

**F**in des années '80, la protection de l'environnement commençait à occuper une place significative parmi les grands enjeux de notre société, mais pour une majorité d'entre nous, ce n'était encore qu'une utopie. De fait, il n'était pas vraiment possible de faire autrement que d'envoyer les déchets, y compris ceux issus de la construction et de la démolition, à la décharge.

## 1 UN ENJEU COMPLEXE

La gestion des déchets de construction est une activité complexe. Il n'existe pas de recette unique, parce qu'une telle gestion varie d'un cas à l'autre et d'un métier à l'autre. Elle est en effet totalement différente selon qu'on l'envisage sous l'aspect des quantités générées, de leur dangerosité ou du métier dont l'activité génère des déchets. On peut avoir affaire à des déchets en très petites quantités qu'il est difficile d'éliminer en raison de leur spécificité, de la distance à parcourir pour ce faire ou de l'absence de solution satisfaisante.

La gestion des déchets de construction est en outre extrêmement différente selon qu'il s'agit de travaux de construction neuve ou de transformation, de réhabilitation ou de rénovation. D'autres éléments décisifs sont la taille du chantier et sa localisation (zone urbaine dense ou non, zone industrielle, zone rurale). Enfin, certains métiers comme la menuiserie s'exercent davantage en atelier, d'autres sur des chantiers dont la durée peut être comprise entre quelques jours et quelques années.

La complexité de l'organisation de l'Etat belge (législations spécifiques aux niveaux européen, fédéral, régional et communal) et, quelquefois, le manque de motivation des entreprises pour la comprendre et l'appliquer rendent l'organisation de cette gestion fort hasardeuse. L'industrie du déchet n'est pas toujours à même d'offrir des solutions techniquement, socialement et économiquement acceptables, car il s'agit d'un marché assez récent et en pleine mutation, qui oblige les investisseurs à prendre des risques financiers importants pour mettre en place une filière appropriée. Il existe enfin des trafics frauduleux qui, mis en évidence par les médias, donnent parfois une image négative du secteur.

✍ *Christian Legrand, ir., chef de la division "Géotechnique et Structures" du CSTC, vice-président de RECYWALL et de TRADECOWALL*

# Quelles solutions pour le recyclage des déchets du bâtiment ?

## Des questions et des réponses



**Des déchets éparpillés sur chantier nuisent à l'image de marque de l'entreprise.**

Une autre difficulté majeure à laquelle se heurte le secteur de la construction tient au fait qu'il est actuellement quasi impossible de prévoir, au stade du projet, la quantité de déchets qui seront produits, leur nature, la façon dont ils seront transportés et leur destination finale. La plupart du temps, l'entrepreneur est confronté à des documents de marché qui lui laissent l'entière responsabilité de la gestion des déchets, dans des conditions où il est peu, voire pas rémunéré ou mis en mauvaise posture face à ses concurrents s'il recherche des solutions satisfaisantes sur le plan environnemental.

Il faut être conscient qu'il n'y a pas de formule simple applicable dans tous les cas, en tout lieu et à tout le monde, mais qu'il y a toujours un coût que quelqu'un doit supporter.

## 2 EVOLUTION DE LA SITUATION

Pour apporter une réponse partielle au problème, des solutions réglementaires ont été mises en place depuis plusieurs années dans le domaine des travaux routiers. Ces solutions

visent à promouvoir la démolition sélective des routes et de leurs abords, afin de produire des déchets de nature plus homogène, donc plus aisément recyclables. Cette action s'est appuyée sur des campagnes de recherche visant à assurer une réutilisation correcte des déchets traités dans les nouvelles réalisations routières et à inciter les maîtres d'ouvrage à incorporer des produits recyclés en remplacement de matériaux neufs, soit par un recyclage sur place, soit par le recours à des produits provenant de centres de regroupement et de traitement de déchets inertes.

Pour les travaux de bâtiment, de construction industrielle ou de génie civil, les choses sont nettement moins simples. La gamme des déchets produits est vaste; de plus, contrairement à la plupart des déchets routiers, ils peuvent appartenir à des classes très différentes qui, en principe, ne peuvent être mélangées.

Lorsqu'on s'entretient avec les entrepreneurs et notamment avec le personnel chargé de gérer les déchets sur chantier, on constate qu'ils se posent systématiquement la même question : quelle est, en pratique, la différence

entre déchets inertes (classe III), déchets non inertes non dangereux (classe II) et déchets dangereux (classe I) ? Pour les professionnels du déchet, cela paraît simple. Sur le terrain, il est souvent plus difficile de faire la distinction.

Or cette distinction devient cruciale, car, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2006, la législation wallonne n'autorise plus que la mise en CET (14) de déchets "ultimes". Le secteur de la construction demande que cette notion soit clairement établie en fonction des techniques de traitement existantes et de leur coût, afin d'éviter toute interprétation divergente.

Conformément à la législation européenne de janvier 1994, les Régions ont publié une liste qui classe les déchets selon les trois critères précités et définit ce qui n'est pas inerte (en Région wallonne, il existe une liste publiée en 1997 et revue en mars 2001). Le hic c'est que ces listes ne sont pas connues. Certains déchets sont faciles à identifier (briques, béton, fer, terres, bois, etc.), alors que, pour d'autres, c'est moins simple et il faut alors une solide formation pour identifier les matériaux. Bien des produits utilisés dans la construction sont des composés complexes formant des ensembles parfois non dissociables. On peut, par exemple, citer le cas des châssis de fenêtre, des panneaux de façade dits sandwichs, de certains revêtements de sol contenant parfois de l'amiante, des câbles électriques, etc. En outre, on trouve pas mal de matériaux pouvant être pollués, qu'il s'agisse du sol, des décombres d'installations industrielles anciennes, de bois, etc.

Par ailleurs, la pression visant à utiliser des produits recyclés mènera, dans plusieurs années, à se demander comment classer et traiter les déchets contenant de tels matériaux. Il est dès lors évident que l'on ne peut faire l'économie d'une analyse du cycle de vie.

Pour apporter un début de solution, en particulier en ce qui concerne l'estimation préalable des déchets produits lors des travaux de transformation, de réhabilitation ou de rénovation des constructions (logements, bâtiments en tout genre, constructions industrielles), une action a été menée à l'initiative du ministère de la Région wallonne (Office des déchets) en vue d'élaborer des clauses administratives et techniques à incorporer dans les documents de marché (notamment pour les marchés publics) ainsi qu'un métré détaillé des déchets. Le tout est aujourd'hui présenté dans le logiciel MEDECO (13) (\*) qui se veut un outil d'aide à la décision efficace. Les grandes lignes de ce travail, réalisé par TRADecowall (17), la Confédération de la construction wallonne (CCW; 6) et le CSTC, sont présentées au § 5 (p. 12).

De même, la nécessité croissante d'utiliser des matériaux recyclés dans la construction a amené le CSTC à réaliser, avec l'appui de l'Union européenne (programme LIFE) et de certains fabricants de matériaux de construction, une maison témoin, baptisée Recyhouse (15), construite quasi exclusivement au moyen de matériaux recyclés. Les matériaux mis en œuvre à cet effet contiennent, en proportion variable, des déchets de tous secteurs industriels confondus (et non pas uni-

quement du secteur de la construction), y compris certains résidus d'ordures ménagères. Il s'agit, dans la plupart des cas, de matériaux ayant connu un cycle de vie complet et, dans une moindre mesure, de produits dans lesquels on a incorporé des déchets de production. Les aspects les plus marquants de ce projet de démonstration ont été présentés dans CSTC-Magazine [23].

### 3 TOUR D'HORIZON DES DÉCHETS PAR MÉTIER

Pour se faire une idée globale des divers types de déchets produits dans le secteur, on peut envisager le problème en passant en revue les différents corps de métier exercés dans la construction. A ce sujet, il est bon de se rendre compte que ces métiers évoluent sensiblement, certains d'entre eux se faisant rares, d'autres se créant, d'autres encore voyant leur champ d'action s'amplifier ou se diversifier. Il n'y a pas grand-chose de commun entre l'entreprise de gros œuvre qui, par son travail de coordination, a une activité très généraliste et les entreprises exerçant une activité très spécialisée comme, par exemple, dans le cas des travaux de fondations spéciales ou d'enlèvement d'amiante.

#### 3.1 ÉVOLUTION DES MÉTIERS DE LA CONSTRUCTION

En analysant sommairement cette évolution, on constate une automatisation (ou une industrialisation) accrue des tâches, qui entraîne progressivement le report d'un grand nombre d'activités du chantier vers l'atelier (de l'entreprise parfois, du sous-traitant plus souvent) ou vers l'usine (du fournisseur). Cette automatisation accrue est entre autres la conséquence des exigences croissantes des clients, qui demandent des ensembles toujours plus sophistiqués, plus complexes, plus performants et obligent les métiers à évoluer pour mieux répondre à leurs demandes.

On constate également qu'on applique de plus en plus à la construction des évolutions technologiques venant d'autres secteurs, notamment de l'aéronautique, ce qui résulte aussi d'une internationalisation du marché des fournitures de la construction. On observe par ailleurs que les clients attendent une plus grande responsabilité des entreprises, car ils achètent progressivement des ensembles complets qui comprennent un service après-vente, comme cela se pratique dans d'autres secteurs (l'automobile, par exemple).

Cette évolution se traduit fréquemment par une plus grande spécialisation des entrepri-



Certains produits génèrent une pollution durable, souvent coûteuse à assainir.

(\*) Les chiffres entre parenthèses précédés du symbole 1 renvoie à l'encadré "Informations utiles" en page 13.

ses, laquelle est évidemment source potentielle de conflits lorsque les différents acteurs agissent indépendamment les uns des autres en l'absence d'une autorité de coordination.

La gestion des déchets de construction n'échappe pas à cette évolution.

### 3.2 LES DÉCHETS PAR MÉTIER

Pour illustrer ces problèmes et ces différences, épinglons quelques métiers bien caractérisés.

#### 3.2.1 MÉTIERS DU BÂTIMENT ET DU GÉNIE CIVIL NON ROUTIER

L'entreprise de génie civil ou de gros œuvre doit généralement évacuer des terres excavées ( $\pm 6$  millions de tonnes par an en Région wallonne) et des déchets inertes (pierres, béton, maçonnerie, gravats, enrobés de bitume).

En Région wallonne, un arrêté ministériel de juin 2001 réglemente la façon dont certains déchets peuvent être valorisés. Leur gestion peut devenir complexe et générer des coûts considérables si l'on a affaire à des terres ou à des déchets inertes pollués non identifiés au préalable. Les frais de traitement des terres polluées sont en effet très élevés, notamment lorsqu'on doit recourir à des traitements thermiques. D'autres difficultés peuvent provenir des fluides de circuits hydrauliques, des carburants ou des huiles de décoffrage. Même s'il s'agit, dans la plupart des cas, de petites quantités, généralement négligées, ces produits peuvent générer une pollution durable, particulièrement coûteuse à assainir. Quant au recours aux huiles biodégradables, il ne fait pas l'unanimité.

Pour les entreprises qui effectuent des travaux de démolition ou de transformation de bâtiments, le problème réside surtout dans la diversité des déchets, en majorité inertes, qu'il est préférable de ne pas mélanger ou qu'il vaut mieux trier pour favoriser leur recyclage ou leur élimination sélective à des coûts maîtrisés. Il y a aussi des déchets non inertes, tels que des métaux divers (fer, acier, cuivre, plomb, aluminium), les déchets de plâtre ou de plaques de plâtre, de bois (traités ou non) et de plastique (de nature fort variée).

Sur de petits chantiers où les quantités totales sont faibles, il est rarement intéressant, sur le plan économique, de faire un tri détaillé. Il en est de même pour des chantiers situés en zone d'habitat très dense. Par ailleurs, jusqu'à présent, l'entreprise ne dispose quasiment jamais d'un métré fournissant la quantité des déchets qui seront produits en fonction de leur nature; elle doit généralement se contenter d'une estimation plutôt approximative, voire totale-



Trier les déchets de chantier favorise le recyclage.

ment empirique et peut donc être confrontée à d'importants frais imprévus qu'elle peut difficilement répercuter au client.

Le *chauffagiste* et l'*entreprise de sanitaire* n'ont que peu de déchets inertes, mais ils génèrent des déchets métalliques de toute nature, des isolants, des liquides généralement pollués, des carburants, des suies (déchet dangereux), des déchets d'emballage et des déchets contenant de l'amiante, même parfois assez discrètement comme dans certains types anciens de robinets ou de vannes. Tous ces déchets posent *a priori* des problèmes, car ils sont difficiles à éliminer. Si les quantités sont généralement réduites, leur coût d'élimination peut croître très rapidement. De plus, les équipements mis en œuvre contiennent du matériel électronique et électrique qui se retrouve un jour ou l'autre dans les déchets et n'est pas pris en charge dans le cadre de Recupel (14).

Le *peintre* et le *décorateur* ne produisent que des déchets non inertes ou dangereux, difficiles et donc plutôt coûteux à éliminer :

- pots contenant des restes de peinture (de caractéristiques assez variables)
- équipements pollués par de la peinture
- solvants
- colles
- papiers peints ou revêtements muraux
- revêtements de sol plastiques ou textiles de structure souvent composite pouvant contenir de l'amiante
- déchets plastiques
- résidus du sablage (déchets non inertes puisqu'ils contiennent des particules de métal et de peinture ancienne)
- et bien sûr déchets d'emballage.

Le volet "solvants" est en soi particulièrement complexe, tant il comprend des produits de nature et de dangerosité variables, dont l'identification nécessite une formation et une expérience solides. En outre, le transport de déchets dangereux étant réglementé et soumis à autorisation, il est théoriquement interdit de ramener ces déchets au siège de l'entreprise en fin de journée ou en fin de chantier. La collaboration avec les fournisseurs peut dès lors s'avérer précieuse, mais la petite taille des chantiers pose souvent problème.

Les *menuisiers* d'aujourd'hui utilisent des produits de plus en plus complexes; la liste de ceux qui entrent dans la composition des éléments de façade est longue et variée :

- bois d'origine diverse ayant fréquemment subi des traitements de conservation ou de protection au moyen de produits souvent toxiques
- plastiques (surtout du PVC)
- acier, aluminium, alliages utilisés pour les accessoires ou la quincaillerie
- verre (également un produit devenu nettement plus complexe qu'auparavant)
- joints divers, dont les espaceurs ou les languettes de doubles vitrages
- mastics, isolants, mousses
- peintures, *coatings*, produits d'imprégnation
- éventuellement équipement électrique ou électronique de commande
- et, une fois de plus, déchets d'emballage.

Les entreprises qui réalisent des *toitures plates* ou des *toitures à versants* sont confrontées aux déchets de membranes asphaltiques (de nature fort différente) – associés parfois à d'anciennes membranes à base de goudron (déchet

dangereux) – ou de membranes en PVC; elles produisent des déchets de bois, d'isolants variés, de métaux (zinc, cuivre, plomb) et de plastiques, et sont souvent en présence de déchets d'éléments de toiture en amiante-ciment, voire de déchets radioactifs (certains paratonnerres). Ces entreprises produisent aussi des déchets inertes (éléments en terre cuite, ardoises naturelles, etc.) et des éléments de profilés en aluminium ou en plastique.

L'électricien a une vue assez différente de la situation, car il produit peu de déchets inertes (saignées dans les murs), mais il peut avoir fort à faire avec des déchets de câbles (cuivre, plastique, caoutchouc), tuyaux, gaines en acier ou en plastique, anciens équipements électriques de composition complexe (surtout lors de travaux de rénovation), lampes et autres équipements pouvant renfermer des substances dangereuses (tubes au néon, lampes ou contacts contenant du mercure, transformateurs contenant de l'askarelle), composants électroniques. Comme signalé plus haut, ces produits ne sont pas pris en charge par l'accord Recupel (14).

Cette énumération forcément incomplète, destinée à illustrer le contexte, montre que la gestion des déchets du bâtiment est un problème complexe qui nécessite une longue expérience, beaucoup de métier et une grande adaptabilité. Il n'existe pas nécessairement de solution pour tous les produits, car la création de filières de tri, de récolte et de recyclage ou de valorisation est une opération lente, difficile à mettre en place et à maintenir opérationnelle. De plus, il faut que le marché pour la transformation du déchet en produit soit demandeur.

Quel que soit le métier, une difficulté déjà évoquée est due au fait que les entreprises désireuses de gérer correctement les déchets, craignant de se trouver en concurrence avec des entreprises nettement moins exigeantes, hésitent à mentionner explicitement le coût lié à cette démarche dans leur offre de prix ou leur facture.

### 3.2.2 LA CONSTRUCTION ROUTIÈRE

La construction routière occupe une place à part. En effet, la valorisation des déchets n'est pas un sujet neuf dans ce secteur, puisqu'on y recycle des sous-produits industriels et des matériaux de démolition depuis les années 1970. Il faut dire que la construction routière est un secteur *a priori* séduisant pour la valorisation des sous-produits industriels. Les volumes de matériaux mis en œuvre y sont importants et, par ailleurs, la majorité des applications que l'on peut envisager se situent hors de la vue : dans un remblai, une fondation ou un revêtement, lorsqu'il n'y a pas d'exigences spécifiques pour ces éléments.

Un autre élément favorable est l'incorporation progressive de ces matériaux dans les cahiers des charges des administrations concernées. Bien sûr, leur utilisation est limitée par certaines contraintes :

- *en termes de quantités* : le recyclage n'est possible que si des stocks ou des flux suffisants et, dans la mesure du possible, homogènes, sont disponibles
- *en termes de qualité* : la conformité des ouvrages doit être garantie, ce qui incite parfois à valoriser les sous-produits dans des applications moins pointues (parkings, routes à faible trafic)
- enfin, *sur le plan environnemental* : il faut tenir compte de l'impact de l'utilisation de sous-produits industriels (protection du sol et des nappes aquifères).

## 4 COMMENT VALORISER LES DÉCHETS DE LA CONSTRUCTION ?

### 4.1 TYPES DE FILIÈRES

Faire le tour de la question serait sans doute ambitieux, mais on peut distinguer trois familles de filières qui connaissent un succès très différent.

La première famille, la mieux établie, est celle des *déchets inertes*. Son fonctionnement est correct et les installations sont généralement au point (<http://www.tradecowall.be/tradecowall.html>). Dans la grande majorité des cas, elles sont connues des clients poten-

tiels et parviennent, semble-t-il, à écouler leurs produits. Leurs performances économiques paraissent la plupart du temps satisfaisantes aux yeux des entreprises qui ont réalisé les investissements.

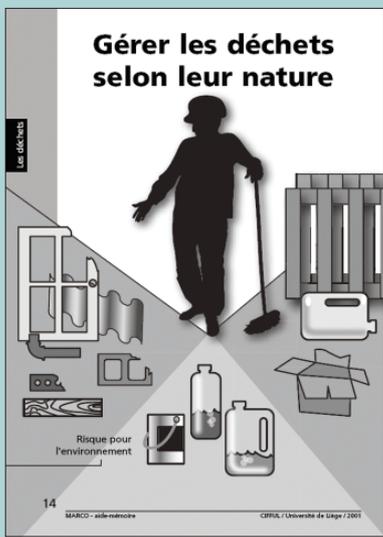
La législation wallonne (arrêté du gouvernement wallon du 14 juin 2001, dont un aperçu est fourni sur le site <http://www.marco-construction.be>) oblige pratiquement ceux qui veulent transformer leurs déchets inertes en produits de construction à passer par ces installations. Une des difficultés que cette filière va devoir affronter est celle du marquage CE et celle de la certification BENOR (1) pour les granulats destinés aux meilleures applications (bétons, routes). Cette certification est une étape nécessaire pour arriver à assurer une qualité comparable à celle des granulats naturels. Cette filière n'est pas décrite plus en détail dans le cadre de cet article.

La seconde famille de filières concerne la *construction routière*, qui est susceptible d'accueillir d'autres produits que les granulats recyclés décrits ci-avant. Ce n'est pas nouveau du tout et cela fonctionne assez bien. Un certain nombre de produits proviennent évidemment de la filière précitée. L'évolution favorable réside dans le fait que toutes les applications ont généralement fait l'objet d'études et de recherches permettant de garantir la bonne qualité du résultat, tant sur le plan technique qu'environnemental. Le recours à cette filière dépend grandement des administrations publiques, qui peuvent encourager ou non l'emploi

INITIATIVES D'INFORMATION ET DE SENSIBILISATION  
AU MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL

Pour venir en aide au secteur de la construction, un partenariat diversifié a été mis en place en Région wallonne. Il regroupe l'Office des déchets, la CCW, le CSTC, le FOREM, l'IFAPME et le FFC avec le concours du CIFFUL (5, 6, 9, 10, 11). L'objectif consistait à réaliser des outils destinés à informer, à sensibiliser et à former les acteurs du monde de la construction au Management des Risques environnementaux dans les métiers de la CONstruction (d'où le nom de l'action : MARCO).

**Une des brochures éditées par MARCO.**



**Gérer les déchets selon leur nature**

Risque pour l'environnement

14 MARCO - éléménoce CIFFUL / Université de Liège / 2001

Ce partenariat a produit différentes brochures, un film de sensibilisation et de vulgarisation, un guide juridique et technique complété par un guide des déchets, un outil didactique destiné aux organismes de formation professionnelle et enfin un site Internet (<http://www.marco-construction.be>) qui tente de répondre aux questions que se posent les professionnels dans ce domaine. Le guide des déchets aborde tous les déchets susceptibles d'être produits dans la construction et mentionne leur type, leur classe, leur code wallon, les précautions à prendre, leur destination possible (recyclage, valorisation, CET) (4) et les conditions dans lesquelles ils doivent être transportés.

de ces produits. Ces utilisations sont explicitées dans la suite du texte.

La troisième et dernière famille de filières est nettement plus problématique : tantôt quasi inexistante malgré les besoins, tantôt embryonnaire, parfois en voie de se mettre lentement en place, parfois existante mais assez peu transparente.

Ne sont évoquées ici, de façon peut-être limitée et arbitraire, que certaines tentatives connues pour créer ces filières ou des applications convaincantes pour des déchets de construction qui posent certains problèmes :

- déchets de plastiques (durs ou souples)
- débris de verre
- déchets de châssis de fenêtre
- déchets de toiture plate (membranes asphaltiques)
- résidus de peinture
- déchets de bois de construction provenant de démolitions, d'emballages ou de menuiseries.

Les déchets de produits en amiante-ciment ne sont pas abordés, car il s'agit un domaine très spécifique, assez complexe, qui nécessiterait un exposé à lui seul. Précisons seulement que la société TRADECOWALL (17), via le site de RECYHOC en Hainaut occidental, est à même d'accueillir ces déchets s'ils sont emballés de façon réglementaire.

En dehors des filières citées, il existe d'autres applications des déchets industriels dans les matériaux de construction : boues de dragage (après traitement), boues de sciage de pierres (briques, colles), déchets d'alumine (ciment), fines en tout genre (entraîneurs d'air et autres adjuvants pour béton), mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (remblais, blocs de construction), déchets de plastique, de textile, de pneus usagés, d'écrans de télévision ou d'ordinateur, de verre, etc. La maison Recyhouse (15), déjà évoquée précédemment, en fournit une démonstration concrète.



**La maison témoin Recyhouse, à Limelette, intègre une large part de matériaux recyclés.**



RECYWALL

Pour aborder la globalité des aspects du recyclage, il est impératif d'avoir une vue d'ensemble des différents secteurs industriels susceptibles de "jouer le jeu". Une réponse spécifique à cet impératif est la création, en 1991, de RECYWALL GIE (groupement d'intérêt économique) à l'initiative des centres de recherche collective des principaux secteurs industriels directement intéressés par le recyclage et la récupération de matières, matériaux et énergies sous toutes leurs formes.

RECYWALL met à la disposition des industriels et des pouvoirs publics un potentiel unique en Europe, regroupant quelque 600 chercheurs et techniciens, ainsi que des infrastructures et des équipements d'investigation et d'essai d'une valeur de l'ordre de 25 millions d'euros. Malgré son appellation, il ne limite pas son action à la Wallonie, mais est également actif dans les autres régions du pays, de même que dans les pays voisins (France en particulier).

Ses points forts résident dans le développement de solutions originales et performantes pour valoriser les déchets et rejets, les éliminer ou les réduire. Une telle activité exige en effet une grande conjonction de compétences et d'expériences à travers les différents secteurs industriels concernés. RECYWALL a la capacité de mettre à la disposition de ses partenaires un vaste réservoir d'expertise en vue de développer et de mettre au point des technologies horizontales et des produits de substitution (p. ex. utilisation, dans un secteur industriel, d'un produit secondaire généré à partir des déchets d'un autre secteur d'activités). Cette concentration de compétences se traduit par des synergies de moyens techniques et une approche intellectuelle multidisciplinaire, qui assurent aux industriels, aux groupements d'entreprises et aux pouvoirs publics un encadrement exceptionnel dans la recherche de solutions techniques (produits et procédés) sur mesure permettant de limiter les atteintes à l'environnement.



RECYWALL propose des partenariats et des études individuelles ou sectorielles pour le recyclage des déchets. Il sélectionne les compétences et les outils de recherche les plus appropriés, collecte des informations techniques et réglementaires, coordonne des études, recherches et démarches industrielles ou administratives, organise des tests et assure le suivi des processus en laboratoire ou en milieu industriel et, enfin, prépare des demandes d'agrément technique. Les secteurs représentés sont : la construction en général (CSTC), la construction routière (CRR), la céramique (CRIBC), le bois (CTIB), le textile (Centexbel), les fabrications métalliques et plastiques (CRIF), les vernis et peintures (CoRI) et prochainement, sans doute, l'industrie extractive (CTP) (18 à 25).

## 4.2 LA CONSTRUCTION ROUTIÈRE ET LE RECYCLAGE (1)

Le tableau 1 (p. 6) énumère les déchets qui sont le plus fréquemment utilisés lors d'une valorisation en construction routière, leur mode d'utilisation suivant l'arrêté du gouvernement wallon du 14 juin 2001 ainsi que les volumes annuels produits en Belgique (ou uniquement en Wallonie lorsque seuls ces chiffres sont disponibles).



**Déchets de revêtements routiers non mélangés à d'autres déchets inertes.**

### 4.2.1 LES DÉBRIS D'ASPHALTE

Ils occupent une place particulière, car ils proviennent essentiellement des travaux routiers et peuvent être valorisés de plusieurs manières :

- emploi en lieu et place d'enrobés bitumineux : resurfaçage, *repaving* (régénération thermique), *remixing* (thermorecyclage)

- production de granulats de débris d'asphalte (soit par la démolition de la surface et concassage, soit par le fraissage des couches de revêtement) et recyclage dans une centrale d'enrobage (fabrication d'un nouvel enrobé).

Les principales applications sont l'utilisation du granulat comme matériau de fondation lié ou non lié et comme enrobé partiellement

(1) Luc De Bock et Yves Hannoteau «La valorisation des déchets en construction routière. New life for Waste» (Mons, 2002).

**Tableau 1 Principaux déchets utilisés en construction routière.**

Matériaux	Volumes annuels en Belgique (kilotonnes)	Valorisation (arrêté du gouvernement wallon du 14/06/2001)
<i>Déchets de démolition :</i>		
– béton	3400	Fondation, sous-fondation, revêtement
– maçonnerie	3200	–
– asphalte	1000	Fondation, sous-fondation, revêtement
– terres de déblai	17000	Remblais
– déchets de carrières	–	Fondation, sous-fondation, revêtement
– produits de dragage	> 40000	Remblais
<i>Sous-produits industriels :</i>		
– laitiers	–	Fondation, sous-fondation, revêtement
– scories LD/EAF	1000	Fondation, sous-fondation, revêtement
– scories non ferreuses	400	Fondation, sous-fondation, revêtement
– scories inox	250	Fondation, sous-fondation, revêtement
– phosphogypse	1000	–
– cendres volantes	540	Fondation, sous-fondation, revêtement
– mâchefers (MIOM)	400	Remblais, fondation, sous-fondation
– verre non recyclable	150	–
– pneus	80	–
– sables de fonderie	35 (*)	–

(\*) Volume annuel produit en Wallonie.

recyclé en centrale d'enrobage (avec une teneur maximum de 50 % suivant les prescriptions techniques du CCT RW 99) (3). Les granulats peuvent aussi être utilisés pour l'empierrement de chemins privés, de surfaces de parking, etc.

D'un point de vue environnemental, il est essentiel de distinguer les revêtements bitumineux de ceux contenant du goudron. Tout débris d'asphalte à base de goudron est considéré comme déchet dangereux, non valorisable. Pour le reste, comme environ 90 % des débris d'asphalte sont constitués des granulats naturels originaux, les risques environnementaux sont quasiment nuls.

#### 4.2.2 LES SCORIES

La construction routière est également utilisatrice de scories résultant de l'affinage de la fonte, des aciers inoxydables, des métaux non ferreux ainsi que de la gangue formée lors de la fusion en four électrique. Ces produits sont utilisés dans les couches de fondation non stabilisées, les remblais et les mélanges bitumineux. Les scories issues de la métallurgie des non-ferreux peuvent poser un problème environnemental en raison de la libération potentielle par lixiviation de composés toxiques, tels que le plomb, le cuivre et le zinc. Les autres scories ne présentent pas de problèmes environnementaux majeurs, mais comme leur teneur en chaux libre est élevée, leur utilisation est soumise à des règles strictes (mûrissement en tas, teneur maximale en chaux libre), afin d'éviter des gonflements et/ou des délitements.

Dans le même ordre d'idées, les centrales électriques belges utilisant le charbon pulvérisé

comme combustible produisent des cendres volantes qui ont des propriétés pouzzolaniques et hydrauliques intéressantes. Celles-ci sont extraites des gaz de combustion par précipitation électrostatique sous forme d'une fine poudre grise. On utilise ces cendres volantes en mélange avec du ciment comme couche de fondation stabilisée.

#### 4.2.3 LES MÂCHEFERS

Autre produit que l'on peut retrouver en construction routière : les mâchefers issus du processus d'incinération des ordures ménagères solides (on les dénomme "MIOM"). Ce procédé produit environ 25 % de mâchefers et 2 % de cendres volantes (déchet dangereux). Collectés sur la grille du foyer, les mâchefers sont conditionnés par tamisage, concassage de morceaux supérieurs à 20 mm et déferrisation, puis sont stockés en plein air pendant plus de 3 mois pour garantir une stabilité volumétrique.

Les mâchefers contiennent des matériaux inorganiques, des imbrûlés ainsi que du cuivre, du plomb, du cadmium, des sulfates et des chlorures en concentration relativement élevée. Une telle composition requiert une utilisation des mâchefers dans des conditions respectueuses de l'environnement, c'est-à-dire uniquement dans la couche de sous-fondation, sous un revêtement imperméable pour éviter une lixiviation vers les nappes souterraines.

#### 4.2.4 LES SABLES DE FONDERIE

Ce type de sable provient du moulage des pièces de fonderie dans la métallurgie des fer-

reux et des non-ferreux. A l'origine, il s'agit de sables siliceux à granulométrie homogène qui, de par leur utilisation en tant que moule, sont contaminés par les composés du liant utilisé : soit de la bentonite pour les sables "à vert", soit des phénols pour les sables à liant chimique (résines phénoliques).

Des techniques de désactivation de la bentonite et de réduction des teneurs en phénols ont été développées, autorisant l'utilisation des sables de fonderie dans les couches de fondation et de sous-fondation. Une étude menée récemment par le Centre de recherches routières a également mis en évidence le potentiel d'utilisation de ces sables dans les couches de revêtement. La présence de phénols dans les sables à liant chimique constitue le seul élément négatif d'un point de vue environnemental. Cependant, les techniques actuelles de décontamination biologique (mise en andains et destruction bactérienne des phénols) devraient permettre d'utiliser les sables de fonderie à liant chimique sans conséquences néfastes pour l'environnement.

#### 4.2.5 LES PLASTIQUES

Les déchets de plastiques, surtout les plastiques mélangés difficiles, voire impossibles à recycler dans l'industrie plastique, peuvent être employés dans différents domaines de la construction routière, mais leur application reste assez marginale. Les usages les plus connus sont les blocs en plastique compressé qui permettent de réaliser des remblais légers sur des sols à faible portance.

Les plastiques recyclés peuvent aussi entrer dans la confection de murs antibruit et, sous forme de fibres, dans la réalisation de terre armée pour des remblais ou la stabilisation de talus sujets au glissement. Les granulats de polyéthylène recyclé pourraient être utilisés comme modificateurs pour les liants bitumineux, comme cela a été testé en France.

#### 4.2.6 LES PNEUS

Constamment renouvelés, les gisements de pneus usagés constituent un problème majeur dans le cadre de l'assainissement des dépôts sauvages. Les volumes réintroduits dans la construction routière ne suffisent pas pour valoriser l'ensemble de la production disponible. On peut les incorporer dans le corps des remblais, afin de renforcer leur structure et/ou de diminuer leur charge. Sous forme de granulats, ils se prêtent aussi à la fabrication d'enrobés (atténuation des bruits de roulement) et de revêtements pour aires de jeu ou aires de sport. Enfin, la "poudrette" de pneu broyé peut être incorporée comme additif au bitume des enrobés.

#### 4.2.7 LE PHOSPHOGYPSE

Le phosphogypse est un sous-produit de la fabrication de l'acide phosphorique; son utilisation dans les remblais routiers a été étudiée au Centre de recherches routières. Les deux principales restrictions à son recyclage résident, d'une part, dans la pollution possible des nappes souterraines en raison de sa teneur en fluorures, sulfates et métaux lourds, et, d'autre part, dans ses propriétés mécaniques défavorables (compressibilité et retrait). Le traitement du phosphogypse avec de la chaux ou du ciment améliore ces caractéristiques, tout en limitant les effets polluants. Il en résulte que ce sous-produit n'est pas concurrentiel pour une utilisation dans des remblais, sauf si les conditions de production étaient améliorées (meilleur drainage, neutralisation).

Signalons qu'aux Etats-Unis, le phosphogypse est utilisé dans les couches de fondation stabilisées et dans des mélanges destinés à la confection de béton compacté au rouleau.

### 4.3 LES PLASTIQUES

Les plastiques ou polymères forment une famille de matières provenant du raffinage du pétrole. La fraction d'essences légères est isolée, puis "craquée" à la vapeur pour obtenir des monomères (éthylène, propylène, etc.) constitués pour l'essentiel d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. On peut ensuite assembler les molécules de monomère entre elles sous forme de chaînes (polymères) linéaires ou en réseau. D'autres éléments (chlore, azote, etc.) interviennent dans la composition des polymères pour leur conférer des caractéristiques spécifiques.

On distingue trois grandes familles de produits : les thermoplastiques, les thermodurcissables et les élastomères.

Les *thermoplastiques* (tableau 2) sont des plastiques malléables qui peuvent être chauffés et refroidis pour leur donner une forme, puis chauffés à nouveau pour obtenir une autre forme. Cette caractéristique les rend aptes à être recyclés.

Les *thermodurcissables* caractérisent les plastiques qui se rigidifient dès la première transformation; ils ne supportent pas d'autres transformations et sont très difficiles à recycler (ex. polyuréthanes, silicones).

Les *élastomères* caractérisent les plastiques qui se déforment et sont recyclables (caoutchouc).

Au total, on compte une centaine de familles de polymères, chacune déclinée en de nombreux grades de propriétés, sans compter les

**Tableau 2 Principaux thermoplastiques.**

Types	Propriétés	Applications
PE (polyéthylène)	Transparence, souplesse	Films, sacs, bouteilles
PEHD (polyéthylène à haute densité)	Opacité, rigidité	Bidons, conteneurs, poubelles, seaux, jouets, bouteilles de lait
PVC (polychlorure de vinyle)	Transparence, rigidité	Mobilier (bancs, ...), fenêtres, barrières, jouets, revêtements de sol
PET (polyéthylène téréphthalique)	Transparence, tenue à la pression interne	Bouteilles de boissons gazeuses, lainages, rembourrages
PP (polypropylène)	Rigidité, résistance aux chocs	Boîtes, bacs, conteneurs, pare-chocs, tubes
PS (polystyrène)	Multiplés	Bouteilles, pots de yaourt, emballages
PA (polyamide)	Multiplés	Tissus

alliages obtenus par mélange de plusieurs polymères. On dénombre ainsi entre mille ou deux mille plastiques différents. Un élément de diversité supplémentaire tient au fait que les plastiques ne sont pas toujours compatibles ou miscibles entre eux (voir tableau 3), principalement en raison de leur réaction à la chaleur et de leur température de fusion.

Il existe de nombreuses filières de recyclage pour ces produits, mais certaines ne traitent que les déchets de production, très homogènes, dont on peut maîtriser les volumes journaliers. Ce type de recyclage concerne les industries de fabrication et non pas les entreprises de construction.

En ce qui concerne les déchets en fin de vie, il faut bien se rendre compte que l'industrie ne peut les traiter que s'ils sont assez purs et bien identifiés, ce qui nécessite une bonne connaissance et une longue expérience des produits, mais également une solide formation. Bien souvent, ces filières ne sont pas facilement accessibles aux entreprises de construction. L'idéal serait qu'il y ait plus de centres de regroupement où le tri de ces déchets serait effectué par des spécialistes. Cependant, si les quantités sont relativement importantes, il peut s'avérer rentable d'éliminer, via des filières de recyclage, des lots de déchets assez homogènes et suffisamment propres, tels que des tuyaux d'évacuation, des

gouttières, des châssis de fenêtre en PVC, etc.

A notre connaissance, en dehors des CET, qui, par définition, ne recyclent pas et exigent le paiement d'une taxe de mise en décharge, il existe en Belgique quelques filières qui acceptent des déchets de PVC et peut-être une pour la famille des polyéthylènes. En ce qui concerne le PVC, il s'agit le plus souvent de produits rigides (tuyaux d'amenée et d'évacuation d'eau, gouttières, bardages, planchettes et planches de rive, châssis de fenêtre sans verre ni quincaillerie).

La SCRL TRADECOWALL (17) accepte ce genre de déchets dans certains de ses centres de regroupement et de traitement, à l'exclusion des plastiques d'emballage, films plastiques, récipients en plastique, seaux de peinture (même vides), mousses d'isolation, bâches, objets en plastique moulé, ... Sur les gros chantiers de construction ou de transformation, les quantités disponibles peuvent parfois justifier un tri et un transport spécifique.

### 4.4 LE VERRE ET LES FENÊTRES

#### 4.4.1 RAPPEL

Le verre propre possède la particularité de pouvoir être recyclé indéfiniment, sans jamais perdre sa qualité. Il y a lieu de distinguer :

- le *verre creux*, plus ou moins transparent ou coloré, qui sert à fabriquer les récipients utilisés pour les produits liquides
- le *verre plat*, destiné aux fenêtres, vitrages pour voitures, éléments de façade et miroirs.

Les filières de recyclage du verre creux sont bien en place dans notre pays, mais n'acceptent pas, jusqu'à présent, le verre plat.

Le verre creux récupéré est nettoyé pour en retirer les matières qui pourraient nuire au

**Tableau 3 Exemples de compatibilité chimique entre plastiques.**

	PA	PE	PP	PVC
PA	Oui	–	–	–
PE	Non	Oui	–	–
PP	Variable	Variable	Oui	–
PVC	Non	Non	Non	Oui



**Tri des déchets de verre selon leur couleur.**

recyclage, telles que la céramique, la porcelaine et le cristal. Il est ensuite trié par type et par couleur (photo ci-dessus), puis broyé pour former une poudre appelée calcin ou groisil. Le calcin est mélangé aux autres matières premières du verre, principalement la silice de sable et le carbonate de sodium, afin d'être chauffé et fondu à très hautes températures. Le calcin ayant la propriété de fondre à une température plus basse que les matières premières, son ajout permet de réduire assez bien les températures de fusion et donc de réaliser des économies d'énergie substantielles lors de la fabrication du verre. Le mélange fondu est ensuite moulé pour obtenir la forme désirée. Le pourcentage de calcin utilisé dans le mélange dépend du produit fabriqué. Les bouteilles vertes, par exemple, contiennent généralement près de 90 % de calcin.

Une difficulté trouve son origine dans le fait qu'il y a actuellement sur le marché trop de calcin en provenance des filières propres au verre creux, parce que la Belgique importe de grandes quantités de bouteilles, de sorte que la production de verre creux n'a pas besoin du verre issu du secteur de la construction ou de l'automobile.

#### 4.4.2 FILIÈRES

Le verre a toutes les caractéristiques d'un déchet inerte. Toutefois, dans la construction, il est associé à bien d'autres produits qui ne sont pas inertes et dont on peut difficilement le séparer. Par ailleurs, plusieurs types de vitrages récents comportent des couches métalliques et/ou plastiques qui font perdre au verre son caractère inerte.

Les ateliers produisent des chutes de verre, en principe propres, qui peuvent être reprises



**Le verre de construction, déchet inerte, est souvent associé à des produits non inertes.**

par le fournisseur ou évacuées vers une installation de broyage. Comme précisé plus haut, les installations qui traitent le verre creux n'acceptent généralement pas le verre plat.

Le verre provenant du bâtiment est en général difficile, voire dangereux à séparer du châssis dans lequel il est inséré. Et même lorsqu'on arrive à l'en dissocier, le verre est sali par des mastics et adhère éventuellement aux lattes de fermeture du double vitrage.

Il existe en Europe des installations qui broient les châssis pour récupérer les différents composants, quel que soit le matériau de base du châssis (bois, acier, aluminium, PVC), et qui éliminent les autres matériaux (films plastiques, armatures, quincaillerie, joints divers, matériaux isolants, etc.).

Ce type de collecte, dont il existe un exemple en Belgique (27), se met en place petit à petit; toutefois, il est encore trop facile de diriger les anciens châssis vers les CET, dont les prix entrent en concurrence avec ceux des installations de recyclage. L'interdiction récente de mettre en CET les déchets "non ultimes" va sans doute modifier la donne.

Certains fabricants de châssis en PVC se déclarent être à même de reprendre leurs châssis, qu'ils recyclent dans leurs installations, mais, à notre connaissance, ce n'est valable que sur le marché allemand.

#### 4.4.3 POSSIBILITÉS DE RECYCLAGE

Le verre recyclé non contaminé peut être utilisé comme abrasif pour le nettoyage des façades au jet de verre. Il semblerait que cette méthode soit plus efficace que le sablage. Pour le nettoyage par projection, il faut disposer de microfines de verre qui peuvent être fabriquées à partir de particules de verre sodocalcique (blanc ou coloré) ou, éventuellement, de verre borosilicaté. Le verre est broyé dans des gammes granulométriques bien définies, souvent inférieures à 500 µm. La poudre doit être propre et exempte de corps étrangers.



**Châssis de fenêtre à recycler.**

Ces microfines sont surtout utilisées pour le nettoyage par projection à sec des parements de façade salis et/ou recouverts de peintures anciennes, en particulier dans les cas où les pouvoirs publics interdisent le recours à des techniques trop agressives (sablage, nettoyage chimique) qui mettent en danger la patine et la couche de défense naturelle des pierres calcaires.

Les résidus de verre sont également utilisés pour fabriquer de la laine de verre ainsi que des carreaux décoratifs de piscine, que l'on peut aussi incorporer dans les éléments de construction.

Les autres applications potentielles dans le domaine des abrasifs seraient :

- le nettoyage des réservoirs de stockage, des pièces telles que pistons ou valves, des ponts, des coques de navire
- l'élimination des peintures, des laques, des suies et des scories par ébavurage
- la préparation des surfaces (polissage, doucissage) afin d'améliorer l'adhérence des plastiques, *coatings*, céramiques, tuiles, ou simplement pour améliorer l'aspect de surface.

La poudre de verre peut encore trouver un usage comme charge pour les matières plastiques, comme ajout dans certaines peintures (peintures réfléchissantes pour les routes), dans des tuiles ou des briques (pour obtenir un aspect de surface spécifique), voire dans



**Les résidus de verre se prêtent à la fabrication de divers produits (laine de verre, carreaux décoratifs, ...).**



**En Belgique, la toiture plate génère chaque année entre 50.000 et 80.000 tonnes de déchets de lés bitumineux.**

les ciments (voie à explorer) en remplacement des fumées de silice (*silica fume*).

Aux Pays-Bas, une reprise des débris de verre plat s'est mise en place et fonctionne de manière réglementée depuis janvier 2003 (31). Moyennant une contribution obligatoire lors de l'achat du verre, le vitrier peut se défaire de ses déchets de verre (propres ?), sans paiement complémentaire, dans un des nombreux points de collecte.

#### 4.5 LES MEMBRANES BITUMINEUSES

Essentiellement utilisées pour l'étanchéité des toitures plates, les membranes bitumineuses ont une durée de vie moyenne estimée à 20 ans lorsqu'elles sont réalisées correctement.

En Belgique, on estime qu'environ 13.000.000 m<sup>2</sup> de toitures plates sont réalisées tous les ans et que l'on produit entre 50.000 et 80.000 tonnes de déchets de lés bitumineux par an. Actuellement, quelles que soient les Régions, ces déchets sont éliminés en CET.

Comme pour les autres déchets, lorsque le produit est homogène et propre, il est parfaitement recyclable. Actuellement, certaines installations sont à même de produire des granulés à partir de membranes. S'il s'agit de traiter les déchets de production et de les réintroduire dans la fabrication de membranes neuves, ce n'est pas trop compliqué : en effet, la qualité et la composition du bitume sont bien connues et constantes. Toutefois, la majorité des déchets de chantier et toutes les membranes provenant d'anciennes toitures sont composées de plusieurs couches de pro-

duits de nature et d'âge différents. Il est dès lors fréquent, lorsqu'on rénove un toit, de laisser en place l'étanchéité existante et de remettre une ou plusieurs couches par-dessus. Cette méthode est beaucoup moins onéreuse et offre en outre "l'avantage" de cacher les misères de la structure en place.

De plus, lorsqu'on démonte un ancien toit plat, on risque de retrouver, dans les déchets, des morceaux de bois, des isolants divers, des clous, des vis, éventuellement des morceaux de plastique et des profilés métalliques. Le recyclage des anciennes toitures constitue donc à l'évidence une tâche complexe aux multiples facettes.

##### 4.5.1 LE GOUDRON, DÉCHET DANGEREUX

Le goudron ou tout produit qui en contient doit impérativement être éliminé complètement (en classe I) ou incinéré dans une installation agréée, car il s'agit d'un déchet dangereux. Sous-produit de la distillation de la houille, il contient en effet de hautes concentrations d'hydrocarbures polyaromatiques nocifs. C'est la raison pour laquelle la valorisation des matériaux contenant des goudrons de houille est strictement interdite, du moins en Flandre.

Il est possible d'identifier les goudrons sur chantier. Différents tests commercialisés ont été étudiés par le CRR (22) afin de détecter le goudron dans les enrobés bitumineux. Une étude prénormative y est en cours de réalisation. Si l'on souhaite recycler les membranes de toiture, il y aurait lieu d'envisager le recours à de tels tests.

##### 4.5.2 POSSIBILITÉS DE RECYCLAGE

Une technique de recyclage actuellement développée permet d'obtenir soit une matière homogène sans fibres ni granulats, soit des granulats bitumineux qui pourraient être incorporés en construction routière comme cela se pratique aux Pays-Bas (26).

Il est également possible de mettre au point des produits de qualité acceptable pour des applications dont les exigences sont moins strictes. Encore faudrait-il vérifier la compatibilité des différents types de produits qui sont entrés dans la composition des membranes au cours des dernières décennies (bitume APP, SBS ou bitume oxydé), afin de préciser dans quelle mesure et dans quelles proportions ces différents produits peuvent être mélangés et de quelle façon le mélange affecte les propriétés du produit final.

En Belgique, la société *Recticel* récolte des déchets de toiture afin de fabriquer des granulats qui pourraient être utilisés pour couler

(à chaud) des couches imperméables à la vapeur d'eau (toitures, structures enterrées à rendre étanches). D'autres producteurs de membranes s'intéressent à cette solution. Si l'expérience est concluante, il est envisagé d'interdire le versage et l'incinération de ces produits. En Région wallonne, une étude est actuellement en cours.

#### 4.6 LES DÉCHETS DE PEINTURE

##### 4.6.1 CARACTÉRISTIQUES DES PEINTURES

Les peintures sont essentiellement des matières liquides qui, appliquées en couches minces sur différents supports, forment sur ceux-ci un revêtement solide, adhérent et durable, conférant au matériau des qualités décoratives, protectrices ou autres.

Une peinture contient :

- un *liant*, constituant principal de la peinture ou du vernis, dont le rôle est d'assurer l'adhérence au support, le lien entre tous les constituants de la peinture et la durabilité du film. Les liants (ou résines) permettent de classer les peintures en diverses catégories en fonction de l'application : alkydes, acryliques, époxydes, polyuréthanes, aminoplastes, vinyliques, polyesters, bitumineuses, phénoliques, à base de caoutchouc chloré, de silicones. La nature chimique de ces liants rend les peintures incompatibles entre elles
- un *durcisseur*, produit nécessaire dans certaines formulations pour faire réagir les molécules de liant entre elles et obtenir un film aux propriétés mécaniques et chimiques voulues
- des *solvants*, choisis en fonction de la nature du liant; ils servent à dissoudre le liant pour faciliter la fabrication, le stockage et l'application de la peinture. À l'exception de l'eau, ces solvants sont des dérivés d'hydrocarbures, aussi appelés composés organiques volatils (COV)
- des *pigments*, qui sont des poudres insolubles dont la dispersion dans le liant donnera à la peinture les caractéristiques recherchées, telles que le pouvoir couvrant, la résistance à la vapeur d'eau, la couleur, le pouvoir anticorrosion, etc. Les pigments sont soit des matières minérales, comme des oxydes métalliques, soit des composés organiques de synthèse
- des *charges minérales*, qui n'ont qu'un faible pouvoir couvrant ou colorant, mais permettent d'obtenir d'autres caractéristiques techniques comme la densité, la viscosité ou la diminution de brillance
- des *additifs*, utilisés pour obtenir des caractéristiques techniques particulières; ils représentent moins de 1 % de la matière. Ce sont par exemple des plastifiants destinés à maintenir la souplesse du film après séchage.

#### 4.6.2 COMMENT ÉVACUER LES DÉCHETS DE PEINTURE ?

Les surplus de peinture générés par les entreprises sont en majorité des déchets dangereux. Le recours croissant aux peintures à l'eau ne change rien au caractère dangereux des déchets, même s'ils sont bien moins nocifs pour la santé de l'homme et pour l'environnement en général.

Les parcs à conteneurs accessibles aux PME étant extrêmement rares (Liège, province du Luxembourg), les entrepreneurs doivent confier leurs surplus de peintures à des collecteurs agréés. Les collecteurs de déchets dangereux les orientent, selon les cas, vers un prétraitement (nettoyage des pots, préparation de combustible, ...) avant une incinération ou une valorisation énergétique des résidus et/ou des emballages (en cimenterie essentiellement), voire une récupération des métaux dans le cas des pots métalliques. Les services proposés aux peintres du bâtiment par les collecteurs agréés sont coûteux et mal adaptés pour les PME, car, dans la plupart des cas, les quantités sont faibles et de nature très variable.

Les peintres se voient donc souvent contraints de confier leurs résidus aux particuliers, qui utilisent le système de collecte des débris ménagers (parcs à conteneurs communaux). Ceux-ci, taxés en général forfaitairement, ignorent le coût de ces services qu'ils croient gratuits. L'efficacité de ce système de collecte augmente d'année en année mais, faute de filière de valorisation adéquate, le coût d'élimination augmente proportionnellement, et les taxes suivent le même mouvement.

Dans d'autres pays, des solutions sont parfois mises en place. Au Québec, un accord conclu en 1996 entre les producteurs de peinture et le gouvernement avait permis la création d'une société spécialisée dans le recyclage des peintures. Celle-ci était parvenue à absorber une bonne quantité des matières collectées et à réduire sensiblement les coûts de traitement, mais il semble que le projet ait été arrêté (manque de rentabilité).

Dans le nord de la France (notamment dans la Région Nord Pas-de-Calais), des accords passés entre les fédérations d'entrepreneurs (CAPEB d'une part, FFB de l'autre; 2 et 8) et certains fabricants ou distributeurs de peintures importants ont permis la création de filières de collecte dans des centres spécialisés ou de systèmes de reprise au siège de l'entreprise. Les déchets de peinture sont ensuite redirigés vers l'industrie de la peinture. Ces solutions mises en place récemment sont encore en phase d'observation.

Le tri en fonction du liant est l'étape initiale essentielle à la valorisation des surplus de peinture. Il est nécessaire notamment de pouvoir identifier aisément et avec certitude le composant de base, parmi les autres constituants de la peinture.

#### 4.6.3 LE RECYCLAGE : INVENTAIRE DE LA SITUATION EN RÉGION WALLONNE ET COMPARAISON AVEC LE QUÉBEC

En 2000, il s'est vendu 106.000 tonnes de peinture en Belgique, dont 61 % pour le seul secteur du bâtiment (2). Selon le Plan wallon des déchets (données de 1996), 7.900 tonnes de résidus de peinture se répartissent entre 2.300 tonnes de déchets de production et 5.600 tonnes de déchets d'utilisation; 426 tonnes de peinture ont été collectées grâce aux apports volontaires des particuliers dans les parcs à conteneurs. Cela représentait plus d'un quart des déchets dangereux collectés.

Le tableau 4 fait apparaître que la quantité de déchets dangereux des ménages, collectés dans les parcs à conteneurs, a doublé entre 1996 et 2000. On peut donc prévoir également un doublement de la quantité de peinture collectée. Par contre, le Plan wallon des déchets précise que, même si on enregistre une valorisation accrue des déchets de production (industriels), la totalité de la peinture collectée dans les parcs à conteneurs est encore incinérée ou mise en décharge.

**Tableau 4 Évolution des quantités collectées de déchets spéciaux des ménages en Wallonie (source : DGRNE; 7).**

Année	Quantité collectée (kg)	Quantité par habitant (kg/hab)
1991	182.939	0,056
1992	313.675	0,096
1993	524.430	0,159
1994	972.785	0,294
1995	1.378.990	0,416
1996	1.591.027	0,480
1997	2.092.323	0,630
1998	2.441.079	0,734
1999	3.179.694	0,954
2000	3.303.579	0,989

Le procédé de recyclage consiste à vider les pots et à les nettoyer au moyen de sciure de bois. Les pots métalliques sont recyclés en sidérurgie; quant au mélange de sciure et de peinture, il sert de combustible alternatif en cimenterie. Le tarif de reprise des déchets est équivalent à celui pratiqué pour les déchets dangereux, ce qui incite certains à utiliser la filière des parcs à conteneurs normalement réservée aux débris ménagers, notamment en abandonnant le surplus au client pour d'improbables retouches (cf. plus haut).

A titre de comparaison, il se vend, au Québec, environ 42.000 tonnes de peinture et de teinture architecturales; en excluant les aérosols et les formats moins standard, cette peinture est vendue dans quelque 18 millions de contenants, principalement de 1 litre, de 4 litres et de 20 litres. La masse de ces contenants est de l'ordre de 6.200 tonnes; les intervenants du milieu considèrent qu'après l'utilisation des 42.000 tonnes, il resterait environ 3.000 tonnes de résidus. Les résidus de peinture post-consommation représentent environ 42 % de tous les résidus domestiques dangereux (RDD) récupérés (données de 1996). En 1998, environ 632 tonnes de peinture ont été récupérées, ce qui représente plus ou moins 20 % des résidus générés.

#### 4.7 LES DÉCHETS DE BOIS

##### 4.7.1 CLASSIFICATION

Le bois doit être choisi en fonction des caractéristiques qu'il possède pour l'application désirée. Ce matériau organique est sensible à l'humidité et peut présenter des pathologies nécessitant des traitements préventifs ou curatifs afin de prévenir ou de détruire les champignons, les termites et autres insectes xylophages. Suivant leur composition, ces traitements peuvent avoir des effets néfastes sur la santé des applicateurs ou des personnes exposées aux émanations éventuelles de leurs composés.

Selon une étude française, le bois totalise à lui seul 6 % de tous les déchets de chantier. Cette fraction n'est pas négligeable, mais reste cependant mal exploitée. En effet, une partie part en fumée sur chantier ou chez les particuliers (c'est légalement interdit, mais couramment pratiqué). De plus, le bois non trié n'est pas comptabilisé dans les ressources utilisables.

Le bois est un matériau naturel composé de 50 % de carbone, 42 % d'oxygène, 6 % d'hydrogène, 1 % d'azote et 1 % d'éléments divers.

(2) Source : Conseil européen de l'industrie des peintures, des encres d'imprimerie et des couleurs d'art (2000).



**Brûler les déchets sur chantier est interdit, mais souvent pratiqué.**

Les déchets de bois sont généralement répartis en trois classes :

- classe A : déchets de bois non traités, non dangereux
- classe B : déchets de bois traités non dangereux
- classe C : déchets de bois dangereux, imprégnés avec des produits tels que l'arséniate de cuivre chromaté ou ACC (*copper chromated arsenate - CCA*), la créosote, les produits riches en plomb ou les ignifuges.

Cette classification n'est pas officielle, mais est généralement utilisée par les centres de tri et de traitement. Il n'est guère aisé d'identifier la classe du bois sur la base d'un simple examen visuel. Le tableau 5 tente d'apporter des réponses.

#### 4.7.2 LA PRÉSERVATION DU BOIS : UN PEU DE CHIMIE

Les produits de préservation contiennent trois éléments fondamentaux :

- des matières actives
- un solvant
- un agent de fixation.

##### ☐ *Matières actives*

Ce sont des pesticides, qui, pour satisfaire aux tests biologiques, doivent posséder une action fongicide et/ou insecticide vis-à-vis des agents d'altération concernés. Selon leur nature, ces matières actives seront donc efficaces contre tel ou tel insecte, tel ou tel champignon ou parfois pour l'ensemble des risques associés à un emploi. On peut combiner éventuellement plusieurs matières actives. Les matières actives principales sont soit des substances minérales ou métalliques (Cu, F, Bo, As), soit des substances de synthèse telles que les dérivés d'étain, les azoles, les pyrétroïdes

**Tableau 5 Classes de déchets de bois.**

Classes	Description	Débouchés
Classe A	Bois massif Palettes, planches et poutres propres non contaminées Emballages en bois	Sciures 4-8 mm Industrie du panneau Sciures 0-3 mm Fours de cimenterie
Classe B	Multiplex Panneaux avec ou sans mélamine Panneaux de fibres Bois de démolition Portes et fenêtres sans verre Tables et chaises, fauteuils et armoires sans recouvrement, ni remplissage, ni rotin	Auparavant : mise en décharge; actuellement : recyclage comme ci-dessus. Unités de chauffe industrielles
Classe C	Panneaux durs de fibres de bois Panneaux tendres de fibres de bois Panneaux MDF ( <i>medium density fibreboards</i> )	Débouchés en Italie comme source d'énergie pour l'industrie des panneaux de particules

(cyperméthrine, perméthrine), les ammoniums quaternaires et les carbamates.

L'aldrine, le pentachlorophénol et l'arséniate de cuivre chromaté sont interdits ou réglementés depuis 1994 pour des raisons de toxicité. Cependant, des bois traités de cette façon sont encore utilisés actuellement dans les bâtiments et arriveront un jour en fin de vie. Ils devront être considérés comme déchets dangereux et nécessiteront un traitement particulier encore mal défini.

##### ☐ *Solvants*

Leur rôle est de transporter les matières actives dans le bois et de les y déposer. Ils sont ensuite éliminés, généralement par séchage naturel. On utilise soit les solvants pétroliers de type léger ou de type lourd, soit l'eau, qui peut solubiliser les sels minéraux, les sels organiques (pentachlorophénate de sodium) et les ammoniums quaternaires.

##### ☐ *Agents de fixation*

La fixation s'opère soit par réaction chimique, notamment avec des sels métalliques dans lesquels le chrome joue le rôle d'élément fixateur du cuivre, soit à l'aide de résines agissant par collage des matières actives; cette dernière solution est principalement utilisée pour fixer les substances de synthèse.

##### ☐ *Associations utilisées*

Selon le type d'association entre matières actives, solvants et produits de fixation, on trouve sur le marché un certain nombre de familles de produits, très spécifiques de certains emplois ou procédés de traitement : sels non fixants monocomposant (F, Bo, Cu) dans

l'eau ou sels fixants (sels métalliques complexes contenant du chrome comme fixateur).

Les associations de Cu-As-F-Cr-Bo-Hg-P sont en usage depuis 1940. Actuellement, ce sont surtout des formules à base de Cu-Cr-As, de Cu-Cr ou de Cu-Cr-Bo qui sont utilisées. On distingue :

- les produits organiques (solvants pétroliers + perméthrine, lindane + résines)
- les émulsions : l'eau est utilisée comme véhicule, associée à des substances de synthèse qui ne sont pas hydrosolubles, mais sont mises en émulsion dans l'eau. Leur fixation est assurée par des résines et/ou par des systèmes tensioactifs
- les produits mixtes (depuis 1986) : ils associent des composés métalliques à des molécules de synthèse qui les fixent et/ou étendent leur spectre d'efficacité. On rencontre, par exemple, depuis 1986 les combinaisons bore + sels d'ammoniums quaternaires ou cuivre + molécules organiques
- la créosote, qui est une association d'environ 100 molécules issues de la distillation de la houille et est exempte de solvant.

Certains de ces produits sont couramment mis en œuvre par autoclavage, procédé au cours duquel les bois secs sont placés dans une cuve



**Déchets de bois imprégnés de créosote, à recycler.**



**Copeaux de bois après broyage.**



**Bois contaminé transformé en charbon de bois propre après thermolyse.**

hermétiquement fermée dans laquelle on fait le vide pour favoriser l'imprégnation du produit qui remplit l'autoclave. Une pression de l'ordre de 10 à 12 bars est maintenue entre 30 minutes et 3 heures, après quoi le produit est vidangé. On applique ensuite un vide final destiné à rééquilibrer les pressions internes du bois, à détendre le reliquat d'air, comprimé lors de la phase de pression, et à obtenir une surface de bois ressuyée, sans écoulement à la sortie de l'autoclave.

Les bois sont ainsi imprégnés à cœur et constituent, en fin de vie, des déchets dits dangereux contenant des produits comme du cuivre ou de l'arsenic.

#### 4.7.3 VALORISATION DES DÉCHETS DE BOIS

##### A. Bois très contaminés

###### □ Combustion

En Wallonie, une société traite certains déchets pour les valoriser comme combustibles ou comme substituts dans les fours à ciment (I30). Sa capacité de traitement est de 250.000 tonnes. Les déchets peuvent être :

- des solvants ou des substances contenant des solvants
- des produits huileux ou des hydrocarbures
- des résidus de peinture, de vernis, de colle, de mastic, d'encre
- des boues d'apprêt et de travail des matériaux
- des déchets de synthèse et autres opérations de chimie organique
- des eaux résiduaires
- des résidus boueux ou solides de traitement de dépollution
- des rebuts d'utilisation (plastiques, copeaux, sciures, gâteaux de filtration, déchets contenant de la silice, de l'alumine, du fer, de la chaux).

La valorisation de ces déchets en cimenterie est intéressante, car la combustion se produit à une température bien supérieure à celle des autres incinérateurs. La majorité des chaînes sont ainsi brisées, ce qui diminue le risque de pollution de l'air.

D'autres solutions intéressantes consistent à effectuer une thermolyse des déchets de bois pollués pour produire du charbon de bois. Une installation expérimentale fonctionne en France, près de Bordeaux.

Le processus permet de traiter des bois classés parmi les déchets dangereux (classe C), tels que les poteaux électriques, les traverses de chemin de fer, les vieux bois traités à l'ACC; autant de déchets devenus au fil du temps bien encombrants lorsqu'il s'agit de s'en débarrasser sans polluer. Le procédé vise à assurer, en trois étapes – broyage, thermolyse (sorte de distillation), séparation des métaux lourds –, le recyclage complet de tous les déchets de bois souillés exclus de la catégorie "biomasse". Son point fort réside dans la possibilité de revaloriser les déchets de bois, quel que soit leur degré de pollution, sans nécessiter de tri préalable.

Actuellement, l'installation n'est pas rentable, car la législation n'impose pas de traiter ces bois de manière non polluante et il est toujours autorisé de les mettre en décharge à un coût inférieur au coût de fonctionnement de l'installation. Les sociétés qui disposent

de stocks importants de bois souillés les laissent traîner sur leurs terrains, en attendant des "jours meilleurs".

##### B. Autres déchets de bois

En général, tous les déchets de bois sont récoltés ensemble, quel que soit leur type, puis sont triés dans les installations d'entreprises spécialisées. Dans la majorité des cas, le bois repris par les filières de récolte de déchets part vers les fabricants de panneaux de particules, lorsque le récolteur estime qu'il est suffisamment propre (après l'avoir trié); dans les autres cas, il est mis en décharge.

Des solutions de valorisation sont à l'étude, mais faute de pouvoir estimer correctement le gisement disponible, leur rentabilité ne peut être précisée. En France, à Baisieux, à proximité de la frontière belge (près de Tournai), une plateforme de recyclage des déchets de bois de construction et de démolition a été mise en place depuis le début de l'année 2005 à l'initiative de la FFB (I8) et de plusieurs de ses membres, avec le soutien du Conseil général de la Région. Actuellement, les déchets sont triés avec une pelle et recyclés dans l'industrie du panneau en Belgique.

En Belgique, dans la région hutoise, le centre de recyclage RECYMO (I28) accepte, trie et broie des déchets de bois, qu'ils proviennent de parcs à conteneurs ou d'entreprises de démolition. A l'heure actuelle, ces déchets sont encore probablement mis en CET (I4).

## 5 LA GESTION DES DÉCHETS DE BÂTIMENT : LE PROGRAMME MEDECO

Dans le cadre d'un accord de branche établi en 1991 entre le ministre wallon de l'Environnement et la Confédération wallonne de la construction, un comité technique a été mis



### LA THERMOLYSE DES DÉCHETS DE BOIS SOUILLÉS

Le procédé consiste à chauffer du bois broyé, chargé dans une colonne de réaction, en le soumettant à un courant de gaz chauds. La combustion adiabatique (transformation sans échange de chaleur avec l'extérieur) qui en résulte a pour conséquence de gazéifier les éléments volatils, tandis que les éléments minéraux restent prisonniers d'un résidu charbonneux, très riche en carbone (6.500 kcal/kg). La température des gaz de chauffe est sensiblement inférieure à celle généralement utilisée pour la thermolyse. Ce procédé requiert un contrôle précis de la température, de la pression, de la teneur en O<sub>2</sub> et en CO des gaz de chauffe. L'effet conjugué des faibles niveaux de température requis et de la richesse en hydrocarbures des gaz provenant de la colonne de réaction permet de maintenir le système en autocombustion. La totalité des gaz en recirculation est brûlée à plus de 850 °C avant d'être réutilisée ou évacuée. Tandis que le niveau de bois broyé est réajusté en permanence à la tête de la colonne de réaction, le résidu charbonneux est extrait du fond de la colonne à mesure qu'il est produit. Ce charbon purifié est refroidi, compressé, évacué et stocké, prêt à réintégrer son rôle de combustible (voir photo ci-dessus).



**La gestion des déchets doit passer par un tri de plus en plus rigoureux.**

en place et s'est attelé à une série de problèmes urgents : taxation des terres, organisation de CET, de centres de regroupement et de traitement des déchets inertes de la construction, réutilisation de produits recyclés dans les travaux routiers, ... Il s'est ensuite attaqué au problème des déchets du bâtiment. L'étude qu'il a menée l'a conduit à proposer à l'ensemble des acteurs du secteur de la construction le logiciel d'aide à la décision baptisé MEDECO (13).

On sait qu'à l'avenir, la gestion des déchets de construction et de démolition doit passer par un tri plus rigoureux et que la solution du conteneur unique et du "tout-à-la-décharge" n'est plus acceptable, ni économiquement, ni socialement, ni réglementairement. Il importe dès lors de fournir aux professionnels des outils leur permettant de prendre les bonnes décisions. Une démarche similaire ayant déjà fait l'objet de prescriptions précises pour les travaux routiers via le cahier des charges unifié CCT RW 99 (13), les auteurs du projet MEDECO sont donc logiquement partis de ces textes pour établir leur outil.

Le logiciel, basé sur les concepts de "dé-construction" et de démolition sélective, vise à faciliter et à améliorer la gestion des déchets de démolition et de rénovation du bâtiment dans le cadre des travaux publics et privés, tant dans le chef des auteurs de projet que dans le chef des entreprises générales ou spécialisées dans la démolition et la rénovation. Le but est d'aider les acteurs de la construction à poser un diagnostic complet, rapide et fiable avant de procéder à la démolition sélective d'un bâtiment. Réalisé par le CSTC en collaboration avec la CCW et TRADECOWALL (6 et 17), le travail a été supervisé par le comité technique précité et financé par la Région wallonne via l'Office des déchets.

A l'aide de ce nouvel outil, qui comporte un détail de chaque poste de déchets, les entreprises peuvent prendre en compte le coût intégral de la gestion des déchets susceptibles d'être générés par les travaux. Cette démarche favorise ainsi l'élimination des déchets produits par le chantier dans des installations adaptées et le recyclage de la fraction valorisable.

MEDECO permet d'adapter le métré en fonction des conditions dans lesquelles le travail sera exécuté. Chaque utilisateur peut ainsi travailler selon sa méthode, sans devoir recourir chaque fois à une procédure lourde et figée. Grâce aux postes extrêmement détaillés du cahier des charges de base, il peut structurer l'analyse du chantier afin d'évaluer la quantité de déchets qui seront réellement générés. Ce métré fournira une réponse aux exigences de chacun, le logiciel permettant un classement par matériau, par code wallon des déchets pour une quantification globale ou par poste selon son classement personnel (dans le cas d'un cahier des charges spécifique à un bureau d'études, par exemple).

MEDECO se propose ainsi de faire entrer le concept de démolition sélective dans le vocabulaire courant de chaque acteur de la filière

construction. Une évolution considérable qui va dans le sens d'une gestion durable du patrimoine bâti et de la protection des ressources naturelles.

Le logiciel a fait l'objet de tests sur des ouvrages construits; ses utilisateurs ont jugé qu'il ne présentait pas de grosses difficultés. Des applications à plus grande échelle sur des bâtiments à rénover en profondeur sont sur le point de débiter. Il reste en effet à convaincre les professionnels que le supplément de travail qu'exige la réalisation d'un métré de déchets avant le début des travaux peut entraîner des réductions significatives de coûts ultérieurement.

Le logiciel MEDECO est téléchargeable gratuitement, moyennant inscription préalable (13). ■



## INFORMATIONS UTILES

### • Notions et organismes cités dans l'article :

1. BENOR : marque déposée, propriété de l'IBN ([www.ibn.be/FR/benor\\_f.htm](http://www.ibn.be/FR/benor_f.htm))
2. CAPEB : Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (pour la région Nord Pas-de-Calais : [www.capeb-nord.fr](http://www.capeb-nord.fr))
3. CCT RW 99 : cahier des charges-type de la Région wallonne ([http://routes.wallonie.be/entreprise/cctrw99/site/shtml/logoleft\\_cctrw99.shtml](http://routes.wallonie.be/entreprise/cctrw99/site/shtml/logoleft_cctrw99.shtml))
4. CET : centre d'enfouissement technique
5. CIFIUL : Centre interdisciplinaire de formation des formateurs de l'Université de Liège
6. CCW : Confédération wallonne de la construction ([www.ccw.be](http://www.ccw.be)) (Guide des déchets)
7. DGRNE : Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement de la Région wallonne (<http://mrw.wallonie.be/dgrne>)
8. FFB : Fédération française du bâtiment (pour la région Nord Pas-de-Calais : [www.nordpdc.ffbatiment.fr/Public/idx\\_home.asp](http://www.nordpdc.ffbatiment.fr/Public/idx_home.asp))
9. FFC : Fonds de formation de la construction ([www.laconstruction.be](http://www.laconstruction.be))
10. FOREM : Formation professionnelle des travailleurs sans emploi ([www.leforem.be](http://www.leforem.be))
11. IFAPME : Institut de formation professionnelle en alternance du personnel des petites et moyennes entreprises ([www.ifapme.be](http://www.ifapme.be)) ([www.pleiad.be](http://www.pleiad.be))
12. MARCO : Management des Risques environnementaux dans les métiers de la COstruction; Guide Marco à télécharger ([www.marco-construction.be](http://www.marco-construction.be))
13. MEDECO : logiciel d'aide à la décision conçu pour la gestion des déchets, téléchargeable gratuitement ([www.marco-construction.be/medeco](http://www.marco-construction.be/medeco))
14. Recupel : association chargée d'organiser la collecte, le tri et le traitement écologique des appareils électriques et électroniques en fin de vie ([www.recupel.be](http://www.recupel.be))
15. Recyhouse : bâtiment témoin construit à la station expérimentale du CSTC, quasi exclusivement au moyen de matériaux recyclés ([www.recyhouse.be](http://www.recyhouse.be))
16. RECYWALL : approche multisectorielle du recyclage des déchets industriels ([www.recywall.be](http://www.recywall.be))
17. TRADECOWALL : Traitement des déchets de la construction en Wallonie ([www.tradecowall.be/tradecowall.html](http://www.tradecowall.be/tradecowall.html))

### • Centres de recherche collective :

18. Centexbel : Centre scientifique et technique de l'industrie textile belge ([www.centexbel.be](http://www.centexbel.be))
19. CoRI : Coatings Research Institute ([www.cori-coatings.be](http://www.cori-coatings.be))
20. CRIBC : Centre de recherche de l'industrie de la céramique ([www.bcrb.be](http://www.bcrb.be))
21. CRIF : Centre de recherche des fabrications métalliques et plastiques ([www.crif.be](http://www.crif.be))
22. CRR : Centre de recherches routières ([www.brrc.be](http://www.brrc.be))
23. CSTC : Centre scientifique et technique de la construction ([www.cstc.be](http://www.cstc.be))
24. CTIB : Centre technique de l'industrie du bois ([www.ctib-tchn.be](http://www.ctib-tchn.be))
25. CTP : Centre technologique international de la Terre et de la Pierre (industrie extractive)

### • Filières de recyclage :

26. Biturec : recyclage des membranes bitumineuses aux Pays-Bas ([www.biturec.nl](http://www.biturec.nl))
27. High 5 : recyclage du verre plat en Belgique ([www.high5.be/default.xml](http://www.high5.be/default.xml))
28. RECYMO : recycleur de déchets de construction ([www.feredeco.be](http://www.feredeco.be))
29. Recytyre : solutions durables pour les pneus usagés en Belgique ([www.recytyre.be/language.aspx](http://www.recytyre.be/language.aspx))
30. Scoribel : valorisation des déchets industriels par prétraitement ([www.scoribel.com](http://www.scoribel.com))
31. Vlakglas Recycling : recyclage du verre plat aux Pays-Bas ([www.vlakglasrecycling.nl](http://www.vlakglasrecycling.nl))



## INFORMATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ancia P., Blockmans S., Desmyter J. et Frenay J.  
Granulats de débris et béton recyclé : résultats et développements récents. Partie 1 : vers une amélioration de la qualité. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 2, juin 1999.
2. Basuyau V.  
Quelle nouvelle vie pour les déchets ? Colloque à Mons en septembre 2002. Paris, Revue Recyclage et Valorisation, n° 1, mai 2003.
3. Belleflamme M.  
Le marquage CE des granulats recyclés. Travail de fin d'études, Université de Liège, Faculté des Sciences appliquées, Section Architecture, année académique 2003-2004.
4. Blockmans S., De Pauw P. et Desmyter J.  
Granulats de débris et béton recyclé : résultats et développements récents. Partie 2 : béton recyclé. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 3, septembre 1999.
5. CCW-CSTC-TRADECOWALL  
Comptes rendus du colloque «Gestion des déchets de construction – Evolution et perspectives». Charleroi, CCW-CSTC-TRADECOWALL, mai 2003.
6. Damidot D.  
Verrous et enjeux de la recherche et du développement dans le domaine du recyclage et de la valorisation de matériaux minéraux. Paris, Revue Recyclage et Valorisation, n° 7, décembre 2004.
7. De Bock L. et Hanoreau Y.  
La valorisation des déchets en construction routière. Mons, Colloque "New Life for Waste", RECYWALL, septembre 2002.
8. De Cuyper K., Desmyter J., Simons B. et Vandaele L.  
Règles d'or pour la construction durable. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 2, juin 2002.
9. Desmyter J. et Franssens M.  
La Directive européenne «Produits de construction» : nouveautés dans la réglementation sur la protection de l'environnement. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 4, décembre 1997.
10. Dumont A.  
Transport et collecte de déchets ordinaires en Wallonie. Bruxelles, Construction, n° 14, mars 2004.
11. Fontaine R., Ghodsi A., Loutz S. et Pollet V.  
Blocs de maçonnerie à base de granulats recyclés. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 2, juin 1997.
12. Legrand C.  
Quelles solutions pour le recyclage des déchets du bâtiment ? Paris, Revue Recyclage et Valorisation, n° 8, mars 2005.
13. Legrand C., Rousseau E. et Van Dessel J.  
Le recyclage des matériaux de démolition dans l'Union européenne. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 3, septembre 1995.
14. Le Port J.-P.  
Centre de traitement Recyhoc, province du Hainaut. Public, privé, les deux font l'affaire. Paris, Revue Recyclage et Valorisation, n° 4, mars 2004.
15. Le Port J.-P.  
Gestion des déchets du bâtiment. La filière recyclage des membranes de toiture en PVC prend son envol. Paris, Revue Recyclage et Valorisation, n° 7, décembre 2004.
16. Le Port J.-P.  
Marquage CE des granulats recyclés. Paris, Revue Recyclage et Valorisation, n° 9, septembre 2004.
17. Le Port J.-P.  
Recyclage des déchets de construction et de démolition en Wallonie. Les Wallons à l'unisson. Paris, Revue Recyclage et Valorisation, n° 4, mars 2004.
18. Lucion C. et Germain D.  
Procédure de certification de mise en service d'un séparateur à courants de Foucault traitant des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères. Paris, Revue Recyclage et Valorisation, n° 4, mars 2004.
19. Motteu H. et Rousseau E.  
Le remploi des déchets dans l'industrie de la construction. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 2, juin 1992.
20. Pien A. et Rousseau E.  
Récupération des boues de papeteries pour l'industrie de la construction. Bruxelles, Compte rendu d'étude et de recherche, n° 24, CSTC, 1979.
21. ...  
Quand le recyclage s'organise : 3 associations belges vouées au recyclage des déchets. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 2, juin 1992.
22. Regnier M.  
Quelle place réserver aux déchets inertes ? Paris, Revue Recyclage et Valorisation, n° 4, mars 2004.
23. Rousseau E.  
Possibilités d'utilisation des matériaux recyclés dans le secteur de la construction : vaste projet de démonstration à Limelette. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 2, juin 2002.
24. Rousseau E.  
Récupération du sulfogypse pour l'industrie de la construction. Bruxelles, Compte rendu d'étude et de recherche, n° 27, CSTC, 1983.
25. Simons B. et Vyncke J.  
Les déchets de construction et de démolition : possibilités de recyclage sous forme de granulats dans le béton. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 1, mars 1993.
26. Van Dessel J. et Adams W.  
Guide méthodologique d'évaluation des incidences sur l'environnement des chantiers de construction des bâtiments à vocation industrielle. Bruxelles, CSTC, mars 2003.
27. Vansteenkiste S. et De Bock L.  
Méthode de détection rapide et sensible du goudron dans les enrobés à recycler. Bruxelles, Bulletin CRR, n° 2, 2003.
28. Vyncke J.  
Remploi des gravats et déchets de construction sous forme de granulats dans le béton. Bruxelles, CSTC-Magazine, n° 4, décembre 1993.