en 2002. Les déchets de chantiers n'échappent pas à cette logique. Ainsi, la gestion des déchets de chantier et du BTP en général revêt un enjeu fort par l'importance du gisement et son potentiel de réutilisation.

Les enjeux réglementaires, économiques, environnementaux exigent de plus en plus des pratiques « durables » qui prennent en compte le développement des villes, la limitation des ressources naturelles et des espaces mobilisables. Si pendant longtemps aucune contrainte n'était imposée aux entreprises de construction et de démolition cette situation est entrain de changer : le coût de la mise en décharge des déchets de chantier et des matériaux de démolition devient prohibitif car ce ne sont pas des déchets ultimes. Dans ces conditions, la valorisation des déchets est incontournable.

Les articles 2, 12, 16 et 17 de la loi de 1975 définissent les modalités d'élimination des déchets et précise que « Toute personne qui produit ou détient des déchets, dans des conditions de nature à produire des effets nocifs sur le sol, la flore et la faune, à dégrader les sites ou les paysages, à polluer l'air et les eaux, à engendrer des bruits, des odeurs et, d'une façon générale, à porter atteinte à la santé de l'homme et de l'environnement, est tenue d'en assurer l'élimination (...), dans des conditions propres à éviter lesdits effets. L'élimination des déchets comporte les opérations de collecte, transport, stockage, tri et traitement nécessaires à la

¹ Gestion des déchets de chantier, AFNOR, 2004.

récupération des éléments et matériaux réutilisables ou de l'énergie, ainsi qu'au dépôt ou au rejet dans le milieu naturel de tous autres produits dans des conditions propres à éviter les nuisances mentionnées à l'alinéa précédent » (article 2). Le principe de la responsabilité du producteur est posé : celui-ci doit être en mesure de justifier de la destination finale de ses déchets.

Ainsi, les entreprises de BTP sont responsables de l'élimination de leur déchet. Pour autant, les infrastructures de stockage, de recyclage ou de valorisation sont encore peu nombreuses et souvent inadaptées. Des efforts de tri sur chantier et de valorisation des déchets de chantiers ont donc tendance à être plus rémunérateurs à l'heure actuelle qu'avant.

2. De la définition du besoin à l'élaboration d'un outil de gestion des déchets de chantier

Sous l'éclairage de la Haute Qualité Environnementale, du développement durable et pour les chantiers de construction/démolition, la question des déchets semble à la fois très pertinente tant en terme de volume de déchets produits que du nombre d'opération de cette nature à venir. La gestion des déchets de chantier doit s'inscrire dans le nouveau système émergent où le recyclage et la réutilisation deviennent des règles incontournables : c'est la naissance du marché de produits secondaires.

Cependant, l'état actuel des pratiques relatives à la gestion des déchets de chantier paraît très en dessous des attentes. Le secteur du bâtiment et des travaux publics a longtemps pratiqué la technique du dépôt sauvage sur ses chantiers. La valorisation de ses déchets s'est opérée tardivement. En effet, hormis certaines constructions de type HQE ou « chantiers verts », la question du tri des déchets se révèle secondaire.

Face à ce constat, nous avons développé un outil informatique d'aide à la gestion des déchets de chantier baptisé GDC-AO². Celui-ci montre la faisabilité et la pertinence d'une approche territoriale de cette gestion.

2.1. Définition du besoin

Le développement de l'outil présenté dans cet article est l'objet d'un partenariat avec le bureau d'études OTE *Ingénierie*. L'objectif était le développement d'une application informatique opérationnelle d'aide à la gestion des déchets de chantier. Celle-ci devait être simple d'utilisation, compatible avec les pratiques et processus interne propre à OTE d'organisation de chantier et générateur d'une réelle planification pour la question des déchets de construction et de démolition. L'outil répond aux besoins d'identification des déchets produits, de niveau de tri, de

² Gestion des Déchets de Chantiers Assistée par Ordinateur

fréquence de rotation des bennes par des scénarios définis, à qualité environnementale croissante et en incorporant le calcul du coût de transport.

La préparation du chantier peut être mise à profit pour rechercher les centres de tri et les filières de valorisation des déchets afin de définir un niveau de tri optimal à chaque stade de la mise en œuvre. C'est là qu'intervient l'application GDC-AO pour faire correspondre le tri aux attentes de la maîtrise d'ouvrage, des certifications, de la réglementation et aux potentialités offertes par le territoire considéré.

2.2. Principe de fonctionnement

Notre approche repose sur l'exploitation de deux bases de données, l'une sur les déchets de construction l'autre sur le tissu industriel local potentiellement intéressés par chaque type de déchet.

Ainsi, à partir de la description du projet, une première extraction permet l'identification de la nature et de la quantité de déchets potentiellement générés sur le chantier. A cette combinaison de déchets, une palette de scénarii à niveaux de tri différents est appliquée afin de déterminer le coût de revient de chacun et de produire des « visuels » d'aide à la décision.

2.2.1. Constitution d'une base de données « déchets »

Nous sommes partis des travaux menés par MARCO³ sur l'identification des déchets générés par les corps d'état gros œuvre, menuiserie, peinture, couvreur, chauffagiste et tailleurs de pierres lors de chantier de construction. Sur cette trame nous avons complété les lots manquants et constitué une base de données. Celle-ci contient également des ratios sur les quantités de déchets produits en fonction de volume mis en œuvre. Ces données ont été recueillies après enquêtes auprès d'entreprises (services achats notamment) et de pilotes OPC⁴.

2.2.2. Identification des scénarios

Nous avons pris le parti de retenir trois scénarios⁵ de tri des déchets que nous comparons avec trois hypothèses⁶ de gestion traditionnelle et différentes possibilités de traitement des gravats. Les coûts de location de bennes, d'acheminements, de vente ou de mise en décharge sont générés automatiquement à partir du niveau de tri envisagé.

³ <http://www.marco-construction.be/index.html>

⁴ OPC : Ordonnancement, Pilotage et Coordination

⁵ Trois scénarii de base ont été mis en forme, issus de la lecture relatant l'expérience des Chantiers Verts, de nombreux ouvrages de l'ADEME, et des guides des bonnes pratiques environnementales, comme celui de la DDE du Calvados.

⁶ Hypothèses considérées dans l'analyse des REX chantiers verts

Scénario 1 : « Tri simple » est le premier échelon volontariste dans une démarche de gestion des déchets de chantier. En permanence, huit bennes, conteneurs, ou big-bags (pour les métaux et alliages ; pour l'amiante-ciment ; pour la terre et les matériaux de terrassement ; pour les autres inertes ; pour les autres DIB⁷ ; pour les DIS⁸ ; pour les emballages propres ; espace(s) pour les huiles usagées) sont nécessaires pour ce niveau de tri. Ceci est déjà un effort conséquent en termes de place disponible et de gêne des populations sensibles à proximité.

Scénario 2 : « Tri affiné » pour lequel onze bennes, conteneurs, ou big-bags sont nécessaires pour ce niveau de tri. Soit une emprise au sol imposante. Ce scénario impose un tri encore plus poussé (8 bennes du tri simple + pour le plâtre et les déchets de plâtre ; pour le bois non traité ; pour le béton et les pierres).

Scénario 3 : « Qualité environnementale » qui reprend les indications générales des différentes certifications environnementales de type HQE. Elle consiste en un tri très poussé nécessitant du temps pour la formation des compagnons du chantier. En permanence, quatorze bennes, conteneurs, ou big-bags (11 bennes du tri affiné + pour les emballages propres en carton ; our les déchets de peinture et de solvants ; pour les autres emballages (verre, carton)).sont nécessaires pour ce niveau de tri. Ceci n'est que rarement réalisable pour de nombreux projets, notamment de réhabilitation urbaine où la place est très limitée.

Hypothèse 1 « Récupérateur » : les déchets ne sont pas triés mais tous récupéré par un opérateur qui les facture au tarif des DIB.

Hypothèse 2 « Gestion entreprise » : L'entreprise ne trie pas ses déchets, mais s'occupe du transport.

Hypothèse 3 « Non réglementaire » : Hypothèse non réglementaire mais quelque fois encore pratiquée : les déchets ne sont pas triés et tous évacués en décharge de classe III.

Trois possibilités concernant les gravats : Ces derniers peuvent soit être utilisés sur place, soit repris par la DDE ou encore par un récupérateur, sa réutilisation peut se voir facturé ou non. Cette incertitude de voir les gravats récupérés gratuitement ou non, provoque des calculs de coût très dépendant de cette variable qui correspond aux pratiques locales. C'est pourquoi on calculera les coûts du chantier avec les trois cas : gravats mis en remblais, en station de concassage et en décharge de classe 3.

2.2.3. Constitution d'une base de données « territoire »

Un des écueils que nous voulions éviter à tout prix était de proposer un niveau de tri qui ne trouverait pas de repreneur local. Nous avons donc ajouté un module ; base de données ; correspondant aux possibilités de valorisation locale. En l'état actuel du développement de notre application, seule la région Alsace a été

⁷ Déchets Industriels Banals

⁸ Déchets industriels Spéciaux

renseignée et cartographiée (tarifs pratiqués, contraintes locale de reprise, conditions de refus,...). Cette analyse permet également de ne pas préconiser de tri « inutile » qui n'intéresserait aucun repreneur et serait finalement re-mélangé avec d'autres déchets. Le travail de transcription informatique, réalisé sous ArcGIS avec comme fond de carte le découpage des bans communaux de la région a suivi trois informations essentielles à transmettre :

- Le découpage communal pour repérer plus facilement la localisation d'un chantier.
- L'accessibilité routière, élément primordial, surtout lorsqu'on doit transporter des volumes importants de terres polluées par la route.
- La classification des repreneurs par types de déchets traités.

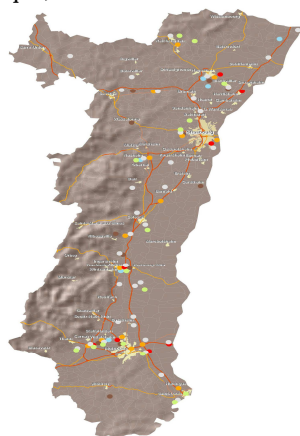


Figure 1. *Cartographie des potentialités de reprise des déchets*

2.2.4. Implication des acteurs et systèmes de contrôles

Notre volonté est de favoriser l'implication des différents acteurs dans la gestion des déchets. Les entreprises qui réalisent les travaux doivent alors renseigner la nature, la quantité et le planning de production des déchets. Une interface informatique simplifie cette tâche notamment par des choix prédéfinis à cocher. Les quantités de déchets ainsi annoncées sont contrôlées avec les ratios que nous avons en référence. Toute anomalie est signifiée et les ratios finaux obtenus en fin de chantier sont capitalisés afin d'améliorer la précision de l'outil.

2.4. Des résultats encourageants

Afin de mieux comprendre l'aide apportée par l'outil, nous présentons ici certains résultats obtenus par l'application qui nous a servi de teste.

Après avoir intégré les données, le traitement par GDC-AO permet de prévisualiser les volumes de déchets (figure 2 et 3) en question pour le futur chantier et d'en tirer les conclusions en matière de planification des installations. Ces graphiques synthétisent l'état du gisement de déchets à un moment défini.

Plusieurs scénarios, ainsi que le calcul de leurs coûts globaux (figure 4), de l'espace nécessaire aux installations, permettent une aide à la décision et une optimisation de la solution.

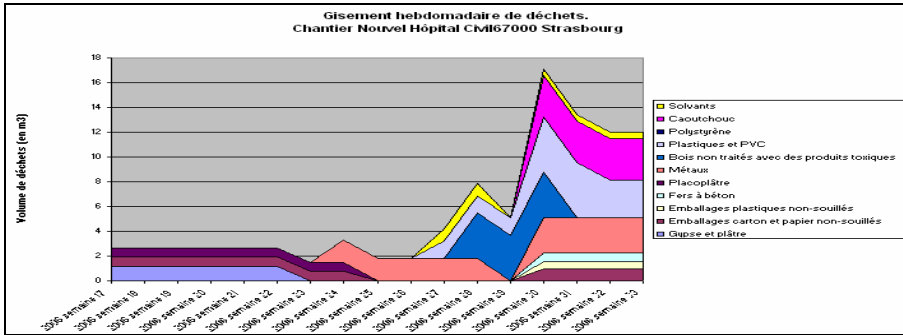


Figure 2. Composition du gisement de déchets du chantier par semaine.

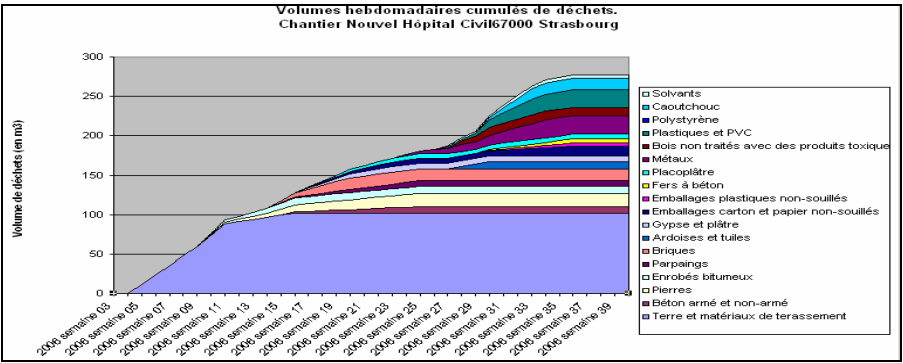


Figure 3. Volumes cumulés de déchet

Estimation du coût global. Scénario "Tri simple"									
Nature du déchet	Volume du déchet (m3)	Densité / m3	Coût d'élimination d'une tonne	Cubage bennes (m3)	Coût location unitaire benne	Distance du repreneur (km)	Nombre de bennes nécessaires	Coût global (€ ht)	
Métaux et Alliages	28,32 m3	900	-30,00 €	30 m3	150,00 €	10 km	1	-572 €	
Amiante et déchets d'amiante	0,00 m3	2000	1 000,00 €	30 m3	150,00 €	10 km	0	0 €	
Terre et matériaux de terrassement	0,00 m3	1250	12,50 €	30 m3	150,00 €	10 km	0	0 €	
Déchets Inertes mélangés	56,00 m3	1700	7,00 €	30 m3	150,00 €	10 km	2	1 050 €	
Déchets Industriels Spéciaux	8,50 m3	1200	200,00 €	30 m3	150,00 €	5 km	1	2 196 €	
Emballages Propres	16,50 m3	1000	10,00 €	30 m3	75,00 €	10 km	1	265 €	
Déchets Industriels Banals	49,96 m3	1200	80,00 €	30 m3	150,00 €	10 km	2	5 171 €	
TOTAL	159,28 m3					65 km parcourus	7 bennes	8 110 €	
Tarif moyen de transport:	0,15	€/ (L.km)							
Taux de recyclage	63,33%								
Surface Habitable :	2000 m2								

Estimation du coût global. Scénario "Tri fin"									
Nature du déchet	Volume du déchet (m3)	Ratio Kg / m3	Coût d'élimination d'une tonne	Cubage bennes (m3)	Coût location unitaire benne	Distance du repreneur (km)	Nombre de bennes nécessaires	Coût global (€ ht)	
Huiles usagées	0,00 m3	900	60,00 €	30 m3	150,00 €	30 km	0	0 €	
Amiante et déchets d'amiante	0,00 m3	2000	1 000,00 €	30 m3	150,00 €	30 km	0	0 €	
Plâtre et déchets de plâtre	13,00 m3	1300	75,00 €	30 m3	150,00 €	30 km	1	1 476 €	
Métaux et Alliages	28,32 m3	8000	-30,00 €	30 m3	150,00 €	30 km	1	-6 519 €	
Béton et Pierres	25,00 m3	2500	0,00 €	30 m3	150,00 €	30 km	1	263 €	
Bois	5,00 m3	500	30,00 €	30 m3	150,00 €	30 km	1	248 €	
Terre et matériaux de terrassement	0,00 m3	1250	12,50 €	30 m3	150,00 €	30 km	0	0 €	
Autres déchets inertes mélangés	31,00 m3	1700	7,00 €	30 m3	150,00 €	30 km	2	808 €	
Emballages Propres	16,50 m3	1000	8,00 €	30 m3	150,00 €	30 km	1	356 €	
Déchets Industriels Banals	36,96 m3	1200	80,00 €	30 m3	150,00 €	30 km	2	4 014 €	
Déchets Industriels Spéciaux	3,50 m3	1200	200,00 €	30 m3	150,00 €	30 km	1	1 006 €	
TOTAL	159,28 m3					300 km parcourus	10 bennes	1 652 €	
Tarif moyen de transport:	0,15	€/ (L.km)							
Taux de recyclage	74,60%								
Surface Habitable :	2000 m2								

Figure 4. Visuel présentant les chiffres-clés des scénarios « tri simple » et « tri fin »

3. Bilan actuel et perspectives

Actuellement, la maquette informatique développée pour tester la faisabilité et la pertinence de cette approche s'est limitée au territoire bas-rhinois. En se basant sur les pratiques tarifaires locales relatives à l'élimination des déchets, le calcul de nombreux scénarios sur différents chantiers-types montrent la pertinence économique et écologique d'un tri plus contextuel des déchets. En termes de perspective, l'outil précédemment présenté pourrait être couplé avec un SIG permettant de localiser la production des différents déchets et d'affiner ainsi la localisation et le type d'équipements de collectes (benne, big-bag, conteneurs,...). Par ailleurs, une extension du territoire pris en compte est également envisageable.

L'idée de départ était, une mise en commun des données quantitatives et qualitatives de chaque chantier sur un territoire donné afin de créer une interface entre les pilotes OPC, les conducteurs de travaux, et le monde industriel local, encore peu conscient des potentialités de ré-usage ou de recyclage direct, en terme financier et écologique. L'approche spatiale en était l'une des composantes, avec entre autre la prise en compte des potentialités propres à chaque territoire et le calcul automatisé du coût de transport dans le coût global de l'opération.

Cette recherche ouvre donc la perspective d'une gestion territorialisée de déchets de chantiers en prenant les déchets comme un gisement de potentialités, en terme de matériaux et donc de ressources locale. On passe de l'approche d'optimisation des débouchés des déchets à l'échelle du chantier, à celle d'une gestion territoriale du gisement. Cette nouvelle synergie entre des mondes professionnels compartimentés pourrait être encadrée et relayée par la puissance publique, à travers une politique industrielle et environnementale volontariste. La conception de cette application de gestion des déchets de chantiers d'un territoire prend parti pour un rôle intégrateur et centralisateur de la puissance publique dans l'optique de faire correspondre gisement de déchets et besoins industriels de matières premières.

3. Bibliographie

- Charlot-Valdieu C., Outrequin P., « Analyse économique de chantiers expérimentaux de construction intégrant la gestion des déchets de chantier », édition Ademe, Janvier 2000.
- P. Maes, « Gestion des déchets de chantier – guide méthodologique », édition AFNOR, 2004.
- « Déchets de chantiers du bâtiment et des travaux publics. Mémento pour les chefs de chantiers », ADEME Alsace, 2001.
- « Chantiers respectueux de l'environnement », ADEME PACA et Institut de Management et de Gestion de l'Environnement, 2004.
- « Plan de gestion des déchets de chantier », ADEME PACA et FFB, 2003.